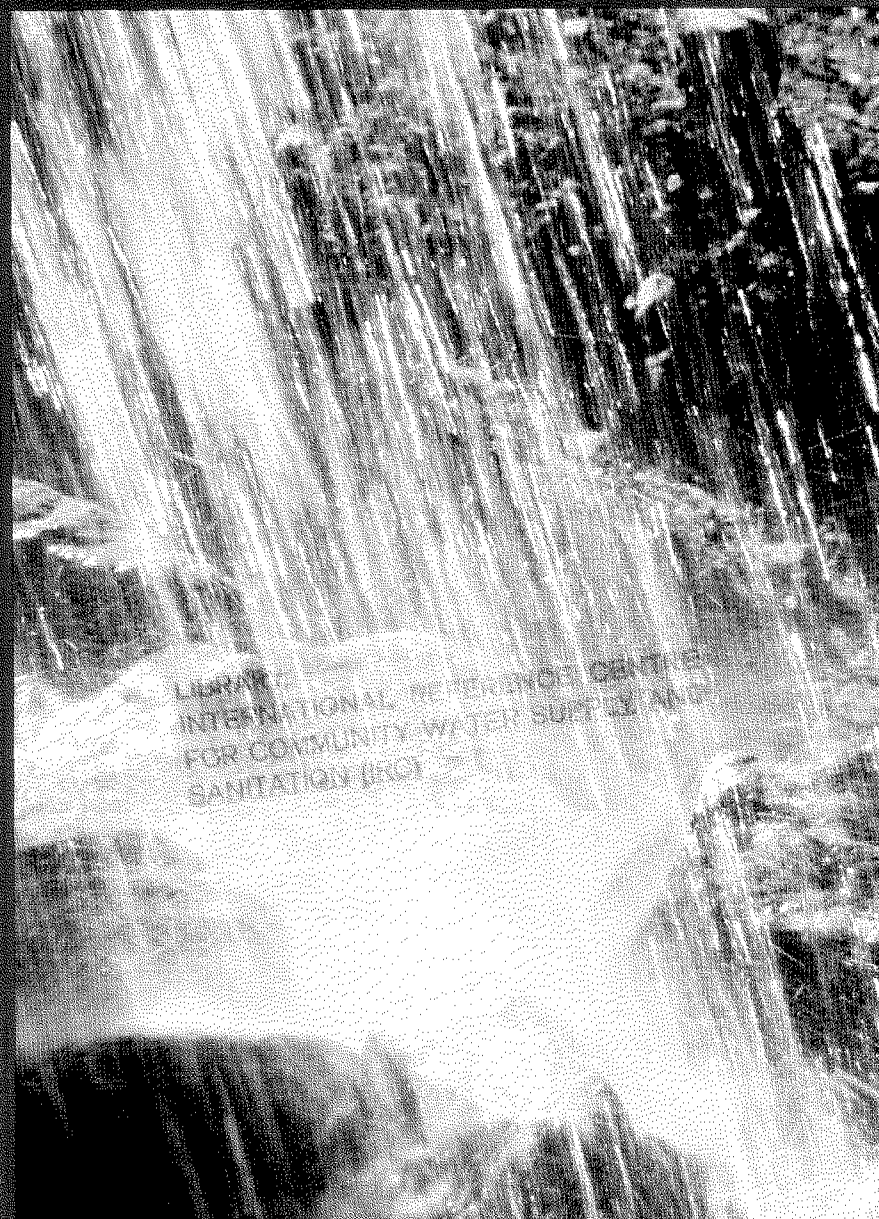


71 ECWATECH94

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6-9 сентября 1994 г

Том **II**



**INTERNATIONAL
CONGRESS
«WATER: ECOLOGY AND TECHNOLOGY»**

Moscow, September 6-9, 1994

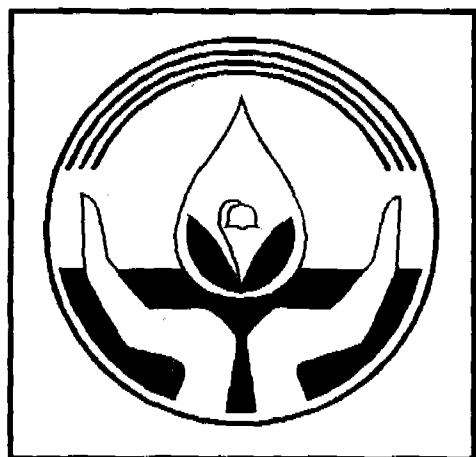
Vol. **II**

71-ECWATECH94-12383

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6–9 сентября 1994 г

Том II



**INTERNATIONAL
CONGRESS
«WATER: ECOLOGY AND TECHNOLOGY»**

Moscow, September 6–9, 1994

Vol. II

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6-9 сентября 1994 г

Том II



**INTERNATIONAL
CONGRESS
«WATER: ECOLOGY AND TECHNOLOGY»**

Moscow, September 6-9, 1994

Vol. II

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR QUALITY WATER SUPPLY
AND WASTE CONTROL
P.O. BOX 20000, PARIS, Les Rigoles
TEL (070) 811911 EXT 142/142

inv. 6A 12383.
LO: 71 ECWATECH94

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

WATER SUPPLY

ЭЛЕКТРОСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.

*Абрамов Е.Г.
Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского*

Электросорбционный способ предназначен для очистки и кондиционирования питьевых вод городских водопроводных сетей, скважинных и колодезных вод, которые могут содержать вещества, потенциально опасные для здоровья потребителей, а именно:

-неорганические вещества (катионы тяжелых металлов, нитрат-ионы (NO_3^-), хлорат-ионы (ClO_3^-), сернистый газ (H_2S), борат-ионы);

-природные органические вещества (гуминовые и фульвокислоты и их соединения с катионами металлов);

-синтетические органические вещества, попадающие в поверхностные воды в результате хозяйственной деятельности человека;

-биологически активные компоненты (бактерии, палочки).

Принцип действия аппарата - электросорбционный, основан на использовании высокопористого электропроводящего материала, служащего в качестве объемного электрода и адсорбента.

При поляризации объемного электрода за счет внешнего источника э.д.с. в аппарате реализуются электрохимические реакции, обеспечивающие разрушение комплексных соединений тяжелых и щелочноземельных металлов с гуминовыми и фульвокислотами и осаждение гидроксидов металлов и гуминовых веществ в фазе электропроводящего материала. Содержащиеся в воде нитрат-ионы и хлорат-ионы восстанавливаются катодно до азота и Cl^- -ионов соответственно.

Органические вещества, присутствующие в воде, такие как фенолы, хлорорганические вещества сорбируются на высокопористой поверхности электродного материала по механизму физической адсорбции.

Микроорганизмы разрушаются в анодном пространстве при выделении атомарного кислорода и их деструктурированные формы, адсорбируются на поверхности объемного электрода.

В сравнении с другими очистными аппа-

ELECTRO-SORPTION PURIFICATION AND CONDITIONING OF DRINKABLE WATER

*Abramov E.G.,
Vernadsky Institute of Geochemistry and
Analytical Chemistry*

The electro-sorption method is intended for purification and conditioning of drinkable water from the municipal water-supply systems, water holes and wells which can contain the substances potentially dangerous for the health of the users, namely:

-inorganic substances (heavy metal cations, nitrate-ions (NO_3^-), chlorate-ions (ClO_3^-), sulfurous gas (H_2S), borate-ions);

-natural organic substances (humic and fulvic acids and their compounds with the metal cations);

-synthetic organic substances penetrating into the surface water in the result of the economic activity of the man;

- bacteria, bacilli and other microorganisms.

The operation of the electro-sorption apparatus is based on utilization of the highly porous current-conducting material employed in the capacity of a high-volume electrode and adsorbent.

When the high-volume electrode is polarized from the external source of the electromotive force, there are realized electrochemical reactions leading to destruction of the complex compounds of the heavy and alkaline-earth metals with the humic and fulvic acids, with precipitation of the aforesaid acids in the phase of the current-conducting material. The nitrate-ions and chlorate-ions contained in the water are cathodically reduced to nitrogen and Cl^- -ions, respectively.

The organic substances which are present in the water, such as phenols, chlororganic substances, are sorbed on the highly porous surface of the electrode material by the physical adsorption mechanism.

The bacteria and microorganisms are destroyed in the anode process at the potentials of liberation of the atomic oxygen and their destroyed forms are adsorbed on the surface of the high-volume electrode.

ратами предлагаемый аппарат осуществляет комплексное кондиционирование питьевой воды по неорганическим, природным и синтетическим органическим и биорганическим веществам, при этом практически неизменным остается содержание макрокомпонентов Na, Ca, Mg, суммы HCO_3^- и CO_3^{2-} , что сохраняет все свойства питьевой воды, вкусовые качества которой значительно отличаются от исходной воды и по вкусу приближают кондиционированную воду к родниковой. Электрохимические процессы, нашедшие применение в технологиях переработки электролитов, в зависимости от объекта обработки или самих электрохимических реакций могут быть реализованы как в аппаратах без диафрагмы или мембраны, т.е. без четкого разделения катодного и анодного пространств, так и с использованием последних (3). Использование электрохимических процессов с разделенными электродными пространствами представляется перспективным в области разработки экологически чистых технологий, т.к. безопасность таких процессов обеспечивается их симметричностью при эквивалентной генерации пар реагентов, нарабатываемых в электродных пространствах (окислитель-восстановитель, кислота-щелочь). Одним из факторов, обеспечивающих существенное повышение эффективности таких процессов при концентрировании и извлечении элементов из водных сред и растворов электролитов является использование объемных электродов (2). Суммарное ускорение процесса массопереноса на развитой поверхности углеродных материалов позволило вовлечь в среду практического использования растворы электролитов благородных и цветных металлов, содержания которых составляют менее 0,1 г/л, при этом практически 100% выход по току обеспечивался катодной поляризацией объемного электрода, которая соответствует площадке предельного тока разряда катионов (2). В свою очередь, разработка таких процессов послужила основой для создания новых процессов, отличием которых явилось, с одной стороны, применение их к нетрадиционным объектам (1), а, с другой стороны, использование для извлечения и концентрирования не только непосредственно электрохимических реакций разряда конкретно извлекаемых ионов (например, металлов в виде катодных осадков), но и использование сопряженной

As distinguished from other purification apparatus, the suggested electric adsorber performs complex conditioning of the drinkable water with respect to the inorganic, natural and synthetic organic, and bio-organic substances, keeping practically constant the content of macrocomponents Na, Ca, Mg, sum of HCO_3^- and CO_3^{2-} which ensures preservation of all properties of the source water whose taste after conditioning resembles the taste of the spring water, the palatability being greatly changed.

The electrochemical processes used for treatment of the electrolytes can be realized in the apparatus comprising a diaphragm or membrane (3) as well as in the apparatus without a diaphragm or membrane (i.e. without marked separation of the cathode and anode spaces), depending on the object of treatment or on the electrochemical reactions proper. The use of the electrochemical processes with the separated electrode spaces seems to be promising in the field of development of the ecologically clean technologies since the ecological cleanliness of such processes is provided by their symmetry at equivalent generation of the pairs of the reagents produced in the electrode spaces (oxidizer-reducer, acid-alkali).

One of the factors ensuring a substantial increase of the efficiency of such processes at concentration and extraction of the elements from aqueous media and electrolyte solutions consists in utilization of the high-volume electrodes (2). The summary acceleration of the mass transfer process on the well-developed surface of the carbonic materials has made it possible to use for practical purposes the electrolyte solutions of the noble and non-ferrous metals whose content is less than 0.1 g/l. Almost 100 % of the yielded current has been produced due to cathodic polarization of the high-volume electrode which corresponds to the maximum current of the discharge of the cations (2). The development of such processes, in its turn, has made a foundation for the design of new processes which are distinguished, on one hand, for their use with the non-traditional objects (1), and on the other hand, for utilization of these processes for the extraction and concentration purposes not only directly in the electrochemical reactions of the discharge of the ions being extracted (e.g. metals in the form of cathode precipitation) but also in the conjugated reaction of the

реакции катодного или анодного разложения воды.

Ранее автором (1) была показана возможность электрохимического извлечения брома из океанской воды с использованием объемного электрода-адсорбента. Целевая анодная реакция разряда бромид-ионов до элементарного брома в фазе электрода-адсорбента в этом случае сопряжена с электрохимическим осаждением гидроксида магния в катодном процессе разряда воды с выделением элементарного водорода.

Накопление полупродуктов Br_2 и Mg(OH)_2 в электродных пространствах позволило вследствие последующего изменения знака поляризации электродов получить конечный продукт MgBr_2 без использования дополнительных реагентов. Эквивалентность генерации пар реагентов в результате фарадеевских процессов на стадии накопления обеспечила последующую эквивалентную регенерацию и экологическую безопасность процесса в целом.

В предлагаемой работе используется электрохимический вариант обработки питьевой воды с использованием объемного электрода-адсорбента, представляющего собой катодно-поляризуемый высокопористый электрод. Катодные электрохимические реакции, протекающие на фоне разряда воды с выделением водорода и локальным подщелачиванием катода сопряжены с анодным разрядом воды до кислорода и локальным подкислением анолита соответственно, что обеспечивает эффективную комплексную очистку питьевой воды от целого ряда веществ, представляющих потенциальную опасность здоровью людей.

Типичные загрязнения, содержащиеся в питьевой воде, можно условно разделить на 4 класса:

1) неорганические вещества: катионы тяжелых и цветных металлов (медь, цинк, никель, хром, марганец, алюминий и др.), избыточные количества железа и его соединений в растворенной и нерастворенной формах, хлор, серосодержащие соединения, нитраты, бораты;

2) природные органические вещества, в основном, гуминовые и фульвокислоты и их комплексные соединения с катионами металлов;

3) промышленные органические вещества, фенолы, хлорорганика, образу-

cathode or anode decomposition of the water.

Earlier, the author of publication (1) has shown the probability of electrochemical extraction of bromine from the oceanic water with the use of the high-volume electrode-adsorbent. In this case, the purpose-oriented anode reaction of the discharge of the bromide-ions to elementary bromine in the phase of the electrode-adsorbent is also conjugated with the electrochemical precipitation of the magnesium hydroxide in the cathode process of water discharge, with liberation of elementary hydrogen. The accumulation of semi-products Br_2 and Mg(OH)_2 in the electrode spaces has made it possible, owing to subsequent reversal of the sign of electrode polarization, to obtain final product MgBr_2 without utilization of additional reagents. The equivalence of generation of the pairs of reagents in the result of Faraday processes at the accumulation stage provides for equivalence of the subsequent regeneration and ecological cleanliness of the process in the whole.

The present publication describes the electrochemical method of treatment of the drinkable water with the use of a high-volume electrode-adsorbent which is a cathodically-polarized highly porous electrode. The cathode electrochemical reactions proceeding against the background of water discharge with liberation of hydrogen and with local alkalization of catholyte are conjugated with the anode discharge of water to oxygen and with local oxidation of anolyte, respectively, which ensures efficient complex purification of water from a series of substances potentially hazardous for the health of the people.

The typical contaminants contained in the drinkable water can be conventionally divided into four groups:

(1) Inorganic substances: cations of the heavy and non-ferrous metals (copper, zinc, nickel, chromium, manganese, aluminium, and other metals), excessive quantities of ferrum and its compounds in the dissolved and non-dissolved forms, chlorine, sulfurcontaining compounds, nitrates, borates;

(2) natural organic substances, mainly humic and fulvic acids and their complex compounds with the metal cations;

(3) industrial organic substances, phenols,

ющаяся в системах водоподготовки, токсичные органические вещества, используемые в агрохимии и т.д.;

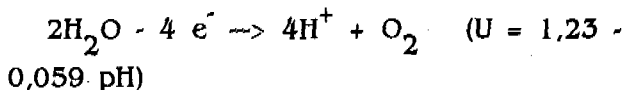
4) биологически активные компоненты, микробы, бактерии, палочки (например, "кишечная палочка").

В процессе кондиционирования питьевой воды нами использовался двухкамерный аппарат (рис.1) с титановыми токоподводами и разделенными диафрагмой катодным и анодным пространствами. Основным рабочим элементом в катодном процессе являлся высокопористый углеродный материал с рабочей поверхностью $S > 500 \text{ м}^2/\text{г}$.

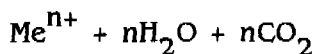
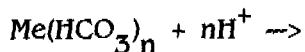
Рабочий объем засыпки электродного материала (высокопористый активированный уголь СКН) составил 200 мл, что обеспечило эффективное удаление вышеуказанных веществ из водопроводной воды при скоростях фильтрации от 5 до 10 л/час (что соответствует скорости фильтрации равной 25 - 50 объемов загрузки в час). Вода последовательно пропусклась через камеры подготовки и очистки, при напряжении на электроадсорбере от 3 до 7,5 В и силе тока от 5 до 10 мА (в зависимости от степени загрязненности). В анодном и катодном пространствах протекали следующие основные электрохимические реакции:

1. Анодные процессы:

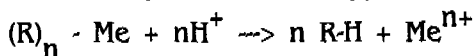
а) реакция разряда воды



б) реакция разрушения бикарбонатных комплексов металлов

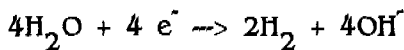


в) частичное разрушение комплексов металлов с гуминовыми и фульвокислотами



2. Катодные процессы в фазе углеродного электрода-адсорбента:

а) реакция катодного разряда воды



($U = -0,059 \text{ pH}$)

chlororganic substances produced in the water treatment systems, toxic organic substances used in agrochemistry, and the like;

(4) biologically active substances, microbes, bacteria (e.g. colon bacilli).

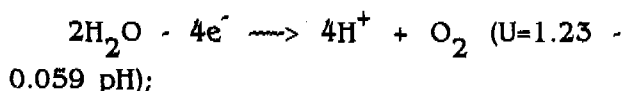
We have conditioned the drinkable water with the use of a two-chamber apparatus (Fig. 1) with the titanium current leads, with the cathode and anode spaces separated by a diaphragm. The main working element of the cathode process is represented by highly porous carbonic material with the working surface $S > 500 \text{ м}^2/\text{г}$.

The working amount of the electrode material (highly porous active carbon СКН) was equal to 200 mg/l which provided efficient extraction of the afore-mentioned impurities from the tap water at the filtration rates of 5 to 10 l/h (corresponding to 25-50 charges of the electrode material per hour). The water was successively passed through the pretreatment and purification chambers, at the electric adsorber voltage of 3 to 7.5 V and current intensity of 5 to 10 mA (depending on the degree of contamination).

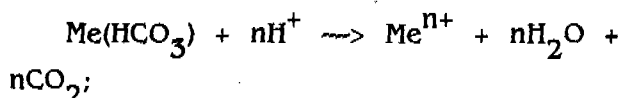
The following main electrochemical reactions took place in the anode and cathode spaces:

1. Anode processes:

(a) water discharge reaction



(b) reaction of destruction of the bicarbonate complexes of metals

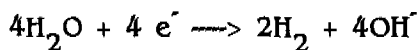


(c) partial destruction of the complexes of metals with the humic and fulvic acids



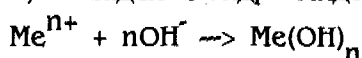
2. Cathode processes in the phase of the carbonic electrode-adsorbent:

(a) reaction of cathode discharge of water

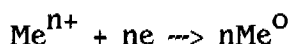


($U = -0.059 \text{ pH}$)

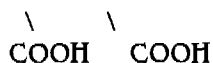
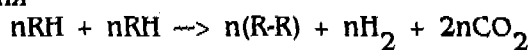
б) осаждение гидроксидов металлов



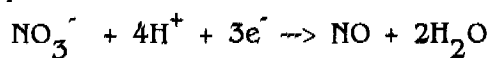
в) катодное электрохимическое восстановление катионов металлов



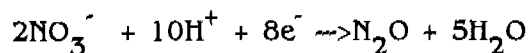
г) Катодное восстановление протонированных форм гуминовых и фульвокислот и их осаждение в фазе угля



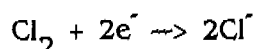
д) катодный разряд нитрат-, хлорат- и борат-анионов



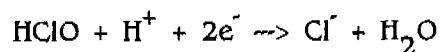
$$(U_0 = 0.957)$$



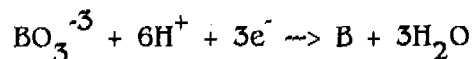
$$(U_0 = 1.116)$$



$$(U_0 = 1.359)$$



$$(U_0 = 1.494)$$



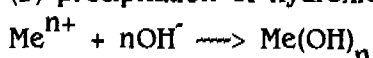
$$(U_0 = -0.165)$$

Кроме того, органические вещества сорбируются на высокопористой углеродной поверхности по механизму физической адсорбции, а микроорганизмы разрушаются при анодном выделении кислорода и их деструктурированные формы сорбируются активированным углем.

В таблице 1 приведены данные сравнительных анализов вод исходной и обработанной из сети водоснабжения Тимирязевского района г. Москвы. Вода фильтровалась через электроадсорбер в течение 8 месяцев с суточной производительностью 10 л/сутки (бытовая установка очистки и кондиционирования воды). Суммарный объем пропущенной через аппарат воды составил 1,5 - 1,8 м³. Вода использовалась авторами в питьевых целях.

В таблице 2 приведены результаты анализов отработанной в указанных ус-

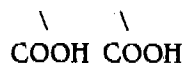
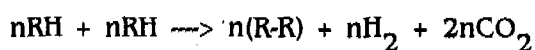
(b) precipitation of hydroxides of metals



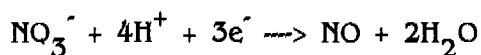
(c) cathode electrochemical reduction of metal cations



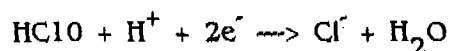
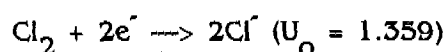
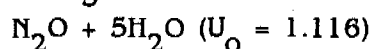
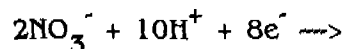
(d) cathode reduction of the protonic forms of the humic and fulvic acids and their precipitation in the carbon phase



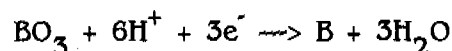
(e) cathode discharge of the nitrate-, chlorate-, and borate-anions



$$(U_0 = 0.957)$$



$$(U_0 = 1.494)$$



$$(U_0 = -0.165)$$

Besides, the organic substances are sorbed on the highly porous carbonic surface by the physical adsorption mechanism while the microorganisms are destroyed at the potentials of anodic liberation of oxygen and their destroyed forms are sorbed by the active carbon.

Table 1 gives the data of the comparative analyses of the source water and treated water. The water taken from the water supply system of the Timiryazevsky district of the city of Moscow was filtered through an electric adsorber with the flow capacity of 10 l/day (home water purification plant) for 8 months. The total amount of the water passed through the apparatus was 1.5-1.8 m³. The water was used by the authors for drinking purposes.

Table 2 gives the results of the analysis of the solid phase used under the specified conditions with respect to the content of the

ловиях твердой фазы по накопленным элементам. Элементы, представленные в таблице, разбиты на группы в соответствии с характером их распределения в слое. Приведены содержания элементов в слоях непосредственно у входа потока в аппарат и в слоях, прилегающих к выходу потока из аппарата и их отношение. Для тяжелых и цветных металлов в таблице даны справочные величины плотностей токов обмена в стандартизованных условиях.

Как следует из представленных результатов, электросорбционный аппарат кондиционирования питьевой воды позволяет осуществлять комплексную глубокую очистку воды, при этом практически не изменяется требуемый для питьевой воды катионный и анионный макросостав, pH обработанной воды снижается от 8,4 до 7,4 единиц вследствие разложения избытка бикарбонатных анионов. Представляет интерес удаление из водопроводной воды нитрат-ионов, а также глубокая очистка воды от борат-ионов.

В настоящее время отсутствуют литературные данные, указывающие на другие физико-химические процессы, которые позволяли бы эффективно удалять борат-ионы и накапливать бор из природных вод с таким крайне низким содержанием последнего в исходной воде.

Как было показано в (5), при изучении комплексообразующих свойств фульвокислот методом электрофореза на бумаге, происходит их количественная миграция в электрическом поле в катодную или анодную область в зависимости от природы ионов комплексообразователей и состава фонового электролита. По-видимому, с этим фактом связано значительное снижение содержания гумусовых веществ в воде после электросорбционной обработки по сравнению с результатами, приводимыми в (4), где использовалась загрузка различных активированных углей, но без наложения электрического поля. Однако, предлагаемый нами механизм удаления гумусовых веществ является в большей степени иллюстративным и может рассматриваться лишь как рабочая гипотеза.

Характер распределения тяжелых и цветных металлов по длине слоя электрода-адсорбента и корреляция этого распределения с кинетическими электрохимическими особенностями катодного вос-

accumulated elements. The elements given in the table are divided into groups in conformity with the nature of their distribution in the layer. The table shows the content of the elements in the layers located directly at the inlet of the apparatus and in the layers adjacent to the outlet of the apparatus. Besides, the ratio of the contents is specified. The reference values of the densities of the exchange currents under standardized conditions are cited in the table for the heavy and non-ferrous metals.

As it follows from the submitted results, the electro-adsorption apparatus for conditioning of the drinkable water provides for complex thorough purification of the water, practically without the change of the cation and anion macrocomposition. In the result of purification, pH of the treated water is reduced from 8.4 to 7.4 units because of decomposition of the excessive amount of the bicarbonate anions. Apart from this, the nitrate-ions are removed from the tap water and the water is thoroughly cleaned from the borate-ions.

Until now there are not any published data on other physical-chemical processes which would allow for efficient withdrawal of the borate-ions and for accumulation of the boron from the natural water, with the extremely low content of the boron in the source water.

As it has been shown in publication (5), the study of the complexing properties of the fulvic acids by the method of electrophoresis on the paper proves their quantitative migration in the electric field into the cathode or anode region, depending on the nature of the complexing agent ions and composition of the background electrolyte. Evidently, this fact explains a considerable reduction of the content of the humus substances in the water subjected to electro-sorption treatment as compared with the results cited in publication (4) where various active carbons were charged without application of the electric field. However, the suggested mechanism for withdrawal of the humus substances is described primarily for the purposes of illustration and can be regarded only as a working hypothesis.

The nature of the distribution of the heavy and non-ferrous metals on the length of the electrode-adsorbent and correlation of this distribution with the kinetic electrochemical peculiarities of the cathode

становления групп металлов (плотности токов обмена), а также отсутствие зависимости величины тока $i = 5 - 10$ мА от напряжения в рабочем диапазоне от $U = 3 - 15$ В, позволяют предполагать механизмы катодного восстановления металлов и их комплексных форм с природными органическими кислотами на объемном электроде, наряду с осаждением их гидроксидов. Неравномерное распределение величины тока по длине слоя электрода характеризует работу электрода в режиме, близком к режиму работы объемного электрода на предельных токах разряда ионов.

Количественное извлечение из воды целого ряда металлов (табл.2), содержащихся в незначительных концентрациях и, присутствие которых не является традиционным для природных вод, а обусловлено, вероятно, сбросами предприятий, расположенных в области бассейнов рек, формирующих систему водоснабжения г. Москвы показывает возможности электро-сорбционного метода как одного из аналитических приемов для обнаружения и концентрирования практически следовых количеств ряда металлов в природных водах (Pt, Mn, Co). С другой стороны, практическое отсутствие значимых количеств в твердой фазе таких элементов, как свинец, ртуть, олово, мышьяк и т.п. свидетельствует об их крайне незначительном содержании в исходной водопроводной воде.

Таким образом, использование электросорбционной обработки воды и создание аппаратов, работающих на этом принципе, представляется перспективным по ряду признаков:

1. Комплексное действие по очистке,
2. Высокая эффективность (большая удельная производительность),
3. Отсутствие реагентных методов обработки,
4. Малая энергоемкость,
5. Отсутствие попадания продуктов электрохимических реакций в питьевую воду.
6. Длительная эксплуатация без замены электродного материала (~ 1 год)

При создании различных модификаций таких электросорбционных систем возможно их совмещение с процессом предварительной фильтрации на цеолитовых патронах с целью удаления взвесей и снижения фильтрующей нагрузки на электросорбционный модуль при заборе воды

reduction of the groups of metals (the densities of the exchange currents) as well as lack of dependence of current $i = 5 - 10$ mA on the voltage in the working range of $U = 3-15$ V make it possible to suggest realization on the high-volume electrode of the mechanisms of cathode reduction of the metals and their complex forms with the natural organic acids along with precipitation of their hydroxides. Non-uniform distribution of the current intensity on the length of the electrode layer characterizes electrode functioning in the regime close to the regime of operation of the high-volume electrode at the maximum ion discharge currents.

The quantitative extraction of a series of metals (Table 2) from water wherein the concentrations of these metals are negligible and the presence of such metals is not characteristic of the natural water but is evidently caused by the sewage of the enterprises located in the area of the basins of the rivers making up the water supply system of the city of Moscow illustrates the opportunities of the electro-sorption method as one of the analytical techniques for detection and concentration of the practically trace amounts of a series of metals in the natural water (Pt, Mn, Co). On the other hand, practically absence in the solid phase of the meaningful quantities of such elements as lead, mercury, tin, arsenic, etc. testifies to their extremely low content in the source tap water.

Thus, utilization of the electro-sorption treatment of the water and the design of the apparatus operating on the electro-sorption principle seem to be promising because of the following features:

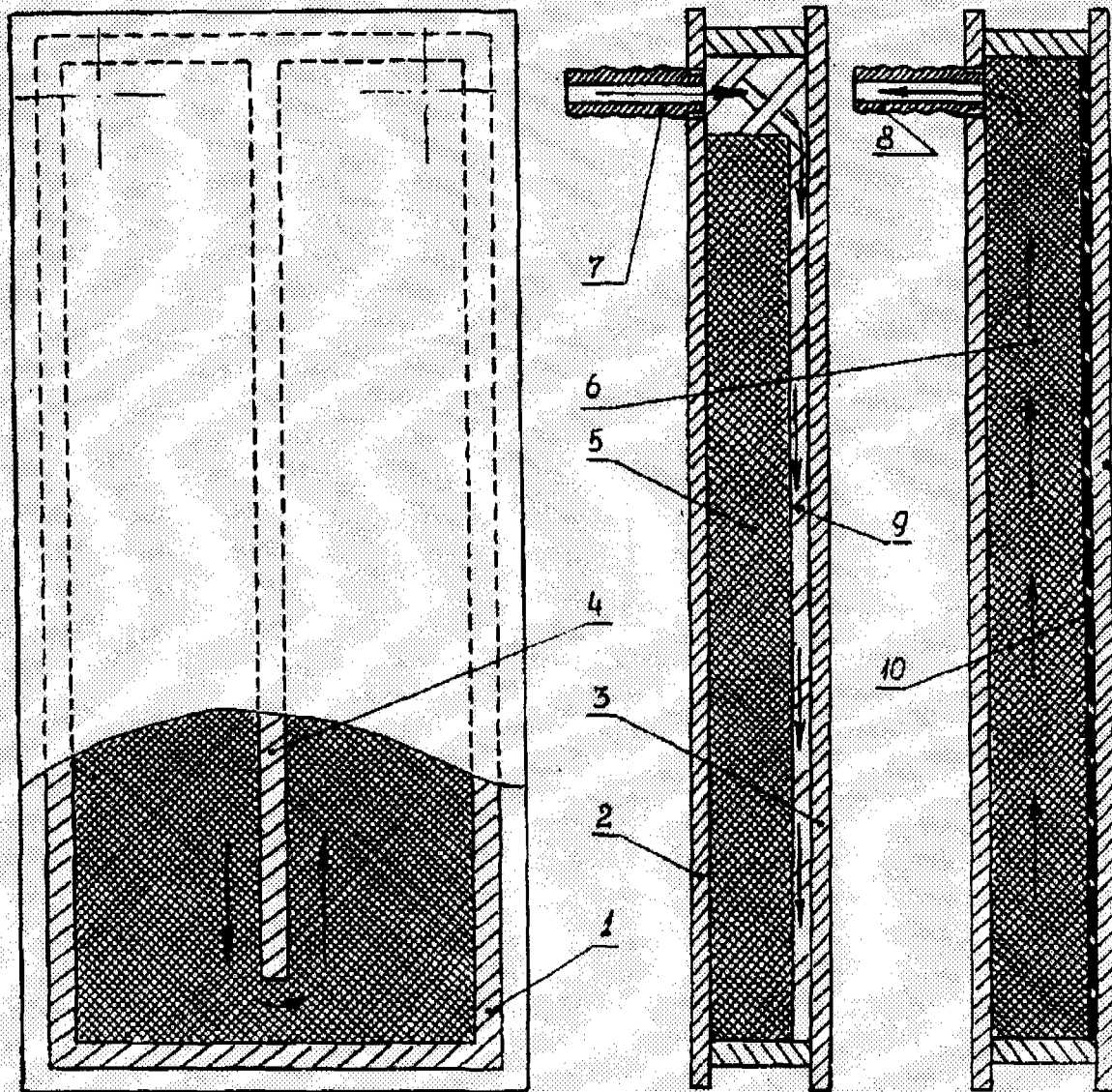
1. Complex purification effect.
2. High efficiency (high specific capacity).
3. Lack of the methods of treatment by the reagents.
4. Low power requirements.
5. Impossibility of the ingress of the electrochemical reaction products into the drinkable water.
6. Long service life without replacement of the electrode material (about one year).

When designing various modifications of such electro-sorption systems, it is practicable to combine electric sorption with preliminary filtration of the water through zeolite cartridges for removal of the suspended matter, and reduction of the filtering load on the electro-sorption module when taking the water from the reservoirs

из водоемов с различной степенью загрязнения по нерастворенным веществам.

with various degrees of water contamination with the non-dissolved substances.

Рис. 1



ПОДПИСИ К РИСУНКУ.

LEGENDS OF FIGURES

1. Тефлоновый корпус.
2. Титановый катод.
3. Титановый анод.
4. Разделительная перегородка.
- 5,6. Засыпки углеграфитового электро-ного материала.
7. Штуцер входа потока.
8. Штуцер выхода потока.
9. Диафрагма крупнопористая.
10. Диафрагма мелкопористая.

1. Teflon casing
2. Titanium cathode
3. Titanium anode
4. Separating partition
5. Charge of carbon-graphite electrode material
6. Charge of carbon-graphite electrode material
7. Flow inlet pipe union
8. Flow outlet pipe union
9. Coarse-pored diaphragm
10. Fine-pored diaphragm

ТАБЛИЦА 1 Результаты анализов исходной водопроводной воды Тимирязевского района г. Москвы (рН=8,4) и обработанной в электросорбционном аппарате (рН=7,4). Результаты усреднялись по 10 сериям анализов в течение 8 месяцев эксплуатации (концентрация в мг/л).

	Al	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	Cr
Исх.вода	0.293	0.11	0.01	-	0.020	0.018	0.012
Обр.вода	0.14	0.037	0.005	-	0.001	0.001	0.003
	Mn	BO ₃ ⁻	V	Mo	Ca	Mg	Ba
Исх.вода	-	0.015	-	0.004	24.5	8.6	0.038
Обр.вода	-	-	-	0.0001	24.2	8.4	0.037
	Sr	K	Na	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	общий гумус	
Исх.вода	0.15	2.1	8.76	7.3	180	9.2	
Обр.вода	0.14	2.0	8.56	0.5	120	0.1	

ТАБЛИЦА 2.Содержание накопленных элементов (мг/г) в образцах сорбента. Первое значение перед индексом элемента соответствует слою сорбента на входе потока в аппарат, второе значение концентрации элемента в слое сорбента на выходе потока из аппарата, третья цифра показывает их отношение.

Элемент	Плотности токов обмена(I _о , А/см ²)	Плотности токов обмена(I _о , А/см ²)
Zn 0.11/0.002=55	4·10 ⁻⁵ (осц.вкл.) 1 м ZnSO ₄	0.3 (ФИ) 2 м KCl+0.5ZnCl ₂
Mn 0.17/0.016=10.6		6·10 ⁻³ (ХП) 1 м NH ₄ Cl+2 м MnCl ₂
Cu 0.17/0.026=6.54	10 ⁻⁴ (осц.вкл.) 1 м CuSO ₄	3·10 ⁻⁵ (ФИ) 1 м CuSO ₄
Al 2.93/0.47=6.23		3·10 ⁻⁴ (ВА) 1 м KCl+ 3.3·10 ⁻⁴ AlCl ₃
Fe 2.1/0.9=2.33		10 ⁻⁷ (осц.вкл.) 1 м FeSO ₄
Co 0.002/0.0011=1.81		8·10 ⁻⁷ (осц.вкл.) 2·10 ⁻⁷ (рад.инд.) 1 м CoCl ₂
Ni 0.1/0.052=1.81	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸ (рад.инд.) 1 м NiCl ₂	2·10 ⁻⁹ (ВА) 1 м NiSO ₄
Pt 0.012/0.07=1.7	-	-
VO.088/0.08=1.1	-	-
Cr 0.125/0.13=0.9	-	-

Условные обозначения методов определения токов обмена:

ФИ - фарадеевский импеданс, ХП - хронопотенциометрия, ВА-вольтамперометрия, ХА-хроноамперометрия, рад.ин.-радиоактивные индикаторы, осц.вкл.-осцилографическое включение.

TABLE 1 Results of analyses of source tap water in Timiryazevsky District of Moscow (pH =8.4) and Water Treated in Electro-Sorption Apparatus (pH = 7.4). Results Have Been Averaged after Making 10 Series of Analyses within 8 Months of Service (Concentration in mg/l)

	Al	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	Cr
Source water	0.293	0.11	0.01	-	0.020	0.018	0.012
Treated water	0.14	0.037	0.005	-	0.001	0.001	0.003
	Mn	BO ₃ ⁻	V	Mo	Ca	Mg	Ba
Source water	-	0.015	-	0.004	24.5	8.6	0.038
Treated water	-	-	-	0.0001	24.2	8.4	0.037
	Sr	K	Na	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	общий гумус	
Source water	0.15	2.1	8.76	7.3	180	9.2	
Treated water	0.14	2.0	8.56	0.5	120	0.1	

TABLE 2 Content of Accumulated Elements (mg/g) in Sorbent Samples. The first figures after element designation correspond to the sorbent layer at the inlet of the apparatus. The figures after the slant correspond to the sorbent layer at the outlet of the apparatus. The last figures correspond to the ratio of the first and second figures.

Element	Exchange current densities ($i_e, A/cm^2$)	Exchange current densities ($i_e, A/cm^2$)
Zn 0.11/0.002=55	$4 \cdot 10^{-5}$ (osc. on) 1 M ZnSO ₄	0.3 (FI) 2 M KCl+0.5ZnCl ₂
Mn 0.17/0.016=10.6		$6 \cdot 10^{-3}$ (CP) 1 M NH ₄ Cl+2 M MnCl ₂
Cu 0.17/0.026=6.54	10^{-4} (osc. on.) 1 M CuSO ₄	$3 \cdot 10^{-5}$ (FI) 1 M CuSO ₄
Al 2.93/0.47=6.23		$3 \cdot 10^{-4}$ (VA) 1 M KCl+ $3.3 \cdot 10^{-4}$ AlCl ₃
Fe 2.1/0.9=2.33		10^{-7} (osc.on.) 1 M FeSO ₄
Co 0.002/0.0011=1.81		$8 \cdot 10^{-7}$ (osc.on) $2 \cdot 10^{-7}$ (rad.ind) 1 M CoCl ₂
Ni 0.1/0.052=1.81	$10^{-7} \cdot 10^{-8}$ (rad.ind) 1 M NiCl ₂	$2 \cdot 10^{-9}$ (VA) 1 M NiSO ₄
Pt 0.012/0.07=1.7	-	-
BO.088/0.08=1.1	-	-
Cr 0.125/0.13=0.9	-	-

Designation of the methods used for determination of the exchange currents:
 FI-Faraday impedance, CP-Chronopotentiometry, VA-Voltamperometry, CA-Chronoamperometry,
 Rad. ind.-Radioactive indicators, Osc. on-Oscillograph switched-on

Источники

1. (Абрамов Е.Г.), (1990), Электросорбционное извлечение брома из океанской воды, ДАН СССР, т. 313, в.3, с. 653 - 656.
2. (Варенцов В.К., Жеребилов А.Ф., Бек Р.Ю.), (1982), Электролитическое извлечение меди из разбавленных сернокислых растворов на проточные катоды из волокнистых углеграфитовых материалов, Электрохимия, т. 18, в. 3, с. 366 - 370.
3. (E.C. Knill, H. Chessin), (1986), Purification of Hexavalent Chromium Plating Baths, Plating and surface finishing, 8, pp. 26 - 32.
4. (Рыбакова А.П., Вейцер Ю.И., Стерина Р.М.), (1976), Применение окислителей и активного угля в технологии очистки воды, сб. ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, серия: Водоснабжение и канализация, 2 (33), 74 с.
5. (Ярцева Р.Д., Варшал Г.М., Сенявин М.М., Замокина Н.С.), (1972), О состоянии редкоземельных элементов в поверхностных водах, Геохимия, 9, с. 1141 - 1145.

Bibliography

1. (Abramov E.G.), (1990). Electro-sorption extraction of bromine from oceanic water. Proceedings of Academy of Sciences of the USSR, v. 313, issue 3, pp. 653-656.
2. (Varentsov V.K., Zherebilov A.F., Bek R.Yu.), (1982). Electrolytic extraction of copper from diluted sulfuric-acid solutions on flow-type cathodes made of fibrous carbon-graphite materials. Electric chemistry, v. 18, issue 3, pp. 366-370.
3. (E.C. Knill, H. Chessin), (1986). Purification of Hexavalent Chromium Plating Baths, Plating and surface finishing, 8, pp. 26-32.
4. (Rybakova A.P., Veltser Yu.I., Sterina R.M.), (1976). Use of oxidizers and active carbon in water purification practices. Collection of Central bureau of scientific-technical information of Ministry of Housing Facilities and Public Utilities of the RSFSR, Series: Water supply and sewerage, 2 (33), 74 p.
5. (Yartseva R.D., Varshal G.M., Senyavin M.M., Zamokina N.S.), (1972). On state of rare-earth elements in surface water. Geochemistry, 9, pp. 1141-1145

ПРАКТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПИТЬЕВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ
УСТАНОВОК, ОСНАЩЕННЫХ
ПОЛОВОЛОКОННЫМИ МЕМБРАНАМИ

*Айзенштейн Эмиль Михайлович, доктор
технических наук, профессор*

*Борщев Александр Павлович, кандидат
технических наук*

*Нечаева Лариса Николаевна, кандидат тех-
нических наук*

*Научно-производственная и инженерно-ком-
мерческая фирма 'МемТекс' (Россия, Москов-
ская обл., г. Мытищи)*

В последние два года научно-производственная и инженерно-коммерческая фирма "МемТекс" совместно с другими российскими фирмами "ТорнКорп." и "Гидромэ", НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина приступили к практической реализации задачи получения питьевой воды, отвечающей современным гигиеническим требованиям, в частности, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Как показал зарубежный опыт и полученные в настоящем докладе результаты, в сравнении с обработкой активированным углем, озонированием, обратным осмосом, ультра- и микрофильтрацией, наиболее приемлемым решением проблемы получения чистой питьевой воды представляется включение в процесс обработки неочищенной воды мембранной нанофильтрации.

НПИКФ "МемТекс" изготавливает нанофильтры на основе полых ацетатных нитей, имеющих селективность, промежуточную между обратным осмосом и ультрафильтрацией, и способные отделять вещества размером от 0,001 до 0,01 мкм, т.е. позволяют частично, до оптимальных значений, обессоливать, дезинфицировать солоноватые воды и удалять из них низкомолекулярные органические примеси, в частности, фенолы, а также вирусы, бактерии, сахара, красители, тригалометаны и резко снизить жесткость грунтовых и поверхностных вод. Исследования, выполненные в институте им.А.Н.Сысина под руководством профессора Рахманина Ю.А. и канд. мед. наук Михайловой Р.И., показали, что эффективность очистки

PRACTICAL SOLUTION OF POTABLE
WATER SUPPLY BY MEANS
OF THE THESE PLANTS EQUIPPED WITH
HOLLOW FIBER MEMBRANES

*Alzenshtein Emil Michailovich, Doctor of
technical sciences, Professor*

*Borshov Alexandr Pavlovich, Bachelor of
technical sciences*

*Nechaeva Larisa Nikolaevna, Bachelor of
technical sciences*

*Scientific-production and engineer-commercial
company 'MemTex' (Russia, Moscow region,
Mytishl)*

In recent 2 years scientific-production and engineerig-commercial company "MemTex" together with other Russian companies "Torn Corp." and "Hydrome", NII of human ecology and enviroment hygiene by A.N.Sissin started practical realization of the task consisting in making potable water corresponding to up-to-date requirements in particular of World Health Organization (WHO). As the experience abroad and the results obtained in the present report have shown the most acceptable solution of pure potable water making problem as compared with activated carbon treatment, ozonation, reverse osmosis, ultrafiltration and microfiltration, is the inclusion of membrane nanofiltration into the process of unpurified water treatment.

SPECC "MemTex" manufactures nanofilters based on hollow acetate yarns having selectivity which is intermediate between reverse osmosis and ultrafiltration and capable to separate substances with sizes from 0.001 up to 0.01 microns, i.e. permit partly to demineralize, disinfect brackish waters and eliminate from them low-molecular organic impurities up to optimum values, in particular, phenols and also viruses, bacteria, sugar, dyes, tri-halogenmethanes and to lower underground and surface waters hardness sharply. The investigations carried out in the Institute by A.N.Sissin under the leadership of Professor Ju.A.Rachmanin and Bachelor of medical sciences R.I.Michaliova have shown that water purification efficiency from organic

воды от органического углерода составила 55-60%, от легко окисляющихся веществ - 40-50%, от галогенсодержащих соединений, образующихся при хлорировании воды - 30-40%, ионов тяжелых металлов (барий, никель, молибден, кобальт и др.) - более 60%, от бактериальных и вирусных загрязнений, например, бактерий группы кишечной палочки и колифагов, - 99,9%, а селективность по солям жесткости находилась в пределах 80-90%, по одновалентным ионам - от 40 до 60%.

Анализ результатов, полученных на малогабаритной нанофильтрационной установке с полыми волокнами, позволяет сделать следующие выводы:

1. Качество воды, полученной из московского водопровода, по органолептическим свойствам (запах, цвет, мутность) отвечает требованиям ГОСТ "Вода питьевая".
2. Возможность кондиционирования воды повышенной жесткости и соледержания до требуемого уровня.
3. Высокую эффективность очистки от органических веществ, а также ряда тяжелых металлов, например, молибдена, никеля, кобальта.
4. Существенную очистку в отношении индикаторных микроорганизмов (бактерии групп кишечной палочки, колифаги) до требований ВОЗ.

Эти выводы были положены в основу создания установки УПВ-180, предназначенной для очистки воды, поступающей из водопроводной сети (скважины, водозабора), до требуемых гигиенических норм.

УПВ-180 обеспечивает три степени очистки с помощью элементов, входящих в ее состав:

1. Песчаного и патронного (5 мкм) фильтров - осветление воды.
2. Нанофильтрационного полволоконного аппарата - полная очистка воды от микроорганизмов, ионов тяжелых металлов и снижение содержания солей до уровня современных стандартов.
3. Угольного фильтра - очистка от органических загрязнений, в т.ч. хлора, фенола, пестицидов и др.

Производительность установки по чистой воде регулируется в диапазоне 100-

carbon is 55-60%, from easily oxidated substances is 40-50%, from halogen-containing compounds being formed during water chlorination is 30-40%, heavy metal ions (barium, nickel, molybdenum, cobalt and others) is more than 60%, from bacterial and virus contaminations, for example, bacteria of colibacillus group and colifags is 99.9% and the selectivity as per hardness salts is within 80-90%, as per univalent ions is from 40 up to 60%.

The analysis of the results obtained on a small-size nanofiltration unit with hollow fibers permits to make the following conclusions:

1. The quality of water obtained from Moscow water pipe conduit by its organoleptic properties (odour, colour, turbidity) corresponds to the requirements of GOST "Potable water".
2. The possibility of conditioning water of higher hardness and salt content up to the required level.
3. High purification efficiency from organic matters and also from a series of heavy metals, for example, molybdenum, nickel, cobalt.
4. Considerable purification in relation to indicating microorganisms (bacteria of colibacillus group, colifags) up to World Health Organization requirements.

These conclusions were put into the basis of making UPV-180 plant, designed for purifying water coming from water supply system (wells, water intake) up to the required hygienic norms.

UPV-180 provides for three degrees of purification by means of the elements included into it:

1. Sand and cartridge (5 microns) filters - water clarification.
2. Nanofiltration hollow filter apparatus - complete purification of water from microorganisms, heavy metal ions and salt content decrease up to the level of up-to-date standards.
3. Carbon filter - purification from organic impurities, including chlorine, phenol, pesticides and others.

Plant capacity for pure water is controlled within the range of 100-200 l/hour at the

200 л/час при температуре 5-35°C, она полностью автоматизирована, предусмотрена возможность ее обеззараживания и консервации, а также регенерация мембран и сорбентов. Потребляемая мощность - 0,3 кВт, давление на входе - не менее 0,2 ати. При необходимости УПВ-180 или система водоснабжения дополнительно комплектуется аппаратом ультрафиолетового (УФ) излучения.

Выпуск промышленной серии УПВ-180 намечено организовать в 1995 году. За справками рекомендуем обращаться к разработчикам:

"ГИДРАМЭ" тел. (095) 259-35-91
факс (095) 931-06-98
"МемТекс" тел. (095) 583-38-01
факс (095) 583-19-06
"Торн" тел. (095) 458-22-29
факс (095) 457-21-77

temperature of 5-35°C, It is completely automatic. The possibility of its disinfection and conservation and also membrane and sorbent regeneration is ensured. The consumed power is 0.3 kW, Inlet pressure is not less than 0.2 atl. If required UPV-180 or water supply system is additionally equipped with ultra-violet radiation unit (UV).

It is planned to organize the manufacture of UPV-180 on industrial scale in 1995. For references we recommend You to apply to development engineers:

"HYDRAME" tel (095) 259-35-91
fax (095) 931-06-98
"MemTex" tel (095) 583-38-01
fax (095) 583-19-06
"Torn" tel (095) 458-22-29
fax (095) 457-21-77

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ
СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РЕГИОНА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Артеменок Н.Д., д.т.н., профессор,
Заведующий кафедрой
«Гидравлика и водоснабжение»
Сибирской Гос. академии путей сообщения,
Генеральный директор
Холдинговой корпорации
«ФОКУМИС-РОДНИК».*

ТЕЗИСЫ

Проанализированы основные физико-географические факторы, влияющие на распространение и формирование подземных вод, их режим, динамику и состав, к которым отнесены орография территории, климат, гидрография, наличие многолетней мерзлоты, обилие болот и наличие мощного покрова. Показано, что Западно-Сибирский артезианский бассейн, несмотря на имеющиеся отличия качественного и количественного состава отдельных бассейнов стока, является единой гидрогеологической структурой и может рассматриваться как один из самых крупных в мировой практике источников водоснабжения. Выявлены отличительные особенности качественного состава подземных вод региона Западной Сибири, исключающие применение традиционных схем подготовки питьевой воды. Проведен анализ влияния показателей качества воды, таких как железо, железозофосфатные комплексы, марганец, температура воды, растворенные газы (метан, углекислота, сероводород), фенолы, нефтепродукты и азотосодержащие вещества на процессы очистки воды. Установлены закономерности формирования качественного состава подземных вод, поступления в них и образования органических минеральных загрязнителей, определяющих выбор технологической схемы обработки воды. Методами ИК спектроскопии, рентгенографии, с помощью химических и термических анализов проведено изучение свойств железозофосфатных осадков, встреченных впервые в практике очистки воды, установлено, что с увеличением степени окисленности идет разрушение кристаллической решетки минералов вплоть до полной ее аморфизации. Обоснована возможность очистки подземных вод от

TECHNOLOGY OF THE SPECIFIC
UNDERGROUND WATER PURIFICATION
IN THE OIL AND GAS CONTAINING FIELDS
OF THE WESTERN SIBERIA REGION

*Artemionok N.D., doctor of sciences
(engineering), professor, Director-General
of the holding Corporation «FOCUMIS-RODNIK»,
Siberian State academy of transport,
head of the department
«Hydraulics and water supply»,
Novosibirsk*

SUMMARY

The main physico-geographical factors, which play role in formation and distribution of underground waters, its dynamics and content were analysed. Such factors as territorial orography, climate, hydrographical situation, eternal frozen ground, great number of swamps. It was shown that the Western-Siberia underground water basin, contrary to some variation in content of the certain basins, proved to be united hydrogeological structure and can be suggested as one of the largest world source of water. Certain peculiarities of the underground water content in Western Siberia were found. This peculiarities make it impossible to use the traditional schemes of producing the drinking water. The analysis was made of the influence of some water ingredients and characteristics, such as iron, iron-phosphate complexes, manganese, temperature, gases (methane, carbon dioxide, sulfuretted hydrogen), phenols, oil products and nitrogen containing compounds on the process of the water purification. Some regularities of the quality content of the underground water were found. With the help of infrared spectroscopy, roentgenography, chemical and thermal analyses the characteristics of iron-phosphate precipitates were investigated. This substances were never observed before in the practical of water purification. It was found, that with the increase of the degree of oxydation the structure of the crystal lattice of minerals gradually disappears. The foundation was made for the underground water purification with the help of reactantless methods (multicomponent pollutants). Such methods suggested as reliable in conditions of Circumpolar regions. The processes and apparatuses were developed for purification of underground waters till the standarts of drinking water. The regu-

многокомпонентных загрязнений безреагентными методами, при условии высокой надежности работы сооружений в экстремальных условиях Севера. Разработаны процессы и аппараты для кондиционирования подземных вод до норм питьевого стандарта. Исследованы закономерности процессов удаления из воды растворенных газов и, на основании анализа уравнения массопереноса, предложена математическая модель дегазации воды с учетом полного удаления взрывоопасного газа метана, принятого в качестве критерия при работе сооружений. Обосновано применение в качестве аппаратов для газоудаления барботажных дегазаторов, отличающихся наибольшей поверхностью контакта фаз, простотой конструктивного оформления и возможностью использования серийного оборудования. Проведен теоретический анализ работы водоочистных фильтров по удалению из воды железа, марганца и ЖФК и с помощью методов компьютерного моделирования показана возможность протекания процессов очистки в зернистом слое в диффузионном или кинетическом режимах. Изучены закономерности процессов фильтрации в направлении убывающей и возрастающей крупности фильтрующего слоя, влияющие на их эффективность применение различных фильтрующих материалов. Разработаны инженерные методы расчета и оптимизации аппаратов для осветления воды. Получено математическое описание и разработаны методы технологических расчетов сорбционной и ионитовой ступени очистки для задержания фенолов, нефтепродуктов и азотосодержащих веществ. Осуществлено внедрение предложенных научных разработок на действующих и вновь построенных станциях в различных городах и поселках Тюменской и Томской областей с общей производительностью станций 355,5 тыс. м³/сут. Создано предприятие для проектирования, выпуска нестандартного оборудования, монтажа, пуска и наладки сооружений.

larities of the gas removing from water were investigated and on the basis of analysis of equation of the mass transfer the mathematical model for the water degasation was offered. In this case the main attention was paid to the explosive gas methane. It was founded that the best type of apparatuses for the gas removing is the barbotage degasators, which have the largest surface for the phase contact, simple construction and can be produced in series. The theoretical analysis of the functioning of the water purification filters have been performed: the removing of iron, manganese, IPC. By the methods of computer modelling the possibility of running of the filtration processes in the grain stratum was shown (both in diffuse and kinetic regimes). The regularities of the filtration processes in the cases of increasing and decreasing the diameter of granules in the filtrating stratum were studied. The engineering methods of calculation and apparatuses optimisation for clearing water were developed. The mathematical description and methods of technological calculations of the sorption and ionite stage of purification for fixating phenols, oil products and nitrogen containing compounds were made. The offered developments were put into practice in the functioning and newly constructed installations in the number of towns and settlements of Tiumen and Tomsk regions with the total capacity of 355,5 thousand of cubic metres pro day. The firm was organised for projection and producing of original equipment, assembly and starting-up of the installations for the water purification.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ
СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РЕГИОНА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА
ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕГИОНА

Подземные воды Тюменской и Томской областей являются основным источником для организации водоснабжения городов и поселков нефтегазоносных районов Западной Сибири, что объясняется высокой надежностью и устойчивостью подземного стока, возможностью более качественной и экономичной их очистки по сравнению с сильнозагрязненными и труднодоступными поверхностными источниками. На сегодня, свыше 95% всего водопотребления на хозяйственнопитьевые нужды осуществляется из подземных источников. Формирование подземных вод на указанных территориях находится в тесной зависимости от физикогеографических факторов, которые оказывают непосредственное влияние на их происхождение, размещение, запасы и качество. Питание подземных вод осуществляется в основном за счет талых снеговых вод и осенних морозящих дождей. Превышение осадков над испарением обуславливает повышенную заболоченность территории, местами образуя совершенно непроходимые участки болот. В вертикальном разрезе артезианский бассейн представлен двумя гидрологическими этажами: верхним (грунтовые воды и межпластовые воды) и нижним, состоящим из двух этажей. Верхний этаж является основным источником питьевых вод в регионе, воды его залегают на глубинах от 50 до 400 м, воды нижнего этажа отличаются высокой минерализацией, повышенными концентрациями микрокомпонентов, высоким содержанием газов метанового происхождения. Рассмотрение гидрогеологических характеристик северной и южной групп бассейнов подземного стока верхнего этажа показало, что несмотря на имеющиеся различия качественных и количественных показателей семи бассейнов стока, воды их принадлежат фактически одному атлым-новомихайловскому горизонту. Таким образом, был сделан вывод о том, что Западно-Сибирский артезианский бассейн является

TECHNOLOGY OF THE SPECIFIC
UNDERGROUND WATER PURIFICATION
IN THE OIL AND GAS CONTAINING FIELDS
OF THE WESTERN SIBERIA REGION

SOME PECULIARITIES OF THE WATER
CONTENT IN THE REGION

The sources of underground waters of Tiumen and Tomsk regions are the main pool for organisation of water supply for the towns and settlements in the oil and gas containing fields of Western Siberia. The reason of this phenomenon lies in a high reliability and stability of underground flow, in a possibility to purify such water more effectively when comprise with the more polluted and less accessible superficial water sources. This time more than 95% of drinking water and those for industrial use are derived from underground sources. The formation of underground water sources on these territories depends at a great extent on a physico-geographic factors, which define it's origin, location, reserves and, of course, the quality. The thawing snow and drizzles at autumn produce the major pool of the underground water. When the volume of fallouts is higher then the volume of water which is evaporated the formation of swamps take place; sometimes such swamps is impossible to cross. In a vertical stripping the underground water basin is represented by two hydrological floors: upper floor with the soil water and interstratum water and lower one. The lower floor consists in it's turn from two stratum. The upper stratum serves as a main source of drinking water in the region and the depth of this stratum varies from 50 to 400 meters. The waters of the lower stratum are characterised by high content of mineral substances, microelements and gases of methan origin. The comparison of hydrological characteristics of the northern and southern basins of underground flow of the upper floor have shown that contrary to some qualitative and quantitative peculiarities of the seven basins, it's water represent the single Atlim-Novomichailovsky horizon. Thus the conclusion was drawn, that Western Siberia underground basin is the united hydrogeological structure and this issue permits to establish the general laws in the subject of quality formation and purification of underground waters.

единой гидрогеологической структурой, в связи с чем появляется возможность установления общих закономерностей в вопросах формирования качества и обработки подземных вод.

Отсутствие технологических изысканий, разобщенность и разделение территории региона между ведомствами и республиками сильно затруднили выбор единой технической политики в проектировании и строительстве, в том числе и станций обработки воды. Так как основным показателем в подземных водах оказалось железо с содержанием его до 8–10 мг/л, находящееся преимущественно в двухвалентной форме, то согласно СНиП 2.04.02–84 в практике строительства нашли широкое применение типовые схемы станций обезжелезивания, работающие по принципу упрощенной аэрации. За короткий промежуток времени в регионе было построено свыше 80 станций, схемы обработки воды в которых практически не отличались друг от друга. Однако первые же месяцы их эксплуатации выявили ряд серьезных недостатков в работе, выразившихся в недоучете многих качественных показателей воды и возможности их количественного изменения в течение короткого промежутка времени. Анализ причин отказа работы станций, обследование их работы, проведенное совместно со специалистами многих институтов, позволили установить, что кроме железа в подземных водах содержится марганец, метан и уголекислота, фенолы и нефтепродукты, азотосодержащие вещества, оказывающие влияние на эффективность процессов обработки воды. Особое место среди показателей занимают осадки, образующиеся на поверхности зерен фильтрующего материала и препятствующие нормальному завершению процессов обезжелезивания и удаления марганца, которые получили условное название железофосфатные комплексы (ЖФК). Таким образом, актуальным является решение вопросов очистки воды такого специфического состава и происхождения до уровня питьевого стандарта, путем создания новых технологических схем, работающих в безреагентном режиме, отличающихся высокой надежностью и простотой эксплуатации, обеспечивающих максимально возможную сохранность качественного состава исходной воды.

The absence of the united technical politics in projection and construction of the installations for water purification can be explained by the lack of technological investigations, partition of territories between Ministries and Republics. The major factor for the underground water processing happened to be the content of iron in it till 8–10 mg/l (two valence form). So, according to Regulation 2.04.02–84, the bulk of water processing installations were constructed according to the standart project, where processing was accomplished by the way of primitive aeration. During a short period of time more then 80 installation of this type were constructed. But during the first months of exploitation it became clear, that such technology has a number of defects, and one of them was ignorance of a number of qualitative characteristics of water and the possibility of some changes in content during a short period of time. The analysis of the reosons of installation's failure, the thorough investigation of the technological processes, which was accomplished by the group of specialists from various research institutions have shown that besides iron the underground waters contain manganese, methane, carbon dioxide, phenols, products of oil, Nitrogen containing substances. Such ingredients influence considerably on the process of water purification. Special attention have to be paid to precipitates, which are formed on the surface of granules of filtrating material. Such precipitates interfere with the process of absorbtion of iron and manganese. These precipitates have been called iron-phosphate complexes (IPC). So this is a problem of great importance to create new technologies, which work not on basis of the use of the chemical reactants and provide effective purification of such kind of water with the necessary drinking standarts. Of course, such technologies have to be reliable and easy in the process of exploitation and provide high degree of preservation of the original content of water.

THE INVESTIGATION OF THE GENERAL REGULARITIES OF THE PROCESSES OF REMOVING IRON, MANGANESE AND THE IRON-PHOSPHATE COMPOUNDS

For the investigation of the precipitate's nature, it's origin and mechanisms of formation thorough researches were performed with

ИЗЫСКАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗОФОСФАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для выяснения природы осадка, причин и механизма его образования совместно с ИГГ СО АНССР в 1985–90 гг были проведены детальные исследования с помощью химического и термического анализов и методов инфракрасной спектроскопии и рентгенографии. Изучению подверглись осадки городов Сургута (2 станции), Тюмени, Ялutorовска, Салехарда, Мегiona, Лангепаса, Нового Уренгоя, Стрежевого. Представлены ЖФК в основном окислами железа, неорганическими фосфатами железа и кальция, которые в подземных водах находятся в растворенном состоянии. Обогащение подземных вод фосфатами произошло из-за нарушения устойчивости фосфоросодержащих минералов, вызванной отсутствием в водах торфяных залежей кислорода и высокого содержания углекислоты. Миграционная способность фосфатов в болотной среде высока, при этом сам процесс торфообразования создает условия способствующие геохимической активности фосфора. Подробное рассмотрение форм показало, что фосфаты в подземных водах могут быть в виде первичных фосфатов – вивианита, ортофосфата закисного железа или керченита – более окисленной разности вивианита, причем с увеличением степени окисленности минералов идет разрушение кристаллической решетки вплоть до полной ее аморфизации. Максимальные концентрации торфовивианитов тяготеют к южным районам рассматриваемой территории, в связи с чем при продвижении на север их концентрация в водах уменьшается с 30–40 мг/л на юге до 5–6 мг/л на севере Тюменской области. Для определения количества ЖФК нами предложена методика, которая принята за основу и введена в отчетные документы геологоразведочных партий.

Экспериментальные исследования процессов фильтрования аэрированных различными методами подземных вод через различные фильтрующие материалы проводились в течение 1978–1991 годов на действующих водозаборах и очистных сооружениях городов Тюмени (Велижанский водозабор), Ялutorовка, Сургута (3 станции), Лангепаса, Мегiona, Нового Уренгоя, Стрежевого, Нижневартовска и др. Такое многообразие водоис-

участия participation of the Institute of Geology and Geophysics (Siberian Department of Academy of Sciences, USSR) in 1985–1990 years. In this researches the methods of chemical analyses were used together with the methods infrared spectroscopy and roentgenography. The samples of precipitates from Surgut (2 installations), Tiumen, Ialutorovsk, Salehard, Megione, Langepas, Novy Urengoy, Strezevoy were under study. Iron-phosphate complex (IPC) were represented by iron oxide, nonorganic phosphate of iron and calcium end contained in underground waters in a soluble state. The saturation of underground waters with phosphate took place as a result of destabilisation of the phosphorus containing minerals, which in its turn was caused by the lack in waters of the peat deposits of oxygen and at the same time of high content of carbon dioxide. The migration activity of the phosphates is very high in a swamp media, moreover the process of the peat formation is beneficial for geochemical activity of phosphorus. Detailed investigation has shown, that phosphate in underground water can be presented as a primary phosphate-vivianite-orthophosphate of acid iron or kerchenite – more oxidated variant of vivianite. The increase of the degree of the mineral oxydation leads to the damage of the cristal lattice till its complete destroy. The underground water of the southern part of territory contains higher concentration of peat vivianites (30–40 mg/l) when comprise with the northern part (5–6 mg/l). We offered a method for estimation of IPC content wich was adopted and introduced in documentation of geological research groups.

Experimental investigations of the filtration process in conditions of various type of aeration (and various types of filtration materials) was performed during 1978–1991 years on the functioning water intakes and purification installations of Tiumen (Velizansky water intake), Ialutorovsk, Surgut (3 installations), Langepas, Megion, Novy Urengoy, Strezevoy, Niznevartovsk and others. Such variety of the water intakes, which differs considerably in physical and chemical factors both in water and in precipitates permits to check up the functioning of the offered filtrating methods of water reactantless processing in a wide range of the iron content, IPC, manganese, PH, temperature and other indexes. The purpose of this check up was to establish the possibility and a scale of use of various methods of

точников, отличающихся физико-химическими показателями воды и осадков, позволило проверить работу предлагаемых безреагентных фильтрующих схем водообработки в широком диапазоне значений общего железа, ЖФК, марганца, РН, температуры и др. показателей воды. Цель этой проверки заключалась в установлении принципиальной возможности и пределов применения различных приемов фильтрования для извлечения из воды загрязнителей, подлежащих первоочередному удалению. Все исследования проводились на моделях фильтров снабженных пробоотборниками и пьезометрами для послойной регистрации концентраций и потерь напора. Основные результаты технологического моделирования (всего более 250 циклов) показывают, что устойчивые режимы работы загрузок при направлении фильтрации сверху вниз наблюдаются при исходном содержании железа до 5 мг/л и ЖФК до 12 мг/л. При увеличении концентрации свыше приведенных значений режим фильтрования должен осуществляться в направлении убывающей крупности фильтрующего слоя.

Важное значение для водоочистных процессов имеет температура воды. Проведенными исследованиями установлено, что в диапазоне температур от 0,1° С 1-2° С железо приемами аэрации не удаляется и только увеличение температуры воды до 2° С и выше приводит к устойчивости процессов обезжелезивания. Специфика качественного состава подземных вод выявила некоторые изменения при протекании физико-химических процессов окисления. В этом случае решение многофакторной задачи стало возможным лишь с помощью современных методов статистического анализа и теории подобия. Используемый нами метод модельно-статистического прогноза позволил выявить наиболее значимые факторы, формирующие свойства и показатели качества воды. В условиях непрерывной блокировки активной поверхности загрузки железософосфатными комплексными соединениями качественное завершение окислительных процессов возможно лишь при наличии в загрузке соответствующего количества активных сорбционно-каталитических групп, возникающих при избыточных значениях подаваемого в воду кислорода. Безразмерные критерии подобия, установленные нами, позволили определить диффузионную активность

filtration for purification of water from the most dangerous pollutants. All investigations were performed with the use of filter models supplied by sample collectors and indicators of water pressure for fixating stratum changes of concentration and the fall of water pressure. The main results of technological modelling (more than 250 cycles) reveal, that the stable regime of functioning, when filtration runs from top to bottom occurs under starting concentration of the iron till 5 mg/l and IPC till 12 mg/l. In the case of a higher concentrations the regime of filtration have to be performed in the direction of diminishing the diameter of the filtrating stratum granules.

The temperature of water is very important factor for the processes of purification. It was shown, that in the temperature limits from 0,1° C to 1-2° C it is impossible to remove the iron from water by aeration method, but in condition of higher temperature the purification becomes effective. The content of underground waters can be changed at some extent as a result of physico-chemical processes of oxidation. The solving of multifactorial problem became possible only with the use of modern methods of statistical analysis and the theory of similarity. The method of model-statistical prognosis permits to reveal the most significant factors, which define the quality indexes of water. In the case of constant blocking of the substrate active surface by iron-phosphate complex compounds effective termination of the oxidation process is possible only in the presence in the loading of certain number of active sorption-catalytic groups, which appear in conditions of oxygen excess. Established by us dimensionless criterion of similarity permits to evaluate the diffusion activity of oxygen and necessary surface for oxydation. Thus it becomes possible to evaluate the effectiveness of the whole process. The model obtained proved to be highly reliable and make it possible to use computer modeling in the projecting unistallations for the water purification.

WATER DEGASATION

For solving the problem of removing gases diluted in water, such as carbon dioxide, methane and sulphuretted hydrogen with concomitant saturation of water by oxygen, the physical methods of water processing were used. Out of three types of apparatuses, with the mode of functioning by blowing

были подтверждены при производственных испытаниях в г.г. Лангепасе, Сургуте, Стрежевом, где в результате удаления из воды метана до 100%, углекислоты до 75-95% наблюдалась устойчивая работа последующих ступеней очистки и снижение агрессивного воздействия воды на трубопроводы и оборудование.

Для решения задачи удаления метана из воды на барботажных дегазаторах нами предложено дифференциальное уравнение баланса содержания газа при обработке воды воздухом. Решение уравнения баланса с учетом зависимости концентрации газа от величины скорости и глубины размещения пузырька, позволило определить необходимое время контакта воды с воздухом. Для выполнения практических расчетов предложена номограмма, позволяющая определить время контакта воды с воздухом в зависимости от отношения конечной и начальных концентраций газа, расхода воздуха к расходу воды и высоты продуваемого слоя.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ФЕНОЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ, ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Для решения поставленной задачи безрегентной очистки воды из всех известных методов предложено использовать процессы сорбции. Анализ эффективности действия различных сорбентов, их достоинства и недостатки, показал возможность применения в качестве загрузки фильтров третьей ступени угля АГ-3, имеющего достаточно развитую систему микро-мезо и макропор и умеренную стоимость. В результате исследований механизма сорбции фенолов была предложена соответствующая математическая модель процесса, определены параметры процесса сорбции и дан метод расчета времени защитного действия фильтра через величину скорости распространения сорбционного фронта. Проведенные лабораторные и производственные исследования подтвердили расчетные сроки эксплуатации загрузки из АГ-3 без ее регенерации и замены.

wich air in connection with a starting and final concentration of gas, excess of air and water and the altitude of the pumped through stratum.

ANALYSIS OF METHODS OF THE SORPTION PURIFICATION OF WATER FROM PHENOLS AND OIL PRODUCTS THE MAIN REGULARITIES OF THE SORPTION PROCESSES

For the solving of the problem of the reactantless purification of water the sorption processes were offered out of number of methods. The analysis of efficiency of various sorbents, it's advantages and defects have shown the possibility of using for loading of the third stage of filtration with the activated carbon АГ-3, which possesses well developed system of micro-mezo and macropores. After research of the mechanism of phenol sorption the corresponding mathematical model was developed, the parameters of sorption process were defined, the method of calculation the time of protective action of filters was worked out. Laboratory and industrial investigations have proved the calculated time of functioning of the АГ-3 loading without regeneration and reloading.

THE STUDY OF THE PROCESS OF REMOVING OF THE NITROGEN CONTAINING SUBSTANCES

The development of methods of removing Ammonium Nitrogen is caused by elevation of it's content till 2-4.2 mg/l in waters of a number of underground sources. The experimental work, made by Erisman's institute in collaboration with some other scientific centres (Tiumen) and by our laboratory in Langepas, Megion and Niznevartocsk did not proved the hypothesis about possibility to remove Ammonium Nitrogen by biochemical methods. The most reliable in such conditions proved to be physico-chemical methods and one of them the method of ion exchange on the natural zeolites. It's deposits are wide spread through Siberia and Far East. This method is rather effective, when filters are loaded with clinop-

кислорода и необходимую поверхность окисления, что дает возможность оценить эффективность протекания процессов. Полученную модель показала высокую степень надежности и возможность применения компьютерного моделирования при технологических расчетах станций очистки воды.

ДЕГАЗАЦИЯ ВОДЫ

Для решения поставленных задач безрегентного комплексного удаления растворенных газов – углекислого, метана и сероводорода с одновременным насыщением воды кислородом, были применены физические методы обработки воды. Из трех групп аппаратов, работающих по принципу продувки воды воздухом, вакуумной дегазации и термического нагрева, проведенным анализом выбраны дегазаторы-аэраторы вентиляторного типа и барботажные дегазаторы. Эти сооружения наиболее полно соответствуют технологической задаче, отличаются простотой конструктивного оформления, большим ассортиментом оборудования заводского изготовления, высокой надежностью при эксплуатации. Диктующим газом при процессах газоудаления предложено считать взрывоопасный газ метан, гарантированное удаление которого обеспечивает максимально возможное снижение концентраций углекислоты и сероводорода в дегазированной воде. В процессе экспериментов изучались зависимости эффекта удаления метана от расхода подаваемого воздуха, уровня и расхода воды в дегазаторе, времени контакта воды с воздухом. Исследования различных конструкций дегазаторов (вентиляторного, вакуумного и барботажного), выполненные совместно с НИИКВиОВ АКХ и ЦНИИЭП инженерного оборудования показали, что при одинаковых исходных условиях, только барботажный дегазатор способен обеспечить полное удаление метана. Объясняется это более высокой удельной поверхностью контакта фаз (поверхность барботажных дегазаторов выше поверхности насадочных дегазаторов в 11–16 раз) и возможностью активного гидродинамического воздействия на обрабатываемую воду подачей сжатого воздуха. Кроме того, наличие насадки в вентиляторных дегазаторах, способной коагулировать железофосфатными осадками, не позволяет применять этот тип сооружений для дегазации подземных вод региона. Преимущества барботажных дегазаторов

air through water, vacuum degasation and heating, the next types of apparatuses were selected: degasators of ventilation type and degasators of barbotage type. Such apparatuses fully adjusted to the technological problem, it's construction is rather simple and reliable. The dominant gas proved to be the explosive gas methane. The removing of methane provides crucial drop in concentration of carbon dioxide and sulfuretted hydrogen in the process of purification. In a number of experiments the dependance of degasation from air and water consumption, duration of contact of water with air were investigated. The investigation of various types of degasators (ventilation type, vacuum type and barbotage type), which were performed in cooperation with a number of scientific organisations, have shown, that under the same conditions only barbotage type of degasator provides complete removing of methane from water. It can be explained by considerable differences in the square of the surface contacts (11–16 times more them in degasators of other types). Probably, important role play also active hydrodynamic action of compressed air. In addition, the extentions in degasators of ventilations type usually are prone to mud injection by iron-phosphate precipitates and so this type of degasators are proved to be ineffective for the purification of underground waters. The advantages of barbotage degasators were verified during technological tests in such towns as Surgut, Strezevoy and Langepas. After complete removing of methane from water, and 75–95% removing of carbon dioxide the following steps in purification progresses rather stable. Moreover, in such a case the aggressive action of water on the pipe lines and equipment diminished considerably.

The differential equations were offered, which helped to solve the problem of monito-ring gases balance in water in the process of pumping the air through water. This proved to be very useful for complete and effective removing of methane. Such equations which manipulate with dependance of gas concentration from the speed of movement of air bubbles and the depth of it's location, made it possible to define the necessary duration of contact between the water and air. For practical use the nomograms were offered, which permit to estimate the duration of contact of water

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УДАЛЕНИЯ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Разработка методов удаления аммонийного азота связана с повышенным его содержанием (от 2 до 4,2 мг/л) в водах целого ряда подземных источников. Экспериментальные работы, проведенные сотрудниками института Эрисмана и АКХ в г. Тюмени, а так же нами в г. Лангепасе, Мегионе и Нижневартовске не подтвердили гипотезу о возможности удаления аммонийного азота биохимическими методами. Наиболее приемлемыми в данных условиях следует считать физико-химические методы и, в частности, метод ионного обмена на природных цеолитах, месторождения которых в достаточном количестве имеются в Сибири и на Дальнем Востоке. Применение этого метода возможно при подаче воды на фильтры с загрузкой клиноптилолитом (КП) после тщательной ее предварительной очистки от взвесей и других ингредиентов, что хорошо согласуется с нашими условиями. Исследования физико-химических показателей пяти месторождений цеолитов позволили установить материал, имеющий наибольшую сорбционно-обменную емкость. В экспериментах применялся дробленный КП фракций от 1 до 2 мм. Обработка результатов позволила построить графики динамики и кинетики ионного обмена, анализ которых показал, что в начальной стадии процесса ионный обмен протекает довольно интенсивно, а начиная с середины фильтроцикла скорость обмена значительно падает. Обработка результатов исследований показала возможность использования предложенной нами модели для инженерных расчетов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Проведенными исследованиями было установлено, что наиболее полно поставленным задачам соответствует схема обработки воды, состоящая из трех блоков: дегазационного, фильтрационного и сорбционно-ионообменного. Определение основных видов сооружений в каждом блоке, уточнение их технологических характеристик работы и регенерации было выполнено в результате производственных испытаний разработан-

tilolite (CP) after thorough purification of water from the suspends and other ingredients, and this fully corresponds to our technology. The investigation of physico-chemical indexes of five zeolite deposits permits to establish the material, which has the best characteristics of sorption-exchange capacity. In experiment the grinded CP of the fraction with granules 1-2 mm in diameter was used. The data obtained made it possible to draw a graph of dynamics and kinetics of the ion exchange. The analysis of the curves have shown, that at the initial stage of the process the ion exchange runs rather intensively, but then in the middle part of the process the speed of exchange drops drastically. The results of our investigation reveals the possibility to use it for the projection works.

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF THE UNDERGROUND WATERS COMPLEX PURIFICATION

The accomplished investigations have shown, that the most effective scheme of the water purification consist of three blocks – degasation, filtration and sorption-ion exchange. As a result of industrial testing the type of installations of every kind of block, some detalisations of the technological characteristics were defined. The work was done at installations, located at Tiumen, Surgut, Langepas, Strezevoy, Novy Urengoy (1977-1992 years). Having in mind the lack of the special normative documentation, we developed a number of issues on a labour safety and environment protection on the installations for methane removing. In addition to this special regulations and instructions, which are concerned mainly with the control of methane concentration in the technological line of the water purification, on the air of technological premises and water supply installations, the wide range of apparatuses produced in Russia for a such use have been described.

The main tasks of investigations were:

- the definition of parameters of the filtre installations in conditions of up and down filtration;
- dependance of effect from the type of filter material;

ной технологии на объектах внедрения в г. Тюмени, Сургуте, Лангепасе, Стрежевом, Новом Уренгое с 1979 по 1992 гг. Учитывая отсутствие специальной, нормативной и инструктивной литературы, нами были разработаны документы по технике безопасности и охране окружающей среды на объектах газоудаления. Кроме этого создана инструкция и указания по организации и проведению контроля концентрации метана в технологической линии водоочистки, в атмосфере технологических помещений и сооружений водопроводных станций, дан широкий выбор аппаратуры отечественного производства для этих целей.

Основной задачей исследований явилось определение параметров работы фильтровальных сооружений при восходящей и нисходящей фильтрации, предельных нагрузок по основным ингредиентам для каждой из схем, влияние на эффективность обработки воды различных фильтрующих материалов, режимов промывки и регенерации загрузок фильтровальных и сорбционных сооружений, а также уточнение результатов полупромышленных испытаний. При этом были рассмотрены особенности конструктивного оформления скорых фильтров (в частности дренажей) при назначении режимов фильтрации снизу-вверх, показано, что применение загрузок с развитой удельной поверхностью и пористостью приводит к увеличению времени работы фильтров и снижению темпов прироста потерь напора в 1,8-2 раза.

В результате изучения динамики осветления промывных вод и осадков водопроводных станций нами предложен состав очистных сооружений и основные их расчетные характеристики.

ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ПРОМЫШЛЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

По результатам проведения исследований в 1984 году были разработаны «Технические рекомендации по проектированию и эксплуатации станций очистки в Тюменской области» (ТР), согласованные НИИКВ и ОБ АКХ и утвержденные МЖКХ РСФСР. В соответствии с этим документом проектные институты РФ, Украины, Белоруссии за последние годы выполнили проектирование станций обработки воды для 14 городов и поселков

- regimes of washing and the loading regeneration of the filtration and sorption apparatuses;

- the refinement of the result of semindustrial test.

Under observation were some peculiarities of construction of the high speed filters (in particular, the drainages) in regimes of filtration from bottom to top. It was shown, that the use of loadings with developed apportioned surface increases the duration of functioning and diminish the drop of pressure 1.8-2 times.

As a result of the study of the dynamics of the water clearing and sediments formation in the water supply installations the scheme of purification installations was offered.

SUMMARISING THE EXPERIENCE OF THE PUTTING INTO PRACTICE OF THE TECHNOLOGICAL SCHEMES OF UNDERGROUND WATER PURIFICATION

As a results of the performed investigations «The technical recommendations for projecting and exploitation of the water purification installations in Tiumen region» (TR) were issued (1984). This recommendations were adopted by the Academy of communal services and then were proved by Ministry of the communal services of the Russia. This paper was a basis for the projecting a number of the water processing installations in 14 towns and settlements with the general capacity of 280 thousand cubic metres pro day (projecting institutes of Russia, Ukraine, Belorussia). But the demands of the developing oil and gas complex in Siberia were considerably higher and in 1986-1987 according to order of Gosstroy USSR the Central Institute of the Experimental Projection of the Engineering Equipment developed the standart projects of the underground water processing installation with capacity of 1.6; 3.2; 5.0; 8.0; 20.0; 40.0; 80.0 thousand cubic metres pro day. Our technology of water purification served as the basis for the such projects.

The final selection of the scheme of the water purification has to be established only after technological test, performed on the source of water. The results of exploitation of installation of analogous type can be also used. The preliminary selection of technology can be made in accordance with TR. The body

с общей их производительностью около 280 тыс.м³ в сутки. Однако потребности развивающегося нефтегазового комплекса были намного больше и в 1986–87 гг по заданию Госстроя СССР ЦНИИЭП инженерного оборудования разработал типовые проекты станций обработки подземных вод производительностью 1.6; 3.2; 5.0; 8.0; 20.0; 40.0; 80.0 тыс.куб.м/сут. в основу которых была положена предложенная нами технология очистки воды.

Окончательный выбор схемы очистки воды должен устанавливаться только на основе технологических испытаний, проведенных у источника или по опыту эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях. Предварительный выбор допускается производить в соответствии с рекомендациями ТР, при этом состав сооружений включает в себя три ступени обработки воды: дегазационную, осветлительную и сорбционно-ионитовую. Рекомендации содержат указания по устройству и детальному расчету всех основных сооружений, расчетным характеристикам фильтрующего слоя, режимам промывки и регенерации, обработке осадков и промывных вод, эксплуатации и техники безопасности, охране окружающей среды на водоочистных объектах. Для реализации проведенных исследований в г. Новосибирске создана фирма «ФоКуМиС»–Родник», основной задачей которой является создание проектно-конструкторской документации, выпуск основного нестандартного оборудования станций, производство шефмонтажа, наладка и пуск сооружений по очистке воды. Таким образом, в результате проделанной работы, обоснована возможность очистки подземных вод от многокомпонентных загрязнений безреагентными методами при условии высокой надежности работы сооружений в экстремальных условиях Севера.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Артеменок Н.Д., 1986 Станции очистки подземных вод в Тюменской области. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника», №2, с.11–12.
2. Архипенко Д.К., Столповская В.Н., Григорьева Т.Н., Артеменок Н.Д., Баталов В.Г., 1986 Исследование осадка, образующегося на фильтрах обезжелезивания. Журнал «Химия и технология воды», т.8, №1, с.62–64.

of installation has to include three stages of processing: degasation, clearing and sorption-ionition. The recommendations give an information on the structure and detailed calculation all main parts of installations, the calculated characteristics of the filtrating stratum, regimes of washing and regeneration, the processing of sediments, exploitation and labour safety, the environment protection. For the purposes of realisation of the performed investigations the firm «FOCUMIS–RODNIK» was organised in Novosibirsk. The main task of this firm is the issue of the projecting documentation, the production of the original equipment of installations, assembly works, the start-up of the purification installations. Thus as a result of the performed study, the foundation was made for purification of underground waters from multicomponent pollutants by reactantless methods with high reliability of installations in severe conditions of the Circumpolar regions.

LITERATURE

1. Артеменок Н.Д., 1986 Станции очистки подземных вод в Тюменской области. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника», №2, с.11–12.
2. Архипенко Д.К., Столповская В.Н., Григорьева Т.Н., Артеменок Н.Д., Баталов В.Г., 1986 Исследование осадка, образующегося на фильтрах обезжелезивания. Журнал «Химия и технология воды», т.8, №1, с.62–64.

CLEANING AND DESALINATION OF UNDERGROUND
WEAK SALTY WATER WITH MEMBRANE PLANT

*Atamanov B.
Institute of Chemistry of the Academy of
Sciences of
Turkmenistan*

At the present moment the water resources availability is the main determine factor of the productive forces development of Turkmenistan. Therefore the problem of working out and introduction of water desalination membrane technology becomes more and more urgent. This is conditioned by both the increasing deficiency of sweet water and the percolation of a large quantity of polluted drain water from the irrigative agricultural lands and industrial enterprises. Because of that the water of the local underground water sources may be used for economical, agricultural and drinking purposes only

after membrane desalination.

Results of a water desalination plant process are described in this work. The plant consists of a work-made ultrafiltration aggregate of MPT 35-21K-01 model and a revers osmosis aggregate of APO -200 model (capacity 0.6 m³/h).

Underground water (at about 2 mg/l of salts) of the central hospital of Gubadag district of Dashkowuz region was chosen in the quality of the research object.

The process of desalination consists of the following stages: pre-treatment (a rough cleaning with magnetic filters); cleaning from colloidal suspended particles with ultrafiltration; deionization with revers osmosis; obtain of good quality drinking water with condition.

The revers osmosis aggregate has been keeping its efficiency for 3 years without deterioration of the main parameters (selectivity, capacity).

КЛАУС БАЙЕР, д-р тех.наук.

При ответе на вопрос: "Очищать, санировать или заменять?" возможное решение подскажет индивидуальный расчет экономичности с учетом всех необходимых параметров, например, опасность разрыва трубы, потери воды, недостаточное давление или замутнение воды. Принципиальные соображения по этому вопросу основываются на знании технических условий. Изначально нашей задачей является оценка ожидаемых потерь воды или повреждений трубы, ожидаемой недостаточности давления и явлений замутнения воды. В качестве возможных решений имеются, в частности, замена трубопровода, санирование путем облицовки цементно-песчаным раствором и очистка труб.

Из экономических соображений вытекают высокие технические требования к материалу и конструкции труб и арматуры. При этом ставится цель максимизации экономического срока использования и обеспечение технического срока службы, который превышал бы экономический срок использования.

В виду растущего комфорта и внедрения новых технологий в области связи, что связано с увеличением количества подземных коммуникаций, каждой эксплуатационной службе достается все меньше свободного подземного пространства для прокладки подземных коммуникаций. Трубопроводная сеть, составляющая наиболее существенную часть основного капитала предприятий водоснабжения испытывает на себе постоянное воздействие внешних и внутренних нагрузок и должна, в том числе в силу различного возраста и различных материалов, быть обеспечена постоянным уходом, что является существенной предпосылкой долгосрочного надежного и экономичного водоснабжения; в ФРГ предприятие водоснабжения обязано подавать воду под таким давлением, чтобы,

Claus Bayer, D.Eng.,

Answering the question: "To clean, to sanitize or to replace?" the possible solution will suggest individual economical calculations taking into account all of the necessary parameters for example the danger of water-pipe rupture, water losses or increase in water turbidity. Fundamental considerations on this subject are based upon knowledge of technical conditions. Our primary task is to assess anticipated water losses or pipe damage, anticipated pressure deficiency and increase in turbidity. As possible solution one may undertake in particular to replace the pipelines, to sanitize by means of lining with cement-sand mortar or to clean pipes

High technical requirements upon the material and construction of the pipes and fittings follow from economical considerations. The target therewith is set up to maximize economical service life and to provide technical service life the later to exceed the former.

Due to increasing comfort and introduction of new communication technologies associated with the number of underground supply lines each operational service including water distribution get lesser and lesser underground space for new lines

Pipelines networks being the main part of the basic capital of the waterworks is being continuously subjected to external and internal loads and taking into account different life and materials the pipes must be provided with permanent maintenance being the primary prerequisite to the sustained long-term and economically feasible water supply; in the FRG water enterprises must deliver water under such pressure as to guarantee the full satisfaction of usual water requirements of the water district.

Before to evaluate a new material to used for pipes one should first of all to find out

которое бы обеспечивало полное покрытие обычной потребности в воде в районе водоснабжения. Прежде чем сделать вывод по оценке вновь используемых материалов труб, сначала следует выяснить, является ли целесообразной с экономической точки зрения очистка или санирование трубопровода. Продемонстрируем сначала четыре группы критериев, которые служат существенной помощью при ответе на вопрос: "Очищать, санировать или заменять?":

1. Ожидаемые причины повреждений, исходя из материала труб.
2. Критерии, которые влияют на повреждения трубопроводов.
3. Действие повреждений.
4. Предпосылки распознавания критериев, которые влияют на повреждения.

what is economically more feasible - to clean pipes or to sanitize.

Firstly we shall demonstrate four criteria groups being the significant assistance answering the question: "To clean, to sanitize or to rehlace?":

- 1) Anticipated causes for damages taking into account material of the pipes.
- 2) Criteria influencing, upon pipeline damages.
- 3) The effect of damages.
- 4) Prerequisites to distinguish the criteria to be influencing pipe damages.

**ГРУППОВЫЕ ВОДОПРОВОДЫ
РОССИИ И КАЗАХСТАНА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**

*Бухтояров А.П., к.м.н.,
комитет охраны
окружающей среды
и природных ресурсов
Курганской области.*

В бывшем СССР в 60-70-е годы получило широкое распространение проектирование и строительство для хозяйственно-питьевых целей групповых протяженных водопроводов. Они предназначались для водоснабжения населения ряда областей России, Казахстана. Основные технологические и производственные показатели групповых водопроводов приведены в нижеследующей таблице.

**GROUP WATERLINES
OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN:
TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS
AND SANITARY-HYGIENIC ESTIMATION**

*Bukhtoyarov A.P.,
Bachelor of Medicine,
Environment and Natural Resources
Protection Committee,
Kurgan Region.*

In the years of 60-70-ies projecting and constructing of extended group waterlines for economic and drinking purposes was widely spread in the ex- USSR. These lines were intended for watersupply of population of several regions of Russia and Kazakhstan.

The basic technological and industrial characteristics are illustrated in the table below.

ТАБЛИЦА 1. Основные технологические и производственные показатели групповых водопроводов треста «Союзцелинвод» Госкомводоресурсов Республики Казахстан

Название групповых магистральных водопроводов	Ко-во водозаборов	Производительность, тыс.м ³ в сутки	Протяженность, км	Кол-во населен. пунктов, пользующихся водой, шт.	Численность, населения, пользующегося водой, тыс. чел.	К-во насосных станций, шт.
Пресновский	два р.Тобол	63	3268	386	400	13
Булаевский	р.Ишим	100				
	один из р.Ишим	60	1968	207	172	9
Ишимский	один из р.Ишим	60	1821	161	180	6

Главной особенностью групповых водопроводов является их большая протяженность. Нам не известны примеры из мировой практики водоснабжения аналогичной протяженности магистральных сетей водопроводов и такой длительной транспортировки очищенной питьевой воды.

On the main peculiarity of group waterlines is their enormous length. We are out of fact of watersupply of analogous length and of such extended transporting of refined drinking water anywhere in the world.

TABLE 1. Basic technological and industrial characteristics of Group Waterlines of the Trust «Soyuztzelinvod», «Goskomvodoresurs», Republic of Kazakhstan

Name of group watermain	Number of water outtakings	Productivity (thousands of cu.m. per day)	Length (km)	Number of places using water	Number of people using water (thousands)	Number of pump station
Presnovsky	two		3268	386	400	13
	r.Tobol	63				
	r.Ishim	100				
Bulaevsky	one of		1968	207	172	9
	r.Ishim	60				
Ишимский	one of		1821	161	180	6
	r.Ishim	60				

Пресновский групповой водопровод, спроектированный бывшим институтом «Союзгипроводхоз», обеспечивает водой население Курганской области и Российской Федерации, Кустанайской и Северо-Казакстанской областей Республики Казахстан. Водозаборы находятся также в двух этих республиках. Магистральные водопроводы от обоих водозаборов, где находятся очистные сооружения, закольцованы. Пресновский водопровод закольцован с Булаевским. Вода соответствует требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

В течение последних 20 лет нами осуществляется санитарно-гигиенический контроль за качеством питьевой воды на магистральных водоводах и в разводящей сети населенных пунктов на различных расстояниях от головных очистных сооружений. После очистки вода соответствует требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». При длительном транспортировании очищенной воды стойкие изменения ее бактериологических и санитарно-гигиенических показателей наблюдаются на расстоянии 40 – 50 км, а порой и меньшем. Увеличивается микробное число, уменьшается колититр, в воде увеличивается содержание железа, присходит ухудшение органолептических показателей в воде.

The Presnovsky group waterline under the project of the former Institute of «Soyuzgiprovdhoz» provides with water the population of Kurgan Region, the Russian Federation, Kustanay and Severo-Kazakhstan regions, the Republic of Kazakhstan. Water outtakings are also situated in these two republics. The water mains of both outtaking are encircled. The Presnovsky waterline is connected with the Bulaevsky one. The water corresponds to GOST 2874-82 («Drinking Water»).

We have accomplished sanitary-hygienic control to the quality of drinking water in the watermains and in the pipes in places of different distance from the head refining centre for the last 20 years. The refined water corresponds to GOST 2874-82 («Drinking Water. Hygienic demands and quality control»).

Due to extending transporting net of the refined water noticeable changes of bacteriological and sanitary indexes can be observed at the distance of 40 – 50 kms and even less. The «microbe-number» enlarges, and «coli-titr» decreases the contents of ferrum encreases, the organoleptic idexes aggravate in the water.

The aggravation of water quality degree depends on absence of residual chlorine, technical state of pipes and the length of transportation, on the quality of the watersource

Степень ухудшения качества воды зависит от отсутствия в воде остаточного хлора, от технического состояния трубопроводов и длительности транспортирования, от качества воды водосточника и других факторов. Существующая технология очистки и обеззараживания воды не исключает попадания в водопроводную сеть микроорганизмов и гидробионтов, других биогенных элементов. Длительность транспортирования воды, наличие множества насосных станций, резервуаров, тупиковых сетей, частые аварии с нарушением герметичности системы способствуют дополнительному загрязнению воды, развитию микрофлоры, биообрастанию и отложению в трубах, что ведет к снижению пропускной способности водоводов. Все это приводит к повышению мутности, увеличению содержания железа, продуктов биокоррозии и как следствие ухудшению органолептических, санитарно-бактериологических и гидробиологических показателей качества питьевой воды.

В 1982 году Академией коммунального хозяйства имени К.Д.Памфилова разработаны, согласно с Главным Государственным санитарным врачом и утверждены рекомендации по технологии хлорирования для устранения биологических факторов ухудшения качества воды в протяженных водопроводах. В них основная роль отводится более эффективному хлорированию и хлораммонизации. При отсутствии природного аммиака рекомендовалось проводить хлораммонизацию воды с целью получения остаточного хлора в наиболее устойчивой форме: в виде моно- и дихлораминов. Поскольку рекомендации устраняли лишь биологические факторы ухудшения качества воды и не решали проблему полностью в нашей практике они не нашли применения.

Покрытие труб различными антикоррозийными материалами, в том числе цементация внутренних поверхностей способствует более длительному сохранению качества воды, полученной на очистных сооружениях. Но это требует дополнительных исследований.

and other factors. The existing technology of refining and disinfection of water cannot exclude intruding of microorganisms, hydrobionts and other biogenetic elements into waterpipes. The duration of watertransporting, the existence of numerous pumpstations, reservoirs, dead-end nets, frequent accidents breaking hermetism in the systems are the factors to promote additional pollution of water, development of microflora, bioemplanting and accommodation inside of pipes which leads to reduce of waterpipes running capacity. The after-effects of these processes are encrease of turbidity, ferrum, products of biocorrosion and, as a result, aggravation of organoleptical, sanitary-bacteriological and hydrobiological characteristics of drinking water quality.

In 1982 the Academy of Communal Economy named after K.D.Pamfilov worked out, agreed it with the Chief Sanity Physician, and approved the recommendations to technology of water-chlorination for removing biological factors of water quality aggravation in the extended waterlines. The main role was stressed to chlorination and chlorammonization of water. Under the lack of natural ammonia it was recommended to chlorammonize water in the purpose of getting residual chlorine in its most stable form i.e. mono- and dichloramines. As far as these recommendations eliminated biological factors only and did not save the problem completely, so they did not find wide spread usage in our practice.

The effect of covering the inside surface of waterpipes with different anticorrosial materials, including cementation, promotes more prolonged preservation of water qualities derived from purification centers. But the effect needs additional investigations to be performed.

ВЫВОДЫ

1. По техническим и технологическим параметрам проектирование и строительство протяженных групповых магистральных водопроводов целесообразно и по нашему мнению оправдано.

2. При экологической экспертизе и санитарно-гигиенической оценке указанных водопроводов следует иметь в виду ухудшение качества воды при ее транспортировании.

3. На существующих и вновь проектируемых водопроводах следует предусмотреть дополнительную очистку и обеззараживание. По нашему мнению предпочтение должно быть отдано озонированию.

4. Необходимы более тщательные научные и практические разработки по сохранению органолептических, санитарно-бактериологических и гидробиологических показателей качества воды при ее длительном транспортировании.

Автор выражает искреннюю признательность тресту Союзцелинвод (К.Б. Кыншинбаеву, С.Е.Обложок), Курганскому областному центру санэпиднадзора (Л.Я.Килевому, А.Т.Тюменцеву) за сотрудничество и оказанную помощь при подготовке статьи.

CONCLUSIONS

1. In terms of technical and technological parameters projecting and constructing of extended group watermains is expedient and proving its value in our opinion.

2. One must keep to the fact that water quality aggravates during its transporting in waterlines while taking ecological and sanitary-hygienic examinations.

3. We offer the now-existing and those in project waterlines to be provided for extra refining and disinfection. In our opinion preference should be given to ozonization.

4. Careful scientific and practical elaborations in preservation of organoleptic, sanitary-bacteriological and hydrobiological characteristics of water quality after its long transportation are of great need.

The author gives his sincere acknowledgements to : the Trust «Soyuztselinvod» (K.B. Kynshinbaev, S.E.Oblozhok), Kurgan Sanitary and Epidemiology Supervision Center (L.Ya.Kilevov, A.T.Tyumentsev) for cooperation and assistance in producing this article.

КОМПЛЕКС МАЛОГАБАРИТНЫХ
УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ПРИРОДНЫХ
ИСТОЧНИКОВ.

*Василевский Владимир Павлович, к.т.н.,
Гдалин Семен Ильич, к.т.н.,
Новицкий Эдуард Григорьевич, к.х.н.,
Рукобратский Николай Иванович, к.т.н.*

На основе электрохимической и электро-мембранной технологий создан комплекс оборудования для приготовления питьевой воды из исходных вод различного состава:

- (1) для опреснения солоноватых и морских вод;
- (2) для очистки пресных вод природных источников;
- (3) для обеззараживания и консервации условно чистых пресных вод.

В зависимости от конкретных условий возможно как отдельное, так и комплексное применение указанных устройств.

I. МАЛОГАБАРИТНЫЙ БЫТОВОЙ
ВОДООПРЕСНИТЕЛЬ.

Является базовой моделью типоразмерного ряда экономичной бытовой аппаратуры для опреснения и надежного обеззараживания высокоминерализированных, бактериально загрязненных вод до требований ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".

Примененная электродиализная технология обеспечивает опреснение и обеззараживание воды с эффективным разрушением содержащихся в ней органических примесей.

Аппарат и его возможные варианты компактны, надежны, просты в эксплуатации, отличаются малым энергопотреблением и высоким выходом приготовленной воды при минимальном количестве технологических отходов.

Техническая характеристика

Производительность по опресненной воде, л/ч 100. Солеосодержание исходной воды, г/л до 20. Солеосодержание опресненной воды, г/л до 1. Микробное число исходной воды, КОЕ/мл, (штамм E.Coli M-17 серия 104-3) до 20 000. Микробное число опресненной воды, КОЕ/мл менее 3. Выход опресненной воды, % по отношению к исходной 90-97. Потребляемая мощность, кВт

THE COMPLEX OF SMALL-SIZED PLANTS
FOR PRODUCTION OF
DRINKING WATER FROM NATURAL
SOURCES.

*Vassylevsky Vladimir Pavlovich, c.t.s.,
Gdalin Semen Iijich, c.t.s.,
Novitsky Edouard Grigorievich, c.ch.s.,
Roocobratsky Nicolay Ivanovich, c.t.s.*

On the base of elektrochemical and elektromembrane technologies the complex of equipments for drinking water preparation is designed for different composition of feed water:

- (1) for desalination of brackish and sea water;
- (2) for purification of sweet water from natural sources;
- (3) for disinfection and conservation of relative pure water.

Depending on specific conditions it is possible to employ as well as different parts of this equipments.

I. SMALL-SIZED DOMESTIC DESALTING
APPLIANCE.

The desalting appliance serves as a base model for a standard number of economy-type domestic equipment used in desalting and reliable disinfection of highly mineralized and bacterially waters to meet the requirements of State Standard 2874-82 under "Drinking water".

The electrodiagnosis technology serves to desalt and disinfect water followed by an effective distruction of organic impurities contained in it.

The desalting appliance and its possible versions are compact in design as well as reliable and simple in service.

It is distinguished by a low power consumption and a high yield of purified water at a minimum amount of wastes.

Main Data

Desalting water capacity 100 l/h. Initial water salt content up to 20 g/l. Desalinated water salt content up to 1 g/l. Initial water microbody number (mb) (strain E Coly M-17, Series 104-3) up to 20 000 mb/l. Desalinated water microbody number less than 3 mb/l. Desalinated water/initial water yield 90 to 97 %. Power consumed 2.5 kW. Mass 65 kg. Overall dimentions

2.5. Габаритные размеры, мм 1500x500x500. Масса, кг 65. Возможно выполнение аппарата в варианте для индивидуального использования:

Техническая характеристика

Производительность по опресненной воде, л/ч 2. Солеосодержание исходной воды, г/л до 10. Солеосодержание опресненной воды, г/л до 1. Микробное число исходной воды, КОЕ/мл, (штамм E. Coli M-17 серия 104-3) до 20 000. Микробное число опресненной воды, КОЕ/мл менее 3. Выход опресненной воды, % по отношению к исходной 95-98. Потребляемая мощность, Вт 40. Габаритные размеры, мм 600x500x200. Масса, кг 8.

II. МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Установка очищает и обеззараживает воду из рек, озер, других природных источников и предназначена для водоснабжения стационарных и передвижных автономных поселений, экипажей судов, фермерских хозяйств, дачных поселков и т.д.

Органолептические и санитарно-бактериологические показатели очищенной и обеззараженной воды соответствуют требованиям ГОСТ 2874-82 на питьевую воду, а также рекомендациям ВОЗ.

Для обработки воды в установке применяются методы ультрафильтрации, сильных электровоздействий и обработки активным хлором, получаемым электрохимическим методом из хлоридов, содержащихся в очищаемой воде.

Установка выпускается в двух модификациях:

- со встроенным насосом при заборе воды из приемного бака
- без встроенного насоса при непосредственной подаче воды в установку от напорной магистрали.

Установка автоматизирована, не требует постоянного технического обслуживания и применения химических реагентов.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДЫ

(на входе и выходе):

Производительность, л/ч 100. Содержание хлоридов, мг/л, не менее 10. Цветность, град., не более 100-20. Прозрачность, см, не более 5 - не менее 30. Коли-

1500x500x500 mm.

This desalting appliance may be designed for an individual application:

Main Data

Desalting water capacity 2 l/h. Initial water salt content up to 10 g/l. Desalinated water salt content up to 1 g/l. Initial water microbody number (mb) (strain E Coly M-17, Series 104-3) up to 20 000 mb/l. Desalinated water microbody number less than 3 mb/l. Desalinated water/initial water yield 95 to 98 %. Power consumed 40 W. Mass 8 kg. Overall dimensions 600x500x200 mm.

II. SMALL-SIZED PLANTS FOR PURIFICATION AND DISINFECTION OF SWEET WATER FROM NATURAL SOURCES.

The plant serves to purify and disinfect the water taken from rivers, lakes and other natural water sources. It is designed for water supply of stationary and mobile self-contained settlements, ship crews, individual farms, suburban settlements, etc.

The organic, sanitary and bacteriological characteristics of purified and disinfected water comply with the requirements of State Standard 2874-82 for drinking water as well as recommendations of the World Health Organization (WHO). To perform water treatment, the plant employs the methods of ultrafiltration, powerful electric effects and active chlorine treatment. Chlorine is obtained thereby electrochemically from the chlorides contained in the water to be purified.

The plant is manufactured in two modifications:

- (1) Plant w/built-in pump when water is taken from the receiving tank.
- (2) Plant w/o built-in pump when water is supplied to the plant immediately from the water pressure line.

The plant is of an automated type. It does not need any continuous technical maintenance or use of chemical agents.

WATER CHARACTERISTICS

(At Plant Inlet, At Plant Outlet):

Plant Capacity l/h 100. Chloride content, mg/l, min 10. Colour Index, deg., max 100-20. Transparency, cm., max. 5 - min 30. Coli Index, max. 1 000 000 - 3. Total number

индекс, не более 1.000.000-3. Общее число микроорганизмов на 1 мл. (микробное число) 10.000.000-100. Содержание активного остаточного хлора, мг/л, не более 0,5. Потребляемая мощность, кВт, не более 0,5. Масса, кг, не более 50. Габаритные размеры, мм 600x400x700

III. МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И КОНСЕРВАЦИИ ВОДЫ.

Установка предназначена для финишной обработки питьевой воды в различных системах водоподготовки с целью:

- (1) дообработки питьевой воды от ненадежного (бактериологически) коммунального источника водоснабжения;
- (2) консервации запасов воды;
- (3) восстановления свойств воды после длительного хранения.

Установка включает камеру обработки, источник питания и блок управления. Работает в автоматическом режиме. В применяемой технологии обработки реализуются физико-химические процессы, обеспечивающие улучшение органолептических и бактериологических показателей качества питьевой воды.

Электрохимически в обрабатываемую воду вносятся ионы серебра или меди в количествах, обеспечивающих эффект дезинфекции и консервации и не превышающих ПДК.

Техническая характеристика

Производительность, л/ч 100. Напряжение питания однофазное, В 220. Потребляемая мощность, Вт, не более 400. Масса, кг, не более 17. Габаритные размеры, мм 380x230x700.

Обработка воды с плотностью заражения культурой кишечной палочки 1000000 в 1 мл. обеспечивает получение высококачественной воды, имеющей: общее содержание микробных тел в 1 мл. 0 - 100, содержание: ионов меди, мг/л, не более 0,1 или ионов серебра, мг/л, не более 0,05.

Установка гарантирует надежное обеззараживание и консервацию питьевой воды независимо от ее минерального состава.

Представленные устройства могут быть выполнены на любую производительность по очищенной воде с решением вопросов, связанных с утилизацией или переработкой технологических отходов.

of microbodies, mb/ml 10.000.000-100. Content of residual active chlorine, mg/l - 0.5. Power consumed, kW, max 0.5. Mass, kg, max 50. Overall dimensions, mm 600x400x700.

III. SMALL-SIZED PLANT FOR WATER DISINFECTION AND CONSERVATION.

The plant is designed for the final treatment of drinking water in a variety of water preparation systems. Among the purposes of water treatment are:

- (1) Final treatment of the drinking water fed from the unreliable (bacteriologically) municipal sources of water supply.
- (2) Conservation of water supply.
- (3) Reconditioning of water properties after extended storage.

It is operated automatically in service and consists of processing chamber, power source and control unit. The technology used in plant operation makes it possible to realize the physical and chemical processes which improve the organoleptic and bacteriological characteristics of drinking water quality.

The ions silver or copper introduced electrochemically into the water under treatment in the amounts not exceeding the admissible limit of concentration provide for water disinfection and conservation.

Main Data

Capacity 100 l/h. Single-phase supply voltage 220 V. Power consumed 400 W, max. Overall dimensions 380x230x700 mm. Mass 17 kg, max.

Treatment of the water whose density of infection by *Escherichia coli* culture is equal to 1 000 000 mb/ml can provide for production the high quality water having the following characteristics:

Total content of microbodies (mb) 0 to 100 mb/ml. Content of copper 0.1 mg/l, max. Content of silver 0.05 mg/l, max.

The plant assures reliability of disinfection and conservation of drinking water irrespective of its mineral composition.

The equipments presented here, will be designed for any capacity with solving the problems of utilization or treatment the technological waste.

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ЖИЗНИ
ПО КОНТУРУ ВОДНЫХ ПОТОКОВ

*С.Н. Волков, канд. геол.- минер. наук,
Управление благоустройства
г.Екатеринбурга*

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА

На основании изучения города как сложной системы взаимодействующих между собой технически управляемых комплексов и элементов геотехнических систем (ГТС), обобщения эколого-геохимической информации, предложен альтернативный подход к видению экологических проблем крупных промышленных центров.

Человек всегда оставляет свой след в капле воды. Следует рассматривать водные ресурсы не только как объект потребления в ГТС, а как носитель текущей информации о чистоте воздуха, санитарном состоянии территории, о всей производственной и любой другой деятельности человека. Контур водных потоков – эта та единственная нить, с помощью которой можно управлять качеством городской среды жизни.

В крупных городах информация о прошлой и настоящей жизни человека скрыта в сети подземных водосточных коммуникаций, где происходят неуправляемые процессы гидрогеохимических взаимодействий. На примере Екатеринбурга, ГТС с повышенным содержанием кадмия в основных средах жизнеобеспечения, показано перераспределение форм миграции этого элемента под влиянием полидентатных лигандов.

Изменение ситуации к лучшему возможно путем радикального реформирования системы экологического контроля. Назрела необходимость организации единых Производственных Муниципальных экологических служб на базе предприятий-владельцев сетей канализации поверхностного стока, полигонов утилизации или захоронения отходов.

В настоящее время Россия переживает глубокий экономический кризис, в котором главным деструктивным процессом является стремительная деградация качества водных ресурсов. В этой связи многими лицами как на федеральном, так и на региональном уровне применяются различные меры по ста-

STRATEGY OF CONTROL
OVER THE QUALITY OF URBAN LIVING
MEDIUM USING WATER FLOW CIRCUITS

*S.N. Volkov, Cand.Sc.(Geol.& Miner.)
Town Improvement Administration,
Ekaterinburg*

ABSTRACT

Analyzing the town as a complicated system of interacting controlled technical complexes and elements of geotechnical systems (GTS's) and generalizing the ecologogeochemical information, the author proposes an alternative approach to solution of ecological problems of large industrial centers.

The reference point in making decisions on the problems of the ecological policy must be the fact that previously closed towns as the medium of birth, living and death of man are unknown to the contemporary generation inhabiting the towns. The ignorance of the structure of towns as urbanized GTS's and the structure of migration flows results in that individual problems are solved superficially, without affecting the mechanism by which the life support medium degradates.

Man always leaves a track in a water droplet. Water resources should be considered not only as a subject of consumption in GTS's but also as a bearer of the current information about the air purity, sanitary condition of the territory, production activities and all other activities of man. The water flow circuit is the only means that can be used to control the quality of the urban living medium.

In large towns and cities the information about the past and present life of man is concealed in the network of underground drainage pipelines, where uncontrolled hydrogeochemical interactions take place. The town of Ekaterinburg, which represents a GTS with a high cadmium content in the main life support media, was taken as an example to show redistribution of the migration forms of cadmium under the action of polydentate ligands.

An improvement in the situation is possible through a profound reorganization of the ecological monitoring system. It has become imminent to establish unified Production Municipal Ecological Services at the owners of drainage systems, waste utilization or burial grounds.

билизации и изменению ситуации к лучшему. Но чаще всего, усилия не достигают желаемого результата. Особенно это относится к крупным промышленным городам Урала и Сибири оборонного значения. На примере одного из таких – г.Екатеринбурга – рассмотрим стратегию управления качеством городской среды жизни по контуру водных потоков. В результате изучения города как сложной геотехнической системы (ГТС) (Емлин, 1988) был выработан иной, альтернативный подход к проводимой ныне во многих городах России экологической политике. А если сказать точнее – ее полном отсутствии.

Основополагающей точкой отсчета в принятии решений по вопросам экологической политики и концепций развития многих ранее закрытых городов России является то, сейчас уже очевидное, обстоятельство, что эти города как среда рождения, жизни и смерти человека ныне живущему в них поколению неизвестны.

Это состояние не случайно. Оно является наследием прежнего режима тотальной секретности, когда секретно было все: и вода, которую мы пили и продолжаем пить, и воздух которым мы дышим, и земля, по которой мы ходим. Результат этого закономерен: никто не возьмет на себя ответственность представить город как целостный организм, как единую неделимую систему взаимодействующих между собой технических управляемых комплексов (предприятий, объектов коммуникации и т.д.) и элементов геосистем (водная среда, растительный мир, почва и т.п.). Между тем, структура и динамика этих взаимодействий программирует то критическое состояние качества среды жизнеобеспечения, которое известно уже всем.

Нельзя решить ту или иную частную экологическую проблему любого города – проблему отдельных районов или утилизации отходов, вне взаимосвязи с эколого-геохимическим строением ГТС в целом. Но именно это обстоятельство и не учитывается в экологических программах оздоровления окружающей среды. Поэтому предпринимаемые в настоящее время попытки улучшить отдельные элементы качества окружающей среды (вода, воздух и пр.) носят поверхностный характер, так как они не затрагивают самого механизма деградации среды жизнеобеспечения.

Currently Russia suffers a heavy economic crisis, where the main destructive process is a rapid degradation of the quality of its water resources. Many officials, both at the federal and regional levels, take steps to stabilize and improve the situation. However, as often as not their efforts do not yield the required result. This is especially true of large defense-oriented towns in the Urals and Siberia. Take one of them, namely Ekaterinburg, and consider the strategy of control over the quality of urban living medium using the water flow circuit. An analysis of the town as a complicated geotechnical system (GTS) (Emlin, 1988) served as a basis for elaboration of an alternative approach to the ecological policy adopted in many towns of Russia. Or, to put it straight, to the absence of any policy.

The reference point for making decisions on the problems of the ecological policy and concepts of development of many previously closed Russian towns is the fact (by now evident) that the towns as the medium of birth, living and death of man are unknown to the generation inhabiting them.

This situation is not accidental. It has been inherited from the previous regime of an absolute secrecy, where everything was classified: water, which we drank and continue to drink; air, which we breathe; earth, which we walk on. The result is natural: Nobody will take the responsibility to present the town as a whole organism, as a unified indivisible system of interacting controlled technical complexes (enterprises, communication facilities, etc.) and elements of geosystems (aqueous medium, flora, soil, etc.). But the structure and dynamics of the interactions program the critical quality of the life support medium, which is no longer a secret to anybody.

It is impossible to solve any particular ecological problem of any town, be it a problem of individual regions or utilization of waste, disregarding the ecogeochimical structure of the GTS as a whole. But it is this point that is neglected by the ecological programs aimed at improvement of the environment. For this reason certain attempts made currently to improve individual elements of the environmental quality (water, air, etc.) are superficial as they do not affect the mechanism by which the life support medium degrades.

We propose a conceptual foundation for elaboration of the regional ecological policy at the level of municipal administrations:

Мы предлагаем концептуальный фундамент, на котором должна строиться региональная экологическая политика на уровне администраций городов:

1. Человек и среда его окружения – это единое целое. Каждый человек рождается, живет и умирает в информационном пространстве целостного организма, имя которому – Город. И качество жизни каждого из нас это характер и качество не элементов городской среды самих по себе (воды, воздуха, растительного мира, производства, дома и т.д.), а способа организации их в единое целое. За качество жизни отвечает организационная структура среды окружения человека, а отдельные элементы могут только влиять, но не определять его.

2. Город как целостный организм – это, как сказал бы великий ученый Владимир Иванович Вернадский, есть принципиально новое качественное образование со своими, пока нам неизвестными, законами функционирования и развития геохимической среды жизнеобеспечения. Но существуют элементы, с помощью которых можно выявить основные закономерности развития городов, пределы их роста и пути перерождения в деструктивные системы, сокращающие человеку жизнь.

3. Вода как основа жизни на Земле присутствует во всех звеньях и цепочках взаимодействий, обеспечивающих само существование города как геотехнической системы. Она проходит сквозь все границы раздела сред физического и духовного мира человека.

4. Человек, кем и где бы он ни был, чем бы не занимался, всегда оставляет свой след в капле воды. Вода – это устойчивый носитель текущей информации о загрязнении воздуха и санитарном состоянии территории, о технологии производства, о культуре и здоровье каждого живущего в городах жителя.

5. Капли воды, собирая информацию о производственной и хозяйственной деятельности человека, в конечном счете объединяются в водные потоки и через водосточные канализационные сети, или напрямую, попа-

1. A town as an integral organism represents, as a great scientist Vladimir Ivanovich Vernadski would put it, a principally new qualitative entity with its own, so far unknown, laws of operation and development of the geochemical life support medium.

2. Man and the environment form a united whole. Every man is born, lives and dies in the information space of an integral organism, which is called a Town. The life quality for each of us means the character and quality not of the elements of the urban medium proper (water, air, flora, production, houses, etc.) but of the method used to organize them into a united whole. The life quality depends on the organizational structure of man's environment. Specific elements can influence but do not determine the life quality.

3. Water, being at the root of life on the Earth, is found in all links and chains of interactions ensuring the very existence of a town as a geotechnical system. Water crosses all the interfaces in the physical and spiritual life of man.

4. Man, whoever and wherever he be or whatever he do, leaves a track in a water droplet. Water is a stable bearer of the current information about air pollution, sanitary condition of the territory, production technology, culture and health of each of the town dwellers.

5. Water droplets gather information about production and economic activities of man and finally they unite in water flows and go through drainage pipelines or directly to waterways of geotechnical systems. Then the circuit and structure of water flows represent the only means which can be and must be used to learn the control over the quality of the urban living medium.

Starting from these apparent considerations, one should acknowledge that ecological problems of any town as an integral organism and a town dweller are not exposed to the surface. They are concealed under the ground in an extremely complex system of water-supply, drain and sewage conduits, accumulations of technogenic soils and dumping grounds, on

дают в водные артерии геотехнических систем. Следовательно, контур водных потоков, их структура, — это та единственная нить, с помощью которой можно и необходимо научиться управлять качеством городской среды жизни.

Если основываться на этих очевидных соображениях, то следует признать, что экологические проблемы любого города как целостного организма и человека, живущего в нем, не лежат на поверхности. Они скрыты под землей в сложнейшую систему водопроводящих, водосточных и канализационных коммуникаций, в скоплениях техногенных грунтов, свалок, на которых строятся целые районы, где течет не вода, а информация о прошлой и настоящей жизни живущего в них поколения.

Из изложенного следуют цели и приоритет региональной экологической политики в городах России на современном этапе:

1) Перспективная цель — научиться управлять городом как динамичной, а не статично развивающейся геотехнической системой.

2) Ближайшая задача — установление состава, строения и характера взаимодействий технических элементов между собой: предприятий, объектов социальной и производственной инфраструктуры по контуру водных потоков в реально существующих условиях геохимической среды развития.

На этом этапе политики экологический мониторинг (ЭМ) как инструмент слежения за состоянием окружающей среды в городах малоэффективен. Простая констатация фактов о загрязнении воздуха или воды без знания структуры миграционных потоков, причин изменения загрязнителей в окружающей среде не принесет пользы, а главное, не изменит ситуацию к лучшему. Как показал зарубежный опыт (Бретшнайдер, 1989 и др.), мониторинг эффективен только там, где пути миграции загрязнителей от источника поступления до места накопления хорошо известны. Но к ранее закрытым городам России это, к сожалению, не относится.

Вновь наступило время не только географических, но и геохимических открытий. Например, в г. Екатеринбурге в феврале

technogenic soils and dumping grounds, on which whole districts are built. There flows not water but information about the past and present life of the generations inhabiting the territory.

From what has been said above follow the goals and priorities of the regional ecological policy to be conducted in Russian towns at the modern stage:

1) A perspective goal is to learn managing a town as a dynamic rather than spontaneously developing GTS.

2) The nearest goal consists in ascertainment of the composition, structure and character of interaction between technical elements (enterprises, facilities of the social and industrial infrastructure) along the water flow circuit under the real conditions of the geochemical development medium.

At the present stage the ecological monitoring (EM) as a tool used to follow the environmental conditions in towns is of low efficiency. A mere statement of air or water pollution, which is not accompanied by the knowledge of the structure of migration flows and causes for replacement of pollutants in the environment, will be useless and, what is most important, will not lead to improvement of the situation. The foreign experience shows (Bretshneider, 1989, and elsewhere) that the EM is effective only when migration paths of pollutants from the sources to the accumulation sites are well known. Unfortunately, this does not apply to our previously closed towns.

Again the time has come not only for geographical but also for geochemical discoveries. For example, in February 1994 in the town of Ekaterinburg they found a new «head» of the river Iset that had given life to the lamentably known town almost 300 years ago. At the end of the XXth century in winter the aforementioned river «falls into» one of its tributaries — the river Melkovka whose discharge is 1.8 as high as that of the main waterway of the town. There is one more river which has changed the geographical coordinates of its head: the river Pyshma now owes its origin to the famous «Uralmash» Works. However, of interest is not HOW MUCH flows in the stormwater drain conduits when the nature is deep asleep but WHAT the geotechnical system brings to the environment.

1994г. был открыт новый исток реки Исеть, которая почти 300 лет назад дала жизнь печально знаменитому городу. В конце XX столетия вышеупомянутая река в зимний период «впадает» в один из ее притоков – р. Мельковку, расход которой в 1,8 раз превышает расход основной водной артерии города. И еще есть одна река, поменявшая географические координаты своего истока.

Это река Пышма, которая своим происхождением обязана знаменитому «Уралмашу». Но интерес представляет не то, сколько течет в коллекторах дождевой канализации в период, когда природа глубоко спит, а то, что поставляет геотехническая система в окружающую среду.

В результате изучения состава атмосферных осадков, выпадающих над городом и далеко за его пределами (Волков, Емлин, 1992), почв, донных отложений была выявлена техногенная кадмиевая геохимическая провинция регионального масштаба. Так, аккумуляция Cd в лабильной форме в атмосферных осадках за 6–10 часов период выпадения составляет: дождь 0,2–4,0 мкг/л; снег 1,9–50 (!) мкг/л. Кроме источников выбросов аэрозолей Cd, в городе функционируют 8 крупных предприятий, применяющих в технологии производства процессы кадмирования. Отвод сточных вод осуществляется через сети дождевой канализации. Поэтому в периоды залповых выбросов река Исеть-Мельковка превращается в кадмиеносный поток, где сток кадмия достигает 60 кг/сут.

Закономерным следствием такого «качества» окружающей среды является повышенный уровень концентрации кадмия в крови у детей в возрасте до 12 лет: от 0,2 до 3,5 мкг/л, составляя в среднем 0,83 мкг/л (Хайнина и др. 1994). В сравнении с питьевыми водами, содержание этого элемента (30 – 100 нг/л) повышено в 10 – 15 раз. Учитывая, что из всех тяжелых металлов кадмий обладает максимальным коэффициентом аэрозольной концентрации, становится ясным механизм поступления этого элемента в организм человека.

Отличительной чертой геотехнических систем с неизвестной структурой водных потоков являются уникальные по составу «дождевые» сточные воды. Как правило, это смесь хозяйственно-бытовых и промышленных стоков. В результате гидрогеохимиче-

A study of the composition of atmospheric precipitate falling on the town and far beyond its boundaries (Volkov, Emlin, 1992), soils and bottom sediments revealed a technogenic cadmium geochemical province on the regional scale. The content of the labile form of Cd in atmospheric precipitate falling out for 6–10 hours is 0.2–4.0 µg/l for rain and 1.9–50 µg/l for snow. In addition to the sources of Cd aerosol discharge, the town has eight large enterprises where the manufacturing process involves cadmium plating. Waste water is discharged through stormwater drain conduits. Consequently, at the time of an abrupt discharge the river Iset-Melkovka turns into a cadmium-bearing flow where the cadmium flow rate attains 60 kg/day.

A distinctive feature of GTS's with an unknown structure of water flows is «rain» drain water that is unique as to its composition. As a rule, it represents a mixture of domestic and industrial wastes. As a result of hydrogeochemical interactions the water becomes dark-brown in colour and acquires a persistent smell of feces sewage.

We examined the analytical structure of cadmium by the methods of induction-bound plasma atomic emission spectrometry and stripping voltammetry (Brainina, Neiman, 1993). It turned out that with the mean cadmium content of 23 µg/l (variation range 4.0 to 320), a high suspension content

(12 g/l) and pH = 7.46 (7.01–7.98)

an average 72% of the element is found in the forms sorbed on suspended particles (>0.45 µm). However, contrary to the existing opinion that at pH > 7.0 free cadmium is sorbed almost completely (W. Moore, S. Ramamoorthy, 1987), dissolved cadmium in the total balance of the migration forms is distributed as follows: at least 43% falls on chelate complexes, 30% on polydentate ligands, and 19% on free ion. These facts are difficult to explain in terms of the general theory since cadmium is not a transition metal possessing a variable valence and its complexes are weakly stable. But considering that the processes of the hydrogeochemical transformation of Cd proceed in waste water of a unique origin and under unknown conditions of pH/redox interactions, there are no grounds to deny formation of highly stable complicated coordination compounds, for example, with cyanides, phenanthroline or ethylene-diaminetetracetate (Lurie, 1989).

ских взаимодействий вода приобретает темно-коричневый цвет с устойчивым запахом фекальной канализации.

Нами была исследована аналитическая структура кадмия методами атомно-эмиссионной спектроскопии на индукционно-связанной плазме и инверсионной вольтамперометрии (Brainina, Neiman 1993). Оказалось, что при среднем содержании кадмия 23 мкг/л (изменчивость 4.0 – 320), высоком содержании взвеси (12 г/л), pH=7,46 (7,01–7,98), в среднем, 72% этого элемента находится в сорбированной на взвешенных частицах формах (> 0,45 мкм). Но вопреки существующим представлениям, что при pH > 7.0 свободный кадмий сорбируется практически нацело (Мур Дж., Рамамурти С., 1987), распределение растворенного кадмия в общем балансе форм миграции показывает, что не менее 43% его приходится на хелатные комплексы, 30% – на полидентатные лиганды и 19% – на свободный ион. С общетеоретических представлений эти факты труднообъяснимы, так как кадмий не относится к переходным металлам с переменной валентностью, и его комплексы малоустойчивы. Но учитывая, что процессы гидрогеохимической трансформации Cd происходят в уникальных по происхождению сточных водах, и в неизвестных условиях pH/редокс взаимодействий, нет никаких оснований отрицать образование сложных высокоустойчивых координационных соединений, например, с цианидами, фенантролином или этилендиаминтетраацетатом (Лурье, 1989).

Таким образом, геотехнические системы способны трансформировать один из самых токсичных элементов таблицы Менделеева в устойчивые смешанные комплексы, препятствующие очистке вод от кадмия. Этот вывод относится и к другим тяжелым металлам, таким как Cu, Mn, Ni, Zn, содержание которых в реке Исеть, после приема в свою артерию «очищенных» на Южных очистных сооружениях хозяйственно-бытовых стоков, превышает ПДК в десятки раз.

Если проследить движение воды в обратном направлении от выпуска в р. Исеть до места поступления в дождевую канализацию, то очень часто выясняется парадоксальная ситуация: «информация» течет, а на картах геодезической съемки ее не существует. Таким образом, была установлена сложнейшая проблема идентификация «несуществующих» и одновременно действующих сетей

So, QTS's can transform one of the most toxic elements of the periodic table to stable mixed complexes that make removal of cadmium from water difficult. This inference is also true for other heavy metals such as Cu, Mn, Ni and Zn. After the river Iset receives domestic wastes «treated» at the Southern Purification Works, the content of the said metals is dozens of times higher than the maximum permissible value.

If we follow the water flow in reverse direction from the outlet to the river Iset to the discharge to the stormwater drain system, a paradoxical situation often arises: the «information» flows but it is not reflected on the geodetic survey maps. This gives a very complicated problem of identification of «nonexisting» but still operating networks of unknown sewage lines which have either direct outlets to the river Iset, low relief sections, or cuttings in the municipal drain systems. Quite obviously, the problem represents a direct ecological «legacy» of the military industrial complex. It is typical of other previously closed towns as well.

In the light of what has been said above the very statement of ecological problems in such towns as Ekaterinburg with their secret past and unknown present, as well as ways of their solution are seen from a different viewpoint. At the present stage, if we think in terms of a town, both the ecological monitoring and financing of numerous research programs dealing with the condition of water resources, air, soil, etc. yield little results. A quick glance at the measures planned by the department of ecological problems for 1994 shows that each of the measures reflects a particular departmental interest (industrial, medical, architectural-constructional, etc.) in achievement of a certain result, whereas interests of the town as a whole, i.e. geourbanistic goals are essentially of no concern to anybody. A paradox consists in the fact that the ecological philosophy of many officials in Russia, especially those working at the departments of the Ministry of Environment Protection, who are responsible for making decisions in the given field, is directed not on man as part of an integral urban system and his relations with the environment but on the subject outside the system and outside the relations. Man and the living environment of each of us represent a united whole and it is impermissible to pick up any problems, even very important ones.

неизвестно каких канализаций, которая имеет либо прямые выходы в р.Исеть, пониженные участки рельефа, или врезки в городские водосточные сети. Совершенно очевидно, что эта проблема есть прямое экологическое наследие Военно-Промышленного комплекса. Она характерна и для других бывших закрытых городов России.

В контексте изложенного сама постановка экологических проблем в таких городах, как Екатеринбург, с их секретным прошлым и неизвестным настоящим, пути решения ложатся совсем в иную плоскость. На современном этапе в масштабе города малорезультативны не только экологический мониторинг, но и финансируемые многочисленных научно-исследовательских программ изучения состояния водных ресурсов, воздуха, почв и т.д. Беглый просмотр таких мероприятий, планируемых осуществить Отделом проблем экологии при администрации города в 1994 г., показал, что каждое из них отражает свой ведомственный интерес в достижении результата – промышленный, медицинский, архитектурно-строительный и др., – а интересы города в целом, то есть георбанистические цели никого, в сущности, не интересуют. Парадокс заключается в том, что экологическое мировоззрение многих лиц в России, особенно в подразделениях Министерства охраны окружающей среды, ответственных за принятие решений в этой области, направлено не на человека как часть городской целостной системы, с его взаимосвязями со средой окружения, а на субъекта вне этой системы и вне этих взаимосвязей. Человек и окружающая среда жизни каждого из нас – это единое целое и вычленять те или иные, пусть даже архиважные проблемы из этого контекста просто недопустимо.

Как можно изменить ситуацию к лучшему и одновременно научиться управлять геотехнической системой города? Мы глубоко убеждены, что нет другого пути в решении этой задачи, как реформировать существующую систему экологического контроля на местах в единые Муниципальные производственные экологические службы.

Для принятия этого нестандартного решения существуют все предпосылки:

1) Концептуальные:

– человек и среда его окружения – единое целое, а вода – носитель текущей информации о всей его деятельности.

How is it possible to improve the situation and at the same time to master the control over the GTS of a town? We are convinced that the only way of solving this problem is to reorganize the existing system of ecological control and to establish unified Production Municipal Ecological Services.

Every prerequisite is available for this unusual decision.

1) Conceptual prerequisites:

– man and the environment represent a united whole, while water bears the current information about all activities;

– the circuit of subsurface and surface water flows in a water catchment basin is a tool, which can be used to control the quality of the urban medium.

2) Production prerequisites. Every town has the following:

– special teams for repair of stormwater drain systems. The teams can expose and follow any subsurface flows. They also can clean and improve the territory;

– research potential for generalization of the ecological information;

– diagnostic laboratories;

– buildings for auxiliary services.

Reorganization of the ecological control system will entail a certain reform of the existing system of payments for environmental pollution. If we follow the nature and trace the path of a water droplet, we shall see that all pollutants, first in the air and then on the earth surface, finally get into the drain system and to the rivers. Hence, all the enterprises being sources of pollution of the air, soil and water are subscribers of the services operating the networks. Therefore water lines are to be cleaned and repaired at the expense of pollutant enterprises rather than the state budget. This organization scheme has been adopted at «Mosvodostok» (Moscow). All the enterprises are subscribers of this service and pollution payments are made not to inspectors of the Moscow Nature Committee but to the production service.

- контур подземных и поверхностных водных потоков в водосборных бассейнах

- нить, с помощью которой можно управлять качеством городской среды.

2) Производственные. В любом городе существуют:

- специальные бригады по восстановлению сетей дождевой канализации, которые способны вскрыть и проследить любые подземные потоки, очистить и благоустроить территорию;

- научно-исследовательский потенциал по обобщению экологической информации;

- диагностические лаборатории;

- здания, где можно разместить дополнительные службы.

Реформирование системы экологического контроля повлечет за собой и некоторую реформу существующей системы платежей за загрязнение окружающей среды. Если следовать природе и пойти по пути движения капли воды, то все загрязнения сначала в воздухе, а потом и на поверхности земли в конце концов попадают в водосточную канализацию и далее в реки. Следовательно, все предприятия как источники загрязнения и воздуха, и почвы, и воды являются так или иначе абонентами тех служб, кто эти сети эксплуатирует. Поэтому очистка и восстановление водных коммуникаций должны осуществляться не за счет средств госбюджета, а за счет тех, кто эти загрязнения производит. Так организована служба «Мосводосток» (г. Москва), где все предприятия являются ее абонентами, и плата за загрязнение взимается не инспекторами Мосгоркомприроды, а производственной службой.

Мы предлагаем, используя опыт Москвы, пойти на более эффективную и рациональную организацию Производственных Муниципальных экологических служб (ПМЭС):

1. Образовать в их структурах не только отдел абонирования по сточным поверхностным водам, но и по размещению отходов производства, так как сами отходы являются вторичным источником загрязнения поверхностного стока.

Using the experience accumulated in Moscow, we propose to organize more efficient and rational Production Municipal Ecological Services (PMES):

1. The services should include departments both for surface waste water and industrial waste as the latter is a secondary source of pollution of the surface runoff.

2. Payments for transportation of sewage and disposal of wastes should be made to the account of the PMES and should serve as an additional source of financing restoration of pipelines and territories.

3. Organization of purpose-oriented departments of municipal ecological funds at the PMES.

4. Legal and inspection status with the right to establish a stringent order in the ecological sphere. The existing inspection service at the interregional nature protection committees does not know the structure of water flows and cannot trace them. As a result, it cannot cope with the task.

5. Compulsory payable coordination of the ecological conditions of placement or construction of all production, commercial and social facilities in the town. This kind of activities has not yet been supported legally in Russia. The existing coordination procedures at the nature protection committees and services of the sanitary and epidemiological inspection determine only facts of inflicting damage to the environment by man and correspondence of man's activities to the nature protection or sanitary legislation.

This approach again puts man outside the environment and disregards the feedback (when the environment itself «works» against man's health and inflicts a greater damage than man does to the environment). It is suggested that the gap is filled at the local legislative level and subsequently a corresponding move is made on the All-Russian scale. The feedback is to be evaluated by expert specialists at the PMES, who would have a complete information on a specific sector of the town.

2. Плата за транспортировку стоков и размещение отходов должна осуществляться на счет ПМЭС и служить дополнительным источником финансирования работ по восстановлению коммуникаций и территорий.

3. Организовать в ПМЭС целевые отделения городских экологических фондов.

4. Придать ПМЭС юридический и инспекционный статус с правом наведения самого жесткого порядка в экологической сфере, так как существующая надзорная служба Межрайонных комитетов по охране природы, не зная структуры водных потоков и не имея возможностей их проследить, с этой задачей справиться не в состоянии.

5. Ввести обязательное платное согласование экологических условий размещения или строительства в городе любых производственных, коммерческих или социальных объектов. Этот вид деятельности в России еще нигде не узаконен. Существующие соглашения в Комитетах по охране природы или службах Санэпиднадзора определяют только факты нанесения человеком ущерба окружающей среде и соответствие его форм деятельности природоохранному или санитарному законодательству.

Такой подход опять же ставит человека вне среды окружения, где обратная связь (когда сама среда «работает» против здоровья человека, нанося ему больший ущерб, чем он ей) никак не учитывается. Предлагается восполнить этот пробел на местных законодательных уровнях, чтобы потом его внедрить на общероссийском. Оценкой этого обратного влияния должны профессионально заниматься специалисты ПМЭС, владеющие всей полнотой информации на конкретном участке города.

6. Первичной ячейкой ПМЭС на уровне районных администраций должны быть экологи коммунальных служб.

7. Сформировать муниципальные информационные экологические фонды с целью синтеза разнообразной информации и подготовки вариантов решений в вопросах управления качеством городской среды.

6. Ecologists at the municipal services must be a primary unit of the PMES.

7. Establishment of municipal information ecological funds for synthesis of diverse information and preparation of alternative decisions on control of the quality of the urban medium.

What will be the results if the proposed PMES is introduced?

1. Towns will have a service responsible for the ecological policy and the state of the environment.

2. Without additional expenditures all discharges of sewage to waterways of the towns will be liquidated if they are not registered at the municipal departments. This move alone could considerably improve the condition of rivers and town ponds in many Russian towns.

3. Drain networks will be mapped and the structure of subsurface water flows will be ascertained in a shortest possible time. This will allow detection of unknown cuttings-in made by enterprises and elimination of unauthorized sources of sewage discharge.

4. A synthesis of diverse information on location of enterprises, residence of people, methods and technologies of the environmental protection will make it possible to give a regular practical assistance to municipal administrations, enterprises and any citizen on the following issues:

- evaluation of the risk of ecological contingencies in the operation of various units of the municipal infrastructure;

- choice of methods and technologies for treatment of sewage at local purification works;

- choice of a method for enterprise organization in the natural environment that would inflict a minimum damage to the elements of natural systems and minimize the feedback from the environment to man's health;

- consultations on the methods of utilization of wastes depending on a particular location of the enterprise.

Какие результаты получают города, если ПМЭС в предлагаемом виде начнет функционировать?

1. В городах будет служба, ответственная за экологическую политику и состояние окружающей среды.

2. Без дополнительных затрат будут ликвидированы все выпуски сточных вод в водные артерии городов, не находящиеся на балансе муниципальных подразделений. Одним этим мероприятием можно существенно улучшить состояние рек и городских водоемов во многих городах России;

3. В кратчайшие сроки будут проведены картирование водосточных сетей и выявлены структуры подземных водных потоков. Это позволит установить места неизвестных врезок со стороны предприятий и устранить источники несанкционированных сбросов сточных вод.

4. На основе синтеза разнообразной информации по участкам расположения предприятий, проживания населения, методам и технологиям защиты окружающей среды будет регулярно оказываться практическая помощь администрациям городов, производству и любому жителю в вопросах:

- оценки степени риска возникновения экологически непредвиденных обстоятельств в функционировании различных звеньев городской инфраструктуры;
- выбора методов и технологий очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях;
- выбора такого способа организации дела в условиях естественной среды окружения, который наносит минимальный ущерб элементам природных систем и минимизирует обратное влияние среды на здоровье человека;
- консультирования по способам утилизации отходов деятельности в зависимости от конкретного участка расположения производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brainina Kh., Neiman E., 1993. Electroanalytical stripping methods. Wiley interscience publication. New-York /Chichester/Brisbane/Singapore.

REFERENCES

1. Brainina Kh., Neiman E., 1993. Electroanalytical stripping methods. Wiley Interscience Publication. New-York-Chichester Brisbane-Singapore

2. Bretshneider B., Kurfurst J., 1987. Air pollution control technology. Elsevier. Amsterdam-Oxford-New-York-Tokyo

3. Vernadski V.I., 1991. Scientific thought as a planetary phenomenon. Nauka. Moscow

4. Volkov S.N., Emlin E.F., Ketsko O.G., 1992. The town of Rezh and its environs: nature, technology, man. Rezh-Ekaterinburg

5. Emlin E.F., Konyukhova N.P., Ipanov V.Yu., 1988. Geochemical aspects of the urbanization process in the Urals. Sverdlovsk

6. Lurie Yu.Yu., 1989. Analytical chemistry handbook. Khimiya. Moscow

7. Moore W., Ramamoorthy S., 1987. Heavy metals in natural waters (With a contribution by E.E. Ballynthyne). SpringerVerlag. New-York-Berlin-Heidelberg-Tokyo

8. Khanina R.M., Stashko M.Yu., Saraeva S.Yu., Nikitina N.A., 1994. The use of stripping voltammetry in the analysis of biological objects. Abstracts «ZMMA». Moscow. p.215

2. Бретшнайдер Б. Курфюрст И., 1989. Охрана воздушного бассейна от загрязнений. Технология и контроль. Пер. с англ. под ред. А.Ф.Туболкина. «Химия», Ленинградское отд., Ленинград.

3. Вернадский В.И., 1991. Научная мысль как планетарное явление. Наука, Москва.

4. Волков С.Н., Емлин Э.Ф., Кецко О.Г., 1992. Город Реж и его окрестности: природа, техника, человек. Реж-Екатеринбург.

5. Емлин Э.Ф., Конюхова Н.П., Ипанов В.Ю., 1988. Геохимические аспекты процесса урбанизации на Урале. г.Свердловск.

6. Лурье Ю.Ю., 1989. Справочник по аналитической химии. «Химия», Москва.

7. Мур Дж.В., Рамамурти С., 1987. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. Пер. с англ. под ред. Ю.Е.Саета. «Мир», Москва.

8. Хайнина Р.М., Сташко М.Ю., Сараева С.Ю., Никитина Н.А. Использование инверсионной вольтамперометрии в анализе биологических объектов. Тезисы докладов «ЭММА», Москва, с. 215. 1994

Гасбелайн Вильгельм д-р, -инж.

ТЕЗИСЫ

Гидрометрические измерения в водоснабжении проводятся в основном с целью учета использованного количества питьевой воды потребителем. Так как при расчетах мощности водозаборных сооружений исходной величиной является расход воды то, точному его определению придается особое и двойное значение.

В прошлом было установлено, что гидрометрическое измерение в сочетании с соответствующими ценами на воду и за сброс сточных вод может воспитывать у потребителя более экономичное отношение к воде, и таким образом возникает возможность сбережения ресурсов питьевой воды, имеющихся в распоряжении водоснабжения.

Кроме того, гидрометрическое измерение позволяет своевременно выявить потери воды из-за утечки, которые могут возникнуть, например из-за неплотной арматуры и поврежденных соединений труб. При сравнении количества воды, подготовленного водопроводными станциями, с поставленным (проданным) количеством воды можно также сделать вывод о состоянии трубопроводной сети.

Уже многие десятилетия в области гидрометрического измерения в качестве измерительных приборов оправдали себя водомеры, конструкция которых описана в международном стандарте ISO 4064. Применяемые водомеры в ФРГ с 1970 года подлежат обязательной регистрации. Отсюда для служб водоснабжения вытекает необходимость периодической замены водомеров с последующим их ремонтом и проверкой точности измерения. Для этой цели крупные предприятия водоснабжения содержат чаще всего водомерную мастерскую с квалифицированным персоналом и соответствующим техническим оснащением. Обычно к этим предприятиям присоединены государственные испытательные станции водомеров, которые как государственные учреждения могут дать разрешение на установку водомеров.

В докладе на примере гидрометричес-

by Hasbelein Wilhelm, Ph.d.-Eng.

SUMMARY

Hydrometric measuring is being conducted in water supply systems generally in order to register the consumed amount of drinking water by clients. When evaluating the water intake structure's capacity the starting point is water discharge rate.

That is why great importance has been attached to exact calculations of water consumption volumes. It has been stated previously that water metering coupled with corresponding prices on clean water consumed and waste water dumped can educate the consumer to change his attitude to water economy thus invoking potable water saving.

From the other side water metering can help to detect in good time water losses caused by seepage through damaged fittings or leaky joints. Information on the technical state of the pipeline system can be obtained when comparing the amounts of water supplied by the pumping station and the water consumed.

During many decades water meters described by the international standard ISO 4064 has proved to be correct.

The water meters employed in Germany starting 1970 have to go through obligatory registration. Hence the water supply services are due to take care of periodical replacement of water meters, their repair and calibration. Therefore big water supply plants maintain correspondingly equipped water measuring workshops with qualified personnel.

Usually these workshops are supplemented with State water meter testing stations which being state establishments have the right to provide with permissions on water meter installations.

Experience of Berlin water metering work-

кого измерения Берлинских водных предприятий обсуждается, какие устройства и рабочие процессы оправдали себя в большом деле водоснабжения для решения рассматриваемых задач. При этом рассматривается очистка водомеров с помощью современных способов очистки (ультразвуковая очистка и установка с использованием потока воды через фильтр из стеклянных шариков), а также ремонт водомеров и последующее испытание водомеров на электронных испытательных стендах на государственных испытательных станциях для водомеров холодной воды.

Кроме этого, показывается, какие были предприняты конструктивные мероприятия для установки водомерной системы со счетчиками, чтобы в будущем облегчить монтаж, снятие показателей и периодическую замену счетчиков.

shops is discussed in the paper, showing what devices and processes have proved to be effective in solving the big water supply tasks.

Up-to-date methods of water meter cleaning are observed including ultrasonic cleaning devices and flushing through filters with tiny glass bubbles media.

Also constructive methods are given how to ease installation and periodical water meter replacement operations and taking down the readings of the counters.

ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.

*Готовцев Алексей Васильевич,
кандидат физико-математических наук,
Институт водных проблем Российской
академии наук*

В основе любого разумного управления, более того, в основе любого действия заложено стремление субъекта достичь некоего оптимума, т.е. совокупности наиболее благоприятных условий. Очевидно, что неадекватно сформулированные критериальные функции могут способствовать смещению водохозяйственной системы в сторону 'зоны пессимума' в пространстве эколого-экономических и технических характеристик.

В докладе рассматриваются вопросы адекватного представления критериальной функции экономической эффективности инвестиций в системы водообеспечения и предлагается метод аналогий для интерпретации результатов неадекватного представления критерия минимума приведенных затрат при выборе оптимальных параметров.

По сравнению с трудно формализуемыми критериями качества воды, надежности водохозяйственных систем, экологичности проекта и др., критерий экономической эффективности инвестиций кажется наиболее изученным и поддающимся измерению. Тем не менее можно утверждать, что проблема адекватного представления структуры и параметров функции экономической эффективности инвестиций в настоящий момент становится весьма важной и актуальной. Особая острота этой проблемы для России и других стран Содружества обусловлена сменой экономических отношений.

В условиях рыночной экономики необходимо вводить в критерий оптимальности такие параметры, как срок службы

объекта, прогноз изменений пропорций цен, а также годовая норма дисконта времени, зависящая, в свою очередь от банковской учетной ставки, коэффициента инфляции и др.

Центральным вопросом расчета суммарных приведенных затрат является выбор адекватного значения нормативного коэффициента эффективности капиталовложений. Эта комплексная величина зависит от темпа роста экономики, динамичности экономической структуры, политики цен и кредитов и др. Помимо вышеперечисленных 'внешних', она зависит также и от 'внутренних', т.е. присущих самому объекту факторов. К ним относится срок строительства проектируемого объекта, а также продолжительность его жизни (т.е. срока его физического или морального износа).

В результате предложенной диахронной интерпретации нормативного коэффициента эффективности затрат, была найдена функциональная связь этого параметра с годовой нормой дисконта времени, сроком реализации проекта и сроком службы капитала (т.е. с физической или моральной продолжительностью жизни основных фондов).

Критериальная переоснастка ('конверсия') моделей с помощью предложенного метода позволяет решать достаточно широкий класс задач. При этом в большинстве случаев не требуется увеличения размерности моделей для учета разновременной неравноценности затрат, ограничения и балансовые соотношения практически останутся без изменений. Последнее обстоятельство особенно важно, поскольку в отечественных моделях традиционно и общепризнанно считаются сильными математические блоки, имитирующие физико-техническую сторону моделируемого процесса.

В докладе анализируется математическая модель, примененная в проекте 'Водоснабжение г. Куско пресной водой из реки Вилканота и лагуны Уакарпай в Республике Перу'.

*Грабовский П.А.,
Одесский инженерно-строительный
институт.*

ТЕЗИСЫ

Установка КВУ-200-400 очищает водопроводную воду от солей тяжелых металлов и органических загрязнений и предназначена для детских, лечебных учреждений, санаториев, промышленных предприятий, организаций питания. Производительность установки - 200-400 л/сут (две модификации).

Технология очистки воды включает фильтрацию через зернистую сорбционную загрузку и ультрафиолетовое облучение. Солевой состав воды при этом не изменяется, но концентрация вредных примесей существенно снижается: мутность, цветность - в 2.5-3 раза, железо, марганец, ртуть, свинец, медь, алюминий, таллий - в 3-30 раз, галогеносодержащие соединения, нефтепродукты - в 3 раза, пестициды, СПАВ - в 10-30 раз.

Конструкция установки предусматривает:

1. Достаточно большой сборный бак (60-120 л), позволяющий потребителю быстро получать необходимое количество воды при сравнительно небольшом фильтре.
2. Независимость параметров фильтра (скорость, время контакта) от колебаний давлений в сети и отбора воды потребителем.
3. Зернистая загрузка периодически переводится в псевдооживленное состояние, что обеспечивает удаление части задержанных загрязнений и восстановление сопротивления загрузки - ее ресурс составляет 90000 л.

Малые размеры, простота монтажа позволяют размещать установки в существующих блоках приготовления пищи. Наиболее простые операции по эксплуатации выполняет потребитель, а более сложные (замена загрузки, бактерицидных ламп, а также систематический контроль за качеством воды) - специализированная сервисная фирма.

*Grabovsky P.A.,
Odessa Engineering and Building Institute.*

ABSTRACT

KVV-200-400 unit treats tap water to remove salts of heavy metals and organic pollutants and is designed for children's and medical institutions, sanatoriums, industrial enterprises, nutrition organizations. Capacity of the unit is 200 to 400 l/d (two modifications).

The process of treatment includes filtration through a granular sorptive medium and UV-irradiation. The salt content of water is not changed, but concentration of harmful impurities is substantially decreased: turbidity and colour - 2.5 to 3 times; iron, manganese, mercury, lead, copper, aluminium, thallium - 3 to 30 times, halogen compounds, oil products - 3 times; pesticides, detergent 10 to 30 times.

Construction of the units ensures:

1. Large storage tank (60 to 120 l), allowing the consumer to obtain quickly the required quantity of water with a comparatively small filter.
2. Filter parameters (rate of filtration, contact time) independent of pressure fluctuating in the network and uptake of water by the consumer.
3. Periodic fluidization of granular medium, so that a part of detained pollutants is removed and original loss of head through it is restored. Its resource is 90000 l.

Small size and simplicity of assembly enable to instal the unit in existing kitchen blocs. The simpler operating procedures are done by the consumer, while the more complicated ones (change of medium or UV-lamps, systematic control of water quality) are done by servicing company.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЧАСТОТНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЯ
ГЕНЕРАТОРА ОЗОНА ОЧИСТКИ ВОДЫ

*ДЕМИРЧЯН К.С., ФЛОРОВСКИЙ К.Л.,
ГУСЕВ Г.Г., ПАНЧЕНКО Р.К.,
НЕМОВ Ю.Н., НОВИКОВ Б.С.
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ (технический университет)
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЗАВОД
им.М.В.ХРУНИЧЕВА*

При озонировании воды одним из важнейших параметров являются первоначальная стоимость оборудования, удельные энергозатраты, надежность работы. Улучшение приведенных показателей может быть достигнуто в значительной мере совершенствованием источника питания генератора озона. В этом плане применение частотного управления рассматриваемого преобразователя напряжения (ПНЧ) как источника питания, позволяет решить поставленные задачи.

Принципиальная новизна рассматриваемого ПНЧ состоит в том, что регулирование выходного напряжения для генератора озона осуществляется изменением частоты, что исключает установку отдельного блока управления выпрямленным напряжением.

Установка специального согласующего устройства приводит к уменьшению потерь и массогабаритов по сравнению с известными источниками.

Преобразователь напряжения ПНЧ обеспечивает питание генератора озона одноэлементной установки-модуля, разработанного и изготовляемого Ракетно-космическим заводом.

Рабочий экземпляр преобразователя ПНЧ изготовлен и испытан в заводских условиях. Эффективность применения преобразователя подтверждена протоколом испытаний. При этом установлено снижение удельных энергозатрат в 2,67 раза, удельное потребление составило 11,4 кВтч/кг, частота выходного напряжения 4,67кГц, напряжение генератора озона 8,0 кВ, расход воздуха 8,3 м/ч, концентрация озона 19,7г/м, производительность озона 163,5 г/ч.

Источник питания ПНЧ для озонатора, а также техническое описание и инструкция по его эксплуатации, представлены на Технической выставке Международного конгресса 'ВОДА: экология и технология' в экспозиции фирмы 'Росэкострой'.

Возможно сотрудничество по совместному изготовлению источника питания и продаже на внутреннем и внешнем рынке.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ В ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ ВОДО-, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ

*Н.Н.Жуков (Госкомитет РФ по вопросам
строительства и архитектуры)
Х.Н.Низамов, д.т.н., профессор
Е.И.Дербуков, к.т.н., доцент
В.Н.Применко Российский Университет
Дружбы Народов)*

При эксплуатации трубопроводных систем водо-, теплоснабжения и канализации генерируются вредные волновые процессы - гидроудары и провалы давления, вынужденные, параметрические и автоколебания приводящие к высоким ударным и вибрационным нагрузкам. Наиболее опасные последствия возникновения волновых процессов связаны с разрывом отдельных участков трубопровода, которые сопровождаются значительными утечками воды и канализационных стоков в окружающую среду.

Основными причинами чрезвычайных ситуаций в работе трубопроводных систем водоснабжения, приводящих к их разрывам, являются: запуск насосных станций (на закрытую задвижку), срабатывание обратных клапанов, включение и выключение задвижек в линейной части трубопроводной системы, аварийное отключение электропитания, вызывающее остановку насосных станций. Отключение электропитания особенно опасно при многокаскадном подъеме воды в насосных станциях на высоты от 60 до 270 м. В системах теплоснабжения рабочая среда перекачивается по замкнутому контуру, поэтому авария на одной насосной станции служит причиной распространения гидроудара по всей трубопроводной сети. Особенно подвержены вибрационным разрушениям канализационные системы, изготовленные из чугунных труб, не выдерживающих знакопеременных нагрузок. Происходят аварии и при добыче воды из артезианских колодцев: срабатывание обратного клапана при случайном прорыве в скважину воздушного пузыря влечет за собой возникновение гидроудара, который может вызвать "полет" глубинного насоса. Волновые процессы приводят и к другим негативным явлениям:

снижается ресурс, мощность и КПД подсистем, возникают поломки элементов и узлов арматуры. В частности, пульсации давления существенно сокращают срок эксплуатации манометров и расходомеров.

Анализ существующих конструкций демпфирующих устройств (воздушные колпаки, аккумуляторы давления, ресиверы, клапаны сброса, дроссельные шайбы) показывает, что описанным средствам присущ ряд недостатков: обеспечение снижения только собственных частот системы без требуемого уменьшения амплитуды колебаний давления из-за отсутствия диссипативных элементов, неудовлетворительные времена и качество регулирования переходных процессов, большие габариты вследствие значительных объемов газовой подушки и жидкости, невозможность восстановления пониженного давления (провала) в системе, непригодность для демпфирования колебаний давления в многорежимных системах при скачкообразном изменении рабочего давления.

О малой эффективности указанных средств свидетельствуют многочисленные аварии на всей территории РФ: Ярославский "Водоканал" (1993 г., причина - аварийное отключение электропитания), система теплоснабжения в жилых микрорайонах г.Тулы (1991г., отказ автоматики и повторный запуск насоса вручную); авария в канализационных сетях г.Твери (1992 г.). В целом за 1993 г. на объектах водоснабжения и канализации зафиксировано 28 аварий, от теплоснабжения на сутки и более отключалось 6095 жилых домов с населением 1370 тысяч человек. В 13 авариях имело место нарушение экологии, при этом в 9 случаях неочищенные стоки сбрасывались в реки. Вибрационные нагрузки увеличивают темпы износа инженерных сетей, и в настоящее время их ветхость служит причиной каждой второй аварии на объектах теплоснабжения и каждой третьей - на объектах водоснабжения и канализации.

Отмеченные обстоятельства обуславливают актуальность разработки принципиально новых вариантов конструкций устройств защиты трубопроводных систем; методов их расчета с учетом оригинальных элементов конструкции; методик экспериментального исследования их характеристик; создания имитационных стендов для изучения их функционирования в на-

туртурных условиях; внедрения разработанных конструкций на объектах коммунального муниципального хозяйства.

Наиболее перспективным направлением в области высокоэффективной защиты трубопроводных систем от волновых и вибрационных процессов является применение стабилизаторов давления, принцип работы которых основан на изменении параметров гидросистемы: податливости, позволяющей регулировать упругодемпфирующие эффекты; распределенной перфорации, обеспечивающей необходимые диссипативные свойства; а также геометрических параметров. В общем случае стабилизатор давления, как специальное включение в трубопроводную систему, должен препятствовать распространению колебаний давления либо за счет упругоинерционного воздействия, приводящего к перераспределению энергии колебаний, либо на основе механического воздействия на поток, вызывающего необратимые потери энергии колебаний.

При создании таких стабилизаторов авторами проведен анализ различных принципов снижения уровня колебаний давления:

демпфирование с помощью упругих камер, газовой подушки, применения специальных материалов, использования свойств двухфазных сред, создаваемых путем вдувания в перекачиваемую жидкость газа;

диссипация энергии колебаний при перепускании жидкости через проницаемые оболочки или перфорационные отверстия, расход энергии на перемещение поршней, деформацию специальных амортизаторов, например, в виде трущихся друг о друга пружинных колец;

организация специальных схем потока рабочей среды в стабилизаторе (быстрое расширение потока в камерах, разделение потока на параллельные, организация однонаправленного движения оптимизация геометрических параметров трубопроводной системы).

Наибольшую эффективность управления пульсационными характеристиками потока обеспечивает сочетание упругих рабочих элементов с распределенной перфорацией. Простейший стабилизатор давления представляет собой участок трубопровода, на котором в виде поясков отверстий выполнена распределенная перфорация, через которую жидкость из трубопровода в ква-

зистатическом режиме работы может поступать в упругий элемент, изготовленный, например, в виде цилиндрической камеры эллиптического поперечного сечения, охватывающей снаружи перфорированный участок трубопровода. При повышении давления в рабочем трубопроводе происходит дополнительное перетекание жидкости в упругий элемент, при котором достигается эффект рассеивания энергии колебаний. Вместе с этим обеспечивается их демпфирование вследствие прогиба стенок камеры, когда под действием избыточного давления она меняет свою форму и объем, и, соответственно, изменяется соотношение между большой и малой осями эллипса. При понижении давления в трубопроводе происходит обратный ход жидкости из упругой камеры в трубопровод, в котором восстанавливается провал давления. Перепускание избыточного объема рабочего тела в камеру связано со стабилизацией мгновенных скоростей потока, что приводит к гашению колебаний по расходу. Такие стабилизаторы имеют минимальные габариты и с успехом применяются для защиты измерительной аппаратуры в безрасходных магистралях.

Разнообразие условий функционирования систем водо-, теплоснабжения и канализации (различный уровень рабочего давления, температуры, химического состава среды, широкая гамма диаметров трубопроводов) привело к необходимости создания типовых рядов стабилизаторов давления. В настоящее время авторским коллективом создано более 70 новых типов конструкций, защищенных авторскими свидетельствами и патентами. В качестве упругих элементов в них используются помимо эллиптических камер сифоны, элементы со специальными наполнителями (в том числе отходами производств резинотехнических и пластмассовых изделий), резиновые трубки, отработанные автомобильные покрышки, газовые полости, снабженные мембранами. Применительно к защите трубопроводных систем большого диаметра используются разветвленные системы упругих камер, обеспечивающие требуемый уровень податливости. Основным требованием к перфорации является равномерность ее расположения по длине стабилизатора.

Использование оригинальных конструктивных решений потребовалось при решении проблемы защиты канализационных

нии проблемы защиты канализационных трубопроводных систем. В них перекачивается рабочая среда, в которой могут присутствовать частицы твердой фазы, засоряющие перфорационные отверстия. Одно из решений заключается в следующем.

Участок основного трубопровода выполняется из упругого материала, например, резины и заключается в металлическую трубу большего диаметра с образованием предкамеры, которая, в свою очередь, через патрубок связана с демпфирующей наружной полостью. Внутри предкамеры, заполненной специальной вязкой жидкостью, коаксиально упругому трубопроводу размещается перфорированная вставка. Толщина упругого трубопровода выбирается такой, чтобы под действием рабочего давления его стенки занимали промежуточное положение между основным трубопроводом и перфорированной трубой. Таким образом исключается перекрытие и "запирание" отверстий перфорации при перемещении упругой стенки под действием избыточного давления в основном трубопроводе. В ходе конструкторских проработок успешно решена задача минимизации габаритов стабилизаторов некоторых типов, что особенно важно при защите глубинных насосов артезианских колодцев, где поперечные размеры стабилизатора не должны превышать диаметра обсадной трубы скважины.

С целью анализа влияния диссипативных, упругодемпфирующих и геометрических свойств трубопроводных систем на устойчивость и режимы движения рабочей среды разработана обобщенная математическая модель, которая позволяет с требуемым качеством перативно выполнять все проектные работы по выбору и обоснованию параметров стабилизаторов давления.

В настоящее время изготовлены и исследованы в натуральных условиях более 30 вариантов стабилизаторов для трубопроводов различных диаметров: от 10 мм (защита измерительной аппаратуры) до 800 мм (коммунальные и промышленные системы водо-, теплоснабжения и канализации). Практический опыт их работы в различных гидродинамических системах показал, что стабилизаторы давления позволяют:

уменьшить амплитуду гидравлического удара в 7-8 раз и провалы давления в 5-6 раз;

снизить амплитуду колебаний давления на участке между возбудителем и стабилизатором в 3-4 раза для коротких магистралей и в 2-3 раза для длинных, а на участке за стабилизатором, соответственно, в 6-8 и в 3-4 раза;

обеспечить возможность управления волновыми процессами в многорежимных системах и гарантировать требуемую степень коррекции динамических процессов.

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И УСЛУГИ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ
И БЕЗОПАСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ХЛОРА
В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И КАНАЛИЗАЦИИ

Залипо В.М., к.т.н.;
Шикина Л.Т., к.х.н.;
Ширяева О.В., с.н.с.;
Кулясова А.С., н.с.;
Заликина Л.М., н.с.,

НИИ «Синтез» с КБ, г. Москва

Цель сообщения – довести до сведения потребителей жидкого хлора информацию о новых разработках института в области эффективной и безопасной технологии хлорпотребления. В настоящее время для обеззараживания воды в системе питьевого водоснабжения применяется в основном метод ХЛОРИРОВАНИЯ воды в силу своей доступности, простоты технологического и конструктивного решения, высокой эффективности и дешевизны. При этом достигается достаточно высокий бактерицидный эффект с пролонгирующим действием при кратковременном воздействии и относительно низких затратах хлорагента:

0.7 – 1 мг/л активного хлора для подземных вод и до 10 мг/л
– для сточных вод (СНИП 2.04.02–84 и СНИП 2.04.03–85).

Однако, при всех достоинствах применения хлора в виде жидкого хлора или других продуктов, содержащих активный хлор, имеются существенные недостатки: высокая токсичность хлора, определяющая опасность при обращении с ним; взрывоопасность из-за высокой реакционной способности хлора – сильного окислителя; возможность образования побочных токсичных хлоруглеводородов в результате хлорирования углеводородных примесей воды; высокая коррозионная активность водных растворов хлора и недостаточное его воздействие на спорообразующие бактерии.

Следует отметить, что в настоящее время не существует ни одного метода и средства без тех или иных недостатков, универсального для всех видов обработки воды: получения питьевой воды, обеззараживания сточных бытовых и ливневых вод и обезвреживания промышленных стоков.

Основными критериями для оценки эффективности использования того или иного метода и средства для обеззараживания воды являются:

1. Достижение высокого бактерицидного действия для микроорганизмов и спорообразующих бактерий.
2. Достижение требуемого качества воды.
3. Доступность сырья и материалов.
4. Простота технологии и конструкторских решений.
5. Возможность автоматизированного контроля процесса.
6. Высокая производительность.
7. Низкая энерго- и материалоемкость.
8. Отсутствие побочных процессов с неблагоприятными последствиями.
9. Экономическая целесообразность.
10. Безопасность процесса.
11. Широта области применения метода или средства для обработки воды.

Совокупность перечисленных критериев и их акцентирование определяют выбор метода и (или) средства обработки воды.

Из альтернативных методов обеззараживания воды и сточных вод применяются кроме химического метода тепловой, механический, ультрафиолетовое облучение и обработка ультразвуком.

ТЕПЛОВОЙ метод – самый простой и доступный для обеззараживания воды, так как кипячением воды в течение 15–20 минут убивают все неспорообразующие организмы. Для уничтожения спор требуется более высокая температура – до 120°C (нагревание под давлением). Однако этот метод пригоден для получения небольших количеств питьевой воды.

МЕХАНИЧЕСКИЙ метод предусматривает применение набора фильтров с размером пор несколько меньшим, чем размер микроорганизмов (менее 1 мк), что позволяет простым фильтрованием через керамические, фарфоровые и другие фильтры произвести обеззараживание подземной или предварительно осветленной воды с содержанием взвешанных частиц менее 2 мг/л. Этот метод имеет очень низкую производительность и применяется для спеццелей.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ облучение в области 2200 – 2800 см⁻¹, обладающее выраженным бактерицидным действием, применяется для обеззараживания воды в практическом водоснабжении. В настоящее время применяются установки с погружными и непогружными ртутно-кварцевыми лампами типа ПРК и РКС и аргоно-ртутными лампами типа БУВ. Способ очень перспективный, дает прекрасные результаты по уничтожению микроорганизмов и спорообразующих бактерий, прост в технологическом оформлении процесса, удобен для организации контроля за процессом и его автоматизации. Однако этот метод не эффективен в мутных водах, применим для подземных вод.

Обработка воды УЛЬТРАЗВУКОМ с малой длиной волны и частотой более 20000 Гц вызывает коагуляцию белков микроорганизмов и спорообразующих бактерий, которая приводит их к гибели. Интенсивность ультразвукового воздействия должна быть не менее 2 Вт/см² в течение 5 минут. Метод мало применим из-за отсутствия мощных генераторов ультразвуковых колебаний. Метод заслуживает внимания и дальнейшего изучения.

Другие методы облучения (рентгеновские, гамма-, бета- лучи) пока не нашли практического применения в сфере водоподготовки.

Исходя из оценки по указанным критериям, ХИМИЧЕСКИЙ метод является наиболее пригодным для крупнотоннажного обеззараживания воды.

Из альтернативных СРЕДСТВ обеззараживания воды химическим путем кроме жидкого хлора применяются двуокись хлора, хлорная известь, гипохлорит кальция, озон, бактерицидный эффект которых обусловлен высокой реакционной окисляющей способностью.

Перечисленные хлорсодержащие вещества целесообразно применять на установках малой производительности или в отдаленных районах при затрудненной доставке жидкого хлора. Например в поселковых хозяйствах, на станциях подготовки питьевой воды, на животноводческих фермах, молочных заводах, предприятиях пищевой промышленности и общественного питания, в плавательных бассейнах и спортивных комплексах, на судах рыболовного флота и др.

Разработанные в институте УСТАНОВКИ для получения раствора гипохлорита натрия электролизом на месте потребления могут быть использованы для обеззараживания

сточных вод, содержащих цианиды и токсичные органические соединения, а также для предотвращения обрастания циркуляционных систем живыми организмами.

ОЗОН применяется для очистки питьевой воды и доочистки промышленных сточных вод в Москве, Киеве, Санкт-Петербурге, а также во Франции, Швейцарии и частично США.

Озон получают на водопроводных станциях в озонаторах из кислорода воздуха с помощью электрического разряда. При этом требуется глубокая предварительная осушка воздуха. Технология получения озона сложна, но технология его применения для очистки воды – проста. Озон обладает очень высоким бактерицидным действием для всех бактерий, включая спорообразующие, вирусы, для которых малоэффективен хлор. Озонированная вода обладает хорошими гигиеническими и вкусовыми свойствами. Однако озон на порядок токсичнее хлора, взрывоопасен чрезвычайно реакционноспособен, обладает высококоррозионными свойствами, не имеет остаточного бактерицидного эффекта, что вызывает необходимость в ряде случаев вторичного хлорирования воды в разводящей сети.

Стоимость озонированной воды значительно выше хлорированной. Тем не менее озон является перспективным средством очистки воды.

ХЛОР до настоящего времени является основным обеззараживающим средством в муниципальном водоснабжении. В ограниченном масштабе он также применяется для обезвреживания промышленных и обеззараживания бытовых сточных вод. Технология применения хлора в системе водопроводно-канализационного хозяйства проста, но требует разработки и внедрения комплекса специальных мероприятий для обеспечения безопасности. Комплексное решение проблемы безопасности хлорпотребления осуществляет отраслевой Российский институт хлорной промышленности – НИИ «Синтез» с КБ, г.Москва, – бывший ГОСНИИХЛОР-ПРОЕКТ.

С 1985 года и по настоящее время институтом ведется научно-техническая работа по обеспечению потребителей хлора, главным образом предприятий водоподготовки и водоотведения, проектами, конструкторскими и нормативно-методическими разработками, направленными на приведе-

ние хлорных объектов этой отрасли в соответствие с современной технологией хлорпотребления, а также требованиями промышленной и экологической безопасности.

К настоящему времени разработаны нормативно-методические документы и рекомендации, регламентирующие правила хранения и безопасного обращения с хлором на всех стадиях его переработки и транспортирования, средства и способы защиты от хлора, методы локализации и ликвидации аварийных ситуаций, способы и средства обезвреживания поврежденной тары с хлором, расчеты по прогнозированию возможного ущерба и обоснованию зон оповещения.

Стоимость КОМПЛЕКТА документов и рекомендаций не превышает 200 тысяч рублей на 1 июня 1994 года. Комплект включает следующие разработки:

1. «Методические указания по безопасному потреблению жидкого хлора в баллонах и контейнерах» отражают требования по эксплуатации хлорных баллонов и контейнеров, их перевозки, хранению, опорожнению.

Методические указания должны соблюдаться при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и обслуживании хлорных объектов на предприятиях муниципального хозяйства, а также при монтаже, наладке, эксплуатации соответствующего технологического оборудования, приборов и приспособлений.

2. «Рекомендации по действиям персонала при авариях с хлорным контейнером или баллоном» содержат сведения о возможных вариантах типовых аварийных ситуаций, связанных с утечкой, выбросом или выливом хлора; анализ причин возникновения аварийных ситуаций и сведения по действиям обслуживающего персонала и используемым при этом средствах.

3. «Правила безопасности для предприятий-потребителей жидкого хлора в системе жилищно-коммунального хозяйства», разработанные в развитие ПБХ-93. «Пояснительная записка» к этим Правилам с объяснением и обоснованием требований техники безопасности при работе с хлором, а также содер-

жащая сведения о свойствах, опасностях и требования безопасности при работе с озоном, аммиаком, сернистым ангидридом, хлорной известью и гипохлоритом натрия.

4. «Рекомендации по средствам индивидуальной защиты от хлора и других кислых газов» содержит сведения о современных средствах защиты органов дыхания и кожи, их тактико-технические данные, описание, условия применения, а также информацию об их изготовителях.

5. «Инструкция по эксплуатации, хранению, транспортированию баллонов с растворенными, сжатыми и сжиженными газами».

6. «Методическое пособие по подготовке персонала к работе с баллонами всех типов».

7. «Рекомендации по применению переносного и стационарного распылителей – экранизаторов воды при локализации хлорной волны» содержат сведения по их устройству, способам и условиям применения в различных аварийных ситуациях.

8. «Рекомендации по устройству системы содовой очистки вентвыбросов от хлора в цельнометаллических колоннах полочного типа» содержат сведения по составам поглотительных растворов, условиям их приготовления и применения, технические данные санитарных колонн разного типа и условия их эксплуатации.

9. «Инструкция по эксплуатации устройств для изоляции утечек и эвакуации хлора из аварийных контейнеров» содержит фактически два документа: инструкцию по эксплуатации установки для эвакуации хлора из аварийных контейнеров, которая определяет порядок действий персонала при безаварийном вскрытии неисправного вентиля контейнера с одновременным отводом хлора в поглотительное устройство. При этом приводится перечень необходимых защитных средств, инструментов, приспособлений.

Инструкция по эксплуатации устройства для изоляции утечки хлора из арматуры контейнера при нарушении герметичности вентиля или при повреждении сальниковых уплотнений определяет соответствующий

порядок действий персонала при отводе газообразного хлора из защитного колпака через газовый штуцер на обезвреживание в колонну вентвыбросов либо в систему технологического потребления.

10. «Инструкция по проверке остаточного давления в хлорных контейнерах и баллонах» определяет порядок действий с освобождаемой хлорной тарой для обеспечения безопасности.

11. «Методы обеззараживания воды и сточных вод» предлагают информацию о существующих методах очистки воды от микроорганизмов и разного рода примесей и используемых при этом средствах обеззараживания и обезвреживания воды.

В 1988–91 годах ЦНИИЭП инженерного оборудования были пересмотрены и выпущены новые «Типовые проекты хлораторных для обеззараживания питьевой и обезвреживания сточной воды». Индивидуальное проектирование новых и реконструкция действующих хлорных объектов муниципального хозяйства с этого времени осуществляется по исходным данным и по согласованию отраслевого института хлорной промышленности.

Действующие склады жидкого хлора, хлораторные установки и другие хлорные объекты в зависимости от их соответствия

современным требованиям безопасности модернизируются по проектам реконструкции или по специально разработанному институтом план-графику мероприятий по оснащению или дооборудованию объектов современными средствами эксплуатации и безопасности. При этом учитываются требования по качеству товарного жидкого хлора по ГОСТ Р 50234–92, действующего в России взамен союзного ГОСТа 6718 – 86. Учитываются также особенности розлива хлора в контейнеры и баллоны у поставщика и местные условия хлорпотребления.

Технологическая схема, нормы эксплуатационного режима, также оборудование хлорных объектов подбираются таким образом, чтобы обеспечить максимальную простоту, надежность и безопасность объекта при минимальных строительно-монтажных и эксплуатационных затратах.

Таким образом, институт НИИ «Синтез» с КБ решает комплексно все вопросы, связанные с технологией, проектированием, реконструкцией, эксплуатацией объектов хлорпотребления, их эксплуатационной и экологической безопасностью, внедрением новых разработок, оказанием консультаций и помощи на договорных началах с объектами народного хозяйства или организациями.

МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ
ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ
И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И САНИТАРНОЙ
НАДЕЖНОСТИ ИХ РАБОТЫ

*Иванов Е.Н., профессор кафедры водоснабжения
Московского Государственного
Строительного Университета,
Сомов М.А., профессор кафедры водоснабжения
Московского Государственного
Строительного Университета.*

ТЕЗИСЫ

Актуальность и сложность надежного и устойчивого водообеспечения потребителей в условиях рыночных отношений объясняется отсутствием научно-обоснованной методологической основы для разработки юридических и нормативных документов, определяющих порядок хозяйственных расчетов предприятий водопроводно-канализационных хозяйств с водопотребителями.

Это положение затрудняет и мешает решению задач повышения эффективности эксплуатации систем водоснабжения. Многие методические вопросы, проблемы мало изучены. Это сдерживает внедрение в практическую деятельность новых теоретических разработок и технических решений.

Развитие службы эксплуатации при изменившихся формах взаимоотношений должно быть тщательно обосновано и экологически оправдано, т.к. успех выполнения задачи в значительной мере определяет штатная численность и эти задачи решаются весьма приближенно с позиций накопленного опыта и интуиции руководителей.

Нормативы на основе усредненных условий эксплуатации в ряде случаев не учитывают специфику режимов работы системы и роль дестабилизирующих природно-климатических условий.

Надежность и устойчивость работы системы водоснабжения существенно зависят от качества функционирования службы

METHODS OF INVESTIGATING WATER
DISTRIBUTION SYSTEMS
AND MEASURES TO ENSURE
TECHNOLOGICAL AND SANITARY RELIABILITY
OF THEIR FUNCTIONING

*Ivanov E.N., professor,
Moscow State Building University;
Somov M.A., professor,
Moscow State Building University.*

ABSTRACT

Actuality and complexity of reliable and stable water supply to consumers under market conditions is explained by absence of scientifically substantiated methodological basis for working out legal and regulatory documents, which determine economic relationship between water supply and sewerage undertakings and water consumers.

This situation makes it difficult to solve problems of raising operating effectiveness for water supply systems. Many methodological problems have been insufficiently studied. This restrains implementation of a new theoretical works and technical solutions into practical activity.

Development of operating service under changed forms of relationship must be carefully substantiated and ecologically justified, as a successful solution of the problem is in a significant way determined by the number of personnel and by its equipment. However, these problems are solved very approximately from position of accumulated experience and intuition of administrators.

Norms based on average operating conditions in a number of cases do not consider specific working conditions of the system and the role of destabilizing natural and climatic factors.

Reliability and stability of water supply system operation substantially depends on functioning of service staff, whose technical

эксплуатации, техническая и материальная возможность которой определяются по действующим усредненным нормативам технического обслуживания и ремонтно-восстановительных работ.

Практика показывает, что оснащенность по этим нормам не всегда бывает достаточной для обеспечения надежного и устойчивого водообеспечения потребителей. Такой подход не стимулирует планирование и проведения мер по повышению уровня надежности и устойчивости работы системы. Поэтому издержки эксплуатации и особенно отчисления на амортизацию предлагается в разработанной методике рассматривать дифференцировано в зависимости от уровня технологической и санитарной надежности, степени влияния природно-климатических факторов, а также интенсивности воздействия дестабилизирующих факторов.

Такой подход позволяет обосновать нормативы финансовых отношений местных водоканалов с властными структурами и абонентами различного уровня надежности водообеспечения.

Методика обследования систем водоснабжения, разработанная МГСУ, содержит положения для обоснования основных аспектов процесса функционирования службы эксплуатации, обеспечивающей заданную потребителем надежность и устойчивость работы сооружений, водопроводных сетей и оборудования. Основные положения методики являются также методологической основой для совершенствования нормативных документов.

При построении модели использован аппарат теории массового обслуживания, в основу которой положен марковский случайный процесс с простейшим потоком отказов и восстановлений, характеризующийся ординарностью, стационарностью и отсутствием послеремонтов и очередности их проведения разработана единая система регистрации аварий.

Использование в работе положений теории надежности систем водоснабжения (с привлечением математического аппарата теории вероятностей и теории массового обслуживания), а также накопленного опы-

and material possibilities are determined by acting average norms of technical service and maintenance work. Practice shows that equipment according to these norms is not always sufficient for securing reliable and stable water supply to consumers. Such approach does not stimulate planning nor carrying out measures to raise reliability and stability of system operation.

Therefore, in the worked out method's operation cost, especially amortization charges, are considered differentially depending on the level of technological and sanitary reliability, degree of influence exerted by natural and climatic factors, as well as by intensity of destabilizing factors.

Such approach enables to substantiate norms of financial relations between local water-works and government authorities and customers of different levels in water supply reliability.

The methods of investigating water supply systems worked out in the Moscow State Building University contain points to substantiate basic aspects of operating staff functions, securing reliability and stability of waterworks structures, network and equipment acceptable to customers. Fundamental points of the methods are also a methodological basis for improvement of regulatory documents.

In building up the model, theory of mass service was used. The theory is based on Marcov's random process with simplest from of refusals and rehabilitations, characterized as ordinary, stationary and having no subsequent repairs. The work uses provisions of reliability theory for water supply systems (employing mathematical methods of probability theory and that of mass service).

Using this, as well as accumulated experience in investigation of operating water supply systems and in methods and their rehabilitation allow to specify modern technological regulations on conservation, sanitation and

та по обследованию действующих систем водоснабжения и методике сбора и обработки информации о повреждениях, авариях и их ликвидации позволяют уточнить современные технологические регламенты по консервации, санации и замене трубопроводов и других элементов системы водоснабжения.

При использовании методики должна существенно перестроиться информационно-аналитическая деятельность служб эксплуатации водопроводного хозяйства.

relaying pipelines and other water supply elements.

In applying the method, operating staff of waterworks industry must substantially restructure its information and analytical activity.

КОНТРОЛЬ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

*Ишков А.Г., д.х.н., профессор,
председатель Московского
городского комитета
охраны окружающей среды
и природных ресурсов*

Планируемое введение нового ГОСТа на питьевую воду существенно расширяет круг контролируемых параметров. Однако, в условиях возрастающей техногенной нагрузки, загрязнений водоемов отходами сельского хозяйства возникает необходимость в расширении номенклатуры контролируемых параметров, по крайней мере, с определенной периодичностью.

К наиболее опасным компонентам, которые могут находиться в воде и вызвать тяжелейшие последствия для здоровья населения, относятся вирусы и такие суперэко-токсиканты как полихлордифенилы (ПХД), полихлордифенилы (ПХДФ) и полихлордифенилы (ПХБ).

Объединяет эти опаснейшие компоненты то, что в первом и во втором случаях необходимы очень сложные методы анализа. По этой причине фактически контроль воды в водоемах и питьевой воде по этим загрязнителям не проводится. В настоящее время для ПХД (ПХДФ) и ПХБ установлены ПДК для питьевой воды (для ПХД и ПХДФ суммарное значение не должно превышать 20 пикограмм (10 – 12 грамм) на литр. К сожалению, эти анализы дорогостоящие (в США, Германии, Италии – от 700 до 1500 долларов). В 1993 году в России аттестовано три лаборатории (НО «Тайфун», РосНИИЦЧС, ЦЭМЭЖ), которые могут проводить достоверные анализы содержания этих веществ в воде. Необходимо отметить, что несколько сотен анализов, проведенных этими лабораториями в различных регионах России, показывают в значительном числе случаев наличие различных изомеров ПХД, ПХДФ и ПХБ в речной и питьевой воде. В некоторых случаях значения суммарных концентраций выше ПДК. При этом необходимо иметь в виду, что в западных странах этот норматив ниже чем 20 пикограмм на литр.

В этой связи выявление водоемов, загрязненных этими веществами с последующим выявлением источников их поступления в водоемы, является актуальнейшей проблемой. Дело в том, что эти вещества чрезвычайно медленно разрушаются в природной среде и, накопившись в водоемах (в илах), могут десятки и сотни лет оказывать негативное влияние на качество воды. Необходимо как можно быстрее выявлять источники поступления, чтобы затем не тратить большие средства на очистку и контроль. По-видимому, наиболее загрязнены ПХД, ПХДФ и ПХБ реки Волга, Урал, Белая и др.

Проблема контроля вирусов и других возбудителей инфекционных заболеваний сложна по двум причинам. Традиционные методы контроля недостаточно чувствительны для незначительного количества возбудителей, содержащихся в воде, либо требуют длительной процедуры культивирования в специальных условиях, что также очень дорого.

Несколько лет назад широкое практическое применение в медицинской практике и в других областях (ветеринария, криминалистика) нашел метод ДНК анализа с помощью полимеазной цепной реакции. Этот метод позволяет обнаружить практически единственный возбудитель, требуется всего несколько часов на анализ, а главное, никаких специальных условий для культивирования или защиты. В настоящее время в России имеется все необходимое для широкого применения этого метода контроля воды на наличие в ней возбудителей инфекционных заболеваний. Более 100 лабораторий в России применяют его для диагностики в самых различных областях. Оборудование и реактивы производятся в России. Необходимо оформление метода как стандартной методики и введение в качестве обязательных тестов безопасности воды, частично взамен существующих и в дополнение к ним. Несомненно, что внедрение новых современных методов контроля безопасности водоемов и питьевой воды является чрезвычайно актуальной задачей для вхождения России в общемировую экономическую и экологическую систему.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ
ПРОЦЕССОВ САМООЧИЩЕНИЯ

*Калинин А.И.,
Онникенко С.Б.,
Новосадов А.М.,
Донченко В.К.,*

*Научно-исследовательский центр
экологической безопасности РАН
Российская Военно-медицинская академия
Санкт-Петербург*

Техногенные и антропогенные воздействия привели к глобальному загрязнению источников пресной воды используемых для питьевого водоснабжения: атмосферной влаги (дождевых вод), поверхностных вод (рек и озер), подземных вод. Из-за ежегодного выброса в атмосферу планеты сотен миллионов тонн газообразных веществ, включающих окислы азота, серы и другие соединения, наблюдается глобальное загрязнение атмосферной влаги. Воды рек и озер находятся в тесном контакте и взаимодействии с влагой атмосферы через кругооборот и, поэтому, также загрязняются выбросами промышленных предприятий. Кроме того, поверхностные воды, особенно вблизи промышленных и густонаселенных районов подвержены загрязнению промышленными и бытовыми стоками. Примером тому может служить водная система Ладога-Нева-Невская губа. Содержание токсических примесей-нефтепродуктов, СПАВ, тяжелых металлов в водах этой системы за последние 30 лет увеличилось на 2 - 3 порядка. Подземные воды являются наиболее чистыми источниками пресной воды для питьевого водоснабжения, хотя и связаны кругооборотом с атмосферной влагой и поверхностными водами. Казалось бы, через кругооборот воды, подземные воды должны быть загрязнены теми же компонентами, что и первые два источника. Однако в формировании подземных вод большую роль играют горные породы и минералы, обладающие высокой очищающей способностью. С давних пор ценилась кристально прозрачная родниковая вода. Только она подавалась по водопроводам и акведукам в Древний Рим-город с миллионным населением; даже самой чистой речной водой римляне пренебрегали.

TECHNOLOGY OF OBTAINING
HIGH QUALITY DRINKING WATER
ON THE BASIS OF MODELLING NATURAL
SELF-PURIFICATION PROCESSES

*A.I.Kalinin,
S.B.Onikienko,
A.M.Novosadov,
V.K.Donchenko*

*Reseach Centre for Ecological Safetey,
RAS, St.Petersburg Russian
Military Medical Academy,
St.Petersburg*

Technogenic and anthropogenic impacts have resulted in a global pollution of fresh water sources used for drinking water supply: atmospheric moisture (rain waters), surface waters (rivers and lakes), underground waters. Global contamination of atmospheric moisture is due to the emission to the atmosphere of our planet, from year to year, of hundreds of million tons of gaseous matter which includes nitrogen and sulfur oxides and other compounds. The waters of rivers and lakes are in close contact and interaction with atmospheric moisture through the cycle in common; hence they also become polluted by the industrial emissions. Besides surface waters, especially near industrial and densely populated areas, are subject to pollution by industrial and simply everyday urban and rural run-off. The water system «Ladoga Lake - the Neva river - the Neva mouth» is a characteristic example of the above-said. The concentration of toxic impurities-petroleum products, synthetic surface-active substances, heavy metals in the waters of the system increased by 2 - 3 orders of magnitude during the last 30 years. Subground waters, although linked with atmospheric moisture and surface waters through the cycle, are still the cleanest source of fresh water for drinking water supply. At first sight, one might expect that, due to the water cycle, subground waters must be polluted by the same components as the other two sources. However, rocks and minerals which possess a great purification capability play an important role in the formation of subground waters. The crystal-clear spring water has always been appreciated and valued most of all. The ancient Rome, with its million of city-dwellers, was supplied with spring water alone, through water systems and aqueducts: the ancient Romans rejected even the cleanest river water for drinking purposes.

Пригодные для питьевого водоснабжения населения пресные воды имеют довольно широкий спектр примесей. Они различаются по солевому составу, жесткости, pH, содержанию микроэлементов и биологической активности.

Зададимся вопросом: что считать питьевой водой высокого качества и как можно такую воду получить, имея в распоряжении тот или иной природный источник, к тому же, как правило, загрязненный промышленными и бытовыми стоками?

Основным показателем качества питьевой воды является ее влияние на здоровье человека. Известна корреляция между качеством питьевой воды и различными заболеваниями, в том числе онкологическими (7, 17, 12, 1, 16). Главным среди показателей качества питьевой воды является отсутствие в ней токсичных и вредных для здоровья примесей, прежде всего антропогенных и техногенных продуктов.

Вода высокого питьевого качества типа природной родниковой должна быть также оптимизирована по минеральным солям, прежде всего по солям жесткости (кальциево-магниевые соли): известно, что постоянное использование высокоминерализованной воды приводит к мочекаменной болезни, низкоминерализованные (мягкие) воды нарушают течение обменных процессов в организме. Из работы (17) следует, что оптимальная жесткость питьевой воды должна быть не ниже 4–6 мгэкв/дм³, а общая минерализация – 300–600 мг/дм³, в том числе Ca – 30–60 мг/дм³, Mg – 15–30 мг/дм³.

Микроэлементный состав питьевой воды высокого качества является не менее важным фактором, чем два предыдущих. Классическим примером влияния микроэлементов на живые организмы является серебро (13). В зависимости от вводимых в организм концентраций этого микроэлемента его эффект может быть разнонаправленным – токсическим, биостимулирующим или индифферентным.

То же самое можно сказать и о некоторых других микроэлементах – меди, цинке, кобальте, свинце, марганце, селене и др. (11).

И, наконец, структура воды. Сейчас твердо установлено, что вода обладает памятью и ее структура находится в зависимости от солевого состава и наличия различных микрокомпонентов. Любые воздействия на воду-физические (обработка ультрафиолетом,

Fresh water suitable for drinking water supply contains rather a broad spectrum of impurities. Various kinds of such water differ in their salt composition, hardness, pH, the content of microelements and biological activity.

The question is: what kind of water can be considered high quality drinking water and how one can obtain this kind of water if one has at one's disposal some natural source which is mostly polluted by industrial and household waste?

The basic index of the quality of drinking water is its influence on human health. A certain correlation has been found between the drinking water quality and various /including oncological/ disease cases (1, 7, 12, 16, 17). The main index of the quality of drinking water is the absence in it of toxic and harmful impurities, above all, anthropogenic and technogenic products. High quality drinking water of spring water type should be optimized with regard to the mineral salt content, first of all, the hardness salts (calcium-magnesium salts), since it is general knowledge that continuous drinking of high-mineral-concentration water, leads to urolithiasis, and of low-mineral-concentration water (soft water) – to the disturbances of metabolism in the human organism. It follows from (17) that the optimal drinking water hardness must not be less than 4–6 mmo/l, and total mineralisation – 300–600 mg/l, where the share of Ca should be 30–60 mg/l, and that of Mg – 15–30 mg/l.

The microelemental composition of high quality drinking water is no less important than the previous two factors. A classical example of the effect of microelements on living organisms is silver (13). The effect of this element introduced into the organism can be very different (toxic, biostimulating or neutral) depending on its concentration.

The same relates to some other microelements: copper, zinc, cobalt, lead, manganese, selenium, etc (11).

Finally, the structure of water is important. It has been firmly established by now that water possesses memory, and that its structure is dependent upon the salt composition and the presence of various microcomponents. Any impacts on water – physical

ускоренными электронами, магнитными полями) или химические (например, озонирование, хлорирование) изменяет структуру воды и ее биологическую активность. Возможно, в этом отличие подземной, родниковой воды с высокими питьевыми качествами от хлорированной водопроводной (20, 22).

Итак, вода высоких питьевых качеств – это солевой раствор, оптимизированный по солям жесткости, микроэлементам не содержащий токсических веществ и имеющий определенную структуру. Технология получения такой воды возможна на основе тщательного изучения природных процессов самоочищения воды и прежде всего формирования подземных вод.

Такая работа проводится в Санкт-Петербургском Центре Экологической безопасности Российской Академии Наук с 1985 года. Позднее к этой работе подключилась кафедра общей терапии Российской Военно-медицинской Академии. Целью работы явилось изучение и моделирование природных процессов самоочищения, происходящих на родниковых источниках Заонежья, вода которых отличается высокими питьевыми качествами. Оказалось, что большинство этих источников расположено вблизи месторождений шунгитовых пород. Наиболее детально исследованию был подвергнут Царицын ключ, воды которого формируются на Зажогинском месторождении шунгита III разновидности (26). Химический состав вод этого источника представлен в таблице 1.

(ultraviolet radiation, accelerated electrons or magnetic field treatment, etc.) or chemical (ozone or chlorine treatment) change the structure of water and its biological activity. It is possible that this makes the difference between the underground spring water and chlorinated tap water (20, 22).

So, high quality drinking water is a salt solution which is optimized with regard to the amount of hardness salts and microelements, containing no toxic substances and having a certain structure. The technology of obtaining such water can only be based on a thorough analysis of a natural water purification processes, and above all, the formation of underground waters.

This kind of research has been conducted at the Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences beginning with 1985. Later the scientists of the Department of General Therapy of the Russian Military Medical Academy joined this effort. The purpose of this work has been the study and modelling of natural processes of purification which take place in spring sources in the Zaonezhye region (beyond lake Onega) where water is known to be of a very high quality. It has been found out that the majority of such sources of drinking water are located near shungit rock deposits. The Tsaritsyn spring, whose waters are formed at the Zazhugin deposit of shungit of the III kind (26), has been subject to an especially detailed investigation. The chemical composition of the waters of this source is presented in Table 1.

ТАБЛИЦА 1. Химический состав родниковых вод вблизи Зажогинского месторождения шунгитовых пород

компонент	Na ⁺ K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺³	Cl ⁻	SO ₄ [—]	HCO ₃ ⁻	сухой остаток	окисляемость	pH	общая жестк.
содержание мг/дм	0,625	3,44	3,11	1,48	0,29	1,57	5,4	390,0	9,75	6,7	6,6

TABLE 1. Chemical composition of the spring waters near the Zazhugin deposit of shungit rocks

component	Na ⁺ K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺³	Cl ⁻	SO ₄ [—]	HCO ₃ ⁻	dry deposition	oxidizability	pH	total hardness
content mg/dm	0,625	3,44	3,11	1,48	0,29	1,57	5,4	390,0	9,75	6,7	6,6

Эта вода относится к классу пресных, гидрокарбонатных, кальциево-магниевых, умеренно-жестких.

В результате проведенных исследований и натурных наблюдений было установлено, что формирование вод родниковых источников Заонежья происходит на определенном комплексе горных пород, важнейшим из которых является шунгитовая порода.

Шунгиты Карелии были открыты в 1877 году вблизи деревни Шунга (отсюда и название). Их интенсивное и планомерное изучение проводится сравнительно недавно, прежде всего в Карельском научном центре РАН (26) и ряде научных организаций России.

Шунгитовые породы (в грубой оценке) представляют собой силикатные породы, содержащие в своем составе некристаллический углерод с метастабильной структурой, неспособный к графитизации («шунгитовый» углерод). Содержание шунгитового углерода в породе варьирует в широком диапазоне концентраций: от 0,5% (шунгитовые сланцы) до 98% (шунгит I разновидности). Наиболее представительны породы, содержащие 30 – 60% углерода (шунгит III и шунгит II); разведанные запасы которых в Карелии оцениваются сотнями миллионов тонн. Ассоциацией «Карбон-Шунгит» освоено Зажогинское месторождение шунгита III и производится его добыча. В таблице 2 приведен вещественный состав этой разновидности.

This water can be classified as fresh, hydrocarbonate, calcium-magnesium, moderately hard.

The investigations and in situ observations have revealed that the formation of the waters of the spring sources of Zaonezhye takes place against the background of a certain complex of rocks, among which the leading role belongs to shungit.

The shungits of Karelia have been discovered in 1877 in the vicinity of the village Shunga (hence the name of the rock). Their intensive and systematic study has been started not long ago, first at the Karelian Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (RAS) /26/, and later at a number of Russian research institutions.

Shungit rocks (roughly assessed) are silicate rocks containing noncrystalline carbon with a metastable structure, which is incapable of graphitization («the shungit carbon»). The content of the shungit carbon varies within a broad range of concentrations: from 0,5% (the shungit sales) to 98% (shungit of the I kind). The most representative are rocks containing 30–60% of carbon (shungit III and shungit II); their prospected reserves are assessed as hundreds of millions tons. The association «Carbon-Shungit» is in charge of the Zazhugin deposit and the production of shungit III. Table 2 presents the substance composition of this kind of shungit.

ТАБЛИЦА 2. Вещественный состав (усредненный) шунгита III

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ (% ВЕС)		МИКРОЭЛЕМЕНТЫ (МКГ/Г)	
C	- 37,0	MgO	- 0,7
SiO ₂	- 51,8	CaO	- 0,14
TiO ₂	- 0,13	Na ₂ O	- 0,86
Al ₂ O ₃	- 2,6	K ₂ O	- 0,9
Fe ₃ O ₄	- 2,1	H ₂ O	- 0,4
FeO	- 0,22		-
MnO	- 0,003	кварц	- 44,0
		L*	- 19,0
		U	- 2,2
		Th	- 4,1
		Eu	- 2,0
		Cr	- 200,0
		Cs	- 0,37
		Co	- 7,0
		Ce	- 27,0
		Ta	- 0,21
		Yb	- 0,97
		Tb	- 0,47
		Hf	- 1,2
		Sb	- 0,35
		Se	- 1,3
		Ba	- 153,0
		La	- 18,0

L* – сложные алюмосиликаты

TABLE 2. Substance (averaged) composition of shungit III

BASIC COMPONENTS (% MASS)			MICROELEMENTS (MKG/G)		
C	- 37,0	MgO - 0,7	U	- 2,2	Ta - 0,21
SiO ₂	- 51,8	CaO - 0,14	Th	- 4,1	Yb - 0,97
TiO ₂	- 0,13	Na ₂ O - 0,86	Eu	- 2,0	Tb - 0,47
Al ₂ O ₃	- 2,6	K ₂ O - 0,9	Cr	- 200,0	Hf - 1,2
Fe ₃ O ₄	- 2,1	H ₂ O - 0,4	Cs	- 0,37	Sb - 0,35
FeO	- 0,22	-	Co	- 7,0	Se - 1,3
MnO	- 0,003	quarts - 44,0	Ce	- 27,0	Ba - 153,0
		L* - 19,0			La - 18,0
L* - complex aluminosilicates					

Наличие в породе шунгитового углерода придает ей целый комплекс специфических свойств. По реакционной способности шунгитовый углерод является более активным, чем другие модификации углерода (графит, кокс). Очевидно, вследствие этого обстоятельства дробленые шунгитовые породы обладают сорбционной и каталитической активностью (10). Лабораторными опытами было установлено, что на поверхности шунгитов сорбируются, либо каталитически разлагаются содержащиеся в воде вредные для человеческого организма вещества: тяжелые металлы, хлор, соединения фосфора и азота, и хлорорганические вещества (три- и тетрагаллометаны), ацетон, фенолы, а так же соединения диоксинового ряда (ПХДД и ПХДФ).

Было также установлено, что свежеземлотые шунгитовые породы обладают ярко выраженными бактерицидными свойствами.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ С ШУНГИТОВЫМИ ПОРОДАМИ

В самых первых экспериментах по изучению механизма очистки воды шунгитами был установлен еще один немаловажный факт, имеющий принципиальное значение для разработки технологии глубокой очистки и кондиционирования воды на основе природных процессов самоочищения: свежедробленые шунгитовые породы, приведенные в контакт с водой меняют величину pH, сдвигая ее в кислую область.

The presence of shungit carbon in the rock is responsible for a whole number of specific properties of the rock. With regard to its reaction capability, shungit carbon is more active than other carbon modifications (graphite, coke). Apparently, it is due to this circumstance that crushed shungit rocks possess the sorptive and catalytic activity (26). Laboratory experiments have revealed that substances harmful for the human organism and contained in water are absorbed or catalytically decomposed on the shungit surface: among these, there are heavy metals, chlorine, phosphorus and nitrogen compounds, chlororganic substances (tri- and tetrahalometanes), acetone, phenols, and also the dioxine series compounds.

It has also been established that freshly ground shungit rocks possess pronounced bactericide properties.

INTERACTIONS BETWEEN ORGANIC SUBSTANCES AND SHUNGIT ROCKS

In the course of the very first experiments on studying the mechanism of water purification by shungits, an important fact has been established which is of principal significance for the development of the method of deep purification and conditioning of water on the basis of natural self-purification processes: freshly crushed shungit rocks put in contact with water change the pH value, shifting it to the acid area. There, the value and time of

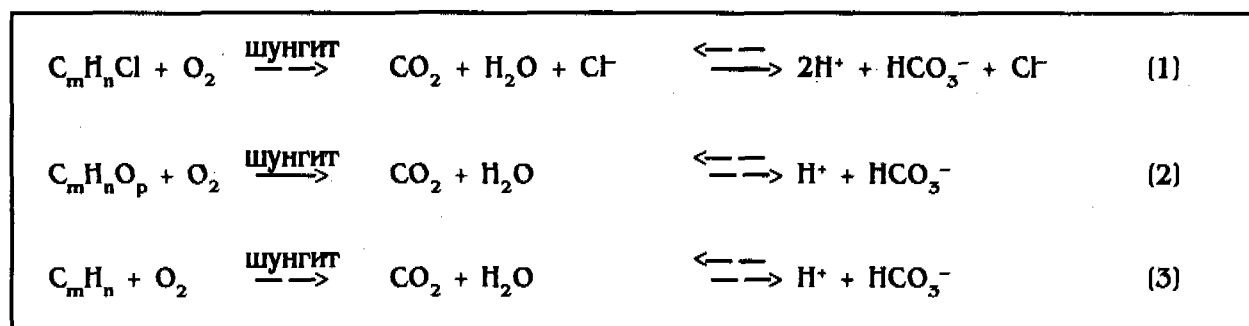
При этом величина и время изменения pH зависит от содержания и класса примесей органических веществ в исходной воде, а также от способа подготовки и активации поверхности шунгита перед опытами (рис 1).

Тщательное изучение и анализ имеющейся в распоряжении авторов информации позволили сделать предположение, что наличие активных кислотных групп на углеродной поверхности шунгита вызывает окислительную деструкцию органических соединений. Наличие таких групп – слабых (фенольных), средних (карбоксильных, лактонных) и сильных (карбоксильных, кислотных) было показано в работах (5, 26).

Обобщенные схемы протекающих при этом реакций выглядят в этом случае в самом упрощенном виде следующим образом:

changing of pH depend on the content and class of the impurities of organic substances in the initial water, as well as on the technique of preparation and activation of the shungit surface prior to the experiments (Fig.1).

A thorough study and analysis of information available have made it possible for the authors to suppose that the presence of active acid groups on the carbon surface of shungit causes an oxidative destruction of organic compounds. The presence of such groups: weak (phenol), medium (carboxyl, lactone) and strong (carboxyl, acid) has been proved in (5, 26). The generalized schemes of reactions taking place have the following outline in the simplest possible form:



Если принять гипотезу окислительной деструкции органических соединений при их взаимодействии с шунгитовыми породами, то основным веществом, подлежащим определению в качестве продукта реакции (1-3) будет диоксид углерода, образующий в воде карбонат и гидрокарбонат-ионы.

В лабораторных условиях были проведены исследования взаимодействия шунгита с водой, загрязненной различными органическими соединениями. В качестве галогенорганических соединений использовали хлороформ и дихлорэтан, кислородсодержащих – пропиловый и бутиловый спирты, углеводородов – бензол и толуол. Используемая в опытах вода подвергалась предварительной глубокой очистке путем двойной дистилляции, пропускания через слой активного угля и повторной двойной дистилляции. Исследования проводились в режиме непроточного контакта, моделирующего состояния вод Онежского озера над подводными выходами шунгито-

If one assumes the hypothesis of oxidative destruction of organic compounds when they interact with shungit rocks, the basic substance which is to be determined as a product of reactions (1-3) will be carbon dioxide which forms carbonate- and hydrocarbonate- ions in water.

Investigations have been made under laboratory conditions of the interaction between shungit and water polluted by various organic compounds. Chloroform and dichlorethane were used as halorganic compounds, butyl and propyl alcohols as oxygen-containing compounds, and benzene and toluene as hydrocarbons. The water used in the experiments was subject to preliminary deep purification by way of double distillation, filtering through a layer of activated carbon and one more double distillation. The investigations were conducted in the regime of non-flow contact which modelled the state of waters of lake Onega over subwater deposits of Shungit rocks. Shungit of kind III of the Zazhagin deposition,

вых пород. Для исследований был взят шунгит разновидности III Зажогинского месторождения, измельченный и отсеянный до крупности частиц 1 – 3 мм. Массовое отношение шунгит-модельный раствор составляло в ходе опытов 1 : 15. Косвенным показателем наличия химических взаимодействий при контакте шунгита с модельным раствором было постепенное уменьшение pH последнего. Величина pH стабилизировалась в кислой области после 2 – 7 часов контактирования модельных растворов с шунгитом в зависимости от природы находящегося в растворе органического соединения. Обобщенные результаты изменений величин pH в ходе опытов представлены на рис. 1.

Классы органических загрязнений:

1. Спирты (концентрация 35 мг/л)
2. Ароматические углеводороды (концентрация 30 мг/л)
3. Хлорорганические загрязнения
4. Дистиллированная вода (концентрация 200 мг/л)

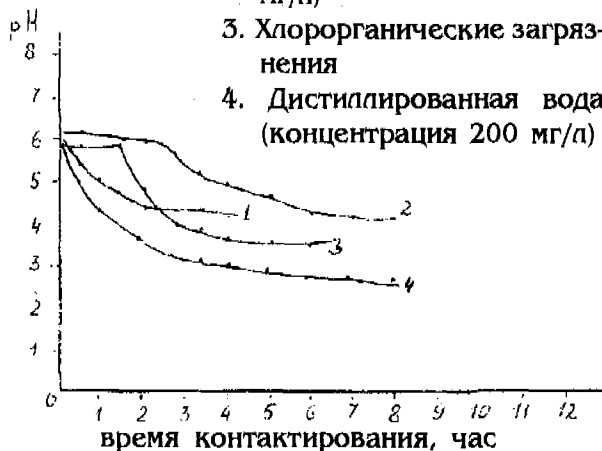


РИС. 1 Изменение величины pH обезвреживаемой воды в ходе контактирования с шунгитом III (грансостав 1 – 3 мм; соотношение Т/Ж = 1 : 15)

Кривые рис. 1 показывают, что при непроточном контакте шунгита с раствором происходит снижение величины pH, достигающее спустя 4 часа при 20 °C значений от 5 (загрязнитель-спирты) до 3,5 (загрязнитель-хлорорганические соединения). В соответствии с этими данными время контакта загрязненных вод с шунгитом было выбрано для спиртовых примесей 2–2,5 часа, для примесей хлорорганических соединений – 4,5 – 5 часов, для примесей ароматических углеводородов – 6,5 – 7 часов.

ground and sifted out to the particle size of 1 – 3 mm, was chosen for the investigation. The mass ratio «shungit-model solution in the course of experiment constituted 1:15. An indirect indicator of the presence of chemical interactions at the contact of shungit and the model solution was gradual decrease of the pH of the latter. The pH value was stabilized in the acid region 2 – 7 hours after the contact between the model solution and shungit, depending on the nature of the organic compound in the solution. Fig 1. shows summarized results of changes in the pH values in the course of the experiments.

Organic pollution:

1. Alcohols (35 mg/l)
2. Aromatic hydrocarbons
3. Chloroorganic pollutions
4. Distilled water (200 mg/l)

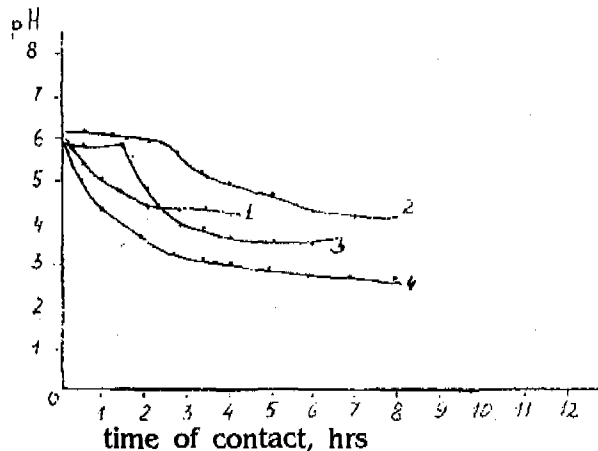


FIG. 1 pH variation during contact of water with shungit III.

The curves in Fig.1 show that at non-flow contact between shungit and the solution, the pH value decreases, reaching after 4 hours of contact at 20°C. The values from 5 (pollutant-alcohols) to 3,5 (pollutant – chloroorganic compounds). In agreement with these data, the duration of contact between polluted waters and shungit has been chosen: 2,0 – 2,5 hrs for alcohol impurities; 4,5 – 5,0 hrs for chloroorganic impurities, and 6,5 – 7,0 hrs – for aromatic hydrocarbons.

По завершению опыта шунгит отделялся от модельного раствора и адсорбированные на его поверхности вещества (исходные загрязнения и вероятные продукты их деструкции) отгонялись с водяным паром. Одновременно проводились холостые опыты по обработке водяным паром чистого шунгита, не вступавшего в контакт с модельными растворами. В ходе опытов определялись: исходная и конечная концентрация загрязнений в воде; фоновая и конечная концентрация диоксида углерода в воде, концентрация загрязнений и диоксида углерода в паров. концентрате. Из представленных данных (табл. 3) видно, что шунгит по отношению к органическим соединениям проявляет слабую адсорбционную и высокую каталитическую активность. Следовательно характер воздействия шунгита на органические соединения преимущественно каталитический.

After the experiment has been completed, shungit was separated from the model solution, and substances absorbed on its surface (initial pollutants and probable destruction products) were distilled off with water vapour. Simultaneously, idle experiments on clean shungit treatment by water vapour were conducted, a shungit never contacting the model solution. In the course of the experiments the following values were estimated: initial and final concentrations of water pollution; the background and finite concentrations of carbon dioxide in water; the concentrations of pollution and carbone dioxide in the water vapour concentrate. It can be seen from the data presented (see Table 3) that, with respect to organic compounds, shungit demonstrates a weak adsorptive and a strong catalytic activity. It follows that the nature of the effect of shungit on organic compounds is mostly catalytic.

ТАБЛИЦА 3. Обобщенные результаты процесса непроточного контактирования шунгита с модельными растворами органических загрязнителей

Класс органич. загрязнителя, в модельном растворе	Хлорорганич. соединения	Спирты	Ароматические углеводороды
Относительное к-во органич. загрязнителя в исходном р-ре	100	100	100
Относительное к-во органич. загрязнителя в модельном р-р после контакта с шунгитом, %	0,2 - 5,0	0,1 - 2,0	0,4 - 4,0
Степень очистки воды от органического загрязнения, %	95,0 - 99,8	98,0 - 99,9	96,0 - 99,6
Относительное к-во органич. загрязнителя адсорбированного на шунгите, %	3,0 - 8,0	4,0 - 10,0	2,0 - 4,0
Отн. к-во продуктов деструкции органического загрязнителя в очищенной воде, %	86,0 - 88,0	83,0 - 90,0	89,0 - 93,0
Отн. к-во продуктов деструкции органического загрязнителя, адсорбированного на шунгите, %	4,0 - 5,0	4,0 - 6,0	2,0 - 5,0
pH исходного модельного р-ра	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0
pH модельного р-ра после контакта с шунгитом	3,0 - 4,0	3,5 - 4,5	3,0 - 4,5

TABLE 3. Summarized results of the process of non-flow contact between shungit and model solutions of organic pollutants.

Class of organic pollutant in model solution	Clororganic compounds	Alcohols	Aromatic Hydrocarbons
Relative ammount of organic pollutant in initial solution, %	100	100	100
Relative ammount of organic pollutant in model solution after its contact with shungit, %	0,2 - 5,0	0,1 - 2,0	0,4 - 4,0
Extent of water purification from organic pollution, %	95,0 - 99,8	98,0 - 99,9	96,0 - 99,6
Relative ammount of organic pollutant adsorbed on shungit, %	3,0 - 8,0	4,0 - 10,0	2,0 - 4,0
Relative ammount of products of destruction of organic pollutant in purified water, %	86,0 - 88,0	83,0 - 90,0	89,0 - 93,0
Relative ammount of products of destruction od oeganic pollutant adsorbed on shungit, %	4,0 - 5,0	4,0 - 6,0	2,0 - 5,0
pH of initial model solution	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0
pH of model solution after its contact with shungit	3,0 - 4,0	3,5 - 4,5	3,0 - 4,5

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ШУНГИТОВЫМИ ПОРОДАМИ

Механизм взаимодействия шунгита с загрязняющими воду ионами тяжелых и других токсичных металлов в присутствии органических соединений отличается определенным своеобразием из-за того, что при контакте шунгита с водой происходит постепенное снижение pH с уходом ее в кислую область. Снижение pH и присутствие диоксида углерода должны вызывать интенсивный переход находящихся в водорастворимых формах металлов в нерастворимые карбонатные формы. Для подтверждения этого были

INTERACTIONS BETWEEN HEAVY METAL IONS AND SHUNGIT ROCKS

The mechanism of the interaction between shungit and the ions of heavy and other toxic metals polluting water, in the presence of organic compounds, is somewhat peculiar, because, at the contact between shungit and water, a gradual decrease of pH takes place as it is displaced to the acid region. The decrease in pH and the presence of carbon dioxide must cause an intensive transition of metals in water-soluble forms to non-soluble carbonate forms. To confirm this, experiments have been performed on model solutions with the addition

поставлены опыты на модельных растворах с добавлением водорастворимых солей (хлоридов) некоторых металлов. Исходные концентрации металлов подбирались таким образом, чтобы приблизить их значения к содержанию в реальных объектах, например в поверхностных водах Финского залива в районе поселка Ольгино.

Эти концентрации составляли (мг/дм³):

$Fe^{+3} - 0,3$; $Cr^{+3} - 0,5$; $Al^{+3} - 0,1$; $Hg^{+2} - 10^{-4}$;
 $Zn^{+2} - 3 \times 10^{-2}$; $Be^{+1} - 4 \times 10^{-4}$; $Sn^{+2} - 0,1$.

Величины концентраций варьировались в достаточно широком диапазоне. Концентрации органических загрязнений были такими же, как и в первой серии опытов. В ходе опытов шунгит взаимодействовал в режиме непроточного контакта с модельными растворами, содержащими органические загрязнения и хлориды металлов. Время опыта устанавливали до полной стабилизации величины pH в кислой области. Характерным фактором, свидетельствующим в пользу предположения об образовании нерастворимых соединений токсичных металлов, было появление медленно осаждающейся взвеси в ходе контактирования шунгита с модельными растворами.

По завершению опыта шунгит отделяли от модельного раствора фильтрованием. При этом на фильтре удерживался не только шунгит, но и взвесь. Фильтр и шунгит отмывали от взвеси, после чего шунгит обрабатывали 5% соляной кислотой для смыва адсорбированных на его поверхности ионов. В ходе опытов определялись: исходная и конечная концентрация загрязняющих металлов в воде, концентрация металлов в солянокислом растворе. В итоге определений рассчитывался материальный баланс опыта. В табл. 4. представлены результаты исследований непроточного контактирования шунгита с модельными растворами хлоридов металлов в присутствии органических загрязнителей. Необходимо отметить, что природа органического загрязнения не оказывала заметного влияния на очистку растворов от металлов.

of water-soluble salts (chlorides) of some metals. Initial metal concentrations were selected so that their values were close to their content in real objects, e.g. in surface waters of the Gulf of Finland, in the vicinity of suburban settlement Olgino.

These concentrations constituted (mg/l):

$Fe^{+3} - 0,3$; $Cr^{+3} - 0,5$; $Al^{+3} - 0,1$; $Hg^{+2} - 10^{-4}$;
 $Zn^{+2} - 3 \times 10^{-2}$; $Be^{+1} - 4 \times 10^{-4}$; $Sn^{+2} - 0,1$.

The concentration values varied within a sufficiently broad range. The concentrations of organic pollutants were the same as in the first round of experiments. During the experiments, shungit interacted in the regime of non-flow contact with model solutions containing organic pollutants and chlorides of metals. The duration of the experiments was dependent on the time necessary for complete stabilization of the pH value in the acid region. A characteristic indicator of the validity of the assumption about the formation of non-soluble compounds of toxic metals, was the emergence of slowly depositing suspended matter in the course of the contact between shungit and model solutions.

After the experiment was completed, shungit was separated from the model solution by filtration. Not only shungit remained on the filter, but also suspended matter. The filter and shungit were washed from the suspended matter, after which shungit was treated with 5%-hydrochloric acid to remove ions adsorbed on its surface. The following values were determined: the initial and final concentrations of polluting metals in water; the metal concentration in the hydrochloric acid solution. Finally, the material balance of the experiment was calculated. Table 4 shows the results of the investigations of non-flow contact between shungit and model solutions of metal chlorides in the presence of organic pollutants. It should be noted, that the nature of organic pollution did not much influence the purification of the solutions from the metals.

ТАБЛИЦА 4. Результаты процесса непроточного контактирования шунгита с модельными растворами хлоридов тяжелых металлов.

металл	содержание мкг/мл	
	в исходном р-ре	после контакта
Fe ⁺³	1.0	0.0001
Cr ⁺³	0.5	0.0005
Hg ⁺²	0.1	<0.0001
Zn ⁺²	0.05	0.0003
Be ⁺¹	0.0005	<0.000005
Sn ⁺²	0.1	0.0006

TABLE 4. Results of the process of non-flow contact between shungit and model solutions of heavy metals chlorides

metal	content mkg/ml	
	in initial sol.	after contact
Fe ⁺³	1.0	0.0001
Cr ⁺³	0.5	0.0005
Hg ⁺²	0.1	<0.0001
Zn ⁺²	0.05	0.0003
Be ⁺¹	0.0005	<0.000005
Sn ⁺²	0.1	0.0006

Результаты опытов показывают, что большая часть двух- и трехвалентных металлов (77 - 96%) выводится из растворов за счет образования нерастворимых соединений, а меньшая часть (4 - 23%) адсорбируется на шунгите. Сорбционная способность шунгита III для металлов различной валентности (I, II, III) были оценены с помощью радиоактивных индикаторов. Опыты проводились с изотопами Eu¹⁵², Co⁶⁰, Cs¹³⁴ в режиме непроточного контакта в разбавленных растворах (концентрации менее 10 мкг/дм³). Была определена зависимость коэффициентов распределения от pH раствора. Оказалось, что максимум сорбции для Eu⁺³ лежит в нейтральной области (pH 6 - 7, коэффициент распределения ~ 3200), для Co⁺² и Cs⁺¹ в кислой области (pH 2 - 3, коэффициент распределения ~ 300) Как и следовало ожидать сорбционная емкость шунгита невелика - порядка 23 мкг-

The results of the experiments show that the major part of bivalent and trivalent metals (77 - 96%) is removed from the solutions due to formation of non-soluble compounds, and the smaller part (4 - 23%) is adsorbed on shungit. The sorptive capability of shungit for metals of different valency (I, II, III) was estimated with radioactive indicators. The experiments were conducted with isotopes Eu¹⁵², Co⁶⁰, Cs¹³⁴ in the non-flow contact regime in diluted solutions (the concentrations of less than 10 mkg/l). The dependence of distribution coefficients on the pH of the solution was determined. It has been found that the sorption maximum for Eu⁺³ is in the neutral region (pH is 6 - 7, distribution coefficient is about 3200), for Co⁺² and Cs⁺¹ - in the acid region (pH is 2 - 3, distribution coefficient is about 300). As might be anticipated, the sorptive capacity of shungit is not

экв/г. Это объясняется невысокой развитой поверхностью шунгита III, которая составляет 10–15 кв. м. /г. Опыты с радиоактивными индикаторами еще раз подтвердили тот факт, что высокая удерживающая способность шунгитами двух- и трехвалентных металлов происходит в основном за счет образования труднорастворимых соединений. Но металлы в загрязненных органическими веществами водах находятся в виде устойчивых комплексов. Для того, чтобы их осадить в виде карбонатов или гидроокисей необходимо разрушить эти комплексы. Специальной серией опытов было установлено, что на удаление шунгитом железа (III) из водных растворов не влияет присутствие таких комплексообразователей, как гуминовые кислоты, хлоридионы и даже этилендиаминтетрауксусная кислота. Здесь можно высказать предположение, что и в этом случае проявляются каталитические свойства шунгитовых пород.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ШУНГИТА

Исследования возможности использования шунгита III в технологии водоочистки и водоподготовки начаты совсем недавно – в конце 80 годов. В одной из первых работ в этом направлении было показано, что шунгит обладает способностью удалять из сточных вод не только органические вещества и тяжелые металлы, но и обеззараживать воду (9), освобождая ее от бактериальных клеток и фагов. Исследования проводились на сточных водах городских очистных сооружений Санкт-Петербурга, прошедших биологическую очистку. Вода с исходной концентрацией клеток 10^4 – 10^6 кое/мл пропусклась через слой шунгита с размером частиц 0,5 – 1,0 мм. со скоростью 0,1 см/мин. При таких условиях наивысший коэффициент очистки составил 10, а бактериофаги удалялись полностью. Попутно было обнаружено эффективное удаление шунгитом фосфора из сточных вод. Способность шунгита обеззараживать воду была подтверждена в работе (8) на водах Петрозаводской губы Онежского озера. Механизмы всех этих явлений пока еще до конца не изучены и не объяснены.

large – of the order of 25 mkg-eqw/g. This is due to underdeveloped surface of shungit III which is 10–15 m/g. Experiments with radioactive indicators have once more confirmed the fact that the high holding capacity of shungits with regard to bi- and tri- valent metals is due mainly to the formation of slightly soluble compounds. But metals in waters, polluted by organic substances have the form of stable complexes. In order to deposit them as carbonates or hydroxides, these complexes must be destroyed. A special series of experiments has established that iron (III) is removed by shungit from water solutions without any influence of such complex formers in the water as humic acids, chloridions and even ethylene-diamin-4-acetic acid. One may assume that here the catalytic properties of the shungit rocks are also demonstrated.

BACTERICIDAL PROPERTIES OF SHUNGIT

Investigations of the possibilities of using shungit III for water purification and treatment have been started very recently – in the late 80s. One of the first investigations in this direction has brought about the conclusion that shungit has the capability of removing from the sewage water not only organic substances and heavy metals, but also of disinfecting water (9) by removing from it bacterial cells and phages. The investigations were carried out for sewage water of St. Petersburg, first treated in systems of biological purification. Water with initial cell concentration of 10^4 – 10^6 E. Coli/ml was put through a shungit layer with the particle size of 0.5 – 1.0 mm, at the rate 0.1 cm/min. Under these conditions the highest purification coefficient was 10, and bacteriophages were removed altogether. It has also been found that shungit is very effective in removing phosphorus from sewage water. This capacity of shungit to disinfect water has been confirmed in paper (8) describing an experiment in the Petrozavodsk Mouth of lake Onega. The mechanisms of all these phenomena have not yet been properly studied and explained so far.

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ
И КОРРЕКЦИЯ ЕЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД**

На основании приведенных выше наших экспериментальных данных и сведений, полученных другими исследователями можно сделать вывод о большой роли шунгитовых пород в формировании питьевых вод природных источников Заонежья. Также известно, что лечебные Марциальные источники также формируются в местах залегания шунгитов.

Однако, обработанная шунгитом вода имеет кислую реакцию и непригодна для питья. Тщательное изучение геологического строения, порядка залегания вмещающих пород и гидрологического режима вблизи упомянутого выше источника «Царицын ключ» позволило прийти к выводу о том, что кроме шунгитовых пород в формировании питьевой воды высокого качества принимают участие и другие породы. Это прежде всего карбонатные и кремнистые породы, пески и глины. Математическое, а затем лабораторное моделирование природных процессов привели к следующей схеме технологии водоподготовки (рис. 2).

**TECHNOLOGY OF WATER PURIFICATION
AND CORRECTION OF ITS SALT
COMPOSITION USING SHUNGITE ROCKS**

On the basis of our own and other investigations, it may be concluded that the role of shungit rocks in the formation of drinking water of natural sources in Zaonezhye. It is also known that medicinal Martial watersources are also formed in areas of Shungit depositions.

However, processed water (shungit-treated) has an acid reaction and is not suitable for drinking.

A thorough study of the geological structure, the position of rocks and the hydrological regime in the vicinity of the above-mentioned source «Tsaritsyn Kluch» has made it possible to conclude that, apart from shungit rocks, there are other rocks that participate in the formation of high quality drinking water. Among these, the first come carbonate and silicate rocks, sands and clays. Mathematical, and later laboratory modelling of natural processes resulted in the following scheme of the technology of the water treatment (Fig.2).

РИС. 2. Схема технологии доочистки и кондиционирования водопроводной воды на основе моделирования природных процессов самоочищения.

очищаемая вода (водопроводная)	шунгит. фильтр	карбонатная порода	песчаный фильтр	керамич. фильтр	накопитель очищенной воды
--------------------------------	----------------	--------------------	-----------------	-----------------	---------------------------

FIG.2. Scheme of the technology of additional purification and conditioning of tap water on the basis of modelling of natural processes of self-purification.

tap water	shungit filter	carbonate rock	sand filter	ceramic filter	reservoir of purified water
-----------	----------------	----------------	-------------	----------------	-----------------------------

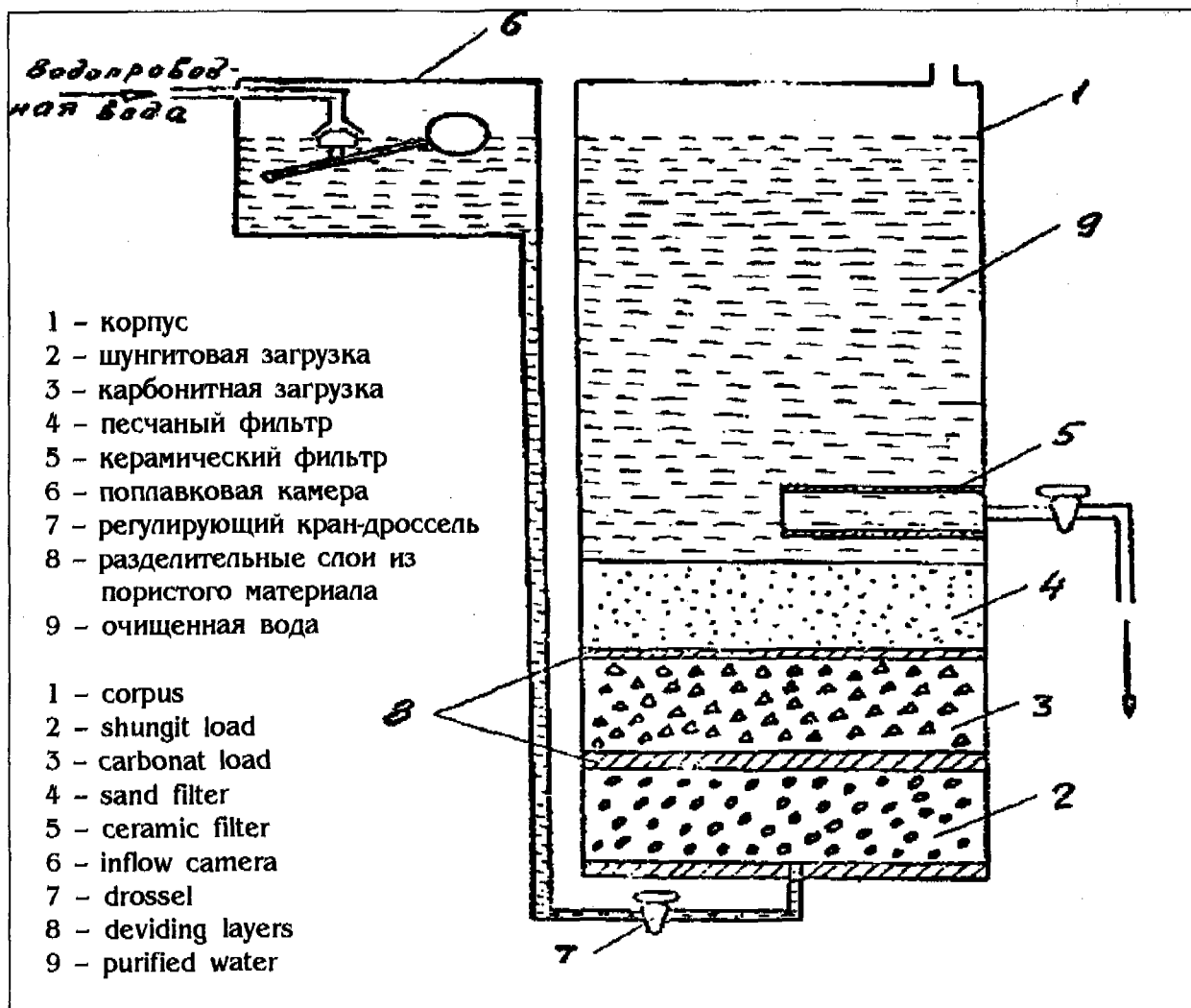


РИС. 3 Конструкция модуля глубокой очистки питьевой воды с поплавковой камерой (модель 2).

Производительность 0,5–1000 м³/сут.

Были определены также время контакта подземных вод с данными породами, их природные соотношения и оценены скорости фильтрации. Эти условия были воспроизведены на лабораторных моделях. Первая лабораторная модель (рис. 3) имела следующие параметры:

- линейная скорость фильтрации 0,5 – 1,0 мм/мин
- соотношение компонентов А: Б: В = 1: 0,5: 0,5
- элементы загрузки:
 А - высота 250 мм, диаметр 70 мм,
 Б - высота 150 мм, диаметр 70 мм,
 В - высота 150 мм, диаметр 70 мм.

На данной модели были получены основные исходные данные для модульных конструкций проточного типа различной производительности (рис. 4).

FIG. 3 Module of installation for deep purification of water.

The duration of the contact of underground water with these rocks has been determined, and the filtration rates have been estimated. These conditions have been reproduced in laboratory models. The first laboratory model (Fig.3) had the following parameters:

- linear filtration rate 0.5 – 1.0 mm/min;
- relationship between components A:B:C = 1: 0.5: 0.5;
- loading elements:
 A - height 250 mm, diameter-70 mm,
 B - height 150 mm, diameter-70 mm,
 C - height 150 mm, diameter-70 mm

Using this model the basic initial data for module constructions of flow type of different productivity have been obtained (Fig.4).

ТАБЛИЦА 5. Показатели качества доочистки и кондиционирования водопроводной воды.

КОМПОНЕНТ	ИСХОДНАЯ ВОДОПРОВОДНАЯ ВОДА мг/, л	ОЧИЩЕННАЯ ВОДА, мг/л
кремний	< 0,1	1,3
алюминий	0,4	< 0,005
железо	0,58	< 0,001
марганец	0,04	< 0,001
медь	0,005	< 0,001
кадмий	0,0008	< 0,0001
цинк	0,2	< 0,001
кобальт	0,01	< 0,001
кальций	10	20
магний	2,1	3,6
ацетон	0,001	< 0,00001
бензол	0,004	< 0,0001
толуол	0,0007	< 0,00002
хлороформ	0,02	< 0,0003
дихлордифенил трихлорэтан (ДДТ)	0,00015	< 0,000005
pH	6,7	7,05
HCO ₃	0,5	4,5
сухой остаток	50,4	300,5
общая жесткость	2,5	6,8

TABLE 5. Indices of quality of additional purification and conditioning of tap water

COMPONENT	INITIAL TAP WATER, mg/l	PURIFIED WATER, mg/l
silicon	< 0,1	1,3
aluminium	0,4	< 0,005
iron	0,58	< 0,001
manganese	0,04	< 0,001
copper	0,005	< 0,001
cadmium	0,0008	< 0,0001
zinc	0,2	< 0,001
cobalt	0,01	< 0,001
calcium	10	20
magnesium	2,1	3,6
acetone	0,001	< 0,00001
benzene	0,004	< 0,0001
tolylene	0,0007	< 0,00002
chloroform	0,02	< 0,0003
dichlorodiphenyl- trichlorethane	0,00015	< 0,000005
pH	6,7	7,05
HCO ₃	0,5	4,5
dry residues	50,4	300,5
total hardness	2,5	6,8

Эффективность очистки и кондиционирования воды, полученной с помощью лабораторной установки на водопроводной воде Санкт-Петербурга приведены в таблице 5.

The efficiency of water treatment with the help of laboratory installation, using the tap water of St. Petersburg, is illustrated by Table 5.

Comparison of data presented in Tables 1 and 5 shows that water, purified and conditioned according to proposed scheme, in its chemical composition (for the basic components, at least) is close to the natural water of Zaonezhye sources.

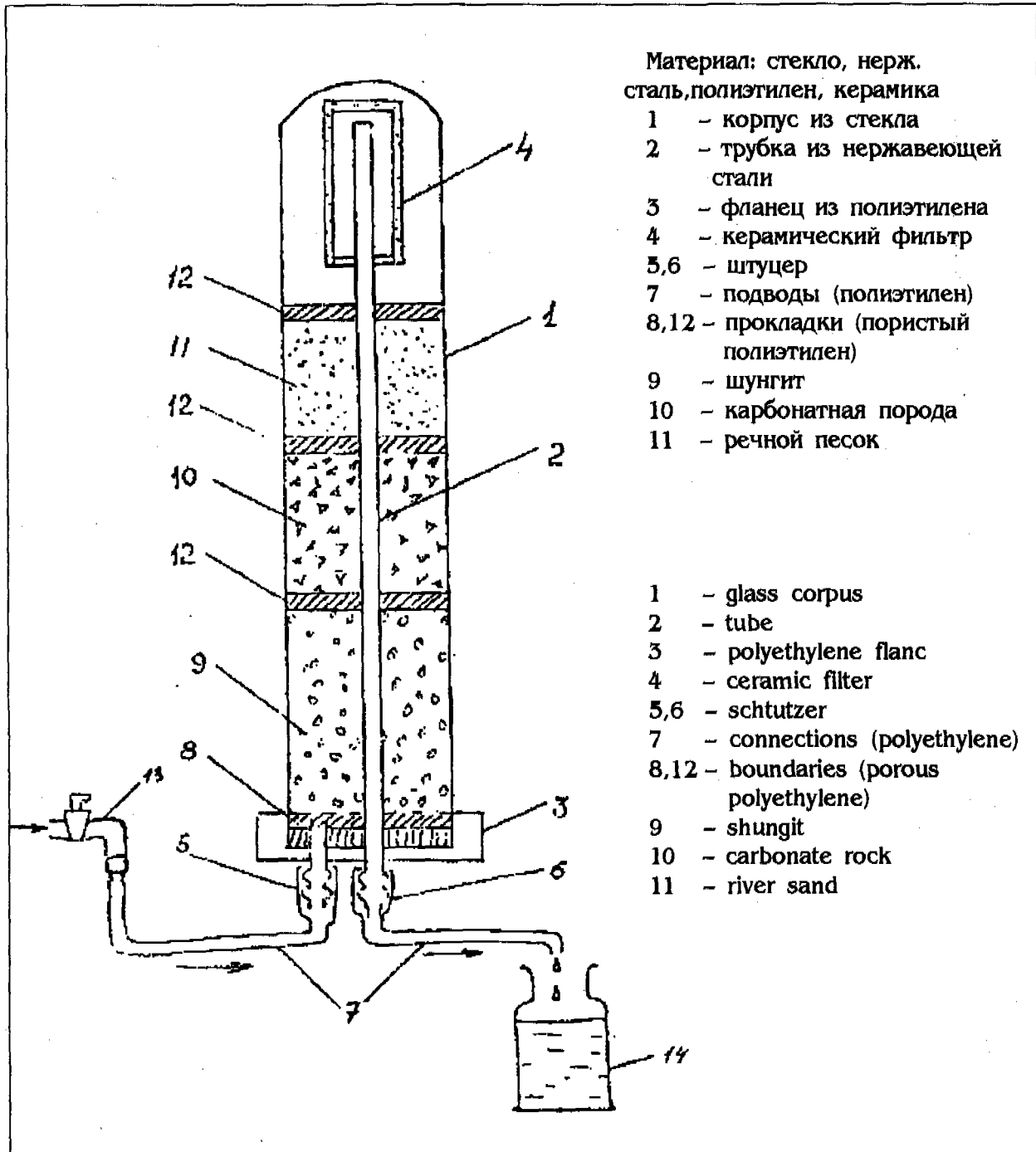


РИС. 4. Устройство для глубокой очистки и кондиционирования питьевой воды производительностью 20 л/сут.

FIG. 4. Installation for deep drinking water purification and conditioning.

Если сравнить данные таблицы 1 с данными таблицы 5, то можно сделать вывод, что воды очищенные и кондиционированные по предлагаемой схеме близки по химическому составу (по крайней мере в отношении основных компонентов) к природным водам Заонежских источников.

Разберем, какую роль выполняют составные элементы схемы природной очистки воды.

О роли шунгита-первой стадии очистки – достаточно подробно говорилось в первой части данной работы: это удаление из воды тяжелых металлов, деструкция и сорбция органических веществ. После шунгитового фильтра вода имеет кислую реакцию ($\text{pH}=3$), которая обусловлена наличием в воде анионов карбоновых кислот, обнаруженных на поверхности шунгита (26). Свой вклад в кислотность воды вносит также Cl^- , если через шунгитовый фильтр пропускается хлорированная водопроводная вода. Хлор-ион образуется также из хлорорганических соединений при их окислительно-каталитической деструкции на шунгите.

Далее вода проходит через карбонатную загрузку. Кислая вода реагирует с природными карбонатами, при этом возрастает величина pH , а в раствор переходят кальций и магний. Карбонатный фильтр играет очень важную роль для кондиционирования воды по солям жесткости. Подбором карбонатных пород различного состава и генезиса можно варьировать параметр жесткости в очень широком диапазоне, что открывает путь к получению по предлагаемой технологии высокоминерализованных, лечебных вод. Причем это происходит естественным путем, на основе природных загрузок. На этой стадии было испытано более 15 разновидностей карбонатсодержащих пород – мел, мрамор, известняк, различные виды доломитов и др. Нейтрализация кислой воды шунгитом происходила практически со всеми видами карбонатных пород, однако органолептические качества были неудовлетворительными (известковый привкус). Наилучшие результаты были получены с карбонат-кремнистыми осадочными породами доломитового типа, большие запасы которых имеются в Ленинградской области. Эти породы образовались в древних морях из диатомовых водорослей и беспозвоночных. По составу и биологической активности они близки к современным кораллам,

Let us examine the role of composite elements of the scheme of natural water purification.

The role of shungit in the first stage of purification has been described in detail in the first half of this paper: it consists in removal from water of heavy metals, destruction and sorption of organic substances. After treatment with a shungit filter, water has an acid reaction ($\text{pH}=3$) which is due to the presence of anions of carbon acids in the water which have been found on the shungit surface (26). Chlorine also contributes to the water acidity if chlorinated tap water is put through the shungit filter. Chlorine-ion is also formed from chlororganic compounds during their oxidation – catalytic destruction on shungit.

Later water is put through carbonate loading. Acid water react with natural carbonates, and during the process the pH value increases, whereas calcium and magnesium are transmitted to the solution. The carbonate filter is very important for water conditioning with regard to hardness salts. By way of selection of carbonate rocks of different composition and genesis, it is possible to obtain various hardness parameters over a broad range, which opens the road to the obtainment of medicinal water with a high mineral content, according to the method proposed. And all this occurs in a most natural way, on the basis of natural loadings. At this stage, over 15 kinds of carbon-containing rocks have been tested: chalk, marble, limestone, various types of dolomites, etc. The neutralisation of acid water was achieved with practically all kinds of carbonate rocks; however, its organoleptic properties were unsatisfactory (the limestone touch in its taste). The best results have been obtained with carbonate-silicate deposition rocks of the dolomite type, whose large reserves can be found in the St.Petersbourg region. These rocks were formed in the seas of the past from diatomic algae and the invertebrates. In their composition and biological activity they are close to the contemporary

которые в последние годы стали использоваться для улучшения качества питьевой воды (10, 23, 24).

После карбонатного фильтра нейтрализованная и кондиционированная вода проходит песчаный и керамический фильтры. Для песчаного фильтра использовали обыкновенный речной песок с размерами частиц 0,5 – 1,0 мм, отмытый от взвесей глинистых частиц. На последней стадии стоит керамический фильтр из корунда с размером частиц 15 – 20 микрон. Корундовый фильтр в технологии выполняет ту же роль, что и глина на последней стадии очистки воды в природных источниках. Однако использовать глинистые минералы в технологических схемах неудобно. Расчеты и моделирование показали, что вследствие медленной фильтрации воды природными глинами, размеры фильтра на последнем этапе очистки должны быть в 10 – 15 раз более объемными, чем две предыдущие, а это усложнит конструкции установок. Роль песчаного и глинистого (керамического) фильтров – улучшить органолептические свойства очищаемой воды. Было замечено, что эти свойства связаны с присутствием в воде мелкодисперсных взвешенных частиц, в состав которых входят гидроокиси и труднорастворимые карбонатные соли, образующиеся при реакциях нейтрализации кислой воды на карбонатном фильтре. Эти частицы задерживаются на последних двух стадиях фильтрации.

На лабораторной модели (рис. 3) был также определен рабочий ресурс, т. е. общий объем воды, который можно очистит на данной установке. Ресурс зависит от степени загрязненности исходной воды. На установке (рис. 3) можно очистить и кондиционировать до 700 куб. м водопроводной воды Санкт-Петербурга или около 500 куб.м Невской воды. На лабораторной установке были отработаны также приемы регенерации загрузки после насыщения. Были подобраны простые и эффективные десорбирующие и растворяющие накопившиеся в колонке вредные вещества без ее демонтажа.

Оценка токсичности очищенной воды комплексным методом биотестирования (выживаемость, прирост биомассы, ферментативная активность, интенсивность брожения), проведенная в сертифицированной лаборатории биотестирования научно-иссле-

corals which have in recent years become utilized for the improvement of drinking water quality (10, 23, 24).

After the carbonate filter, the neutralised and conditioned water passes through a sand and ceramic filters. For the sand filter, ordinary river sand washed from clay with the particle size of 0.5 – 1.0 mm was used. A ceramic filter out of corundum, with the particle size of 15–20 micron, forms the last stage of treatment. The corundum filter technologically plays the same role that belongs to clay at the last stage of water purification in natural sources. However, clay minerals are inconvenient for use in technological schemes. Calculations and models have revealed that, due to slow water filtration with natural clays, the filter size at the last stage of purification must be as 10 – 15 times as large, in comparison with the previous two, which would require a very complicated construction of the installation. The role of the sand and clay (ceramic) filters consists in the improvement of organoleptic properties of the purified water. It has been noticed that these properties are related to the presence in the water of finely-dispersed suspended particles, in whose composition there are hydroxydes and slightly-soluble carbonate salts formed in the reactions of neutralization of acid water on a carbonate filter. These particles are held at the last two stages of filtration.

Using the laboratory model (Fig.3) the operational resource has also been determined, i.e. the total volume of water which can be purified by means of this installation. The resource is dependent on the extent of pollution of initial water. The installation makes it possible to purify and condition up to 700 m of the St.Petersburg tap water, or about 500 m of the Neva river water (Fig.3). Using the same laboratory installation, techniques have been tried out of the regeneration of charges after saturation. Simple and efficient desorptive and dissolving substances to remove the accumulated harmful matter from the installation without disassembling the installation.

The estimation of purified water toxicity using a complex method of biotesting (survival rate, biomass growth, fermenting activity, fermentation intensity) performed at a certified biotesting laboratory of the Research Centre for Ecological Safety of RAS (RCES RAS)

довательского центра экологической безопасности РАН на водорослях, дафниях, рыбах и микроорганизмах составили 2 балла по десятибалльной шкале токсичности (водопроводная вода – 5 баллов).

Первичный эффект на организм человека ксенобиотиков, поступающих с водой и пищей – нарушение барьерных и биорегуляторных свойств слизистых желудочнокишечного тракта. Предотвращение их проникновения, удаление из организма, активация механизмов адаптации к действию ксенобиотиков – основные задачи профилактической и оздоровительной медицины.

Установлена способность очищенной и кондиционированной питьевой воды не только предотвращать поступление ксенобиотиков в организм, но и улучшать состояние мембранных барьеров слизистой желудка, клеток крови, тканей, предотвращать развитие дистрофических изменений в слизистой оболочке желудка (14, 15, 25), изменять активность различных ферментов, в частности стимулировать тканевый биоэнергетический обмен, активировать механизмы адаптации организма (3, 6, 15)

Для определения изменения состояния барьерных свойств слизистых желудочнокишечного тракта нами предложено определение изменения отклонения коэффициента диффузного отражения (КДО) кожи в проекции локтевой вены до и после еды. Это отражает изменение в крови пептидов «средней» массы, которое происходит в результате нарушения барьерных свойств слизистых.

Нами предложены критерии оценки патогенетического эффекта ксенобиотиков на мембраны клеток – нарушение устойчивости мембран клеток к повреждающему влиянию поверхностноактивных веществ путем регистрации изменений их объема кондуктометрическим способом. Барьерные функции мембраны определяются не только особенностью ее липидного состава, но во многом зависят от жидкокристаллической структуры самой мембраны, состояния ферментных систем клетки, локализованных в ней. Устойчивость мембраны к различным альтерирующим воздействиям может служить показателем функционального состояния не только самой цитоплазматической мембраны, но и всей клетки в целом. Таким образом, величина изменения среднего объема клеток, обработанных детергентом (по сравнению с

on algae, daphnes, fish and microorganisms, constituted 2 points, according to the 10-point toxicity scale (tap water has 5 points).

The primary effect on the human organism of xenobiotics incoming the body with water and food consists in the disturbance of gastrointestinal mucosal barrier and bioregulatory properties. The prevention of their penetration, removal from the organism, activation of mechanisms of adaptation to the effects of xenobiotics – these are the main targets of prophylactic and health-improving medicine.

It has been established that purified and conditioned drinking water is capable of not only preventing the penetration of xenobiotics into the organism, but also of improving the state of membrane barriers of gastric and duodenal mucosa, blood cells, tissues; of preventing the development of dystrophic changes in gastric mucosa (14, 15, 25), changing the activity of various ferments, in particular, stimulating bioenergetic metabolism, activating mechanisms of the human organism adaptation (3, 6, 15).

To determine changes in the gastrointestinal mucosal barriers we propose to find the deviations of the coefficient of diffuse reflection (CDR) in the projection of the cubital vein before and after a meal. This reflects the change in blood of peptides of the «medium» mass which takes place as a result of the disturbance of gastrointestinal mucosal barrier.

We propose criteria for the assessment of the pathogenetic effect of xenobiotics on the cell membranes – the breaking of the stability of cell membranes to the harmful influence of the surface-active substances by registering the variations in their volume making use the conductometric technique. The barrier functions of the membrane depend not only on the peculiar lipid composition, but, to a great extent, liquid-crystal structure of the membrane itself, the state of the ferment systems of the cell localized in it. The membrane resistance to various altering agents can be an indicator of the functional state of not only cytoplasmic membrane itself, but the entire cell. Thus, the value of the variation of the medium volume of cells treated with a detergent (in comparison with intact ones) may serve as indicator of the rate of destruction of the membranes or the

интактными) может служить показателем скорости разрушения мембран или устойчивости мембран к разрушающему воздействию – «коэффициент устойчивости мембран» (КУМ).

Изменение энергии клеточной поверхности под влиянием ксенобиотиков путем определения коэффициента распределения (КР) клеток между двумя фазами, образованными в водном растворе декстраном и полиэтиленгликолем (с использованием двухфазных водополимерных систем). Изменение функционального состояния клеток связано с перестройкой липидно-белковой структуры плазматической мембраны, проявляется изменением суммарного электрического заряда и гидрофобности клеточной поверхности, которые характеризуют поверхностную энергию клетки и определяют неравномерность распределения клеток между двумя фазами, образованными в водном растворе полимерами (декстраном и полиэтиленгликолем). В соответствии с уравнением Бернстеда коэффициент распределения клеток между фазами (КР) является логарифмической функцией энергии клеточной поверхности. Данный подход позволяет проводить в лабораторных условиях определение биологической активности природных адаптагенов.

Для оценки состояния тканевого биоэнергетического обмена нами предложено чрезкожное определение динамики люминесценции флавопротеинов (ФП) в крови и тканях путем компьютерной фотометрии с применением гипоксической пробы (ингаляция гелийкислородной смеси, гипобарическая гипоксия). Интенсивность люминесценции отражает содержание окисленных форм ФП в крови и тканях. Компьютерный тканевой спектральный анализатор позволяет осуществить оперативный мониторинг состояния цепи тканевого дыхания по содержанию окисленных форм ФП. Нарушения функций во многом определяются изменениями их энергетического обеспечения, которое зависит от работы цепи тканевого дыхания. ФП являются одним из ключевых ее элементов. Люминесценция ФП позволяет судить о степени их окисленности и, таким образом, о функциональном состоянии цепи тканевого дыхания.

Повышение люминесценции ФП более чем в 1,5 раза отмечалось у лиц с удовлетворительной адаптацией что свидетельствовало

stability of the membranes to the destroying impact – «the membrane stability coefficient» (MSC).

The energy of the cell surface is subject to variation under the influence of xenobiotics. It can be determined using the cell distribution coefficient (DC) between two phases formed in a water solution by dextrane and polyethylene glycol (making use of two-phase water polymer systems). The variation of the functional state of cells is related to the reorganization of the lipid-protein structure of the plasmatic membrane, and is manifested as a change in the total electric charge and cell surface hydrophobia which characterize the surface energy of the cell and determine the inhomogenous distribution of cells between two phases formed in the water solution by the polymers (dextrane and polyethylene glycol). In accordance with the Bernstead equation, the distribution coefficient (DC) of cells between the phases is a logarithmic function of the energy of the cell surface. This approach makes it possible to perform in laboratory conditions the determination of biological activity of natural adaptagens.

To assess the state of tissue bioenergetic metabolism, we propose to determine via the skin the dynamics of the luminescence of flavoproteins (FP) in blood and tissue by means of computer photometry, making use of a hypoxic probe. The luminescence intensity reflects the content of oxidized forms of FP in blood and tissue. The computer tissue spectral analyzer enables operational monitoring of the state of tissue respiration chain from the content of oxidized forms of FP. Disturbances of the functions are largely due to variations in their energy supply which is dependent on the operation of tissue respiration chain.

An increase of luminescence by factor of 1.5 and more was found in persons with satisfactory adaptation, which revealed an

об интенсификации работы дыхательной цепи в ответ на гипоксию. При «напряженной» адаптации прирост свечения ФП был незначительным, а при срыве адаптации оно, наоборот снижалось более чем в 2 раза. Это свидетельствует о том, что потенциал адаптации характеризуется интенсификацией работы дыхательной цепи в ответ на гипоксию. Таким образом, динамика люминесценции ФП при гипоксической пробе отражает состояние адаптации и позволяет прогнозировать эффективность адаптогенных воздействий. Наличие положительной динамики свечения ФП при гипоксической пробе до и после использования в течение одного месяца питьевой воды, кондиционированной на шунгитокarbonатных фильтрах (87 чел.), свидетельствует о перспективности ее использования для восстановления потенциала адаптации. Отсутствие этой динамики или «парадоксальная» реакция в виде дальнейшего уменьшения свечения ФП (4 чел.) указывает на отсутствие показаний для ее применения в данных случаях. Т. о. изменение состояния организма под действием адаптогенов может быть охарактеризовано динамикой свечения окисленных форм ФП при проведении гипоксической пробы. Увеличение прироста свечения или изменение направленности его динамики (с уменьшения на увеличение значений) свидетельствует о восстановлении или усилении процессов адаптации и адекватности проводимого лечения. Отсутствие прироста или отрицательная динамика свечения свидетельствуют о его неэффективности.

Использование питьевой воды кондиционированной на шунгитокarbonатных фильтрах – перспективное направление предотвращения патологического эффекта на организм человека неблагоприятных эколого-профессиональных нагрузок.

Результаты влияния питьевой воды, обработанной на шунгитокarbonатных породах на биоэнергетический обмен (люминесценция ФП), функциональное состояние слизистых барьеров желудка и 12-перстной кишки (КДО до и после еды) и состояние плазматической мембраны лимфоидных клеток периферической крови (КУМ и КР) у сотрудников нефтеперерабатывающего предприятия представлены в табл. 6.

intensification of the functioning of the respiration chain in response to hypoxia. With a «strained» adaptation, the growth of the FP luminescence was insignificant, whereas with no adaptation it decreased by over a factor of 2. This shows that the adaptation potential is characterized by the intensification of the functioning of the respiratory chain in response to hypoxia. Thus it can be seen that the dynamics of the FP luminescence during a hypoxia test reflects the state of adaptation and makes it possible to forecast the efficiency of adaptogenic impacts.

The presence of a positive dynamics of FP luminescence in the hypoxic probe before and after drinking during a month water treated with shungit-carbonate filters (87 patients), indicates good perspectives in using such water for restoration of the adaptation potential. The absence of such dynamics or a «paradoxical» reaction – further decrease of the FP luminescence (4 patients) shows that in some cases the method should not be applied. So, a change in the state of the organism under the effect of adaptogens can be characterized by the dynamics of luminescence of oxidized forms of FP when a hypoxic probe is performed. An increase of luminescence or a change in the direction of its dynamics (towards lower or higher values) reveal a restored or enhanced adaptation process and show that course of treatment is adequate. The lack of the increase or a negative dynamics of luminescence show its inefficiency.

The use of shungit-carbonate-filter treated drinking water is a promising application from the viewpoint of possible prevention of the pathological effect on the human organism of unfavourable ecological and professional factors.

The results of the effect of drinking water treated with a shungit-carbonate filter upon the bioenergetic metabolism (the FP luminescence), the gastroduodenal mucosal barriers functional state (CDR before and after a meal), and the state of the plasmatic membrane of lymphoid cells of peripheral blood (MCD and DC) in the workers of a petroleum-processing plant are presented in Table 6.

ТАБЛИЦА 6. Изменение динамики люминесценции флавопротеинов (гипоксическая проба), коэффициентов диффузного отражения, устойчивости мембран лимфоцитов, распределения (энергии клеточной поверхности) у сотрудников нефтеперерабатывающего предприятия (г. Кириши) в результате применения шунгито-карбонатной питьевой воды

ИЗУЧАЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ (x+m)				
ГРУППЫ ОБСЛЕДУЕМЫХ	динамика люминесценции ФП, отн.ед. (гипоксич. проба)	КДО усл. ед	КУМ усл. ед.	КР(ЭКП) усл. ед.
КОНТРОЛЬНАЯ n=20	1,3+0,27	7,4+0,5	4,12+0,16	1,28+0,09
ОСНОВНАЯ n=87	2,25+0,43*	3,7+0,7*	3,10+0,41*	1,66+0,08*

TABLE 6. Variations of the dynamics of FP luminescence (hypoxic probe), SDR, MSC, DC in the workers of a petroleum-processing plant, the town of Kirishi, the St-Petersburg region

Groups of patients tested	Dynamics of luminescence,	FP relative units	CDP, relative units	MSC DC(CSE)** relative units
Control group, n=20	1,3+0,27	7,4+0,5	4,12+0,16	1,28+0,09
Main group, n=87	2,25+0,43*	3,7+0,7*	3,10+0,41*	1,66+0,08*

Примечание:

КДО – коэффициент диффузного ации лейкоцитов с Кона
 КУМ – коэффициент устойчивости мембран лимфоцитов
 КР(ЭКП) – коэффициент распределения (энергия клеточной поверхности)
 * – различия с контролем достоверны (P<0,01)

* – statistically sufficient value (p<0.05)
 ** – CSE – cell surface energy

Определение прироста свечения ФП, изменения КДО, КР, КУМ после применения питьевой воды обработанной на шунгитоканонатных породах позволяет индивидуально прогнозировать эффективность ее применения для коррекции эффекта ксенобиотиков при неблагоприятных экологопрофессиональных воздействиях.

The determination of the increase in FP luminescence, changes in CDR, MSC, DC after using drinking water treated with shungit-carbonat filters make it possible to forecast in every individual case the efficiency of its utilisation for the correction of the effect of xenobiotics at unfavourable ecological and professional impacts.

Питьевая вода высокого качества, полученная на основе моделирования природных процессов – важный фактор валеопрактики, необходимый для применения в донозологической медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьин Н. И., Волобоев Н. А., Подашвалов Б. Ю. – Влияние микроэлементного состава, жесткости и нитритов питьевой воды на заболеваемость населения злокачественными новообразованиями. – *Здравоохранение Казахстана* 1983, N1, с. 15–17

2. Белая М. П., Левадный В. Г., Фейгельман М. В. – Нелокальная поляризуемость воды и гидратационные взаимодействия между липидными мембранами. – *Журн. эксперим. теоретич. физики* 1986, т. 91 N4, с. 1336–1345.

3. Бурьян П. М., Нжва Н. Ф. – Возрастные изменения энергетического обмена у животных при длительном употреблении воды с различным солевым составом. в кн: «Кислородные режимы тканей», Киев, 1979, с. 18–23.

4. Васнецова А. П., Гладышев Г. П. – Экологическая биофизическая химия. – М., «Наука», 1989, 134 с.

5. Горштейн А. Е., Бирон Н. Ю., Сыркина М. П. – Адсорбционные свойства шунгитов. – *Изв. Вузов. Химия и химическая технология*, 1979, т. 22, с. 771.

6. Дмитриев А. В., Родионова Л. П., Гончарова Л. П., Иванова В. С. – Влияние свежетапой воды из антарктического льда на активность ферментов крови *in vitro* – в кн: «Флуктуация состояний биохимических систем», Л., 1986, с. 66–68.

7. Дульский В. А. – Гигиеническая оценка влияния состава питьевой воды на распространенность артериальной гипертонии. – *Автореф. канд. мед.*, Иркутск, 1994, 17с.

8. Дюккиев Е. Ф., Калинин Ю. К. и др. – Перспективы использования шунгитовых пород при водоочистке и водоподготовке. – В кн. «Геология и охрана недр Карелии», Петрозаводск, 1992, с. 20–42.

High quality drinking water obtained on the basis of modelling of natural processes is an important factor in health care.

REFERENCES

1. Ananyin N.I., Voloboev N.A., Podashvalov B.Yu. The effect of microelemental composition, hardness and nitrites of drinking water on malignant tumour growth in patients. – *«Zdravoochr. Kazakhstana»* 1983, N1, p.15–17.

2. Belaya M.L., Levadny V.G., Feigelman M.V. Non-local water polarizability and hydrative interaction between lipide membranes. – *J. Experim. Theor. Phys*, 1986, vol.91. n.4, p.1336–1345.

3. Buryan F.M. – Age changes in the energy exchange in animals after prolonged use of water with different salt composition. – in *«Oxygen regimes of tissues»*, Kiev, 1979, p.18–23.

4. Vasnetsova A.L., Gladyshev G.P. *Ecological Biophysical Chemistry*, – Nauka Publ., Moscow, 1989, 134p.

5. Gorshtein A.E., Biron N.Yu., Syrkina M.L. Adsorptive properties of shungits. – *«Izvestiya of VUZ. Chemistry and Chem. Technol»*, 1979, v.22, p.771.

6. Dmitriev A.V., Rodionova L.P., Goncharova L.L., Ivanova V.S. – The effect of freshly-melted water from antarctic ice on the blood ferment activity *in vitro*. – In: *«Fluctuation of states of Biochemical systems»*, Leningrad, 1986, p.66–68.

7. Kondratiuk V.A. Role of microelements in the formatioin of drinking water quality. – *Coll. Pap. «Hygiene of Populated areas»*, Kiev, 1984, issue 23, p. 68–71.

8. Dukkiyev E.F., Kalinin Yu.K. et al. – Perspectives of using shungit rocks in water purification and treatment. – In: *«Geology and protection of Earth Resources in Karelia»*, Petrozavodsk, 1992, p. 20–42.

9. Калинин А. И., Королева Е. Б и др. – Доочистка сточных вод с использованием природного минерала-шунгита, Препринт N109, Л., 1989, 22с.

10. Кодзава Ицуро – Нейтрализатор кислой воды – Kodzawa I-Kokkai Tokkyo Kokho (Jp.), 6356835 (A1) (61185377) 09 Nov 1988, Appl. 12 Feb. 1985.

11. Кондратюк В. А. – Роль микроэлементов в формировании качества питьевой воды – «Гигиена населенных мест», Киев, 1984, вып.23, с.68–71.

12. Киселева Н. П., Антонова А. И. – Влияние химического состава воды на здоровье населения. – «Здоровье населения и окружающая среда», Саратов, 1986, с. 49–50.

13. Кульский Л. А. – Серебряная вода. – Киев, «Наукова думка», 1971

14. Ластков А. О, Ластков Д. О. – Влияние свежетапой воды на развитие нейрогенной дистрофии желудка в эксперименте. – Мат. Бесоюз. науч. конф. «Патология пищеварительной системы», Донецк-Харьков, 1975, с.199–200.

15. Ластков О. П., Гончаров Г. Я., Бондаренко Н. И. – Об адаптагенном действии свежетапой воды. – в кн: «Гигиена населенных мест», Киев, вып. 17, с.69–72.

16. Лившиц Л. К., Кокина А. Г., Океанов А. Е. и др. – К вопросу о жесткости воды и заболеваемости населения злокачественными новообразованиями. – Гигиена и санитария 1975, N1, с.106–108.

17. Лупай Г. Ф. – Гигиеническое обоснование системы оптимизации качества водных ресурсов и условий водопользования населения в регионах промышленного освоения Восточной Сибири. – Автореф. докт. мед., М., 1993, 47с.

18. Оникиенко С. Б., Киселев Ю. В. – Экспресс-метод определения рибофлавина и его производных в крови. – В кн.: Сборник рацпредложений ВМедА им. С. М. Кирова, Л., 1986, N 17, с. 56

9. Kalinin A.I., Korolyova E.B. et al. – Additional purification of sewage water using a natural mineral – Shungit. – Preprint N109, Leningrad, 1989, p.22.

10. Kodzawa Itsuro – Acid water neutraliser. – Kodzawa I-Kokkai Tokkyo Kokho (Jp.), 6356835 (A1) (61185377) 09 Nov. 1988, Appl., 12 Feb., 1985.

11. Dulsky V.A. Hygienic assesment of the effect of the drinking water composition on arterial hypertension. – Abstr., Thesis Cand., Med., Irkutsk, 1994, p.17.

12. Kiseliova N.P., Antonova A.I. The effect of the chemical composition of water on human health. – Cooll., Pap., «Human Health and Environment», Saratov, 1986, p.49–50.

13. Kulsky L.A. Silver water – «Naykova dumka», Kiev, 1971,

14. Lastkov A.O., Lastkov D.O. The effect of freshly-melted water onthe development of neurogenic dystrophy of the stomash in the experiment. – Proc Conf. «Pathology of digestive system», Donezk-Kharkov, 1975, p.199–200.

15. Lastkov O.P., Goncharov G.Ya., Bondarenko N.I. On the adaptagenic effect of freshly-melted water. – In: «Hygiene of Populated Areas», Kiev, issue 17, p.69–72.

16. Livshitz L.K., Kokina A.G., Okeanov A.E. et al. On the problem of water hardness and malignant tumour growth in patients. – «Hygiene and sanitation», 1975, N1, p.106–108.

17. Lupai G.F. Hygienic substantiation of a system of optimization of water resource quality and conditions of water use by the population of industrial regions of Eastern Siberia. – Abstr., Thesis Doct. Med., Moscow, 1993, 47 p.

18. Onikienko S.B., Dudarenko S.V., Yurenko E.G. A new method of determining the functional state of the organism. – Proc Conf. «Prophylactic medicine», Leningrad, 1990, vol.1, p. 56.

19. Оникиенко С. Б., Дударенко С. В., Юренко Е. Г. – Новый способ определения функционального состояния организма. – Материалы Всесоюзн. конф. «Профилактическая медицина», Л. 1990, т. 1, с.79

20. Подлеская А. И. – О взаимодействии металлов между собой и водой в биологических системах. – «Экологическая безопасность городов», С-Пб, 1993, с.216–217.

21. Поленов И., Иешина А., Архипов А. – Медицинские сенсации – быль или легенда? – Ленинская правда 1986, 18 апр.

22. Полми Э. А. – О реальности влияния гелиогеофизических и геохимических факторов на структурные особенности жидкой воды – Биофизика 1991, т. 36, № 4, с.565–568.

23. Someya Nobyo. – Agent conservateur pour l'eau potable.– Bull. Propriete Industr. (Fr.) 2.585.694 (A1) (8511798) 06 Feb 1987, Appl. 01 Aug 1985, 9 pp.

24. Someya Nobyo – Agent de purification de l'eau. – Bull. Propriete Industr. (Fr.) 2.613.349 (A1) (8704408) 07 Nov 1988, Appl. 30 Mar 1987, 13 pp.

25. Циплакова Г. В. – Применение метода измерения осмотической резистентности эритроцитов в качестве биологического теста эффективности магнитной обработки воды. – «Вопросы гигиены, кондиционирования питьевой воды и санитарной охраны водоемов, М, 1977, с.53–55.

26. Шунгиты – новое углеродное сырье. – Петрозаводск, 1984, с.181

19. Onikienko S.B., Kiselyov Yu.V. Express-method of determining riboflavin and its derivatives in blood – In: Coll. Pap. of rationalization proposals of the Military Medical Academy, Leningrad, 1986, № 17, p. 56.

20. Podleskaya A.I. On the interaction between metals and between metal and water in biological systems. – Coll. Pap. «Ecological Safety of Cities», St.Petersburg, 1993, p.216–217.

21. Polenov I., Iyeshina A., Archipov A. – Medical sensations-truth or legend. – «Leningradskaya Pravda», 1986, April 18.

22. Polmi E.A. On the realistic effect of heliogeophysical and geochemical factors on structural peculiar features of liquid water. Biophysics 1991, vol. 36, n. 4, p.565–568.

23. Someya Nobyo. – Agent conservateur pour l'eau potable.– Bull. Propriete Industr. (Fr.) 2.585.694 (A1) (8511798) 06 Feb 1987, Appl. 01 Aug 1985, 9pp.

24. Someya Nobyo – Agent de purification de l'eau. – Bull. Propriete Industr. (Fr.)2.613.349 (A1) (8704408) 07 Nov 1988, Appl. 30 Mar 1987, 13pp.

25. Tsyplakova G.V. Application of the method of measuring the osmotic resistance of erythrocytes as a biological tests of the efficiency of magnetic water treatment. – «Problems of hygiene, drinking water conditioning and sanitary protection of waterbodies», Moscow, 1977, p.53–55.

26. Shungits – a new carbonated raw material. – Petrozavodsk, 1984, 181pp.

САМОЕ МАССОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА
СЛУЖБЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
ЧЕЛОВЕКА

В.К.Караханьян
академик Российской и Международной
Инженерных Академий,
профессор, д.т.н.

Я благодарен за предоставленную мне возможность выступить перед авторитетной аудиторией специалистов, которым не безразличны проблемы, укрупненно обозначенные в названии конгресса "Вода: экология и технология". Эти проблемы стали в последнее время настолько актуальны, что проведение такого конгресса - неизбежная необходимость. Они затрагивают жизненные интересы каждого из нас. Высказать свое отношение ко всем из них в одном докладе не представляется возможным. Поэтому я остановлюсь на проблемах и их возможных решениях, относящихся к самому массовому виду оборудования, используемого для водоснабжения и сохранения среды обитания человека.

Бесспорно, таким оборудованием является насосное оборудование, применяемое в коммунальном, промышленном и сельскохозяйственном водоснабжении, в водоотведении поверхностных сточных вод, в добыче подземных вод, в новых технологиях очистки, обессоливания, в водозаборных сооружениях, в санитарно-технических сооружениях и т.д.

В хозяйстве страны работает около 10 млн. насосов, и каждый пятый вырабатываемый киловатт-час электроэнергии тратится на их привод.

Не сомневаюсь в том, что вы достаточно информированы о сегодняшнем состоянии экономики России.

Инвестиции в промышленность, особенно обрабатывающую, ничтожны, капитал, в условиях инфляции, политической, экономической и финансовой нестабильности устремился в торговлю и другие сферы деятельности, где его оборачиваемость опережает темпы инфляции.

Как на этом фоне выглядит наше насосное машиностроение? Исторически производство насосов в России насчитывает более 100 лет. В небольших количествах в конце 19 века насосы изготавливались на

THE MOST COMMONLY USED EQUIPMENT
ON SERVICE OF WATER SUPPLYING AND HUMAN ENVIRONMENT PRESERVATION

V.K. Karahanyan
Academician of Russian and international
Engineering Academy, Professor, Ph. D.

I am grateful for given opportunity to speak at authoritative audience of specialists, interested in problems emphasized in the congress title "Water: ecology and

technology". Those problems become so actual at last time, that holding such congress is inevitability. The problems concern vital interests of every one of us. It is not possible to give attitude to all of them in one report, so I touch the problems and their possible solutions concerning the most commonly used equipment, used for water supplying and human environment preservation.

Needless to argument that such equipment is pump equipment, utilized in community, industrial and agricultural water supplying, in draining of surface water, in extracting underground water, in new refinement technologies, in

desalinization, in water intake facilities, in sanitary technological facilities.

Near 10 million pumps used in country's economy, and every fifth KWatt per hour of electric power is spent on their driving. I have no doubt that you are informed enough on the state of economy of Russia today.

Investments into industry, especially manufacturing are next to nothing, capital in conditions of inflation, political, economical and financial instability flushed into commerce and other fields of activity, where its turnover is surpassing inflation.

How is our pump industry looks on this background? Historically pump manufacturing in Russia counts for 100 years. In small numbers at the end of 19 century pumps were produced on Putilov's plant in S. Peter-

Путиловском заводе в С-Петербурге и на заводах Густава Листа в Москве.

Первые теоретические и исследовательские работы в области гидравлики и гидродинамических машин начали проводиться в России в шестидесятых-семидесятых годах прошлого столетия в Императорском московском техническом училище-ныне Московском Государственном Техническом Университете им.Баумана, наиболее престижном высшем техническом учебном заведении России.

Толчком в развитии насосостроения в б. СССР явилось создание в 1931 году в г.Москве Всесоюзного института гидромашиностроения, в дальнейшем преобразованного во ВНИИгидромаш, обеспечивавшего заводы страны расчетами гидравлики проточных органов и рабочими чертежами. Практически все изделия, выпускаемые нашими заводами насосостроения, либо изготавливаются по чертежам ВНИИгидромаша, либо в насосах применены рабочие органы (проточная часть), разработанные институтом, либо этот тип насосов впервые был разработан в институте (питательные, скважинные, герметичные и др.). В 1992 году на базе института и его опытного завода было создано акционерное общество АО "НПО "Гидромаш".

В настоящее время АО "НПО "Гидромаш" является крупнейшей научно-исследовательской, конструкторской и производственной фирмой по насосам в России, оно стало одним из учредителей Российской Ассоциации производителей насосов, являющейся членом Европампа, и Международного концерна "Гидромаш", которые я имею честь представлять в качестве Президента.

Международный концерн "Гидромаш" создан в 1992 году на базе Акционерного общества "НПО"Гидромаш" и 11 крупнейших специализированных насосостроительных предприятий России, Украины, Беларуси, Молдовы и Латвии. Объединив производственные мощности заводов с научно-техническим потенциалом АО "НПО"Гидромаш", предприятия концерна изготавливали и поставляли в страны СНГ и на мировой рынок наиболее сложное и высококачественное насосное оборудование (более 35 / от производства в б. СССР).

На протяжении многих десятилетий в

burg and Gustav List's plants in Moscow.

The first theoretical research works in hydraulics and hydrodynamic machines fields began to be carried out in Russia in 60-70 years of previous century in Emperor's Moscow Technological School, now Moscow State Technological University named after Bauman, the most prestigious high technical educational institution of Russia.

The impetus to pump industry development in the former USSR was establishing in 1931 in Moscow of All-Union Institute of Hydromachine Building, later transformed into

VNIIGidromash, providing plants of the country with flow parts hydraulics calculations and drawings. Virtually all units, manufactured by our pump industry's plants are made according to VNIIGidromash drawings, either flow parts developed by the institute are used in the pumps, either those types of pumps first were developed at the institute (feedwater, well, hermetic and others). In 1992 on base of the institute and its experimental plant joint-stock company "NPO Gidromash" was established.

Nowadays joint stock company "NPO Gidromash" is the biggest research, design and industrial company in Russia, it became one of the founders of Russian Pump Manufacturers Association, the member of Euro-Pump, and founded International concern "Gidromash", which I have the honor to present as a President.

International concern "Gidromash" was established in 1992 on the base of joint stock company "NPO Gidromash" and 11 largest specialized pump manufacturing enterprises of Russia, Ukraine, Belarus, Moldova and Latvia. Joining industrial power of plants with science - technological potential of "NPO Gidromash" concern's enterprises manufactured and supplied to CIS and world market the most complex and high quality equipment (more than 35 of production of the former USSR).

During several ten year periods in condi-

условиях плановой экономики основная масса насосов, производимых в России и других государствах бывшего СССР, являлась остродефицитной продукцией, строго распределялась между потребителями центральными государственными органами и приобреталась в значительной степени за счет государственных инвестиций в промышленность и сельское хозяйство. Это распределение служило основой для разработки плана производства насосов, на основе которого насосным заводам так же централизованно выделялись финансовые и материальные ресурсы для их изготовления.

В результате экономической реформы производители насосов, как и все остальные производители промышленной продукции, оказались в новой для себя роли покупателей всех комплектующих изделий и материалов, которые они раньше получали централизованно не очень интересуясь их ценой, и, одновременно, в не менее новой роли продавцов своих насосов.

Всего в б. СССР в год изготавливалось около 1,4 млн. насосов, в том числе 930 тыс. в России. Следует отметить, что в результате того, что некоторые типы насосов (аксиально- и радиально-плунжерные, шибберные, шестеренные и др.) выпускают заводы отраслей - потребителей, имеет место некоторые особенности статистического учета производства насосов в России. Статистика в разделе "насосы" не учитывает насосов для металлорежущих станков, насосов для гидропривода, бытовых насосов с электродвигателями однофазного тока и др., хотя их суммарный выпуск составляет несколько сот тысяч в год.

Практически все насосы, производимые на предприятиях Российской Федерации, продавались в пределах республик, входивших в СССР, а около 5 % экспортировались в страны Восточной Европы и третьего мира.

Новые рыночные отношения и распад СССР привели к ослаблению традиционных коммерческих и производственных контактов с поставщиками и потребителями, а оставшийся без централизованного финансирования потребитель резко сократил платежеспособный спрос.

В сочетании с нарушением финансовой системы, задержками платежей, ростом

условиях плановой экономики основной массой насосов, производимых в России и других государствах бывшего СССР, была остродефицитная продукция, строго распределявшаяся между потребителями центральными государственными органами и приобреталась в значительной степени за счет государственных инвестиций в промышленность и сельское хозяйство. Это распределение служило основой для разработки плана производства насосов, на основе которого насосным заводам так же централизованно выделялись финансовые и материальные ресурсы для их изготовления.

As a result of economical reform pump manufacturers as all other industrial manufacturers, have found themselves in a new for them role of buyers of all complement units and materials which they had been used to receive centrally, not interesting by their price and simultaneously they have found themselves in no less newer role of their pumps sellers.

Totally in the former USSR were manufactured near 1.4 million pumps per year, including 930 thousand in Russia. We must note that as a result of that several types of pumps (axial and radial piston, vane gear and others) are manufactured by plants of consuming branches of industry there are several peculiarities of statistical account of pump production in Russia. Statistics in the "pump" section doesn't take into consideration pumps for metal cutting lathes, pumps for hydraulic drives, domestic pumps, with single phase electric motors and others, although their total production is several thousand per year.

Virtually all pumps, produced in Russian Federation's enterprises were sold among republics of the USSR and near 5% were exported to East European countries and developing countries.

New market relations and disintegration of the USSR lead to weakening of traditional commercial and industrial contacts with suppliers and consumers, and consumers left without central financing abruptly cut payable demand.

In conjunction with financial system disruption, payment delays, inflation and bank

инфляции и банковского процента возникли трудности производства и сбыта на насосных заводах.

В 1994 году производство насосов в штуках упало до 25-20% по сравнению с уровнем 1991 года. При этом цены возросли приблизительно в 1000 раз.

Падает экспорт, поскольку его основным направлением были страны бывшего СЭВ и развивающиеся страны. СЭВ больше не существует, кредиты, выделяемые раньше СССР развивающимся странам, следовательно, и поставки, ликвидированы. В 1993 году продолжалось сокращение экспорта.

Практически сведены к нулю инвестиции в насосное машиностроение.

Сложности усугубляются таможенными войнами на границах новых суверенных государств ближнего зарубежья, существенным различием их социально-экономического и правового положения.

Для работы в новых экономических условиях требуется переподготовка кадров. Причем переподготовка не только профессиональная, но и психологическая. Следует иметь в виду, что многие качества, присущие западному работнику, в наших условиях требуют не просто умения и знаний, но и определенной психологической перестройки. Необходимо научиться экономить, ставить на первое место проблемы качества, уметь находить партнеров по производству и сбыту. Маркетинг должен занять подобающее ему место в практике заводов.

Однако, было бы несправедливо не замечать и положительных тенденций в сфере производства насосов.

1. В России, пожалуй, единственной в бывшем СССР, несмотря на все трудности и ошибки, осуществляется приватизация и акционирование государственных предприятий. Так, из 21 наиболее крупных насосостроительных предприятий России, объединенных в Российскую ассоциацию производителей насосов, преобразованы в акционерные общества 6, а в текущем году будут преобразованы остальные, причем 3 из них полностью принадлежат частному капиталу.

2. Резко возросшие цены на все элементы, составляющие производство, и, как следствие, на готовые насосы, впервые

percent increase, difficulties in production and sales appeared to pump plants.

In 1994 pump production decreased to 25-20% in number compared with 1991 level. Meanwhile prices increased approximately 1000 times.

Export is falling down because its main targets were countries of former Council for Mutual Economic Aid and developing countries. CMEA doesn't exist, credits, provided by the USSR to developing countries, hence delivery are

liquidated. In 1993 export decrease continued.

Investment into pump industry virtually has gone. Difficulties are aggravated by customs wars on the boundaries of new independent states, and by their substantial difference in social-economic and legal state.

Work in new economical conditions requires personnel retraining. And retraining not only professional but psychological. We have to take into consideration that many qualities of west employee in our conditions requires not only knowledge and know-how, but specific psychological reorientation. We need to learn economy, to place first quality, ability to find partners for production and sales. Marketing must take corresponding place in plant's practice.

But it would be unreasonable not to notice positive tendencies in pump production field.

1. In Russia, only one among the former USSR republics, despite of all difficulties and errors, privatization is implemented and state enterprises become joint stock

companies. So among 21 largest pump manufacturing enterprises of Russia, joined into Russian Pump Manufacturers Association, 6 have been transformed into joint stock companies, and left will be transformed in this year, and 3 of them are owned by private capital.

2. Abrupt increase of prices for all components of production and hence complete pumps first time has led to competing for customer and increasing production quality,

привели к борьбе за покупателя и повышению качества продукции, к большему вниманию к сервисным услугам.

3. У наиболее дальновидных производителей новое отношение к качеству и экологии вызывает повышенный интерес и к вопросам сертификации продукции.

4. После многолетнего тоталитарного планирования всего и вся зарождается конкуренция.

5. Появляются новые производители насосов из числа предприятий другого профиля.

6. Серьезную конкуренцию на рынке начинают составлять конверсионные предприятия, которые хотя еще и не имеют большого опыта в производстве насосов, но обладают высококвалифицированными кадрами и новейшими технологиями и оборудованием.

7. Создаются малые предприятия, быстро реагирующие на спрос рынка и специализирующиеся на отдельных типах насосов.

8. Высокие темпы инфляции и недостаток оборотных средств предприятий заставляют их применять режим жесткой экономии и сокращения всех издержек производства, прибегать к диверсификации и поиску новых дополнительных источников покрытия затрат основного производства.

9. Освободившись от государственной монополии на внешнюю торговлю, предприятия, минуя преобразовавшиеся в частные структуры бывшие внешнеторговые фирмы, активно ищут самостоятельный выход на экспорт, и, в ряде случаев, не без успеха.

Говоря о встречном движении западных партнеров на российский рынок, следует откровенно отметить, что только очень смелые в таких условиях решаются вложить средства в российские насосные предприятия. Однако, говоря о возможности сбыта продукции на Западе и в третьих странах, на наш взгляд, российские насосы по качеству и цене могут быть достаточно конкурентоспособны.

Сравнение качества и технического уровня наших насосов с западными аналогами позволяет сделать вывод о том, что уровень конструкторских разработок отвечает современным требованиям. Однако,

more attention to services.

3. The most foresighted manufacturers' new relation to quality and ecology leads to higher interest to the questions of production certification.

4. After many years of total planning of everything competition is appearing.

5. New pump manufacturers appear from enterprises of other profiles.

6. Serious competition on the market begin to be presented from the side of conversion enterprises, although not having much experience in pump production, but possessing highly qualified personnel and the newest technologies and equipment.

7. Small enterprises are created, specializing on specific types of pumps.

8. High temps of inflation and shortage of circulating assets make enterprises to apply strict economy and cutting of all expenditures of production, diversification and looking for extra sources of covering expenditures of main production.

9. Freed from state monopoly on international commerce, enterprises passing off former foreign trade firms, transformed into private companies, are actively looking for independent ways to export, and not without success in several cases.

Speaking about opposite direction movement of West partners to Russian market, we must frankly say that only the bravest in such conditions decide to invest in Russian pump enterprises. But speaking about ability to sale products in the West and third countries, to our opinion, Russian pumps by quality and price can be competitive enough.

Comparing qualities and technological level of our pumps with west analogs we can conclude that level of design is up to modern requirements. But technology of mechanical processing and the main thing quality of castings doesn't match the requirements of design, that leads to the fact that metal con-

технология механической обработки, а,главное, качество литых заготовок, не обеспечивающие требования, предъявляемые к ним проектами приводят к тому, что металлоемкость части насосных агрегатов выше, чем у насосов передовых западных изготовителей.

Приведу некоторые технические характеристики насосного оборудования, выпускаемого Международным концерном "Гидромаш", пользующегося в настоящее время устойчивым спросом и имеющие высокие экологические и энергетические показатели, а также сообщу вкратце о новых наших разработках для новых технологий в водоснабжении и обеспечении сохранения среды обитания человека.

С заводов концерна "Гидромаш" и опытного производства АО "НПО Гидромаш" в Москве всегда имеется возможность поставки любых насосов для воды, в том числе хорошо зарекомендовавших себя в условиях эксплуатации на многих производствах:

консольных насосов типа К и моноблочных электронасосов типа КМ по международному стандарту ИСО 2858; насосов двустороннего входа типа Д; многоступенчатых насосов типа ЦНС; осевых вертикальных насосов типа ОВ; скважинных насосов типа ЭЦВ; артезианских насосов, аналогичных типу 20А; насосов для сточно-массных сред типов СМ и СД;

электронасосов типа "ГНОМ" и других.

В химической, микробиологической, пищевой и других отраслях промышленности находят широкое применение насосы типа ГС. Это центробежный горизонтальный консольный насос для перекачивания высокоаэрированных жидкостей плотностью 700-1000 кг/м³, содержащих до 30 % газа. В конструкции насоса предусмотрено газосепарирующее устройство с отводом газа и слива перекачиваемой жидкости. Рабочее колесо закрытого типа с отбойными лопатками. Материал проточной части-нержавеющая сталь.

В различных системах охлаждения приборов и аппаратуры, в том числе в химической и медицинской промышленности, успешно применяются центробежные горизонтальные герметичные электронасосы с

sumption of some pump units higher than of pumps of leading west manufacturers.

I shall give some technical characteristics of pump equipment, manufactured by International concern "Gidromash" having stable demand nowadays and high ecological and power indexes and give some brief information on our new developments for new technologies in water supplying and human environment preservation.

The plants of concern "Gidromash" and experimental production of joint stock company "NPO Gidromash" in Moscow are always able to deliver any pumps for water including those, showed themselves to advantage in conditions of operation in many branches of industry:

console pumps of type K, and monoblock electric pumps of type KM according to international standard ISO 2858; double entry pumps of type D; multistage pumps of type CNS; axial vertical pumps of type OV; well pumps of type ECV; artesian pumps, analog to type 20A; pumps for sewage - mass medium of type SM and SD; electric pump of type "GNOM" and others.

In chemical, micro biological, food and other branches of industry pumps of type GS are widely used. This is a centrifugal horizontal console pump for pumping high aired liquids with density 700-1000 Kg/m³, containing up to 30% of gases. The pump design provides gas outlet and pumped liquid drainage. Impeller is of closed type with back vanes. Flow parts material is stainless steel.

In several systems of cooling devices and apparatuses, including chemical and medical industries, centrifugal horizontal hermetic electric pumps with magnetic clutch CNG are successfully used. They pump vast range of

магнитной муфтой типа ЦНГМ. Насосы перекачивают широкую гамму жидкостей (спирт, антифриз, бензин, различные растворители, кислоты, щелочи) с температурой от минус 50 до плюс 100 С. Электронасосы состоят из центробежного насоса с рабочим колесом закрытого типа, магнитной муфты и взрывозащищенного электродвигателя.

В конструкции предусмотрен сепаратор для защиты подшипников скольжения от попадания крупных твердых частиц. Материал проточной части - нержавеющая сталь или титан.

Насосы типа ЦНС изготавливаются как в вертикальном, так и в горизонтальном исполнении. Это многоступенчатые (от 2 до 14 ступеней) центробежные моноблочные насосы для нейтральных и химически активных жидкостей, в том числе для растворов азотной кислоты (до 30 %) температурой до 120 С.

Насосы нового поколения типа СМ являются новым параметрическим рядом динамических насосов, предназначенных для различных загрязненных жидкостей, для бумажной массы и древесноволокнистых полуфабрикатов.

Они составляют основное оборудование очистных и канализационных станций, широко применяются на различных промышленных предприятиях, бумажных фабриках и в сельском хозяйстве для механизации животноводческих ферм и др.

Параметрический ряд насосов СМ создан на базе стандарта ИСО 2858-75 с дополнениями и учетом некоторых специфических особенностей.

В самых различных отраслях хозяйства - текстильной, пищевой, нефтяной и нефтеперерабатывающей, газовой и автомобильной промышленности, в передвижных котельных установках, как комплектующая часть установок гидроочистки, мойки, опреснения морской воды нашли применение горизонтальные кривошипные трехплунжерные насосы типа 1.1ПТ с широкой гаммой подач и давлений нагнетания.

Московская фирма УОТЕР/ЛЭБ создала и предлагает к поставке оборудование (установки обратного осмоса) очистки воды для малых систем водоснабжения, в которые с успехом вписались в форме

liquids (alcohol, antifreeze, petrol, different solvents, acids, alkali) with temperature from minus 50 up to plus 100 degrees of Centigrade. Electric pumps consist of centrifugal pump with closed type impeller, magnetic clutch and explosion protected electric motor.

The design provides separator for protecting sliding bearings from large hard particles. Flow parts materials is stainless steel or titanium.

Pumps of type CNS are produced as of vertical as of horizontal modifications.

They are multistage (from 2 to 14 stages) centrifugal monoblock pumps for neutral and chemically aggressive liquids, including solutions of nitric acid (up to 30%) with temperature 120 C.

Pumps of new generation of type SM are new parametric series of dynamic pumps for different not clean liquids, for paper mass and wood fibrous half finished products.

They are the main equipment of refinement and sewage disposal plants widely used on different industrial enterprises, paper factories, in agriculture, for stock raising farms mechanization and etc.

Parametric series of pumps SM were created on the base of standard ISO 2838-73 with supplements and taking into account specific peculiarities.

In several branches of economy - textile, food, oil, oil processing, gas, motor-car industries in relocatable boiler units, as a component of hydro purifying unit, washing facilities, desalinization of sea water- horizontal crank shaft treble ram pumps of type 1.1 Pt found their use, they have wide range of capacity and outlet pressure.

Moscow firm WaterLab created and offers to deliver equipment (installations of reverse osmosis) for water purifying for small water supply systems, successfully having as their parts the pumps developed by joint stock

сердцеви́нного органа эти насосы, разработанные АО "НПО "Гидромаш". Установки находят широкое применение при приготовлении глубоко обессоленной воды для различных отраслей промышленности, для получения умягченной воды для бойлеров, при кондиционировании воды с целью доведения ее качеств до питьевой (избавление от вирусов, снижение соле-содержания, устранение цветности и т.п.). Эти установки мембранной очистки, в том числе из-за применяемых насосов, компактны, работают в автоматическом режиме.

Для промышленного водоснабжения и тепловых электростанций освоены артезианские насосы на подачу 600 м³/ч и напор 22 м в нержавеющей исполнении, пригодные для перекачивания морской воды.

Для обеспечения высоких экологических требований к насосному оборудованию наиболее прогрессивным и эффективным уплотняющим устройством зарекомендовали себя торцовые уплотнения, имеющие существенные преимущества по сравнению с сальни-ковыми уплотнениями. Они позволяют практически полностью предотвратить утечку перекачиваемой жидкости и не требуют обслуживания при нормальной работе. Мы имеем большой опыт в их изготовлении и эксплуатации во всех отраслях промышленности.

Это только маленькая толика серийно освоенных промышленностью в последние годы насосов. Имеющийся научный потенциал и исследовательская база в концерне направлены на работы по созданию новых и совершенствованию освоенных насосов и их успешной эксплуатации.

Существенной проблемой является техническое перевооружение крупных, и в ряде случаев, уникальных насосных станций в составе таких гидротехнических объектов, как канал имени Москвы, снабжающий столицу питьевой водой, Волгодонской судоходный канал, водопроводные станции г.Москвы. АО "НПО" Гидромаш" совместно с ПО "Уралгидромаш" на протяжении последних лет успешно ведет эти работы, что позволяет улучшить водоснабжение Москвы без значительных капитальных вложений в новое строительство.

Нами разработана и принята Комитетом

company "NPO Hidromash". Installations have wide utilization for preparing deeply salt-free water for several branches of industry, for preparing soft water for boilers, for conditioning water with the purpose to make it drink water (getting free of viruses, decreasing salt content, eliminating colors and etc.) . Those installations of membrane refinement due to applied pumps among other factors, are compact, they operate in automatic mode.

For industrial water supplying and thermoelectric power stations we mastered production of artesian pumps of capacity 600 m³ per hour and head 22 m in stainless modification, suited for pumping sea water.

For providing high ecological requirements to pump equipment as the most progressive and effective sealing unit the radial face seals showed themselves to advantage, they have significant advantage comparing with packing gland seals. They almost totally prevent liquid leakage and do not need service in normal operating conditions. We have large experience in manufacturing and utilization of them in all branches of industry.

This is only a small part of serial pumps mastered by industry in last years. Science potential and research base of Concern is directed for creation of new and improving of developed pumps and their successful exploitation.

Essential problem is technical reorganization of large, and unique in some cases pump stations, parts of such hydrotechnical objects as canal named after Moscow, supplying the capital with drinking water, Volga - Don navigable canal, water supply stations of Moscow. Joint stock company "NPO Hidromash" together with PO "Uralgidromash" during several last years successfully carried out those works, that allows to improve water supplying of Moscow without considerable capital investment into new construction.

We developed and Committee of Russian

Российской Федерации по машиностроению "Программа Международного концерна "Гидромаш" по созданию экологически чистого насосного оборудования", предусматривающая обеспечение требований безопасности в экологически опасных производствах, требований по энерго- и ресурсосбережению, появившихся в последнее время новых требований, связанных с развитием малоэтажного строительства, с автоматизацией насосных установок.

Все возрастающие требования к безопасности, экологии, надежности и качеству насосов обеспечиваются с помощью созданного на базе АО "НПО "Гидромаш" и зарегистрированного в 1992 году Госстандартом России Сертификационного центра.

Большинство российских насосов имеет высокий уровень внутритиповой и межтиповой унификации конструкций. Они выпускаются по союзным, российским или международным стандартам ISO, что позволяет обеспечить высокий уровень их сервисного обслуживания.

Прогноз дальнейшего развития насосостроения России может быть сведен к следующим трем вариантам:

1. Новые государства прекратят наметившуюся тенденцию введения квот и лицензий на поставку товаров в государства Содружества. В этом случае связи между заводами-производителями насосов и их потребителями, а следовательно, и структура выпуска насосов в России не претерпят существенных изменений.

2. Разрыв или сильное осложнение экономических связей с Украиной, Молдовой и Беларусью (наиболее крупные после России производители сложных типов насосов), недостаток средств у потребителей и у Российского правительства, вынудят российские насосостроительные заводы и конверсируемые предприятия осваивать всю номенклатуру насосов.

3. Наиболее вероятен третий вариант. Низкая конкурентоспособность ряда насосов, отсутствие опыта у насосных заводов в сервисном обслуживании, недостаток валюты у потребителей заставят заводы искать пути сохранения старых связей, несмотря на барьеры. Поэтому заводы России начнут изготовление тех типов насосов, которые не потребуют более или менее крупных инвестиций и произ-

Federation adopted a 'Program of International concern "Gidromash" on creating ecological pump equipment' providing requirements of safety in ecologically dangerous industries, requirements on power and resources saving, new requirements of last time, connected with construction of small buildings, with automation of pump units.

Increasing requirements of safety, ecology, reliability and quality of pumps are provided by established on base of joint stock company "NPO Gidromash" certifying center, registered in 1992 by State Standard of Russia.

The most of Russian pumps have high level of inner type and inter type unification of design. They are produced according to the Union, Russian and International standards ISO, providing high level of their service.

Prognosis of further development of Russia's pump industry can be reduced to the following three variants.

1. New states stop the tendency of implementing quotas and licenses on goods delivery to the countries of CIS. In this case connections between pump manufacturers and consumers, hence the structure of pump production in Russia would not change significantly.

2. Break or complication of economic relations with Ukraine, Moldova and Belarus, (the largest after Russia producers of complex type pumps) lack of means among consumers and Russian government, would make Russian pump manufacturing plants and conversion enterprises to master the whole range of pumps.

3. The most possible is the third variant. Low competitiveness of some pumps, pump plants lacking experience in service, consumers' shortage of hard currency, all these factors would make plants to look for the ways to preserve old ties, despite of barriers. So Russia's plants will begin to produce those types of plants which do not require large investments and the

водство которых будет диктоваться законами рынка, т.е. если заводы Украины, Молдовы и Беларуси необоснованно завысят цены на них, либо таможенный сбор за их ввоз в Россию будет сильно завышен. Создание экономического союза Содружества, намеченное на заседании глав государств СНГ 24 сентября 1993 года, обнадеживает.

В целом, несмотря на все перечисленные трудности, мы, правда со сдержанным, но все же оптимизмом смотрим на ситуацию, складывающуюся в насосостроении, как, впрочем, и во всей России и странах СНГ.

Мы также рассчитываем на существенную целенаправленную инвестиционную поддержку в переходный период к рыночной экономике со стороны Правительства России.

Наш более чем 60-летний опыт исследований, разработок, производства и участие в эксплуатации насосного оборудования для всех отраслей народного хозяйства позволяет нам без ложной скромности заверить, что при этих условиях насосостроители смогут предложить любые экологически безопасные и высокоэффективные насосы самым взыскательным насосопользователям по доступным ценам.

Спасибо за внимание к проблемам насосостроения, успешное решение которых во многом будет способствовать решению комплексной, общей для всех нас, проблемы сохранения среды обитания человека.

production of which will be dictated by market laws, i.e. plants of Ukraine, Moldova and Belarus will increase without reason the pump prices or customs on their import to Russia will be unreasonably high. Establishing economical union of CIS, planned for the meeting of CIS governments heads on September, 24, 1993 is giving hope.

As a whole, despite of above mentioned difficulties, we are looking on the situation in pump industry with optimism, although reserved, as however in all Russia and CIS countries.

We also rely on substantial and purposeful investment support in transition period to market economy from Russia's government.

Our more than 60years experience in research, development, production and participation in exploitation of pump equipment in all branches of national economy allow us without false reserve assure that in these conditions pump manufacturers will be able to offer any ecologically safe and high efficient pumps to the most demanding pump consumers on reasonable prices.

Thank you for attention to the problems of pump industry, successful solution of those will promote solution of the complex, common to all of us problem of human environment preservation.

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

КАРМАЗИНОВ ФЕЛИКС ВЛАДИМИРОВИЧ, академик Российской Инженерной академии, генеральный директор ГП "Водоканал Санкт-Петербурга"

ГУМЕН СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, главный инженер ГП "Водоканал Санкт-Петербурга"

Основным источником водоснабжения в Санкт-Петербурге является река Нева. Ряд городов-спутников, таких как Зеленогорск, Кронштадт и другие, используют в качестве источника воды подземные месторождения.

Система водоснабжения города включает в себя 5 водопроводных станций, 17 подстанций для поддержания расчетных напоров в наиболее удаленных точках водопроводной сети, более 100 квартальных насосных повысительных станций и свыше 4 тыс. км водопроводных сетей.

В настоящее время проектная мощность головных водоочистных сооружений составляет 3175 тыс. м³/сут.

Парк резервуаров чистой воды петербургского водопровода включает 59 емкостей с суммарным объемом 807 тыс. м³, что составляет 25% от общего объема подачи воды в городскую сеть. По западным нормам такой резерв воды явно недостаточен.

На качество очистки воды влияют главным образом два фактора - это работа головных сооружений в форсированном режиме из-за дефицита мощности и периодическое ухудшение качества воды в источнике водоснабжения - Невско-Ладужской водной системе - (при определенных штормах на Ладужском озере и при паводках).

Сегодня требования к питьевой воде предусмотрены в нормативном документе - Государственном стандарте "Вода питьевая". Вода, поступающая к петербуржцам, соответствует требованиям этого стандарта. Однако, необходимо отметить, что требования государственного стандарта являются менее жесткими, чем требования, рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения. Так, в нашем стандарте отсутствуют паразитологические и вирусологические показатели, а также показатели по содержанию хлороорганических соединений, по допустимому уровню радиоактивности питьевой воды, по ее коррозионной активности. Велики нормативы по содержанию ряда химических элементов, в частности по алюминию и ртути.

Значительное влияние на качество воды оказывают технологические схемы обработки воды на головных сооружениях водопровода. В процессе водоподготовки используются две схемы двухступенчатая, представляющая собой технологию очистки 1930-35 гг., и одноступенчатая (технология шестидесятых годов). Обе существующие технологии позволяют обеспечить необходимое качество очистки воды по требованиям отечественного стандарта в паводковые периоды и периоды штормовых явлений на Ладужском озере только при резком сокращении производительности головных сооружений. Это связано с тем, что при определенных штормовых условиях на Ладужском озере происходит увеличение мутности до 100г на 1 м³, причем эта взвесь представляет собой трудноосаждаемый мелкодисперсный ил. Все это усугубляется еще низкой температурой воды в холодный период года и низким щелочным резервом, замедляющим процесс коагуляции, что вынуждает снижать скорости фильтрации на 20 - 30 %. В теплый период года в связи с повышением температуры воды наблюдается рост сине-зеленых водорослей, вносящий дополнительные трудности в водоочистку.

В процессе подготовки воды на головных сооружениях водопровода используются химические реагенты. Основным химическим реагентом является сернокислый алюминий. Кроме него используется аммиачная вода, хлор, сода, перманганат калия.

Задержка ввода новых водоочистных станций, предусмотренных генеральной схемой развития

системы водоснабжения, привела к созданию дефицита мощности головных сооружений в объеме 400 тыс.м³/сутки.

На качество воды у потребителей существенно влияет водопроводная сеть. Техническое состояние водопроводной сети нельзя считать удовлетворительным. Из общего протяжения сети 4,25 тыс.км более 700 км, в основном в центральных районах города, имеют срок службы 50 и более лет и требуют полной реконструкции. Трубы, в основном, металлические (чугун, сталь) без внутренней изоляции.

В связи с техническим состоянием трубопроводов и неравномерным режимом работы сооружений водопровода (колебания напоров на выходе с насосных станций) велико количество повреждений на сети - до 1700 в год (4-5 в сутки).

Проведение ремонтов и замены сетей традиционными методами в центральных районах города с вскрытием дорожного покрытия чрезвычайно затруднено. При этом, значительные суммы должны быть затрачены на перекладку других инженерных коммуникаций. Отечественных экономических технологий производства работ на магистралях с интенсивным движением транспорта, с большим количеством подземных коммуникаций в настоящее время не существует.

В Санкт-Петербурге высок процент непроизводительных потерь питьевой воды, который составляет до 30 %. Наряду с такими причинами, как техническое состояние сетей водопровода, относительно низкие тарифы на воду, существенной причиной этого является низкий учет питьевой воды. Только 30 % абонентов имеют приборы учета питьевой воды. Начиная с 1991 года поставка приборов учета воды в город практически прекратилась, т.к. предприятия по выпуску таких приборов оказались за границей России. Поэтому наше предприятие было вынуждено заняться разработкой и организацией производства приборов учета с целью создания в ближайшие годы системы по строгому учету подаваемой абонентам воды.

Оценивая в целом состояние действующей системы водоснабжения в Санкт-Петербурге, можно отметить, что она работает в форсированном режиме, без технологического резерва, и из-за дефицита мощности головных сооружений система не может обеспечить надежное водоснабжение населения в ряде районов города, а также является сдерживающим фактором для дальнейшего развития города.

С целью улучшения водоснабжения населения города, повышения его надежности, повышения качества питьевой воды предстоит работа по следующим первоочередным направлениям:

- построить дополнительно головные водопроводные сооружения мощностью 500 тыс. м³/сут;
- осуществить ремонт водопроводных сетей с применением современных методов без вскрытия дорожного полотна;
- ввести в действие систему по строгому учету подаваемой воды, по сокращению потерь и непроизводительных расходов воды на промпредприятиях;
- провести ряд мероприятий по совершенствованию технологических процессов на водопроводных станциях;
- для частичного покрытия дефицита мощности городских водопроводных сооружений организовать временное использование свободных мощностей вводимых водопроводных сооружений в пос. Корчино, а также подземных вод.

Состояние системы канализации Санкт-Петербурга характеризуется следующими показателями:

Суммарная мощность городских очистных сооружений составляет 2170 тыс.м³/сут, в т.ч.:

- Центральная станция аэрации (ЦСА) - 1,5 млн.м³/сут
- Северная станция аэрации (ССА) - 0,6 млн.м³/сут
- Красносельская станция аэрации (КрСА) - 70 тыс.м³/сут

70% всей территории Санкт-Петербурга канализовано по общесплавной системе. На очистные сооружения поступает смесь бытовых, промышленных и ливневых вод. В некоторых районах нового жилищного строительства система канализации раздельная. Ливневые стоки в этом случае сбрасываются в водные протоки без очистки.

В пригородах Санкт-Петербурга канализование осуществлено по отдельной схеме. Исключением является г.Кронштадт, имеющий общесплавную систему канализации. Все пригороды имеют собственные очистные сооружения производительностью от 10 до 100 тыс.м³/сут.

На очистных сооружениях города и пригородов предусмотрена полная биологическая очистка сточных вод по классической схеме. Удаление биогенов (фосфора и азота) из сточных вод перед сбросом их в водоем на действующих станциях в настоящее время не предусмотрено. Обеззараживание очищенных сточных вод осуществляется хлором на всех очистных сооружениях малой производительности. На Северной и Центральной станциях аэрации обеззараживание по многим причинам не производится. Осадок, образующийся при очистке стоков, обезвоживается и складывается на специальных площадках.

В связи с тем, что интенсивное проектирование и строительство очистных сооружений началось лишь в 60-х годах, еще не все сточные воды обеспечены очисткой. В целом очистке подвергается лишь 2/3 образующихся сточных вод. Оставшаяся треть стоков сбрасывается без очистки в р.Неву и другие водные протоки города через 400 выпусков.

Общая протяженность канализационных сетей города около 6000 км, протяженность действующих тоннельных коллекторов 183 км. В обслуживании ГП "Водоканал Санкт-Петербурга" в городе также 40 канализационных насосных станций перекачки стоков.

Количество дефектных сетей, требующих капитального ремонта или полной замены, свыше 900 км, причем большая часть их, как и водопроводных сетей, расположена в исторической центральной части города, где использование традиционных методов с вскрытием дорожного покрытия практически невозможно.

Рассматривая более детально ситуацию, сложившуюся в области очистки сточных вод, необходимо отметить:

- в целом существующие очистные сооружения города обеспечивают соблюдение проектных показателей - доведение концентрации загрязнений в очищенных сточных водах по взвешенным веществам и БПК до 15 мг/л;

- первоочередной задачей является обеспечение 100% очистки образующихся сточных вод;
- необходимым условием в достижении 100% очистки стоков является строительство системы коллекторов, обеспечивающих подвод сточных вод к очистным сооружениям и переключение на них выпусков, работающих в настоящее время в водоемы;

- улучшение качественных показателей очистки, в частности, обезвреживание сточных вод от солей тяжелых металлов практически невозможно без коренного изменения положения с локальным удалением этих токсиантов на предприятиях;

- задачи удаления азота и фосфора из очищенных стоков целесообразно, по возможности, решать параллельно со строительством сооружений биологической очистки;

- проблема обеззараживания больших объемов сточных вод на сегодняшний день практически не решена, предлагаемые методы технологически сложны и чрезвычайно энергоемки. Будет продолжен поиск реальных методов обеззараживания больших объемов сточных вод.

Наиболее острой является проблема обработки и утилизации осадков сточных вод. Проектная схема, в частности на ЦСА, предусматривала уплотнение, механическое обезвоживание, термическую сушку с дальнейшим использованием осадка в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Однако, установка по сушке осадка, введенная в свое время в эксплуатацию, оказалась неработоспособной по многим причинам. Применение осадка в качестве удобрения невозможно из-за высокого содержания солей тяжелых металлов. Таким образом, предлагавшаяся технология фактически используется в "урезанном виде": уплотнение, механическое обезвоживание до 80% влажности, вывоз на автомобилях на площадки складирования (захоронения). Под складирование осадка уже занято в пригородной зоне около 150 га территорий и ежегодно требуется 6 - 10 га дополнительно. Существующих и выделенных площадей крайне недостаточно. Как с технической, так и с экологической точки зрения такая

практика не выдерживает критики. Длительная проработка различных схем обработки и утилизации осадков, изучение современных технологий, опыта ведущих зарубежных фирм показали, что возможно строительство экологически чистых, технически надежных и экономически выгодных установок по обработке и утилизации осадков на станциях аэрации Санкт-Петербурга. В качестве основного направления выбрана схема сжигания осадка в печи в псевдооживленном слое с газоочисткой и утилизацией тепла. Возможный путь утилизации золы в этом случае - производство строительных материалов.

При этом необходимо учесть, что сжигание осадка лишь конечный этап его обработки. Необходимо произвести полную реконструкцию действующих систем обезвоживания и транспортировки осадка с модернизацией и заменой оборудования.

Вместе с тем, необходимо еще раз подчеркнуть, что и в этом случае удаление солей тяжелых металлов остается задачей первостепенной важности.

Как уже отмечалось, ремонт дефектных сетей города традиционными методами в центральной части города практически невозможен. Аналогичная проблема возникает и при реализации программы переключения выпусков. Для осуществления программы необходима прокладка более 150 км перехватывающих канализационных сетей, строительство около 20 км тоннельных коллекторов глубокого заложения. Решение поставленных задач возможно только при условии применения нового современного оборудования и механизмов, новых методов и технологий строительства.

На сегодняшний день все перечисленные проблемы водопроводно-канализационного хозяйства Санкт-Петербурга детально проработаны и намечены пути их решения. Решение большинства проблем требует значительных инвестиций.

ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE SAINT-PETERSBURG WATER SUPPLY AND DISPOSAL SYSTEM

Felix Vladimirovich KARMAZINOV, Academician of the Russian Engineering Academy, General Director of the State Enterprise "Vodokanal Saint-Peterburg"

Sergey Grigoryevich GUMEN, Chief Engineer of the State Enterprise "Vodokanal Saint-Peterburg"

The main source of water-supply in Saint-Petersburg is the Neva river. A number of satellite towns such as Zelenogorsk, Kronstadt and others use waters of undergrounds deposits as the source.

The water-supply system of the city includes 5 water pipe-line stations, 17 substations for maintaining the rated pressures in the most remote points of the water pipe-line system, more than 100 quarter pumping stations and more than 4 thousand km of water pipe-line networks.

At the moment the design capacity of the head water purification facilities amounts to 3175 thous.m³/24 hours.

The park of the pure water reservoirs in the Saint-Petersburg water pipe-line system includes 59 tanks with a total volume of 807 000 m³, which is 25% of the total volume of water supplied to the city network. According to the Western standards, such a reserve of water is manifestly insufficient.

The quality of water purification is mainly influenced by two factors: operation of the head facilities in the forced condition because of the capacity deficit and preodical deterioration of the water quality in the water supply source, the Neva-Ladoga water system (during certain gales on the Ladoga Lake and during high-water periods).

Today the requirements for potable water are reflected in the standard document, the State Standard "Potable Water". The water supplied for the inhabitants of Saint-Petersburg complies with the requirements of this Standard. However, it should be noted that the requirements of the State Standard are less strict than those recommended by the World Health Organisation. Thus, our Standard does not include parasitological or virological parameters, parameters of organochlorine compounds content, permissible level of potable water radioactivity or its corrosivity. Standards for the contents of a number of chemical elements, e.g. aluminium and mercury, are high.

The quality of water is greatly influenced by the technological schemes of water treatment at the head facilities of the water pipe-line. Two schemes are used in the process of water preparation: a two-stage scheme, which is the purification technology of 1930-35, and a one-stage scheme (1960 technology). Both existing technologies make it possible to ensure the required water purification quality according to the standard of this country during the high-water periods and the gale periods on the Ladoga Lake only with drastic reduction of the head facilities capacity. This is connected with the fact that during certain gale conditions on the Ladoga Lake turbidity is increased to 100 g per m³, this suspension presenting a finely divided sludge which is difficult to settle. All this situation is made the more complicated because of the low temperature of water during the cold period of the year and a low alkaline reserve slowing down the coagulation process, which makes it necessary to reduce filtration rates by 20-20%. During the warm period of the year, a growth of blue and green algae can be observed due to the water temperature increase, which introduces additional difficulties into the water purification process.

The process of water preparation at the head facilities of the water pipe-line system involves the use of chemical reagents. Aluminium sulphate is the basic chemical reagent. Besides, ammonia water, chlorine, potassium permanganate and soda are used. A delay in putting into operation new water-purification stations provided for by the General scheme of the water-supply system development has led to a deficit in the capacity of the head facilities in the amount of 400000 m³ for 24 hours.

The quality of water for the users is essentially influenced by the pipe-line network. The technical condition of the water pipe-line system cannot be considered satisfactory. More than 700 km out of

operating stations. The purified run-off waters are decontaminated by chlorine at all low-capacity purification facilities. Due to many reasons, waters are not decontaminated at the Northern and the Central Stations. The sediment formed from the purification of the run-offs is dewatered and stored at special grounds.

Due to the fact that intensive designing and construction of the purification facilities was started only in the 1960 s, some of the run-off waters have not been provided with purification yet. On the whole, only 2/3 of the run-off waters formed undergo purification. The remaining one third of the run-offs is discharged without purification to the Neva river and other water canals of the city at an interval of 400 releases.

The total length of the city pipe-line systems is about 6000 km, the length of the operating tunnel headers being 183 km. The "Vodokanal Saint Petersburg" State Enterprise provides services for 40 pipe-line pumping stations for run-off pumping.

The length of the defective networks demanding an overhaul or complete replacement is over 900 km, most of them as well as of water-supply networks being situated in the historical central part of the city, where the use of the traditional methods involving the ripping of the pavement is practically impossible.

Considering the situation in the field of run-off waters purification in a more detailed manner, it should be noted that:

- on the whole, the existing purification facilities of the city ensure the observance of the design parameters;

- bringing the concentration of contaminations in the purified run-off waters in respect of suspended matter and BPK to 15 mg/L;

- the primary task is the 100% purification of the run-off waters formed;

- the necessary condition for achieving a 100% purification of run-offs is the construction of a system of headers providing the access of run-off waters to the purification facilities and switching over to them the releases which are directed at water reservoirs at the moment;

- improvement of the qualitative parameters of purification, in particular separation of heavy metal salts from run-off waters is practically impossible without a radical change in the situation with local removal of these toxicants at enterprises;

- it is advisable, if this is possible, to solve the tasks of removing nitrogen and phosphorus from the purified run-off in parallel with the construction of biological purification facilities;

- today the problems of decontaminating great volumes of run-off waters has not been practically solved, the proposed methods are technologically complicated and consume very much power. The search of realistic methods for decontamination of large volumes of run-off waters will be continued;

- the problem of run-off waters sediment treatment and utilization is most urgent. The design scheme, e.g. of the Central Aeration station, provided for compaction, mechanical dewatering, thermal drying, with further use of the sediment as a fertilizer in agriculture. However, the plant for sediment drying that had been put into operation turned out to be inoperative due to many reasons. The use of the sediment as a fertilizer is impossible because of a high heavy metal salts content. Thus, the technology, that had been proposed is actually used in a "reduced form": compaction, mechanical dewatering to a 80% moisture content, carriage by motor vehicles to storage (burial) grounds. About 150 ha is already occupied for sediment storage in the suburban area and another 6-10 ha is required annually. There is an extreme shortage of the existing and allotted areas. Both from the technical and ecological points of view, such a practice is beneath criticism. Working on various sediment treatment and utilization schemes for a long time, studying of the state-of-the-art knowhows and experience of the leading foreign companies have shown that it is not impossible to construct ecologically pure, technically reliable and economically profitable plants for sediment treatment and utilization at the Saint-Petersburg aeration stations. A scheme of sediment burning in a furnace in a pseudoliquified layer with gas purification and heat utilization has been chosen as the main direction. A

the 4.25 thous.km, mainly in the central districts of the city, have a service period of 50 years and over and require a complete renovation. For the most part, the pipes are made of metal (cast iron, steel) without the inside insulation.

Due to the technical condition of the pipe-lines and a non-uniform mode of the water pipe-line facilities operation (pressure variations at the outlet of the pumping stations) there are many damages in the network - up to 1700 per year (4-5 for 24 hours).

Repair and replacement of pipelines using the traditional methods in the central districts of the city with ripping the pavement is extremely difficult. In doing this, considerable amounts of money have to be spent for relaying other engineering communications. There are no domestic economical methods of work on lines with an intensive traffic and with many underground communications.

In Saint-Petersburg, there is a high percentage of nonproductive potable water losses, this water amounting to up to 36%. Alongside with such reasons as the technical conditions of the water pipe-lines system, relatively low rates of payment for water, this is to a considerable extent caused by poor metering of potable water. Only 30% of users have potable water meters. Starting from 1991, the supplies of water meters to the city has practically stopped, as the enterprises producing such meters are now beyond the borders of Russia. Therefore our enterprise had to start developing and organizing the manufacture of the meters in order to create in the nearest years a system for a strict account of water supplied to users.

Assessing the state of the water-supply system operating in Saint-Petersburg on the whole, it can be noted that it is working in a forced condition, without a technological reserve, and because of the head facilities capacity deficit the system is not able to provide a reliable water-supply of the population in a number of districts of the city, being a factor preventing the city from further development.

In order to improve water supplies of the city population, increase the reliability of the supplies and increase the quality of potable water, appropriate work has to be done in the following primary fields:

- to build extra head water supply facilities with a capacity of 500000 m³/24 hours;
- to repair water supply networks using the modern methods without ripping the pavement;
- to put into operation a system for a strict accounting of water supplied, for reduction of losses and nonproductive spending of water at industrial enterprises;
- to carry out a number of measures for the improvement of technological processes at water supply stations;
- to partially fill the gap in the capacity of the city water-supply facilities - to organize a temporary of the spare capacities of the water supply facilities put into operation in the settlement of Korchmino, as well as of underground waters.

The state of the Saint-Petersburg pipe-line system can be described by the following parameters:

The total capacity of the city purification facilities amounts to 2170 thous. m³ for 24 hours, including:

- the Central Aeration Station - 1.5 million m³ for 24 hours
- the Northern Aeration Station - 0.6 million m³ for 24 hours
- the Krasnoselskaya Aeration Station - 70 thous.m³ for 24 hours.

70% of the whole territory of Saint-Petersburg is canalized according to the common-flow system. A mixture of domestic, industrial and storm waters comes to the purification facilities. In some areas of new dwelling houses construction the pipe-line system has a separated pattern, in this case the storm run-offs are discharged to water canals without purification.

In the suburbs of Saint-Petersburg canalizing is made according to the separated pattern. The town of Kronstadt presents an exception, having a common-flow pipe-line system. All the suburbs have their own purification facilities with capacities from 10 to 100 thous. m³ for 24 hours.

The purification facilities of the city and the suburbs provide for a full biological purification of run-off waters according to the classical scheme. Removal of biogens (phosphorus and nitrogen) from run-off waters prior to their discharge to a reservoir is not provided for at the moment at the

possible way of ash utilization in this case is the manufacture of building materials.

It should be also taken into account that burning the sediment is only the final stage of its treatment. A complete renovation of the operating sediment dewatering and transportation systems has to be carried out with updating and replacing the equipment.

It should be emphasized at the same time that in this case, too, removing heavy metal salts remains a task of primary importance.

As has been already mentioned, repair of the defective networks of the city by the traditional methods in the central part of the city is impracticable. A similar problem arises when implementing the programme of releases switchover. To realize the programme, it is necessary to lay more than 150 km intercepting pipeline networks and to construct about 20 km of deep tunnel headers. It would be possible to solve the set tasks only if new up-to-date equipment is used together with new methods and knowhows.

By today all the above problems of the water pipe-line system in Saint-Petersburg have been studied in detail and ways for their solution have been proposed. Solution of most of the problems requires considerable investment, including hard currency investment.

ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE
SAINT-PETERSBURG
WATER SUPPLY AND DISPOSAL SYSTEM

*Felix Vladimirovich Karmazinov,
Academician of the Russian Engineering
Academy, General Director of the State
Enterprise 'Vodokanal Saint-Peterburg'
Sergey Grigoryevich Gumen, Chief
Engineer of the State Enterprise 'Vodokanal
Saint-Peterburg'*

The main source of water-supply in Saint-Petersburg is the Neva river. A number of satellite towns such as Zelenogorsk, Kronstadt and others use waters of undergrounds deposits as the source.

The water-supply system of the city includes 5 water pipe-line stations, 17 substations for maintaining the rated pressures in the most remote points of the water pipe-line system, more than 100 quarter pumping stations and more than 4 thousand km of water pipe-line networks.

At the moment the design capacity of the head water purification facilities amounts to 3175 thous.m³/24 hours.

The park of the pure water reservoirs in the Saint-Petersburg water pipe-line system includes 59 tanks with a total volume of 807 000 m³, which is 25% of the total volume of water supplied to the city network. According to the Western standards, such a reserve of water is manifestly insufficient.

The quality of water purification is mainly influenced by two factors: operation of the head facilities in the forced condition because of the capacity deficit and preodical deterioration of the water quality in the water supply source, the Neva-Ladoga water system (during certain gales on the Ladoga Lake and during high-water periods).

Today the requirements for potable water are reflected in the standard document, the State Standard 'Potable Water'. The water supplied for the inhabitants of Saint-Petersburg complies with the requirements of this Standard. However, it should be noted that the requirements of the State Standard are less strict than those recommended by the World Health Organisation. Thus, our Standard does not include parasitological or virological parameters,

parameters of organochlorine compounds content, permissible level of potable water radioactivity or its corrosivity. Standards for the contents of a number of chemical elements, e.g. aluminium and mercury, are high.

The quality of water is greatly influenced by the technological schemes of water treatment at the head facilities of the water pipe-line. Two schemes are used in the process of water preparation: a two-stage scheme, which is the purification technology of 1930-35, and a one-stage scheme (1960 technology). Both existing technologies make it possible to ensure the required water purification quality according to the standard of this country during the high-water periods and the gale periods on the Ladoga Lake only with drastic reduction of the head facilities capacity. This is connected with the fact that during certain gale conditions on the Ladoga Lake turbidity is increased to 100 g per m³, this suspension presenting a finely divided sludge which is difficult to settle. All this situation is made the more complicated because of the low temperature of water during the cold period of the year and a low alkaline reserve slowing down the coagulation process, which makes it necessary to reduce filtration rates by 20-20%. During the warm period of the year, a growth of blue and green algae can be observed due to the water temperature increase, which introduces additional difficulties into the water purification process.

The process of water preparation at the head facilities of the water pipe-line system involves the use of chemical reagents. Aluminium sulphate is the basic chemical reagent. Besides, ammonia water, chlorine, potassium permanganate and soda are used. A delay in putting into operation new water-purification stations provided for by the General scheme of the water-supply system development has led to a deficit in the capacity of the head facilities in the amount of 400000 m³ for 24 hours.

The quality of water for the users is essentially influenced by the pipe-line network. The technical condition of the water pipe-line system cannot be considered satisfactory. More than 700 km out of the 4.25 thous.km, mainly in the central districts of the city, have a service period of 50 years and over and require a complete

renovation. For the most part, the pipes are made of metal (cast iron, steel) without the inside insulation.

Due to the technical condition of the pipe-lines and a non-uniform mode of the water pipe-line facilities operation (pressure variations at the outlet of the pumping stations) there are many damages in the network - up to 1700 per year (4-5 for 24 hours).

Repair and replacement of pipelines using the traditional methods in the central districts of the city with ripping the pavement is extremely difficult. In doing this, considerable amounts of money have to be spent for relaying other engineering communications. There are no domestic economical methods of work on lines with an intensive traffic and with many underground communications.

In Saint-Petersburg, there is a high percentage of nonproductive potable water losses, this water amounting to up to 36%. Alongside with such reasons as the technical conditions of the water pipe-lines system, relatively low rates of payment for water, this is to a considerable extent caused by poor metering of potable water. Only 30% of users have potable water meters. Starting from 1991, the supplies of water meters to the city has practically stopped, as the enterprises producing such meters are now beyond the borders of Russia. Therefore our enterprise had to start developing and organizing the manufacture of the meters in order to create in the nearest years a system for a strict account of water supplied to users.

Assessing the state of the water-supply system operating in Saint-Petersburg on the whole, it can be noted that it is working in a forced condition, without a technological reserve, and because of the head facilities capacity deficit the system is not able to provide a reliable water-supply of the population in a number of districts of the city, being a factor preventing the city from further development.

In order to improve water supplies of the city population, increase the reliability of the supplies and increase the quality of potable water, appropriate work has to be done in the following primary fields:

- to build extra head water supply facilities with a capacity of 500000 m³/24 hours;

- to repair water supply networks using the modern methods without ripping the pavement;

- to put into operation a system for a strict accounting of water supplied, for reduction of losses and nonproductive spending of water at industrial enterprises;

- to carry out a number of measures for the improvement of technological processes at water supply stations;

- to partially fill the gap in the capacity of the city water-supply facilities - to organize a temporary of the spare capacities of the water supply facilities put into operation in the settlement of Korchmino, as well as of underground waters.

The state of the Saint-Petersburg pipe-line system can be described by the following parameters:

The total capacity of the city purification facilities amounts to 2170 thous. m³ for 24 hours, including:

- the Central Aeration Station - 1.5 million m³ for 24 hours

- the Northern Aeration Station - 0.6 million m³ for 24 hours

- the Krasnoselskaya Aeration Station - 70 thous. m³ for 24 hours.

70% of the whole territory of Saint-Petersburg is canalized according to the common-flow system. A mixture of domestic, industrial and storm waters comes to the purification facilities. In some areas of new dwelling houses construction the pipe-line system has a separated pattern, in this case the storm run-offs are discharged to water canals without purification.

In the suburbs of Saint-Petersburg canalizing is made according to the separated pattern. The town of Kronstadt presents an exception, having a common-flow pipe-line system. All the suburbs have their own purification facilities with capacities from 10 to 100 thous. m³ for 24 hours.

The purification facilities of the city and the suburbs provide for a full biological purification of run-off waters according to the classical scheme. Removal of biogens (phosphorus and nitrogen) from run-off waters prior to their discharge to a reservoir is not provided for at the moment at the operating stations. The purified run-off waters are decontaminated by chlorine at all low-capacity purification facilities. Due to many reasons, waters are not decontaminated at the Northern and the Central

Stations. The sediment formed from the purification of the run-offs is dewatered and stored at special grounds.

Due to the fact that intensive designing and construction of the purification facilities was started only in the 1960 s, some of the run-off waters have not been provided with purification yet. On the whole, only 2/3 of the run-off waters formed undergo purification. The remaining one third of the run-offs is discharged without purification to the Neva river and other water canals of the city at an interval of 400 releases.

The total length of the city pipe-line systems is about 6000 km, the length of the operating tunnel headers being 183 km. The 'Vodokanal Saint Petersburg' State Enterprise provides services for 40 pipe-line pumping stations for run-off pumping.

The length of the defective networks demanding an overhaul or complete replacement is over 900 km, most of them as well as of water-supply networks being situated in the historical central part of the city, where the use of the traditional methods involving the ripping of the pavement is practically impossible.

Considering the situation in the field of run-off waters purification in a more detailed manner, it should be noted that:

- on the whole, the existing purification facilities of the city ensure the observance of the design parameters;
- bringing the concentration of contaminations in the purified run-off waters in respect of suspended matter and BPK to 15 mg/L;
- the primary task is the 100% purification of the run-off waters formed;
- the necessary condition for achieving a 100% purification of run-offs is the construction of a system of headers providing the access of run-off waters to the purification facilities and switching over to them the releases which are directed at water reservoirs at the moment;
- improvement of the qualitative parameters of purification, in particular separation of heavy metal salts from run-off waters is practically impossible without a radical change in the situation with local removal of these toxicants at enterprises;
- it is advisable, if this is possible, to solve the tasks of removing nitrogen and phosphorus from the purified run-off in

parallel with the construction of biological purification facilities;

-today the problems of decontaminating great volumes of run-off waters has not been practically solved, the proposed methods are technologically complicated and consume very much

power. The search of realistic methods for decontamination of large volumes of run-off waters will be continued;

-the problem of run-off waters sediment treatment and utilization is most urgent.

The design scheme, e.g. of the Central Aeration station, provided for compaction, mechanical dewatering, thermal drying, with further use of the sediment as a fertilizer in agriculture. However, the plant for sediment drying that had been put into operation turned out to be inoperative due to many reasons. The use of the sediment as a fertilizer is impossible because of a high heavy metal salts content. Thus, the technology, that had been proposed is actually used in a 'reduced form': compaction, mechanical dewatering to a 80% moisture content, carriage by motor vehicles to storage (burial) grounds. About 150 ha is already occupied for sediment storage in the suburban area and another 6-10 ha is required annually. There is an extreme shortage of the existing and allotted areas. Both from the technical and ecological points of view, such a practice is beneath criticism. Working on various sediment treatment and utilization schemes for a long time, studying of the state-of-the-art knowhows and experience of the leading foreign companies have shown that it is not impossible to construct ecologically pure, technically reliable and economically profitable plants for sediment treatment and utilization at the Saint-Petersburg aeration stations. A scheme of sediment burning in a furnace in a pseudoliquidified layer with gas purification and heat utilization has been chosen as the main direction. A possible way of ash utilization in this case is the manufacture of building materials.

It should be also taken into account that burning the sediment is only the final stage of its treatment. A complete renovation of the operating sediment dewatering and transportation systems has to be carried out with updating and replacing the equipment.

It should be emphasized at the same

time that in this case, too, removing heavy metal salts remains a task of primary importance.

As has been already mentioned, repair of the defective networks of the city by the traditional methods in the central part of the city is impracticable. A similar problem arises when implementing the programme of releases switchover. To realize the programme, it is necessary to lay more than 150 km intercepting pipeline networks and

to construct about 20 km of deep tunnel headers. It would be possible to solve the set tasks only if new up-to-date equipment is used together with new methods and knowhows.

By today all the above problems of the water pipe-line system in Saint-Petersburg have been studied in detail and ways for their solution have been proposed. Solution of most of the problems requires considerable investment, including hard currency investment.

*Кашуба Алексей Иванович кандидат технических наук
НИПИ 'Энергосталь'
Кашуба Кирилл Алексеевич
Академия инженеров городского хозяйства*

Современное промышленное производство связано с вовлечением в хозяйственную деятельность больших объемов природных ресурсов, в том числе и водных.

Использование водных ресурсов из природных водоемов связано с антропогенным истощением последних.

Для восстановления экологического состояния водоемов необходимо, чтобы концентрации загрязнений в сбрасываемых сточных водах не превышали предельно допустимых (ПДК) по каждому из содержащихся компонентов.

Учитывая высокую стоимость и сложность систем очистки сточных вод перед сбросом их в водоемы часто экономически наиболее целесообразным является создание бессточных систем оборотного водоснабжения, которые требуют меньшей глубины подготовки воды, но связаны с регулированием ряда параметров: дозы реагентов, расходов воды и т.д.

До настоящего времени не существует надежных инженерных решений по оперативному управлению режимом работы бессточных систем, что приводит на практике к установлению стабильного режима их работы без использования всех возможностей воды как физического поглотителя тепла и среды протекания физико-химических реакций.

При определении потребности в воде на любую технологическую операцию в конкретный момент времени необходимо обладать данными значительного количества учитываемых параметров, основными из которых являются:

- количество отводимого тепла;
- климатические условия места расположения предприятия;
- поддержание скоростей движения воды, обеспечивающих вынос механических загрязнений из охлаждаемого пространства

*ALEXEI I. KASHUBA, M. Sc., NIPI
'Energostal'
KIRILL A. KASHUBA The Academy of Public
Utilities*

The up to date industrial production is based on economic activities involving great amounts of natural resources including water resources.

The use of natural water resources causes their antropogenic exhaustion.

Ecologic recovery of water basins requires the concentration of pollutants contained in discharged effluents not to exceed maximum permissible limits on every component.

Taking into account high costs and complexity of water treatment plants zero-discharge circulating water supply systems often seem most attractive such systems requiring less preparation of water but dealing with control of a number of water parameters such as rate of agents, water flowrate, etc.

No reliable techniques for effective control of operational mode of zero-discharge systems is available at present which in fact causes steady mode of operation of such systems excluding the use of water potentials for heat absorbtion and chemical and physical reactions.

A lot of parameters are to be considered when evaluating water needs for any process at a certain moment of time the main of them being such as amount of heat removed, local environmental conditions, maintaining of water velocity to provide for removal of impurities from the cooled volume of process equipment, specific design of cooled elements of equipment and water coolers, analysis of water in water sources and quantity impurities entering water during its use, design and mode of operation of water supply and preparation equipment, ensur-

технологического оборудования;

конструктивные особенности охлаждаемых элементов оборудования и охладителей воды;

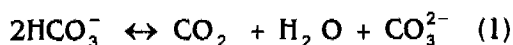
состав воды в источнике водоснабжения и виды и количество поступающих в воду примесей в процессе ее использования;

конструкция и режим работы сооружений подачи и подготовки воды;

обеспечение допустимой скорости образования отложений или коррозии охлаждаемых поверхностей и др.

Большинство перечисленных параметров для конкретного производства и оборудования являются постоянными величинами и подлежат разовому определению для введения их в компьютер и использования при всех возможных вариантах расчета и регулирования режима работы системы водоснабжения.

Особого внимания заслуживают данные по химическому составу воды в природном источнике, составу загрязнений, поступающих в воду в процессе ее использования и количеству поглощаемого тепла. Данные по составу природной воды и поступающих загрязнений позволяют выбирать оптимальный режим подготовки воды. Сведения об изменении теплового режима позволяют определить наиболее целесообразные расходные характеристики режима работы системы водоснабжения. Наиболее часто осложнения в эксплуатации систем водяного охлаждения проявляются в образовании отложений карбоната кальция. Напомним основные химические закономерности их образования. Кальций в природных водах присутствует в виде бикарбоната $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Ионы HCO_3^- находятся в равновесии с содержащимися в воде ионами CO_3^{2-} и свободной углекислотой:



Кроме того, выполняется соотношение

$$(\text{Ca}^{2+}) * (\text{CO}_3^{2-}) f_{\text{Ca}^{2+}} + f_{\text{CO}_3^{2-}} \leq \text{Пр CaCO}_3 \quad (2)$$

где (Ca^{2+}) и (CO_3^{2-}) — концентрации ионов кальция и карбоната;

$f_{\text{Ca}^{2+}}$ и $f_{\text{CO}_3^{2-}}$ — коэффициенты активности данных ионов;

ing permissible scaling rate and corrosion rate of cooled surfaces, etc.

Most of parameters mentioned are constant values for a given process and equipment and once determined are to be input into a computer for further use in various possible calculations and control of the water supply system operational mode. Of special importance are such data as water analysis in a natural water source, composition of pollutants entering water during its use and amount of heat absorbed. Data on water composition and its pollutants make it possible to optimize water preparation conditions. Information on variations in heat conditions helps to determine the most effective flowrate characteristics of the water supply system operational mode.

Calcium carbonate scaling is a most frequent problem in water cooling systems. To remind of the chemical laws of its formation one must say that in natural water sources calcium exists as bicarbonate $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Ions of HCO_3^- are in equilibrium with CO_3^{2-} ions contained in water and with carbon dioxide:



Besides, relationship is realised

$$(\text{Ca}^{2+}) * (\text{CO}_3^{2-}) f_{\text{Ca}^{2+}} + f_{\text{CO}_3^{2-}} \leq \text{Пр CaCO}_3 \quad (2)$$

Where (Ca^{2+}) and (CO_3^{2-}) — are concentrations of calcium and carbonate ions;

$f_{\text{Ca}^{2+}}$ and $f_{\text{CO}_3^{2-}}$ — are activity factors of the given ions;

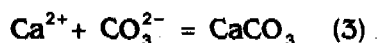
Пр CaCO_3 is calcium carbonate solubility product.

Formation of scaling is caused by increased content of Ca^{2+} and CO_3^{2-} ions and by violation of the relationship (2). CO_3^{2-} concentration growth in its turn may be a re-

Пр CaCO_3 — прозведение растворимости карбоната кальция.

Образование отложений связано с увеличением содержания ионов Ca^{2+} и CO_3^{2-} и нарушением соотношения (2). Рост концентрации CO_3^{2-} в воде в свою очередь может быть вызван нагревом воды и уменьшением растворимости CO_2 .

Карбонатные отложения в элементах систем водяного охлаждения образуются за счет кристаллизации, т.е. протекания реакции



непосредственно на стенке элемента. В объеме воды идет образование и рост кристаллов карбоната кальция в виде взвеси, поверхность которой обладает определенной физико-химической активностью.

Для установления интенсивности образования отложений рядом авторов были предложены эмпирические зависимости, учитывающие как состав исходной воды, так и значение предельной карбонатной жесткости воды (Nпр). 'Движущей силой' процесса образования отложений является разность между фактической жесткостью и ее предельным значением.

$$\Delta C = (N_{1,0} - N_{\Delta}) \quad (4)$$

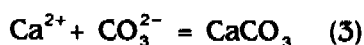
В современных условиях подготовки воды в системах бессточного водоснабжения основное внимание уделяют увеличению ее карбонатного индекса т.е. значения предельной карбонатной жесткости, достигаемое за счет ввода различных реагентов.

При обработке воды дорогостоящими реагентами для выбора эффективного режима водоиспользования становятся ощутимыми экономические вопросы, т.к. передозировка реагентов приводит к нерациональному расходованию материальных ресурсов, а их недостаток к увеличению количества сточных вод и загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоемы и росту платы за это.

Современное состояние природных водных объектов, уровень развития средств водоохраны, экономическое состояние большого числа водопользователей приводят к логической идее поэтапного достижения ПДК.

sult of water heating and decreased solubility of CO_2 .

Carbonate scaling in water cooling system elements is formed due to crystallization, i.e. reaction



directly on a cooling element wall. Calcium carbonate crystal formation and growth in the form of suspension takes place in water volume such suspension having a certain surface activity.

Empirical relationships taking into account initial water composition and carbonate hardness limit of water (Nпр) have been suggested by several authors to determine carbonate rate. The main 'driving force' of the process of scaling formation is the difference between actual hardness and its limit value.

$$\Delta C = (N_{1,0} - N_{\Delta}) \quad (4)$$

When preparing water in up-to-date closed circulating water supply systems main attention is paid to the increase of its carbonate index, i.e. carbonate hardness limit is reached by adding various agents.

Optimized water-use mode becomes of critical economic importance when costly agents are used for water treatment as overdosage of agents results in unpractical consumption of material resources and their lack causes increased amount of waste water.

We have taken a try at the development of integrated criteria considering various factors of water use such as ecological, technical and economic. For this purpose a programme has been developed for a personal IBM compatible computer to control the wa-

В период каждого этапа качество воды в отдельных сбросах, створах и бассейнах не будет соответствовать нормативным показателям. Но степень нарушения действующих нормативных актов постепенно (от этапа к этапу) будет уменьшаться. В конечном итоге будет достигнуто ПДК. Основная задача переходного периода состоит в количественном выражении и оптимизации (минимизации) "степени экологических нарушений" с учетом реальных экономических возможностей. Отсюда возникает проблема выбора такого экологического показателя J и экономического показателя Δ , которые даже не укладываясь в пределы установленных J_0 и Δ_0 норм позволяют приблизиться к приемлемой (требуемой) ситуации, т.е. решить задачу на максимизацию комплексной функции полезности $Y(J, \Delta)$.

По мере достижения ПДК вредных веществ в воде природных водоемов борьба за улучшение качества вод не снимается с повестки дня, т.к. качество (состав) воды является функцией времени, с течением которого изменяется как состояние водного объекта, так и требования, предъявляемые к его состоянию.

В этом случае изменяется цель задачи — максимизация значения комплексной функции полезности $Y(J, \Delta)$.

Подобное представление проблемы оптимизации водоохранных решений для природных водоемов достаточно полно укладывается в модели, разработанные в теории компромисно-оптимальных решений с использованием понятий теории полезности.

Этапы решения этой задачи можно представить следующим образом:

выбор и исследование факторов, характеризующих экологическую ситуацию (характер циркуляции и других функций воды на промышленных предприятиях с учетом их специфики) с выделением факторов состояния природного водного объекта источника промышленного водоснабжения или приемника сточных вод;

выявление функциональной связи установленных факторов;

формирование многомерного векторного критерия оптимальности принимаемых решений;

аналитическое объединение экологических факторов в функцию экологической вредности;

тер use mode of a separate consumer, water supply system or plant.

The computer programme is based on the processing of information concerning the mode of operation of a water supply system (flowrate and chemical characteristics), process equipment, analysis of water in a water source and amount of pollutants in water after treatment.

Input of information may be both performed on the basis of laboratory measurement data and directly from automatic means.

Output data make it possible to optimize operational mode of water supply system based on technical-and-economic indexes of water supply system operation such as fresh water consumption, discharge of effluents, water treatment and supply expenditures, payments for discharge of pollutants into water pools, electric power costs, service life of water-cooled equipment.

Results of calculations may be used for decision-making by the managing staff of water supply services or may be sent as commands to actuators in automatic water supply control systems.

Economic efficiency of the water supply system operation is achieved due to control of various parameters of its operation and attaining minimum values of fresh water consumption, discharge of effluents, agents rate, etc. with simultaneous maintaining scaling rate at a level below permissible.

Due to the limited volume of the present report we shall touch upon scaling rate only.

The legend is as follows:

i — number of a water supply system;

j — shop number;

k — unit number;

l — number of a separate consumer or a process;

S_i^{kl} — rated thickness of the scaling fouled, mm/year or mm/campaign;

S_θ^{kl} — permissible thickness of scaling, mm/year or mm/campaign;

ΔS^{kl} — difference between rated and permissible thickness of scaling;

τ^{kl} — estimated time, hour;

$W_{i\theta}^{jkl}$ — water flowrate passing from i -system to other system, m^3/h ;

$W_{i\theta}^{jkl}$ — water flowrate in a water supply system, m^3/h ;

$W_{i\theta}^{jkl}$ — water flowrate for system blow-

аналитическое объединение факторов, характеризующих экономические показатели функции Т "эффективность затраты";

установление взаимной зависимости различных факторов и получение "смешанной" эколого-экономической функции полезности П;

оптимизация "смешанной" функции полезности П с одновременным нахождением экологических и экономических параметров;

выработка конкретных управленческих рекомендаций по оптимизации водопользования.

На этапе выявления набора факторов, описывающих экологическую и эксплуатационную ситуацию на конкретном промышленном объекте, мы вынуждены сузить понятие экологии до концентрации примесей в водной среде. Экологическая и технологическая значимость этих показателей не требует пояснений.

Перспективные исследования предполагают все более глубокий охват большого перечня сугубо экологических показателей. Поэтому даже на первом этапе, по нашему мнению, не целесообразно заменять понятие "экологический" на более четкое понятие "гидрохимический", поскольку методология принятия управленческих решений должна базироваться на взаимодействии "экономики" и "экологии", как основных начал рационального использования природных ресурсов.

Нами сделана попытка разработать критерии, объединяющие разноплановые факторы использования водных ресурсов: экологические, технические и экономические. С этой целью разработана программа для персонального IBM совместимого компьютера для управления режимом водопользования как отдельного потребителя, системы водоснабжения, так и предприятия.

Программа работы основана на обработке поступающей информации о режиме работы системы водоснабжения (расходные и химические характеристики), технологического оборудования, состава воды в источнике водоснабжения и количестве загрязняющих веществ поступивших в воду и оставшихся в ней после ее подготовки.

down, m^3/h .

In cooled elements for which water hardness is regulated scaling thickness S_i^{ikl} is determined at estimated time τ^{ikl} for blow-down value variation during the interval $(W_{1\delta}^{1000}, W_{1\delta}^{1000})$ and is compared with a permissible value S_θ^{ikl} . With variation of $W_{1\delta}^{1000}$ from minimum permissible value $W_{1\delta}^{1000}$ to maximum rational value $W_{1\delta}^{1000}$ the following variants are possible (see Fig.).

1. $\Delta S^{ikl} = S_i^{ikl} - S_\theta^{ikl} \leq 0$ for $W_{1\delta}^{1000} = W_{1\delta}^{1000}$ and $W_{1\delta}^{1000} = W_{1\delta}^{1000}$. In this case extreme points of the function $\Delta S^{ikl}(W_{1\delta}^{1000})$ are to be found.

If the extreme value doesn't exist or $\Delta S_{extr}^{ikl} \leq 0$ then $\Delta S^{ikl} \leq 0$ in the whole interval. In this case the element under consideration operates successfully at any blow-down as the scaling thickness doesn't exceed the permissible value.

On the other hand if $S_{extr}^{ikl} > 0$ then at least two roots $W_{1\delta+}^{ikl}$ and $W_{1\delta-}^{ikl}$ of the equation exist for which scaling thickness corresponds to the permissible value. The symbol "-" means the transfer from positive values of the function $\Delta S^{ikl}(W_{1\delta}^{1000})$ to negative values. When $W_{1\delta}^{1000}$ transfers through $W_{1\delta-}^{ikl}$ the symbol "+" transfers from negative values of the function ΔS^{ikl} to positive values. Then $W_{1\delta+}^{ikl} < W_{1\delta-}^{ikl}$. In the interval from $W_{1\delta+}^{ikl}$ to $W_{1\delta-}^{ikl}$ the layer of scaling exceeds the permissible value and in the intervals from $W_{1\delta}^{1000}$ to $W_{1\delta+}^{1000}$ and from $W_{1\delta-}^{1000}$ to $W_{1\delta}^{1000}$ it is lower than the permissible value.

2. $\Delta S^{ikl} = S_i^{ikl} - S_\theta^{ikl} > 0$ for $W_{1\delta}^{1000} = W_{1\delta}^{1000}$ and for $W_{1\delta}^{1000} = W_{1\delta}^{1000}$. In this case an extreme value $W_{1\delta extr}^{ikl}$ of the function $\Delta S^{ikl}(W_{1\delta}^{1000})$ is also to be found. If there is no extreme value or $\Delta S^{ikl} > 0$ then in the whole interval $S_\theta^{ikl} < S_i^{ikl}$.

In this case the water supply system doesn't ensure successful operation of the given element due to the high level of carbonate scaling (or water treatment is required to increase its carbonate index).

If $\Delta S_{y\theta n\delta}^{ikl} = \Delta S^{ikl}(W_{1\delta y\theta n\delta}^{ikl}) < 0$, then at

Ввод в компьютер этой информации может осуществляться как по данным лабораторных измерений, так и непосредственно с приборов автоматического контроля.

Выходные данные расчета позволяют оптимизировать режим работы системы водоснабжения исходя из технико-экономических показателей работы: потребление свежей воды, сброс сточных вод, затраты на подготовку и подачу воды потребителю, плата за сброс загрязняющих веществ в водоем, затраты электроэнергии, долговечность работы водоохлаждаемого оборудования.

Данные расчета могут использоваться с дисплея или распечатанных таблиц для принятия оперативных управленческих решений инженерным персоналом службы водообеспечения предприятия или(и) передаваться в виде команд исполнительным механизмам при создании автоматизированных систем управления водообеспечением (АСУ Вод).

Экономичность работы систем водоснабжения достигается за счет регулирования различных параметров ее работы и достижения минимальных инженерно обоснованных показателей количества потребления свежей воды, сброса сточных вод, дозы реагентов и др. при одновременном сохранении скорости образования отложений не более допустимой.

По причине ограниченных объемов изложения материала более подробно остановимся только на скорости образования отложений.

В изложении приняты следующие условные обозначения:

i — номер системы водоснабжения;

j — номер цеха;

k — номер агрегата;

l — номер элементарного потребителя или операции;

S_i^{jkl} — расчетная толщина слоя образующихся отложений, мм/год или мм/кампанию;

S_0^{jkl} — допустимая толщина слоя отложений, мм/год или мм/кампанию;

S^{jkl} — разность между расчетным и допустимым слоями отложений;

τ^{jkl} — расчетное время, час;

$W_{i\delta}^{jkl}$ — расход воды, передаваемой из i -й системы в другие, м³/час;

least two blowdown flowrate values (roots of the equation $\Delta S^{jkl} = 0$) $W_{i\delta+}^{jkl}$ and $W_{i\delta-}^{jkl}$ (at that $W_{i\delta+}^{jkl} < W_{i\delta-}^{jkl}$) exist at which scaling thickness corresponds to the permissible value and between them it is lower than the permissible value.

3. $\Delta S^{jkl} < 0$ for $W_{i\delta}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$, $\Delta S^{jkl} < 0$ for $W_{i\delta}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$. In this case there is a root $W_{i\delta+}^{jkl}$ of the equation $\Delta S^{jkl} = 0$. Let's assume $W_{i\delta-}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$. In the interval from $W_{i\delta}^{jkl}$ to $W_{i\delta+}^{jkl}$ $\Delta S^{jkl} < 0$ (the scaling layer is lower than the permissible value).

4. $\Delta S^{jkl} > 0$ for $W_{i\delta}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$, $\Delta S^{jkl} < 0$ for $W_{i\delta}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$. In this case there is a root $W_{i\delta-}^{jkl}$ of the equation $\Delta S^{jkl} = 0$. Let's assume $W_{i\delta+}^{jkl} = W_{i\delta}^{jkl}$. In the interval L_{ijkl} (from $W_{i\delta-}^{jkl}$ to $W_{i\delta+}^{jkl}$) $\Delta S^{jkl} < 0$ (the scaling layer is lower than the permissible value).

Then intersection L^{jkl} of all intervals follows within the limits of which scaling is lower than the permissible level.

Such a least value $W_{i\delta}^{jkl}$ out of the set L as blowdown flowrate $W_{i\delta}^{jkl}$ is assumed that $W_{i\delta l}^{jkl} \geq W_{i\delta}^{jkl}$. After the final value $W_{i\delta}^{jkl} = W_{i\delta l}^{jkl}$ is selected the main parameters of the water supply system operation are determined such as make-up and blowdown volumes, total flowrate, heating temperature, agent dosage, etc.

The computer technique serves to monitor and control the total water consumption including fresh water, and discharge of effluents.

The work performed allows for quick determination and correction of water supply system and water disposal system operation parameters.

Methods and software developed ensure automatic operation of water supply facilities with minimum expenditures for water supply purposes including payments for discharge of

$W_{i\delta}^{i000}$ — расход воды в системе оборотного водоснабжения, м³/час;

$W_{i\delta}^{i00}$ — расход воды на продувку системы, м³/час.

effluents to water pools and consumption of fresh water from water sources.

В охлаждаемых элементах, для которых жесткость воды регламентируется, толщина слоя отложений S_i^{jkl} определяется за расчетное время τ^{jkl} при изменении величины продувки в интервале $\{W_{i\delta}^{i000}, W_{i\delta}^{i00}\}$ и сравнивается с допустимой S_θ^{jkl} . При изменении $W_{i\delta}^{i00}$ от минимально возможного значения $W_{i\delta}^{i000}$ до максимального рационального значения $W_{i\delta}^{i00}$ возможны следующие варианты (см. рис.)

1. $\Delta S^{jkl} = S_i^{jkl} S_\theta^{jkl} \leq 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i000}$ и $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i00}$. В этом случае следует найти точки экстремума функции $\Delta S^{jkl}(W_{i\delta}^{i00})$.

Если экстремального значения не существует, либо $\Delta S_{y\theta n\theta\delta}^{jkl} \leq 0$, то и во всем интервале $\Delta S^{jkl} \leq 0$. В этом случае рассматриваемый элемент при любой продувке функционирует нормально, т.к. толщина слоя отложений не превышает допустимой.

Если же $\Delta S_{y\theta n\theta\delta}^{jkl} > 0$, то существует, по крайней мере, два корня уравнения $W_{i\delta+}^{jkl}$ и $W_{i\delta-}^{jkl}$, при которых толщина слоя отложений равна допустимой. Знак "-" означает переход от положительных значений функции $\Delta S^{jkl}(W_{i\delta}^{i00})$ к отрицательным. При переходе $W_{i\delta}^{i00}$ через $W_{i\delta-}^{jkl}$, знак "+" означает переход от отрицательных значений функции ΔS^{jkl} к положительным.

При этом $W_{i\delta+}^{jkl} < W_{i\delta-}^{jkl}$. В промежутке от $W_{i\delta+}^{jkl}$ до $W_{i\delta-}^{jkl}$ слой отложений больше допустимого, а в интервалах от $W_{i\delta}^{i000}$ до $W_{i\delta+}^{jkl}$ и от $W_{i\delta-}^{jkl}$ до $W_{i\delta}^{i00}$ — меньше.

2. $\Delta S^{jkl} = S_i^{jkl} S_\theta^{jkl} > 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i000}$ и при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i00}$. В этом случае также следует найти точку экстремума $W_{i\delta y\theta n\theta\delta}^{jkl}$ функции $\Delta S^{jkl}(W_{i\delta}^{i00})$. Если экстремального значения не существует, либо $\Delta S^{jkl} > 0$, что свидетельствует о том, что во всем интервале $S_\theta^{jkl} < S_i^{jkl}$.

В этом случае система водоснабжения не обеспечивает нормальной работы рассматриваемого элемента из-за высокой интенсивности карбонатных отложений или необходима обработка воды с целью повышения ее карбонатного индекса.

Если же $\Delta S_{y\theta n\theta\delta}^{jkl} = \Delta S^{jkl}(W_{i\delta y\theta n\theta\delta}^{jkl}) < 0$, то существует, по крайней мере, два значения продувочных расходов (корни уравнения $\Delta S^{jkl} = 0$) $W_{i\delta+}^{jkl}$ и $W_{i\delta-}^{jkl}$ ($W_{i\delta+}^{jkl} < W_{i\delta-}^{jkl}$) при которых толщина слоя отложений равна допустимой, а между ними меньше допустимой.

3. $\Delta S^{jkl} < 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i000}$, $\Delta S^{jkl} < 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i00}$. В этом случае существует корень $W_{i\delta+}^{jkl}$ уравнения $\Delta S^{jkl} = 0$. Примем $W_{i\delta-}^{jkl} = W_{i\delta}^{i000}$. В промежутке от $W_{i\delta}^{i000}$ до $W_{i\delta+}^{jkl}$ $\Delta S^{jkl} < 0$ (слой отложений меньше допустимого).

4. $\Delta S^{jkl} > 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i000}$, $\Delta S^{jkl} < 0$ при $W_{i\delta}^{i00} = W_{i\delta}^{i00}$. В этом случае существует корень уравнения $\Delta S^{jkl} = 0$, $W_{i\delta-}^{jkl}$. Примем $W_{i\delta+}^{jkl} = W_{i\delta}^{i00}$. В промежутке L^{jkl} (от $W_{i\delta-}^{jkl}$ до $W_{i\delta+}^{jkl}$) $\Delta S^{jkl} < 0$ (слой отложений меньше допустимого).

Далее находится пересечение L^{i000} всех интервалов, в пределах которых отложения меньше допустимых. В качестве продувочного расхода $W_{i\delta}^{i000}$ принято такое наименьшее значение величины $W_{i\delta L}^{i000}$ из множества L , что $W_{i\delta L}^{i000} \geq W_{i\delta}^{i000}$. После окончательного выбора величины $W_{i\delta}^{i000} = W_{i\delta L}^{i000}$ определяются основные параметры работы системы водоснабжения: размер подпитки, продувки, общий расход, температура нагрева и т.д.

Компьютерная технология является средством контроля и управления общего водопотребления, в том числе свежей воды и сброса сточных вод. Выполненные работы позволяют оперативно определять и корректировать параметры работы систем водообеспечения и водоотведения.

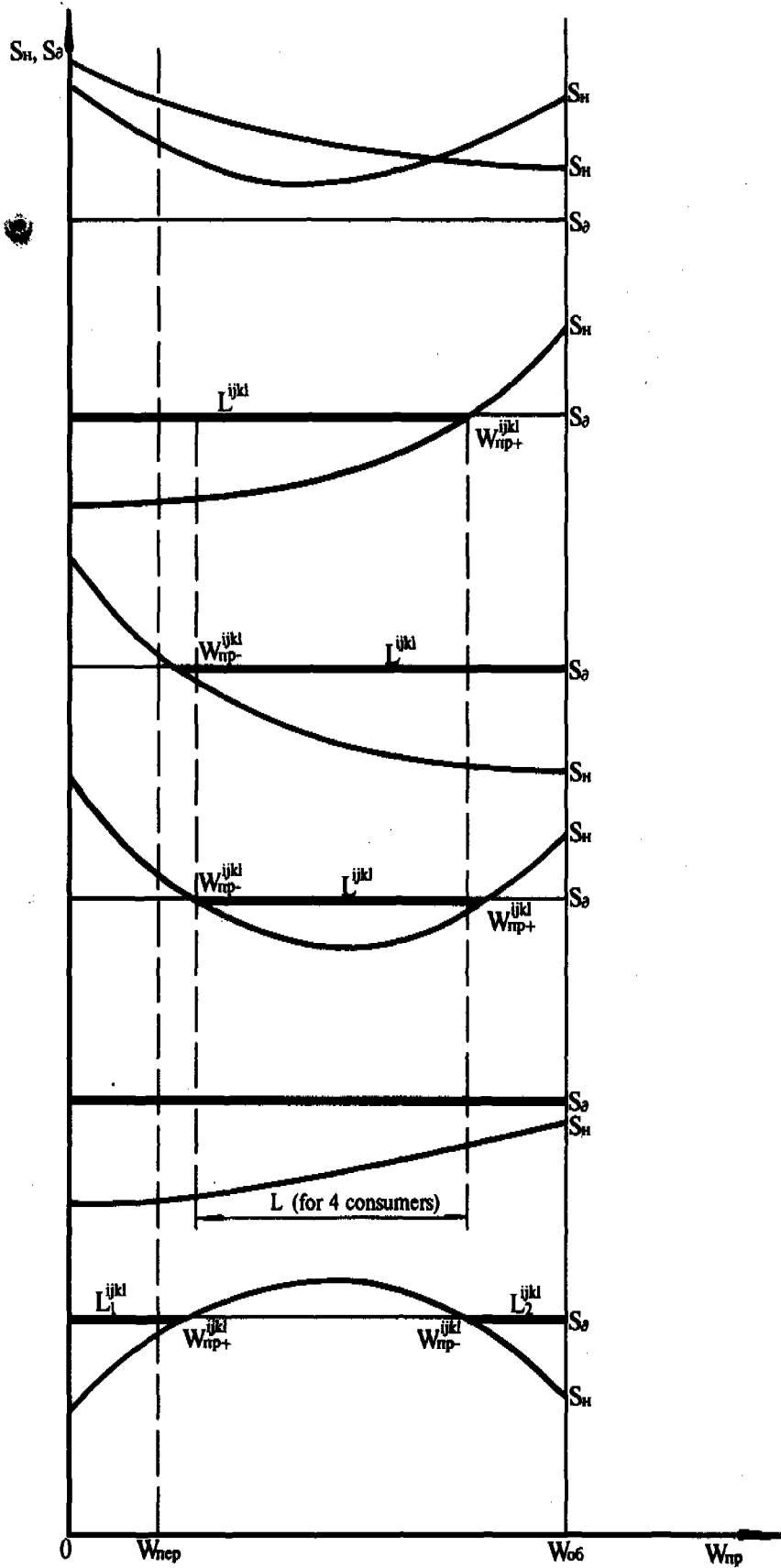
Разработанное методическое и программное обеспечение позволяет осуществить работу водного хозяйства в автоматизированном режиме с минимизацией затрат на цели водообеспечения.

Реализация приведенных в этом сообщении в тезисном варианте предложений по применению компьютерной технологии водообеспечения промышленных предприятий дает значительный экономический эффект, который можно оценить:

снижением затрат на составление планов водоохранного строительства;

реально по предотвращенному ущербу, связанному с наилучшим использованием средств на водоохранные мероприятия на промышленных предприятиях и непосредственно на природных водных объектах и их максимально возможном оздоровлении при имеющихся материальных ресурсах.

Figure. Relation between rated S_H and permissible S_0 layers of scaling



ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

*Кеймиров М.А., к.х.н.,
Кабинет Министров Туркменистана,
Ашгабат*

Неправильное использование водных, земельных ресурсов, ядохимикатов и удобрений приводит к нарушению экологической обстановки во многих регионах. В связи с этим острой проблемой становится обеспечение населения питьевой водой.

Для решения этой проблемы необходимо:

1. полный физико-химический анализ водных источников
2. разработка способов очистки и опреснения вод
3. изготовление аппаратов
4. испытание изготовленных аппаратов в реальных условиях.

Установлены полный химический состав и содержание хлор-органических пестицидов, нитратов, тяжелых металлов в различных питьевых водах. Для очистки и опреснения использованы процессы фильтрации, сорбции, осаждения, электрокоагуляции и электродиализ.

В качестве фильтрационных и сорбционных материалов опробированы природные и синтетические материалы. Среди них высокую степень очистки (от 60% до 96%) показали обработанные гранулы на основе природных цеолитов Батхыза и бентонитов Огланлинского месторождения.

Процесс электродиализа вели с использованием мембран МА-40 и МК-40. Для увеличения избирательности и устранения осадкообразования были апробированы различные варианты их модифицирования комбинирования. В качестве модификаторов использованы различные полиэлектролиты. Комбинирование было проведено с использованием ультрафильтрационных мембран УАМ-50, УАМ-95, УАМ-100 и Халипор-2-965, обратно осмотических МГА-80, МГА-95 и МГА-100. Апробированы покрытия катионообменных мембран со стороны анода, катода и анод-катода. Результаты показали,

TREATING POLLUTION WATERS IN CONDITIONS OF LIFE

*Keymirov M.A.,
candidate of the chemical sciences,
Cabinet of Ministers of Turkmenistan,
Ashgabat*

Irregular using of the water and ground resources, pesticides and fertilizers brought to breach ecological situation in many regions. Due to that the problem of provision population by drinkable water is stood actual.

For the solution of this problem it is necessary:

1. complete physical and chemical analysis of water sources;
2. elaboration methods of the treatment and desalination waters;
3. producing of the apparatus;
4. test apparatus in real conditions.

Chemical composition and content of chlorine and organic pesticides, nitrogen, heavy metals were determined in drinkable waters.

For the treatment and desalination the filtering, sorption, sedimentation, electrocoagulation and electrodiagnosis were used.

Natural and synthetic materials were used as the materials for the filtering and sorption. Among these the processing granulas of the native zeolites of the Bathys and Oglanlinsky bentonit showed the high degree of the treatment from 60% to 96%.

Electrodiagnosis was performed with using membranes MA-40 and MC-40. The increase of membranes selectivity and removal of the sediments falling out near the membranes obtained by the modification and combination of the membranes. The combination was conducted by using ultrafiltration membranes UAM-50, UAM-95, UAM-100 and Cholipor-2-965 and reverse osmosis membranes MGA-80, MGA-95, MGA-100. Discharge attempted from the side of anode, cathode and anode-cathode. Results showed that the all methods of protection gave positive effect, but at that time the ions transportation is failed.

что использованные способы защиты дают положительный эффект, но при этом снижается перенос ионов.

На основе проведенных исследований разработаны 5 моделей индивидуальных аппаратов: «Здоровье-1», «Здоровье-2», «Здоровье-3М», «Здоровье-4М», «Здоровье-5МЕД». Последний аппарат состоит из фильтрационной, электрокоагуляционной, сорбционной, электродиализной и кондиционирующей частей.

Основные характеристики аппаратов:

- степень очистки от 60% до 99%,
- степень опреснения от 10% до 75%,
- производительность от 10 до 50 литров в час,
- гарантированный срок службы от 6 до 18 месяцев.

Determined five models of the individual apparatus for the receipt conditioning drinkable water in conditions of life on the basis of the investigations: «Zdorovie-1», «Zdorovie-2», «Zdorovie-3M», «Zdorovie-4M», «Zdorovie-5MED». The last of it's consist from the filtering, electrocoagulation, sorption, electro dialysis and conditioning parts.

The main characteristics of the apparatus fluctuated:

- the degree of the treatment from 60% to 99%;
- the degree of the desalination from 10% to 75%;
- productivity from 10 to 50 litres per hour;
- the guaranteed time of work from 6 to 18 month.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ

*Ковалёв Сергей Николаевич, к.т.н., веду-
щий научный сотрудник, доцент, Москов-
ский государственный университет
природообустройства*

ТЕЗИСЫ

Разработан пакет математических моделей и программ для комплексного анализа и расчета основных характеристик речного стока, оптимизации водораспределения и управления водохозяйственными системами (ВХС).

В докладе представлены результаты наших многолетних исследований (1971–1994 гг.), выполненных по следующим направлениям: разработка моделей формирования поверхностного стока и определение основных элементов водохозяйственного баланса на малых водосборах (комплекс BODSNEG); разработка статистических моделей и расчеты основных параметров природоохранного стока (STATREC); моделирование и расчеты неустановившегося движения воды в реках (KOVNEUST); разработка моделей регулирования стока каскадами водохранилищ и управления водохозяйственными системами с помощью диспетчерских графиков водохранилищ (DISPT); разработка моделей по определению оптимальных параметров ВХС ирригационного назначения и оптимального водораспределения (KOVORT, KOVDIN); разработка имитационных моделей водохозяйственных систем, включающих в себя участки рек, каналов, водозаборные и сбросные сооружения, насосные станции и т.п. (KOVIM).

Модели и комплексы программ апробированы на ряде водохозяйственных и речных систем России и СНГ (Урала, Поволжья, Донбасса, Крыма, Средней Азии и других). Так, например, с помощью комплекса STATREC определены статистические параметры и гидрографы природоохранного стока в 116 створах основных рек России и СНГ.

Пакет включает свыше шестидесяти программ, написанных на языках TURBO C++, TURBO PASCAL, TURBO BASIC, FORTRAN и реализованных на ПЭВМ IBM AT/286/386/486 в операционных системах MS DOS и WINDOWS.

UTILIZATION OF A PACKAGE OF COMPUTER CODES FOR OPTIMISATION OF A WATER DISTRIBUTION AND CONTROL OF WATER RESOURCE SYSTEMS

*S.N. Kovalev, senior researcher,
Cand. Sc. (Technology),
Moscow state University
of Natural Resources*

HEADS OF A REPORT

A set of mathematical models and computer codes for integrated analysis and calculations of the fundamental characteristics of river flow is developed for optimisation of water distribution and control of water resource systems (WRS).

Results of a long standing research program (1971–1994) in the following directions are presented: elaboration of models for forming of surface flows and determination of the main elements of WRS water balance on small water collection systems (BODSNEG code); elaboration of statistical models and calculations of the main parameters of nature preservation flow (STATREC); simulation and calculations of nonequilibrium motion of water in rivers (KOVNEUST); elaborating of models for regulation of flow by series of reservoirs and control of WRS with the means of control charts for water reservoirs (DISPT); elaboration of models for determination of optimal parameters of WRS for irrigation purposes and optimal water distribution (KOVORT, KOVDIN); elaboration of simulation models of WRS, including such elements as rivers, canals drains, pumping stations etc. (KOVIM).

Models and computer code packages have been approved on a series of WRS and rivers of Russia and CIS (Ural, Donbass, Volga region, Crimea, Central Asia etc.). For example using STATREC package parameters and hydrographs of nature protection flow in 116 section of the main Russian and CIS rivers have been calculated.

The package includes more than 60 codes, written in TURBO C++, TURBO PASCAL, TURBO BASIC, FORTRAN languages and executed on IBM AT/286/386/486 PCs with DOS and WINDOWS environments.

ПРОБЛЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТОКА И ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВХС

Проблема математического моделирования поверхностного стока и управления речными водохозяйственными системами, несмотря на многочисленные исследования и публикации, не теряет своей актуальности и в настоящий период. Начиная с классических работ отечественных: Великанова М.А. (1948), Крицкого С.Н., Менкеля М.Ф. (1952), Потапова М.В. (1951), Саваренского А.Д. (1951), Плешкова Я.Ф. (1975), Цветкова Е.В. (1967), Картвелишвили Н.А. (1967) и зарубежных: Маас А., Марглин С.А., Дорфман Р., Хафшмидт М.М., Бауер Б.Т., Риди В.В., Томас Г.А. (1967), Лаукс Д., Стедингер Дж., Хейт Д. (1984) и др. исследователей большое внимание было уделено вопросам: расчетов и регулирования речного стока, моделированию и оптимизации параметров ВХС, управлению количественными и качественными показателями речного стока, водопотребления и других элементов водохозяйственного баланса (ВХБ).

В своих исследованиях мы использовали различные методы моделирования, в том числе: оптимизационные и имитационные, детерминированные и стохастические, статические и динамические модели.

КОНЦЕПЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВХС

Концепция оптимального управления ВХС, как и другие подобные концепции, созданные для объяснения, а затем и управления любыми физическими системами и процессами, по существу, являются удобной схемой, достаточно хорошо объясняющей соответствующие природные процессы и явления и накопленные факты. Отсюда следует, что для таких описаний и управлений непротиворечивых концепций может быть много (по крайней мере больше одной); по мере накопления новых явлений и фактов концепции могут развиваться и улучшаться. Это хорошо прослеживается, как на примере фундаментальной физики (переход от ньютоновской теории к теории Эйнштейна), так

PROBLEMS OF MATHEMATICAL SIMULATION OF FLOW AND WRS CONTROL OPTIMISATION

The problem of mathematical simulation of surface flow and the control of WRS in spite of many efforts and publications is still a matter of topical interest now. Beginning from classical works by scientists of our country: Velicanov M.A. (1948), Kritsky S.N., Menkel M.F. (1952), Potapov M.V. (1951), Savarensky A.D. (1951), Pleshkov J.F. (1975), Tswetkov E.V. (1967), Kartvelishvili N.A. (1967), and foreign scientists: Maass A., Marglin S.A., Dorfman R., Hufschmidt M.M., Bawer B.T., Reedy W.W., Thomas H.A. (1962), Loucks D.P., Stedinger J.R., Haith D.A. (1981) and others much attention has been given to the following problems: calculation and control of river flows, simulation and optimisation of parameters of WRS, control of qualitative and quantitative parameters of river flow, water consumption and other elements of water resource balance (WRB).

In our investigations we used different methods of simulation, including optimisation and imitation, deterministic and stochastic, static and dynamic models.

CONCEPTION AND THE INFORMATION-MODELLING SYSTEM OF OPTIMAL CONTROL OF WRS

The conception of optimal control of WRS, as other similar conceptions, created for explanation and subsequent control of any physical systems and processes, essentially is a convenient scheme for accurate explanation of corresponding natural phenomena and collected facts. It follows that for such descriptions and control there may exist a number of non contradictory conceptions (at least more than one); as new facts are collected the conceptions may be developed further and become better. It can be seen well as for example, in fundamental physics (transfer from Newton's theory to Einstein theory), as in applied science, specifically, connected to WRS control.

и на примере прикладных научных дисциплин, в частности, связанной с управлением ВХС.

От правильно выбранной концепции зависят: постановка и методика решения задачи, критерии качества управления, и, в конечном счете, результаты решения задачи, поскольку концепция определяет соотношение между поставленной целью и возможностями ее достижения.

Основные концептуальные принципы оптимального управления ВХС реализуются в виде информационно-моделирующей системы (ИМС). В составе этой системы основными элементами являются: концептуальная модель (КМ), представляющая собой вид математической модели управления ВХС на семантическом (понятийном) уровне; банк данных (БД) предназначенный для накопления и хранения экспериментальной, априорной и документальной информации об управляемой ВХС; экспертная система (ЭС), обобщающая опыт эксплуатации и управления существующих или аналогичных ВХС, и знания экспертов как в виде отдельных массивов (матриц) данных, так и в виде программных средств; база знаний (БЗ), содержащая в себе модель управляемой ВХС в виде линейной схемы ВХС, уравнений, разного рода ограничений, программ для определения и оптимизации параметров модели и т.п.; описания природных и антропогенных факторов основной составляющей ВХБ-стока и других его элементов, а также особенностей данной ВХС; комплекс алгоритмов и программ для реализации модели на ПЭВМ и принятия решений по оптимальному управлению ВХС; инструкции к комплексу программ.

Нами рассматривается трехуровневая структура управления ВХС: локальное управление подсистем ВХС (на частном водосборе, в отдельном водохозяйственном районе, на одном водохранилище и т.д.) в оперативном или плановом режиме; оперативное управление всей ВХС (с расчетными интервалами времени не более суток); планирование режимов работы всей ВХС (с расчетными интервалами времени – декада и более). Трехуровневая структура управления должна работать как единое целое: с единым банком данных, программным и сервисным обеспечением и т.д.

При постановке задачи оптимизации управления достаточно сложной ВХС систему необходимо разбить на отдельные подсисте-

The way a problem is stated, the method of solution of the problem, the criteria of quality of control, at last the results of the solution depend on the correctly chosen conception, since the conception determines the correlation between the aim of investigation and the possibility to achieve it.

The general conceptual principles of optimal control of WRS are realized as an information-modelling system (IMS). The main elements incorporated in this system are: the conceptual model (CM), which is a mathematical model for the control of WRS on a semantic level; a data bank (DB), containing and storing experimental, a priori and documental information on the controlled WRS; an expert system (ES), uniting into a whole the experience of exploration and control of existing or similar WRS and the knowledge of experts, both as data massives (matrix) and as program codes; base of knowledge (BK), containing the model of the controlled WRS as a linear scheme of the WRS, equations, different kinds of restrictions, programs for determination and optimisation of the parameters of the model on a PC and take the decisions on the optimal control of the WRS; instructions for the usage of the software.

We examine a three-level structure for the control of the WRS: local control of subsystems of the WRS (local water resource, a local water resource region, a local reservoir etc.) in a operational or planning regime; operational control of the whole WRS (with rated time intervals of no more than one day); planning of the work of the whole WRS (with rated intervals of a decade or more). The three-level structure of control should work as a whole: using common data bank, software and means of service.

While positing the aim of control of a complex enough WRS the system should be divided into several subsystems and the problem should be decomposed; after the sub problems are solved the general solution is assembled. It is necessary to take into consideration the general intercommunication of the elements of the subsystems and to motivate the absence of serious errors as a result of solving the problems in such a decomposed scheme.

мы и произвести декомпозицию задачи; после решения этой задачи по частям производится ее сборка. При этом необходимо учесть основные взаимосвязи элементов подсистем и обосновать отсутствие серьезных погрешностей в результате решения задачи по такой декомпозиционной схеме.

Для оптимизации управления ВХС следует определить параметры, которые в процессе функционирования и управления системы меняются и с помощью которых можно определить текущее состояние системы и эффективность управления. В общем случае параметры управления ВХС можно разделить на три группы: параметры, определяемые природными процессами и планами развития системы (например, площадь водосбора и площадь орошения земель, величины водозабора и сброса воды и т.п.); параметры, определяемые размерами сооружений и установок ВХС (например, емкости УМО, НПУ, МПУ водохранилищ и т.д.); параметры, определяемые правилами управления ВХС и регулирования стока (например, характеристики диспетчерских графиков и правил регулирования водохранилищ).

В ряде случаев, ввиду отсутствия или недостаточности исходных (экспериментальных) данных по параметрам управляемой ВХС, приходится эти параметры определять (уточнять) методами аналогии или оптимизации.

Приведем краткую характеристику моделей и комплексов программ, реализующих перечисленные ранее задачи на ПЭВМ.

МОДЕЛИ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВХС НА ПЭВМ

Описание моделей и комплексов программ будем рассматривать в следующем порядке: постановка задачи (словесная); критерии качества и оптимизации; численные методы, примененные для решения задачи; краткое описание алгоритмов и программ; практическая реализация и возможные сферы применения.

Модель и комплекс программ BODSNEG

Модель формирования поверхностного стока (и прежде всего его основной составляющей – максимального стока) основана на генетических формулах склонового, руслово-

In order to optimise the control of the WRS it is necessary to determine the parameters, which are being changed in the process of functioning and control of the system and using which it is possible to determine the current state of the system and the effectiveness of control. In the common case the parameters of the control of a WRS can be divided into three groups: parameters, determined by natural processes and by plans of the development of the system (for example, the water collecting area, the area of irrigated land, the quantity of water consumption and water expense, etc.); the parameters determined by the sizes of the structures and equipment; parameters, determined by rules of WRS control and flow regulation (for example, controllers charts parameters, reservoir control regulations). In certain cases, when some startup (experimental) data on the WRS under control is absent or not sufficient, we have to determine such parameters by trial and error method or using data from similar systems.

We shall give a short characteristic of the models and program packages, which are used to realize the listed problems using a PC (personal computer).

MODELS AND SOFTWARE PACKAGES, REALIZING THE PROBLEMS OF WATER DISTRIBUTION AND WRS CONTROL ON A PC

We shall describe the models and software in the following order: problem determination; quality and optimisation criteria; mathematical methods used for solution of the problem, short description of the algorithms and codes, practical realization and possible areas of application.

The model and software package BODSNEG

The model of surface flow formation (and first of all its main component – the maximal flow) is based on genetic formulas. We have added to the traditional genetical flow for-

го и бассейнового стока. В традиционную генетическую формулу стока, разработанную Великановым М.А., мы в явном виде ввели элемент, характеризующий временную аккумуляцию воды на водосборе, что позволило учитывать переходящие запасы воды. Эти запасы аккумулируются на водосборе в начале снеготаяния и расходуются в дальнейшем. Улучшенная таким образом генетическая формула стока стала не только удобной учебной иллюстрацией формирования стока, но и позволила нам выполнить массовые (практически по всем стоковым и воднобалансовым станциям ЕТС) расчеты на ЭВМ основных характеристик стока. Это позволило затем перейти к разработке методики расчета максимального стока с малых водосборов, учитывающей как природные, так и антропогенные факторы стока (3, 4).

Критерием качества и надежности рассчитанных характеристик стока с помощью комплекса программ BODSNEG является достаточно малое расхождение (менее 10%) между наблюдаемыми и рассчитанными величинами слоя стока и гидрографов за период половодья.

Для интегрирования дифференциальных уравнений, описывающих процессы таяния, стекания, аккумуляции, трансформации и регулирования стока прудами и водохранилищами нами применялись, в основном, численные методы.

Комплекс программ для ПЭВМ представлен в двух видах в соответствии с решаемыми задачами: исследовательская часть задачи – получение основных параметров и характеристик стока по наблюдаемым данным; расчетная и прогнозная часть – получение характеристик стока заданной расчетной обеспеченности с учетом природных и антропогенных факторов стока. Программы написаны на языках FORTRAN и TURBO BASIC.

Разработанные модели и комплексы программ были применены для расчета основных характеристик стока на малых водосборах Центрально-Черноземных областей России, а также для определения боковой приточности к ВХС в Донбассе, Крыму, р. Урал и других.

Эти модели и комплексы программ могут быть применены не только в других регионах России, но и в других странах, как

mula developed by M.A. Velikanov, an overt element characterising temporal accumulation of water on the water collector, which permitted us to take in consideration the water resources carried over. This reserve is accumulated at the beginning of snow melting and are spent in the future. The improved in such a manner genetic formula for flow became not only a convenient educational illustration of flow formation, but permitted us to fulfil mass (practically for all flow and water balance stations of the European territory of Russia) computer analysis of the main flow parameters. This has allowed us to proceed to working out the methods of calculating the maximal flow from small water collecting areas, taking into consideration as antropogenetic factors of flow (4).

The quality and reliability criteria of the calculated characteristics of flow achieved with the BODSNEG software, is the small enough discrepancy (less than 10%) between the real and calculated flow quantities for the freshet period.

For integrating the differential equations describing the processes of thawing, accumulation, transformation and control of the flow by water reservoirs, we used, as a rule, numerical methods.

The PC software is represented in two forms according to the problems being solved: the research part of the problem-acquiring the main parameters and flow characteristics on the basis of observed data; the computational and prognosis part receiving of flow characteristics of demanded reliability taking into account the natural and antropogenetic flow factors. The software is written using FORTRAN and TURBO BASIC languages.

The developed models and software have been used for calculating the main flow characteristics for small watercollecting areas of the Central Black-soil districts of Russia, and also for the determination of tributary water flow for the WRS in Donbass area, Crimea, Ural river etc.

These methods and software packages may be used not only in other regions of Russia, but in other countries to calculate the flow

для расчета основных характеристик стока с малых водосборов с учетом различных факторов стока, так и для определения боковой приточности в задачах оптимизации управления ВХС.

Модель и Комплекс программ STATREC

В основу оценки природоохранного стока крупных речных систем нами положен восстановленный (естественный) сток. При этом, мы остановились на трех характеристиках: расчетной обеспеченности природоохранного стока; назначении лимитирующих интервалов и коэффициентах природоохранного попуска ниже расчетного створа (КПП). Первая характеристика позволяет определить величину минимально допустимого природоохранного стока; вторая – достаточно корректно рассчитать гидрограф природоохранного стока; третья – позволяет учесть водохозяйственное использование и экологические ограничения ниже расчетного створа. Величины расчетной обеспеченности и КПП для каждой речной системы и створа назначаются экспертным путем (9).

Лимитирующие интервалы для каждого речного бассейна назначаются индивидуально, исходя из природных, хозяйственно-экономических и экологических требований.

Очевидно задача определения приведенных характеристик возникает по крайней мере в трех случаях: при определении существующего состояния ВХС, при прогнозировании состояния ВХС и при оптимизации управления ВХС.

Критерием качества и надежности методики определения основных характеристик природоохранного стока является достаточно близкое совпадение рассчитанной годовой величины (слоя) стока и определенной по гидрографу. Надежность экспертных оценок расчетной обеспеченности природоохранного стока и КПП определяется степенью надежности функционирования ВХС в различных неблагоприятных условиях.

Методика расчета природоохранного стока базируется на достаточно корректных методах математической статистики; статистическое распределение определялось по теоретическому распределению Крицкого-Менкеля.

Рассмотренная статистическая модель реализована в виде трех комплексов программ на языке TURBO PASCAL.

from small watercollecting areas and also for the determination of tributary flow quantities in the problems of WRS optimisation.

STATREC model and code package

We use the reconstructed (natural) flow as the basis for our estimation of the nature-preserving flow (NPF) of big river systems. We shall pay attention to three characteristics: calculated provision of NPF; allocation of the limiting intervals and coefficients of nature-preserving (CNFA).

The first characteristic allows us to determine the size of the minimally permitted NPF; the second characteristic allows to calculate quite correctly the hydrograph of the NPF; the third allows to take in to account the water resource utilization and the ecological limitations. The values of the rated provision and CNFA for each river system are assigned by the expert evaluation method.

The limiting interval for each river basin are assigned individually according to natural, economic and ecological demands.

One can see that the problem of determination of these listed characteristics arises at least in three cases: determining the existing state of the WRS, prognosing the state of the WRS, optimising the WRS control.

The quality and reliability criterions of the method of determination of the main characteristics of NPF are the rather good coincidence of the rated annual quantity (layer) of flow and the quantity determined by the hydrograph. The reliability of the expert evaluations of rated NPF and CNFA is determined by the level of reliable functioning of the WRS in different unfavourable conditions.

The method of calculation of the NPF is based upon the quite reliable methods of mathematical statistics; the statistical distribution was determined using the theoretical Critsky-Menkel distribution. The examined statistical model is realized as three code packages in TURBO-PASCAL.

С помощью этих комплексов определены основные характеристики природоохранного стока для 116 створов крупных рек России и СНГ, в том числе: Волги, Дона, Днепра, Дуная, Зап. Двины, Енисея, Кубани, Амударьи и др.

Модель и комплексы программ могут быть применены как для расчета количественных, так и качественных характеристик стока и на других реках.

Модель и комплекс программ KOVNEUST

Математическая модель неустановившегося движения воды в реках, каналах и водохранилищах обычно базируется на решении дифференциальных уравнений Сен-Венана. Для применения этой модели на реальных ВХС необходимо достаточно большое количество исходных данных, которые обычно отсутствуют. Поэтому успешная реализация модели встречается достаточно редко. Нами разработана и реализована на ЭВМ модель неустановившегося движения воды в открытых водостоках в виде явной и неявной схем. В процессе реализации модели для расчета движения паводочных волн в реках приходилось методом пробных расчетов уточнять морфометрические и гидравлические характеристики в расчетных створах рек (5).

Критерием качества уточнения характеристик является достаточно хорошее совпадение наблюдаемых и рассчитанных гидрографов паводочных волн.

Для решения уравнений Сен-Венана применены численные методы сеток.

Комплексы программ написаны на языках FORTRAN и TURBO C++.

Расчеты неустановившегося движения воды выполнены на ряде больших и небольших речных ВХС, в том числе: р. Прут, р. Сейм (Курская обл.), р. Воймега (Владимирская обл.) и др.

Подобные расчеты могут иметь большое самостоятельное значение, прежде всего, в природоохранных проектах при расчетах границ затопления и дамб обвалования, а также в моделях оптимизации управления ВХС различного назначения.

Using these codes the main characteristics of the NPF are determined for 116 sections of big Russian and CIS rivers, including Volga, Don, Dniiper, Danube, West Dvina, Enisey, Kuban, Amy-darya etc.

The model and the software packages may be used for calculations as of the qualitative, as quantitative characteristics of the flow on other rivers also.

KOVNEUST model and software package

The mathematical model for the unsettled movement of water in the rivers, channels and reservoirs is usually based on the solution of the Sen-Venan differential equations. For applications of this model on actual WRS it is necessary to acquire sufficiently large volume of initial data, which is usually absent. That is why successful realizations of this model are quite rare.

We have worked out and realized on a computer a model of unsettled movement of water in open water flows in the form of an overt and covert schemes. During the realization of a model for calculation of flood waves in rivers we had to verify the morphometric and hydraulic characteristics in the rated of the rivers using the method of trial calculations.

The criterion of quality of the verification of the characteristics is the quite good coincidence of the observed and calculated hydrographs of flood rivers

The code packages are written using FORTRAN and TC++ languages.

The calculations of the unsettled water movement were performed for a number of big and small river WRS's, including: rivers Prut (Moldova), Seim (Kursk district), Voimega (Vladimir distr.), etc.

Similar calculations can be of independent importance, first of all, in nature-preserving projects in calculations of borders of flooding and dams, also in optimisation of WRS control models.

Модель и комплекс программ DISPT

Диспетчерские графики и правила эксплуатации водохранилищ обычно разрабатываются для рациональной (оптимальной) эксплуатации ВХС. Эти ВХС, имеющие в своем составе водохранилища, которые построены на реках с неравномерным ходом стока, базируются также на неравномерной (переменной) отдаче из водохранилищ.

Особое значение диспетчерское регулирование водохранилищ и оптимальное управление ВХС имеют при каскадном расположении водохранилищ.

В основу разработанной нами модели диспетчерского регулирования каскадно-расположенных водохранилищ положена модель построения диспетчерских графиков Крицкого-Менкеля для одиночных водохранилищ (6).

Критерием качества расчета диспетчерского регулирования водохранилищ являются: гарантированная водоотдача для наиболее ответственных водопотребителей; повышенная водоотдача в многоводные периоды и годы; возможность устранения или смягчения перебоев водоотдачи за пределами расчетной обеспеченности.

Комплекс программ, реализующий модель диспетчерского регулирования водохранилищ, написан на языке FORTRAN.

Расчеты диспетчерских графиков и правил эксплуатации выполнены на большинстве водохранилищ Донбасса (16), Крыма и ряде водохранилищ Урала и Средней Азии.

Аналогичные расчеты можно выполнить и на других водохранилищах России и СНГ. При этом такие расчеты являются лишь первым этапом для оптимизации управления ВХС.

Модели и комплексы программ KOVORT и KOVDIN

Оптимизация управления ВХС выполняется после выбора или уточнения параметров этой ВХС. Такая задача, чаще всего, возникает для ВХС ирригационного назначения. В этом случае задача выбора оптимальных параметров ВХС разбивается на две подзадачи: определение и обоснование оптимальных величин площади и обеспеченности орошения; определение и обоснование оптимальных величин полезной и диспетчерской емкостей водохранилищ, располагаемых водных ресурсов для орошения и обеспе-

DISPT model and code package

Operational planning schedules and rules of water-reservoirs exploitation rules are usually worked out for rational (optimal) functioning of WRS. These WRS, including reservoirs built on rivers with unstable flow, are based on nonstable yield of the reservoir. Optimal operational control of the WRS is especially important when the reservoirs form a cascade. The model of operational control of cascaded reservoirs, which we have worked out, is based on the Kritsky-Menkel operational charts for single reservoirs.

The quality criterion of the calculations of the operational control of the reservoirs are: guaranteed water yield for the most important water customers; increased water yield in high water periods and years; the possibility of elimination or moderation of irregularity of water yield outside the rated provision of water.

The computer code package of operational control of reservoirs is written in FORTRAN language.

The calculations of operational charts and exploitation rules have been made for most reservoirs of the Donbass region, Crimea and certain reservoirs of the Ural region and Central Asia.

Similar calculations can be fulfilled for other reservoirs of Russia and the CIS. Such calculations represent only the first stage of optimal WRS control.

KOVORT and KOVDIN models and program packages

The optimisation of WRS control is performed after the parameters of any WRS are chosen or specified. Such a task in most cases emerges for irrigational WRS's. In this case the problem of optimal WRS parameters is subdivided to two sub problems: specifying and motivating of optimal area and water supply for irrigation; specifying and motivating the optimal values of useful and operational water reservoir capacity, the disposed for irrigation and irrigation water resources provision. These sub problems are solved for variable or fixed values of other parameters.

ченности орошения. Эти подзадачи решаются при переменных и фиксированных значениях других величин (7).

Нами для решения этих подзадач разработана модель и комплекс программ – KOVORT. Программы написаны на языке FORTRAN.

В качестве критерия оптимизации используется экономический критерий – максимум народнохозяйственного эффекта, полученного от орошения.

Методика решения основана на методе стохастического программирования и реализована с помощью статистических испытаний.

К этой задаче определения оптимальных параметров ВХС примыкает и задача оптимального водораспределения. Наша модель оптимального водораспределения реализована в виде комплекса программ KOVDIN. Программы написаны на языке FORTRAN.

В качестве критерия оптимальности принят максимум дохода или минимум затрат при оптимизации водораспределения.

Методика решения задачи основана на численном методе динамического программирования в детерминированной и стохастической постановках.

Расчеты с помощью комплексов KOVORT и KOVDIN выполнены для ряда ВХС Поволжья, Крыма, Донбасса, Средней Азии и других.

Эти модели и программы, имеющие большое самостоятельное значение для расчетов оптимальных параметров и водораспределения, могут применяться и в комплексе с другими моделями для оптимизации управления ВХС.

Модели и комплексы программ KOVIM

В процессе постановки задачи оптимизации управления ВХС комплексного назначения необходимо решить следующие вопросы: математически сформулировать цель задачи; выписать расчетные уравнения и ограничения; в случае необходимости разбить задачу на отдельные подзадачи и для каждой из них также задать цель, выписать уравнения и ограничения; построить схему (граф) ВХС; задать расчетные интервалы во времени и по расстоянию; ввести обозначения (идентификаторы) параметров,

To solve these problems we have developed the KOVORT model and code package. The codes are written on FORTRAN language.

As a criterion of optimisation we use an economical criterion- the maximum of the national economic effect of irrigation.

The method of solution is based upon the method of stochastic programming and is realized by statistical test approach.

This problem is adjacent to the problem of optimal water distribution. Our model of optimal water distribution has been realized as a set of KOVDIN codes written in FORTRAN.

We use the maximum of dividends or minimum of expenses as a criterion of optimality of water distribution.

The method of solution is based on numerical method of dynamical programming in determinated or stochastic setting.

The calculations with KOVORT and KOVDIN codes have been performed for a list of WRS in the Volga region, Crimea, Donbass, Central Asia etc.

These models and programs, have a big independent significance for calculations of optimal parameters and water distribution, may be used jointly with other models for WRS control optimisation.

KOVIM models and program packages

In the process of formulating the problems of WRS control optimisation it is necessary to answer the following questions: formulate the goal of the problem mathematically; write down the calculation equations and restrictions; if necessary divide the problem into several sub problems and determine for each sub problem the target, write down the equations and limitations; build a scheme (a graph) of the WRS; set the calculation steps in time and distance; introduce signs (identificators) for parameters, variables, structures, files etc.; to develop

переменных, структур, файлов и т.д.; разработать (или применить готовые) алгоритмы и программы для решения отдельных подзадач и общей задачи (8).

В качестве критерия оптимизации управления ВХС нами приняты экономические и технологические критерии типа: «минимум ущерба», «минимум недодачи продукции для плана», «минимум дефицитов воды» и т.п.

Основным методическим средством решения задачи явилось имитационное моделирование режимов работы ВХС. При этом, вспомогательные задачи для расчета боковой приточности, статистических характеристик стока, диспетчерских графиков водохранилищ, оптимальных параметров и оптимального водораспределения, неустановившегося движения воды в открытых водостоках решаются с помощью моделей и комплексов программ, рассмотренных ранее.

Программный комплекс KOVIM для оптимизации управления ВХС написан на языке TURBO C++. Этот комплекс состоит из двух частей, в том числе для расчета оптимизации управления ВХС: речного типа, включающей участки рек, водохранилища, объекты водозаборов, сбросов и т.д.; канального типа, включающей открытые и закрытые участки каналов, насосные станции подъема, перегораживающие устройства, дюкера и т.д.

Модели и программные комплексы были апробированы на ряде ВХС, в том числе: речного типа – на ВХС «Верховья р. Урал», «р. Ворскла»; канального типа – на ВХС «Канал Северский Донец-Донбасс».

Опыт разработки и применение моделей и комплексов программ для оптимизации управления различными ВХС показывает, что в настоящее время имеется методическая и программная возможность широкого применения их для решения подобных задач и на других ВХС России и сопредельных стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великанов М.А. (1948). Гидрология суши. Гидрометеиздат. Ленинград.
2. Картвелишвили Н.А. (1970). Регулирование речного стока. Гидрометео-издат. Ленинград.
3. Ковалев С.Н. (1971). К учету агротехнических мероприятий при расчетах паводного стока на ЭВМ. «Вопросы гидравлики». Выпуск 4. МГМИ.

(or use existing) algorithms and codes for solving concrete sub problems and the general problem.

As a criterion of optimisation we have chosen economical and technological criterion's of the following types: «minimum of detriment», «minimum of production deficit for fulfilling the plan», «minimum water deficit», etc.

The main method used to solve the problems has been the imitational modelling of the WRS operational modes. The auxiliary problems for calculation of the tributary (side) flow volume, the statistical characteristics of the flow, operational charts of reservoirs, optimal parameters and optimal water distribution, non stationary water movement in open water streams are solved using methods and codes we have mentioned above.

The program code package KOVIM for WRS control optimisation is written in TURBO C++.

This package consists of two parts, including calculations of optimisation of control for WRS: of river type, including sectors of rivers, reservoirs, water collecting installations, water drops, etc.; of channel type, including open and closed parts of channels, water lifting pumping stations, dividing installations etc.

The models and program packages have been approved on a number of WRS, including: river type systems – the WRS «Upper Ural river», «Vorskla river»; channel type – the channel «Northern Donets-Donbass».

Our experience of developing and using models and program packages for optimisation of control of different WRS shows, that now we have the methodical and program possibility for wide range of applications and solution of such problems for other WRS in Russia and adjacent countries.

REFERENCES

1. Velikanov M.A. (1948) Hydrology of dry land. Hydrometeoizdat publishers, Leningrad.
2. Kartvelishvili N.A. (1970) River flow control. Hydrometeoizdat publishers, Leningrad.
3. Kovalev S.N. (1971) «To accounting the agrotechnical measures when calculating the flood flow by means of a computer», «Problems of hydraulics» issue 4, MGMI.

4. Ковалев С.Н. (1977). Рекомендации по расчету характеристик максимального стока с малых водосборов. МСХ РСФСР, МГМИ. Москва.
5. Ковалев С.Н. (1982). Методика определения гидравлических характеристик речных водотоков при расчетах неустойчивого движения воды. Гидравлические исследования и расчеты гидромелиоративных сооружений. МГМИ. Москва.
6. Ковалев С.Н. (1982). Рекомендации по расчету диспетчерских графиков на ЭВМ. ОФАП, Сельхоз, °СХ080 и ВНТИ ЦЕНТР °11006230. Москва.
7. Ковалев С.Н. (1985). Рекомендации по расчету оптимальных параметров водохозяйственных систем на ЭВМ. ОФАП, Сельхоз, °СХ172 и ВНТИ ЦЕНТР °50850000130. Москва.
8. Ковалев С.Н. (1987). Оптимизация управления водохозяйственными системами комплексного назначения. Сборник научных трудов «Экономическое обоснование и математическое моделирование ВХС и мероприятий». МГМИ. Москва.
9. Ковалев С.Н. (1991). Моделирование и расчеты природоохранного остаточного стока речных водосборов. Доклады Всесоюзного совещания гидроэкологов. ВАСХНИЛ. Москва.
10. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. (1952). Водохозяйственные расчеты. Гидрометеоиздат. Ленинград.
11. Паукс Д., Стединжер Дж., Хейт Д. (1984). Планирование и анализ водохозяйственных систем. Энергоиздат. Москва.
12. Плешков Я.Ф. (1975). Регулирование речного стока. Гидрометеоиздат. Москва.
13. Потопов М.В. (1951). Регулирование стока. Сельхозгиз. Москва.
14. Саваренский А.Д. (1951). Регулирование речного стока водохранилищами. АН СССР. Москва.
15. Маас А. и другие (1966). Проектирование схем комплексного использования водных ресурсов. «Энергия». Москва.
16. Цветков Е.В. (1967). Расчет оптимального регулирования стока водохранилищами гидроэлектростанций на ЦВМ. «Энергия». Москва.
4. Kovalev S.N. (1977) «Recommendations for calculating the characteristics of the maximal flow from small water collection areas. MCX RSFSR, MGMI. Moscow.
- 5 Kovalev S.N. (1982) The method of determination of the hydraulic characteristics of river water flows when calculating the non stationery motion of water Hydravlical research and calculations of hydromelliorative installations», MGMI, Moscow.
6. Kovalev S.N. (1982) Recommendations on computer calculations of operational charts. OFAP, Selchoz, °CX080 and VNTICENTER: 11006230. Moscow.
7. Kovalev S.N. (1985) Recommendations on computer calculations of the optimal parameters of water resource systems. °CX172 and VNTICENTER: 50850000130. Moscow.
8. Kovalev S.N. (1987) Optimisation of control of water resource systems of complex purpose. Anthology of scientific works «Economical motivation and mathematical modelling of WRS and measures» MGMI Moscow.
9. Kovalev S.N. (1991) Modelling and computations of residual flow from river water collecting areas. Reports of the all-union conference of hydroecologists. VASKHNIL. Moscow.
10. Kritsky S.N., Menkel M.F. (1952) Water system calculations. Hydrometeoizdat publishers. Moscow.
11. Louks. D.P., Stedinger J.R., Haith D.A. Water Resource Systems Planning and Analysis. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1981
12. Pleshkov J.S. (1975) Controlling the river flow. Hydrometeoizdat publishers. Moscow.
- 13 Potapov M.V. (1951) Flow regulation. Selkhozgiz. Moscow.
14. Savarenski A.D. (1951) Regulation of river flow by reservoirs. AN USSR. Moscow.
15. Maass A., Hufschmidt M., Dorfman R, Marglin S., Thomas H. and Fair G. Design of Water-Resource Systems. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1962.
16. Tsvetkov E.V. (1967) Calculations of optimal control of flow by hydropower plants reservoirs. «Energia» Moscow.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ
ПОЛИМЕРА – ФЛОКУЛЯНТА НА ОСНОВЕ
АКРИЛОНИТРИЛА

*Кожевников Н.В.,
кандидат химических наук
Гольдфейн М. Д.,
доктор химических наук
Трубников А.В.,
кандидат химических наук
Зюбин Б.А.
Цыганова Т.В.
Саратовский госуниверситет*

Эффективность процессов осаждения дисперсий и, в частности, очистки природных и сточных вод может быть значительно увеличена с помощью флокулянтов. Для получения дешёвого высокомолекулярного флокулянта с использованием доступного сырья разработаны модификации его синтеза на основе акрилонитрила и серной кислоты в одну или две стадии без выделения побочных и промежуточных продуктов (по принципам безотходной технологии).

С применением dilatометрического, гравиметрического, вискозиметрического, хроматографического методов изучена кинетика и механизм реакций, протекающих в условиях синтеза. Получение полиакриламидного флокулянта из акрилонитрила достигается в результате проведения реакций гидролиза и полимеризации. В присутствии серной кислоты и радикального инициатора возможно одновременное участие акрилонитрила в этих двух процессах. По мере образования акриламида из акрилонитрила начинается их совместная полимеризация. Показано, что водорастворимость и флокулирующая активность сополимера зависят не только от его молекулярной массы, но и состава, который определяется относительным вкладом реакций полимеризации и гидролиза в образование продукта. Необходимые свойства полимера могут быть получены при полимеризации акрилонитрила в водном растворе серной кислоты до определённой конверсии с последующим гидролизом полимеризата (2-х стадийная схе-

PROCESS OF FORMATION OF POLYMER –
FLOCCULANT ON THE BASIS
OF ACRYLONITRILE

*Kozhevnikov N.V.,
candidat of chemistry science
Goldfein M.D.,
doctor of chemistry science
Trubnikov A.V.,
candidat of chemistry science
Zubin B.A.
Ts'iganova T.V.
Saratov State University*

The efficiency of the processes of dispersion of sewage and water can be considerably increased with the help of flocculants. In order to obtain cheap high-molecular flocculant using available raw materials, modifications of its synthesis were worked out on the basis of acrylonitrile and sulphuric acid in one or two stages without isolation of intermediate and by – products (on waste – free technology principles).

Using dilatometric, viscosimetric, gravimetric, chromatographic methods kinetics and mechanism of synthesis were studied. Polyacrylamide flocculant is formed from acrylonitrile as a result of reactions of hydrolysis and polymerization. In the presence of sulphuric acid and radical initiator it is possible that acrylonitrile takes part in both reactions simultaneously. As acrylamide is formed from acrylonitrile, their combined polymerization begins. It is shown that water solubility and flocculating activity of copolymer depends not only upon its molecular mass, but also upon its composition, which is determined by relative contribution of polymerization and hydrolysis reactions to the product formation. The necessary properties of polymer can be obtained by two methods:

- 1) during acrylonitrile polymerization in the water solution of sulphuric acid till certain degree of conversion is achieved, and hydrolysis of polymerizate after that (synthesis in 2 stages);

ма синтеза), или при достижении оптимального соотношения скоростей этих реакций, протекающих в одну стадию. Оценка флокулирующих свойств проведена по скорости осаждения суспензии оксида меди и по остаточной мутности.

Исследовано влияние концентрации инициатора, температуры, продолжительности реакций на количество и молекулярную массу полимера, содержащегося в продукте, его водорастворимость и флокулирующие свойства.

Требуемая конверсия мономера на первой стадии синтеза по двухстадийной схеме определяется условиями проведения реакций и, в частности, концентрациями акрилонитрила и водного раствора серной кислоты.

Показано, что изменение таких факторов, как температура и содержание мономера, примерно в равной степени воздействует на реакции гидролиза и полимеризации и не приводит к существенному изменению состава полимера, образующегося при одностадийном синтезе. Напротив, концентрация кислоты и инициатора преимущественно воздействует на одну из реакций, что, наряду с изменением молекулярной массы, влияет на состав полимерных молекул и приводит к экстремальным зависимостям флокулирующей активности от этих факторов.

Найдены оптимальные условия синтеза. Образующийся флокулянт не уступает по эффективности своего действия техническому полиакриламиду, а по содержанию полимера даже превосходит его, особенно при синтезе в одну стадию.

2) as a result of achievement of the optimal ratio of polymerization and hydrolysis reactions rates; in this case both reactions proceeds in one stage. Flocculating properties were estimated by the rate of precipitation of cupric oxide suspension and by residual turbidity.

The dependence of the amount of polymer in the product, its molecular mass, water solubility and flocculating properties upon initiator concentration, temperature and reactions time was studied.

The required monomer conversion during the first stage of 2-stage synthesis is determined by the reactions' conditions and, in particular, by concentrations of acrylonitrile and water solution of sulphuric acid.

It is shown that the varying of temperature and monomer concentration influences the hydrolysis and polymerization reactions to approximately equal extent and does not change essentially the composition of polymer formed while one-stage synthesis. On the contrary, initiator and acid concentrations influence mainly one of the reactions; this fact, along with molecular mass changing, affects polymer molecules' composition and leads to extremal dependences of flocculating activity upon these factors.

Optimal conditions of synthesis were found. The efficiency of formed flocculant is not worse than «technical polyacrylamide» has, and polymer content is even greater than in the latter, especially when one-stage synthesis is used.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ
И ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНЫХ
ТРЕБОВАНИЙ
ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Кожинов И.В., член-корр. ЖКА,
Мордясов М.А.,
Яновский Ю.Г., к.т.н.,
АООТ 'НИИ коммунального водоснабже-
ния и очистки воды';
Волков В.З.,
Мосводоканал.*

ТЕЗИСЫ

На подземные трубопроводы систем подачи и распределения воды (системы ПРВ) падает до 70-80% капиталовложений, затрачиваемых на строительство водопроводов и не менее 50% эксплуатационных затрат.

Отсутствие практически на всех подземных водонесущих сетях систем ПРВ России внутренних защитных покрытий и интенсивные процессы коррозии приводят к потере пропускной способности стальных трубопроводов на 20-40% (в течение 5-10 лет), значительному перерасходу электроэнергии на подачу воды, резкому повышению аварийности систем ПРВ, а также утечкам воды из них.

Из-за коррозионных явлений в питьевой воде появляются окислы железа и железобактерии, которые придают воде специфические привкусы и запахи, увеличивают мутность, цветность, а в ряде случаев внутренние коррозионные образования являются концентраторами патогенной микрофлоры.

В результате происходит не просто снижение технологической и санитарной надежности систем водоснабжения, но налицо постепенная утрата трубопроводными городскими системами функциональной способности.

По данным НИИ КВОВ и оценкам других специализированных организаций к

REHABILITATION OF WORN OUT PIPELINES
AND ENSURING
SANITARY REQUIREMENTS FOR DRINKING
WATER TRANSPORTATION

*Kojinov I.V., associate member Municipal
Academy
Mordiasov M.A., M.Sc. (Eng.),
Yanovsky Y.G., M.Sc. (Eng.),
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute,
Volkov V.Z.,
Moscow Water Supply Administration
(Mosvodokanal),*

ABSTRACT

Up to 70 to 80% of capital cost and no less than 50% of operating cost of water supply systems fall on underground distribution pipelines.

Practically all water carrying pipelines in distribution systems of Russia have no internal protecting coating. Intensive corrosion processes lead to a loss of carrying capacity of steel pipelines by 20 to 40% within 5-10 years, cause a sharp increase of accidents on the systems and leakages of water. Because of corrosion phenomena, iron oxides and iron bacteria appear in drinking water, imparting to it specific tastes and odours and increasing its turbidity and colour. In a number of cases internal corrosion growth serves as a concentrator of pathogenic microflora.

As a result, not only technological and sanitary dependability of water supply system is lowered, but also distribution pipelines gradually lose their functional capacity.

Evaluations by Municipal Water Supply and Treatment Research Institute and by others

2005 г. две трети основных фондов водопроводов будут окончательно изношены, что может привести к параличу нормальной жизнедеятельности городов России.

В масштабах России решить проблему в сжатые сроки, ориентируясь на традиционную схему перекладки ветхих трубопроводов, невозможно и разорительно для экономики страны.

Реальный выход видится в разработке и внедрении технологий и оборудования для бестраншейной реновации изношенных трубопроводов путем восстановления их пропускной способности и нанесения внутреннего защитного покрытия.

Помимо существенных снижений затрат путь реновации позволит вовлечь в повторный длительный (не менее 50-ти лет) цикл эксплуатации ветхие трубопроводы.

Для реализации этой программы требуются значительные средства.

Учитывая, что предприятия отрасли служат непосредственно интересам населения, а также масштабы и потребности России в реновации сетей необходима финансовая поддержка в решении этих вопросов со стороны общества, то есть за счет средств госбюджета.

Из известных технологий санирования и восстановления пропускной способности водопроводных сетей наиболее распространены такие методы нанесения таких защитных материалов, как тонкий слой пескобетона (цементно-песчаной защиты (ЦПЗ)), полиэтиленовые лайнеры (в том числе с "памятью формы"), а также тканые или нетканые стеклопластиковые рукава ("чулки"), твердеющие в нужном режиме. Из перечисленных возможностей, для России наиболее "рабочей" видится сегодня использование ЦПЗ с соответствующей технологией ее нанесения. Вместе с тем, в последние годы в стране получают распространение технологии и оборудование для применения полиэтиленовых лайнеров и эпоксидно-тканевых "чулков".

Технологией и оборудованием для бестраншейной реновации (санации) подземных водонесущих трубопроводов в России

specialized organizations indicate that by the year of 2005 two thirds of pipelines will be utterly worn out, which may bring about a paralysis of normal city life in Russia.

On the scale of Russia, to solve the problem in short time trying to use conventional way of relaying worn out pipelines is impossible and ruinous to national economics.

A real way is seen in working out and implementing technologies and equipment for trenchless renovation of worn out pipelines by rehabilitation of their carrying capacity and application of inner protective lining.

Besides substantially lowering the expenses, renovation allows to draw into a repeated long term (no less than 50 year) cycle of operating worn out pipelines. Considerable resources are needed to realize this program.

Taking into account that water supply undertaking directly serve the interests of population, as well as considering the scale and requirements of Russia in pipeline renovation, it seems necessary to have a financial support from society, i.e. at the expense of state budget.

Among technologies of sanitation and rehabilitation of water supply networks, the most widely used are such methods of applying protective materials as this layer cement mortar lining, polyethylene liners, including those with "form memory", as well as woven or non-woven glass reinforced possibilities, the most "workable" for Russia to-day appears that of using cement mortar lining with an appropriate technique of its application. Yet in recent years technologies and equipment for using polyethylene liners and epoxy-coated fabric hose are gradually spreading.

In Russia they began to use technique and equipment for trenchless renovation of water-carrying pipelines much later than in economically developed countries, so that there

начали заниматься гораздо позже, чем в экономически развитых странах и поэтому мы имеем здесь отставание, а в объемах выполнения реновационных работ весьма значительное. Однако в силу актуальности проблемы для страны, следует наращивать усилия отечественных специалистов в этой области.

Являясь головной организацией в России в области разработок для коммунального водного хозяйства, институт готов быть проводником современных западных технологий и оборудования (в том числе в режиме совместного предприятия) по бестраншейной реновации подземных трубопроводов в нашей стране.

Со своей стороны, НИИ КВОВ вместе с рядом российских организаций может предложить оригинальные разработки в этой области.

is some logging behind, which is quite considerable as far as the amount of renovation work is concerned. However, due to urgency of the problem for the country, it is required to intensify the efforts of home specialists in this field.

As a head organization in Russia in the sphere of municipal water economy, the Institute is ready to serve as a conductor in implementation of modern western technologies and equipment (including joint efforts) for trenchless renovation of underground pipelines in this country.

On its own part, the Institute, together with a number of Russian organizations, can offer original developments in this field.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ
И СНИЖЕНИЯ РАСХОДОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ

*Колесов В.В., Майзельс М.П., к.т.н.,
АООТ 'НИИ коммунального
водоснабжения и очистки воды'.*

ТЕЗИСЫ

В НИИ КВОВ более 20 лет проводились работы по изучению фактического водопотребления, выявлению резервов экономии электроэнергии и разработке мер по интенсификации действующих систем водоснабжения. Практика обследования более 200 городов показывает, что в большинстве систем имеются значительные резервы экономии воды и электроэнергии.

Установлено, что только в жилых зданиях в виде утечек через неисправную водоразборную арматуру теряется до 20-30% воды. За счет простейшей реконструкции магистральной сети, модернизации части насосного оборудования и изменения режима его работы обычно удается сократить расход электроэнергии на 15-20%.

Реализация даже наиболее дешевых и доступных мер может быть только при объектном контроле за водопотреблением с помощью счетчиков. В настоящее время во многих городах Российской Федерации большинство жилых домов не оборудовано исправными счетчиками или вообще не имеют водомерного узла. По этой причине на большинстве водопроводов данные о величине неучтенных расходов недостоверны и не позволяют правильно оценивать размеры скрытых утечек из подземных трубопроводов.

По рекомендациям НИИ КВОВ во многих городах на основе выборочных измерений установлены эксплуатационные нормы водопотребления для жилых домов, которые ориентированы на реально достижимый уровень снижения утечек воды и могут служить для

PROBLEMS OF RATIONAL
WATER USE AND LOWERING POWER
CONSUMPTION
IN MUNICIPAL WATER SUPPLY SYSTEMS
OF RUSSIA

*Kolesov V.V., M.Sc.(Eng.), Maizels M.P.,
M.Sc.(Eng.),
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute*

ABSTRACT

For over 20 years the Institute has carried out studies on actual water consumption, reserves in power economy and measures to intensify operating water supply systems. Practice of investigating more than 200 cities shows that there are considerable reserves in water and power economy in the majority of water supply systems.

It has been established that only in apartment houses leakage through defective fittings amounts to 20-30% of water use. By simple reconstruction of main network, partial modernization of pumping equipment and change in its operating schedule it is usually possible to decrease power consumption by 15-30%.

Even cheapest and accessible measures can be realized only under unbiased control of water use with water meters. At present in many cities of Russian Federation most of apartment houses either have no water meters or the meters are not in good condition. For this reason, at most waterworks the data on unaccounted for water are not trustworthy and do not allow to evaluate correctly the amount of hidden leakage from underground pipelines.

Following recommendations of the Institute, in many cities operating water consumption rates for apartment houses have been established average values of actual water consumption rates have been received, and these are used for billing when there are no water meters installed.

оценки деятельности эксплуатационного персонала. Одновременно получены средние значения фактического водопотребления, которые используются для взаиморасчетов за воду при отсутствии водосчетчиков. Этим создается заинтересованность владельцев жилого фонда в установке водосчетчика на вводе.

Квартирные счетчики до сего времени в РФ и других странах бывшего СССР не применялись. Сейчас Администрации некоторых городов принимают решения об их повсеместном использовании, но обоснованность этого может быть получена только после достаточно серьезного эксперимента.

Снижение расходов электроэнергии может быть достигнуто за счет: сокращения всех видов потерь воды; увеличения и восстановления пропускной способности эксплуатационных трубопроводов; зонирования водопроводной сети; подбора наиболее экономичного состава насосных агрегатов; оперативного, в том числе автоматизированного управления режимом работы системой, включая регулирующие емкости.

Работы НИИ КВОВ позволили разработать комплекс методических приемов по выявлению и использованию резервов экономии воды и электроэнергии на действующих водопроводах. Основным элементом комплекса - построение адекватной модели, соответствующей по своим характеристикам реальной системе. Использование адекватной модели позволяет изучить особенности работы систем ПРВ как в нормальных, так и в аварийных условиях. Высокая эффективность методики подтверждена разработкой и внедрением практических рекомендаций для большого числа городов Российской Федерации.

Следует признать, что на большинстве коммунальных водопроводов не уделяется должного внимания мерам по сокращению расходов воды и электроэнергии. По нашему мнению, основная ответственность за решение этой проблемы должна ложиться на органы местного самоуправления. Действительно, экономия воды, это не только умень-

Thus house owners are made interested in installing water meters.

Up to now, water meters in flats in RF and other countries of former USSR have not been used. Now the Administration of some cities take resolutions on their use everywhere, but feasibility of this can be proved only after a quite serious experiments.

Lowering of power consumption can be attained by decreasing all kinds of water losses, increasing and rehabilitating carrying capacity of operating pipelines, zoning water distribution network, selecting most economic sets of pumps, operative and automatic controlling system performance, including storage reservoirs.

Work done by the Institute allowed to develop a set of methods to uncover and use the reserves of water and power conservation at operating waterworks. The basic element of the set is an adequate model with characteristics corresponding to the real system. Using this adequate model allows to study special features of distribution system in normal as well as in accidental situations. High effectiveness of the method is proved by its implementation for a large number of Russian cities.

It must be acknowledged that the majority of municipal waterworks do not pay due attention measures to decrease water and power consumption. We believe that main responsibility for the solution of this problem must be laid upon the local authorities. Indeed, water conservation is not only a decrease of current expenses, including those from the budget as dotation to population, but a possibility to

шение текущих расходов (в т.ч. из бюджета на дотации населению), но и возможность отсрочить строительство новых сооружений водопровода и канализации, обеспечить бесперебойность водоснабжения при дефиците мощности системы, добиться более глубокой очистки как питьевых, так и сточных вод за счет снижения нагрузки на действующие очистные сооружения, сохранить водные ресурсы и улучшить экологическое состояние в регионе. Местная инициатива должна дополняться на Федеральном уровне при разработке Водного законодательства, Строительных норм и правил и т.п.

В условиях перехода экономики страны на рыночные отношения, отрасль коммунального водного хозяйства РФ заинтересована в имеющемся опыте других стран по решению затронутых проблем.

and sewerage structures or elements, to ensure continuous water supply with a deficit of capacity, to attain a more profound treatment for both water and sewage by decreasing the load on treatment plants, to maintain water resources and improve ecologic state in the region.

Local initiative must be complemented at Federal level when working out Water Legislation, Building Rules and Regulations, etc.

Under the conditions when the country's economic is being transferred to market relationships, water supply industry of the RF is interested in the experience of the other countries in solving the discussed problems.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ УСТАНОВОК
ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД,
ОСНОВАННЫЕ НА ОПЫТЕ
КОНСТРУИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ В
СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ
НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

*Корабельников В.М., Рапопорт Я.Д.,
Драгинский В.П.,
АООТ 'НИИ коммунального водоснабже-
ния и очистки воды'.*

ТЕЗИСЫ

Для очистки поверхностных и подземных вод НИИ КВОВ совместно с рядом организаций разработаны целый ряд высокопроизводительных компактных установок.

Наиболее универсальными в диапазоне производительности 100 - 800 м³/сут являются значительно реконструированные установки 'Струя-М' модернизированного типа с использованием тонкослойного осветлителя и эжекционной рециркуляции для хлопьеобразования и осаждения. Установки обеспечивают осветление, обесцвечивание, умягчение, обесфторивание и комплексное обезжелезивание воды.

Параметры установок по исходной воде следующие: по производительности 100, 200, 400, 800 м³/сут.; взвешенным веществам до 4000-5000 мг/л; цветности до 300-500 град; железу до 25-50 мг/л; солям жесткости до 15-20 мг-экв/л; фтору до 5 мг/л; марганцу до 5 мг/л.

Разработаны и серийно изготавливаются также водоочистные установки типа 'Моноблок' оригинальной конструкции, которые не имеют аналогов в мировой практике. Особенностью этих установок является возможность хлопьеобразования в контактной крупнозернистой среде пенопласта (10-12 мм), фильтрования в мелкозернистой контактной среде вспененного полистирола (крупность 0.7-0.8 мм) и отстаивания в тонкослойных элементах. При этом промывка фильтра происходит в тонкослойных элементах.

Установки 'Моноблок' предназначены для осветления, обесцвечивания поверхностных вод и очистки фторсодержащих вод.

Область применения этих установок менее широка (основные характеристики:

NEW GENERATION OF FACTORY BUILT
PACKAGE UNITS
FOR AND GROUND WATER TREATMENT

*Korabelnikov V.M., Rapoport J.D.,
Draginsky V.I.,
Municipal Water Supply & Treatment
Research Institute*

ABSTRACT

The Institute together with a number of organizations have worked out a series of highly effective package units, basing on experience of construction and operation of the units in water supply systems of small communities.

The most universal units for capacities of 100 to 800 m³/d are considerably reconstructed and modernized units STRUYA-M using tube settler and sedimentation. The units ensure clarification, softening, removal of colour, fluoride, iron and iron bacteria.

The units have the following parameters referred to raw water: capacities - 100; 200; 400; 800 m³/d; suspended solids - 4000-5000 mg/l; colour - up to 300-500 degrees Pt-Co scale; iron - up to 25-30 mg/l; hardness salts - up to 15- 20 meq/l; fluoride - up to 5 mg/l; manganese - up to 2-3 mg/l.

Water treatment units MONOBLOC are also serially produced. They have an original construction with no analogues in the world practice. Special features of these units are flocculation in a contact mass of coarse grained plastic foam (10-12 mm), filtration through grains of puffed polystyrene (0.7-0.8 mm size) and settling in tube-settlers.

MONOBLOC units are designed for clarification and colour removal of surface water and fluoride removal from ground water. Their field of use is narrower (suspended solids - up to 200 mg/l, color - up to 200 degrees,

взвешенные вещества до 200 мг/л; цветность до 200 град; фтор до 5 мг/л), но особенно эффективны они при очистке холодных маломутных цветных вод в северо-западных регионах России и других государств содружества, а также при очистке воды от фтора.

В новой компактной установке "Деферит" система аэрации позволяет активизировать биохимические каталитические процессы накопления и образования в толще загрузки фильтров активной железобактеральной массы, что расширяет возможность безреагентного обезжелезивания воды.

Установки "Деферрит" имеют производительность в диапазоне от 100 до 5000 м³/сут с возможностью в ряде случаев интенсификации на 40-80%. Область применения установок - подземные воды с содержанием железа до 15 мг/л, железобактерий до 8-10 мг/л, марганца до 0.5 мг/л, углекислоты до 60-80 мг/л.

Конструкция установки "Деферрит" предусматривает работу в различных режимах в зависимости от качества исходной воды и условий привязки.

Для достаточно крупных станций производительностью 1.6-5 тыс.м³/сут разработаны и могут применяться компактные безнапорные установки "Влага". Технология работы этих установок основана на тонкослойно-эжекционном хлопьеобразовании, тонкослойном осветлении осадка и применении скорых фильтров с металлополимерным дренажом повышенной надежности, обеспечивающим чередующуюся промывку.

Параметры установки: по производительности 1.6; 3.2; 5; тыс.м³/сут; взвешенным веществам до 1500 мг/л; цветности 300-500 град; железу до 25-50 мг/л; солям жесткости до 15-20 мг-экв/л; марганцу до 2 мг/л.

Компактность установок типа "Влага" характеризует минимальный объем тонкослойных отстойных элементов, который в 10-12 раз меньше, чем объем типовых стационарных осветлителей и отстойников аналогичной производительности в железобетонном исполнении при одинаковой эффективности.

В настоящее время в институте ведутся работы по организации производства этих установок.

fluoride - up to 5 mg/l) but they are especially effective in treating cold coloured water with small turbidity in North-Western region of Russia and other adjacent countries, as well as in fluoride removal.

In a new package unit DEFERRIT aeration system allows to activate biochemical catalytic processes of formation and accumulation in the filtering medium of an active mass of iron bacteria, thus widening the possibility of iron removal with no chemicals added to treated water.

DEFERRIT units have capacities of 100 to 5000 m³/d, and in a number of cases intensification up to 40-80% is possible. They are used to treat ground water containing up to 15 mg/l iron, up to 8-10 mg/l iron bacteria, up to 0.5 mg/l manganese, up to 60-80 mg/l of carbon dioxide. Their construction ensures operation in different conditions depending on raw water quality and local factors.

For rather big treatment plants with capacities of 1.6 to 5 thousand m³/d package units VLAGA can be successfully used. Their technology is based on lamellar ejectional flocculation, tube-settling, sludge thickening and rapid filtration using metal-and-polymer underdrains of higher dependability, ensuring consecutive washing operations.

Parameters of the units: capacities - 1.6; 3.2; 5 thousand m³/d; suspended solids - up to 1500 mg/l, colour - up to 300- 500 mg/l, iron - up to 25-50 mg/l, hardness - up to 15-20 meq/l, manganese - up to 2 mg/l.

Compactness of the VLAGA units is characterized by a minimal volume of tube-settling elements, which is 10 to 12 times less than the volumes of conventional stationary reinforced concrete clarifiers and settling tanks of the same capacities and effectiveness.

At present, the Institute is carrying out work to organize production of these units.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО
ГИПОХЛОРИТА
НАТРИЯ В ПРАКТИКЕ ВОДОПОДГОТОВКИ

*Краснова Т.А., член-корр. Сибирского
отделения
Международной Академии наук Высшей
школы,
доктор технических наук, профессор,
Кемеровский
технологический институт пищевой
промышленности
Усольцев В.А., Водоканал (г. Кемерово)*

В докладе обсуждаются экологические, экономические, технологические и социальные аспекты использования технического гипохлорита натрия в технологии подготовки питьевой воды.

На основании рассмотрения альтернативных методов обеззараживания сделан вывод об экономической целесообразности применения гипохлорита натрия в водоподготовке.

Отмечено, что проведенная Международным Западно-Сибирским центром экологических и медико-биологических исследований гигиеническая оценка технического гипохлорита натрия, производимого на КПО 'Химпром' (ТУ-6-01-1287-84), показала пригодность использования этого продукта в хозяйственно питьевом водоснабжении.

Приводятся результаты комплексных исследований, направленных на выяснение возможности и эффективности замены жидкого хлора гипохлоритом натрия.

Сравнительное исследование процесса коагуляции при первичном хлорировании жидким хлором и гипохлоритом натрия показало равноценную эффективность процесса коагуляции независимо от сезона и содержания твердой фазы в природной воде. В то же время при использовании гипохлорита натрия отпадает необходимость в применении подщелачивающего агента.

Сравнительная оценка коррозионной активности воды при хлорировании жидким хлором и гипохлоритом натрия свидетельствует, что в реальных условиях эксплуатации технологического оборудования и трубопроводов системы питьевого

ECOLOGICAL AND ECONOMIC
ASPECTS
OF TECHNICAL SODIUM HYPOCHLORITE
USE DURING
WATER PREPARATION.

*Krasnova T.A., corr.-member of Siberian
Branch
of High School International Academy of
Sciences,
Dr. of Sciences, Professor.
Kemerovo Food Technology Institute.
Usoltsev V.A., administration of water
supply and
sewerage. (Kemerovo)*

The ecological, economic, technological and social aspects of technical hypochlorite use during potable water preparation are discussed in this paper.

Based on the examination of alternative water disinfection methods a conclusion has been drawn that sodium hypochlorite use during water preparation is economically expedient.

It should be pointed out that conducted by the Internathlional West-Siberian Center of ecological, medical and biological research sanitary evaluation of technical sodium hypochlorite (TU-6-01-1287-84) produced at the Kemerovo Production Association 'Khimprom' showed its usefulness for potable water supply.

The results of complex investigations aimed at finding out the possiblilty and efficiency of liquid chlorine substitution for sodium hypochlorite are given.

The comparative analysis of coagulation process during initial water chlorination with liquid chlorine and sodium hypochlorite showed equal efficiency of coagulation process irrespective of the season and solid phase content in natural water. At the same time when sodium hypochlorite is employed there is no need to use any alkalyfying agent.

The comparative studies of water corrosivity during its chlorination with liquid chlorine and sodium hypochlorite show that when the technological equipment and pipelines of Kemerovo potable water supplying system are in use steel corrosion rate is 4-

водоснабжения г.Кемерово, скорость коррозии стали в 4-20 раз (в зависимости от качества воды) меньше при обработке гипохлоритом натрия.

Сравнительное исследование хлоропоглощения речной воды позволило установить, что в зависимости от сезонного изменения качества воды при хлорировании жидким хлором форма остаточного хлора изменяется, что усложняет контроль за соблюдением режима обеззараживания. В то же время при использовании гипохлорита натрия форма остаточного хлора неизменна. Кроме того, доза активного хлора, необходимая для достижения нормируемых показателей по остаточному хлору в целом, ниже при хлорировании гипохлоритом натрия.

Сравнительное исследование качества воды, получаемой при обеззараживании жидким хлором и гипохлоритом натрия показало, что тип дезинфектанта практически не влияет на нормируемые ГОСТ 2874-82 показатели качества воды. Однако концентрация галогенсодержащих органических соединений (в зависимости от сезона) на 15-36 % ниже при использовании гипохлорита натрия. Следует также отметить, что при хлорировании жидким хлором в пробах воды практически постоянно присутствует тетрахлорметан, что не отмечено для воды, обработанной гипохлоритом натрия.

В течение четырех лет на одной из доочистных станций г.Кемерово, характеризующейся производительностью 30 тыс. м³ в сутки, для хлорирования воды используется технический гипохлорит натрия. Станция работает стабильно, обеспечивая качество воды, соответствующее по всем показателям ГОСТ 2874-82. Суммарное содержание галогенорганических соединений, в зависимости от сезона, находится в пределах 0,015-0,03 мг/дм³, что ниже ориентировочно-безопасных уровней их воздействия на человека с учетом blastogenic активности, утвержденных Министерством здравоохранения.

Внедрение данной технологии позволило повысить экологическую и гигиеническую безопасность и культуру производства. Обеспечило улучшение экологической ситуации г.Кемерово вследствие ликвидации хранилищ опасного и токсичного хлора в черте города и большей части реагентного хозяйства станции.

20 times (the difference is due to the quality of water) lower in case of sodium hypochlorite treatment.

The comparative investigation into river water chlorine absorption allows to state that according to the seasonal variations of water quality during chlorination with liquid chlorine the form of residual chlorine changes, which makes the monitoring of disinfection regime more complicated. At the same time when sodium hypochlorite is used the form of residual chlorine remains unchanged. Besides the dose of active chlorine necessary to correspond to the standardized indexes by residual chlorine concentration is on the whole smaller when sodium hypochlorite is used for chlorination.

The comparative examination of the quality of water obtained during disinfection with liquid chlorine and sodium hypochlorite shows that the type of disinfectant does not influence the standardized GOST 2874-82 indexes of water quality. However the concentration of halogen containing organic compounds (according to the season) is 15-36 % lower when sodium hypochlorite is used. It should be mentioned that samples of the water treated with liquid chlorine always contain tetrachloromethane, which is not present in the water treated with sodium hypochlorite.

At one of the Kemerovo water purification plants having the capacity of 30 000 m³ per day technical sodium hypochlorite has been used for four years. The plant keeps running steadily, the quality of water corresponding to all the GOST 2874-82 indexes. According to the season the total content of halogenorganic compounds varies from 0.015 to 0.03 mg/dm³, which is lower than the permitted by public health authorities safe levels of their influence on people.

The introduction of the given technology allowed to increase both ecological and sanitary safety of production. It improved the ecological situation in Kemerovo because storehouses for keeping explosive and toxic chlorine as well as most reagent shops of the water purification plant were abandoned. It also promoted production efficiency at the expense of reagent shops and extra

Способствовало повышению экономичности производства за счет прекращения использования соды, содержания реагентного хозяйства и дополнительного штата обслуживающего персонала. Позволило увеличить срок службы технологического оборудования и трубопроводов вследствие существенного снижения скорости коррозии, что в перспективе обеспечит заметный экономический эффект. Обеспечило повышение качества питьевой воды за счет снижения содержания галогенорганических соединений.

Разработанная технология может быть успешно применена на крупных водоочистных комплексах.

Вследствие возрастающего дефицита питьевой воды, а также прогрессирующего антропогенного, химического и биологического загрязнения водного бассейна, проблема эффективной и экономичной очистки природных вод приобретает все большее народно-хозяйственное значение.

Среди известных окислительных методов обработки воды ведущее место принадлежит хлорированию. Длительное сохранение дезинфицирующей способности остаточного активного хлора, относительная доступность и дешевизна жидкого хлора обусловили его широкое использование в практике водоподготовки. Однако технологические (достаточно сложная технология, специальные меры безопасности при транспортировке, хранении и применении и т.п.), экономические (содержание реагентного хозяйства и дополнительного штата обслуживающего персонала), экологические (токсичность хлора и высокая вероятность образования в процессе обработки воды токсичных, мутагенных и канцерогенных галогенсодержащих органических соединений) аспекты использования жидкого хлора стимулируют поиски более экономичного и экологичного технического решения.

В качестве окислителя, обеспечивающего деструкцию органических, токсичных и трудноокисляемых веществ и дезинфектанта применяют также озон. Но здесь имеют место свои сложности, препятствующие широкому внедрению озонирования в водоподготовку. Наиболее серьезная проблема - образование побочных продуктов озонирования (формальдегида, бензальдегида, ацетальдегида, кетонов и т.д.), представляющих опасность для

personnel maintenance and because no more soda was used. The technology permitted to ensure extended service life of water supplying pipelines and equipment due to sufficient corrosion rate reduction. It will bring economic benefits in future. The quality of potable water was improved due to the reduction of halogenorganic compounds.

The developed technology can be successfully employed at large water purification plants.

Due to the increasing shortage of potable water as well as to the growing atmospheric, chemical and biological contamination of the water basin the problem of effective and economical natural water purification gains in importance.

Among the well-known oxidative methods of water treatment chlorination is a leading one. The ability of residual active chlorine to keep its disinfecting properties for a long time, availability and relatively low cost of liquid chlorine account for its wide use during water preparation. However, technological (complicated technology, special precautionary measures during chlorine transportation, storage and use, etc.) economic (maintenance of reagent shops and extra personnel), ecological (chlorine toxicity and high probability of the formation of toxic, mutagenic and carcinogenic halogen containing organic compounds during water treatment) aspects of liquid chlorine use give rise to the search for a more economically and ecologically effective technical solution.

Ozone is also used as a disinfectant and an oxidant breaking down toxic organic and difficult-to-oxidize substances. Here, however, there are some difficulties preventing a wide use of ozonolysis in water preparation. The most serious problem is the formation of ozonolysis by-products (formaldehyde, benzaldehyde, ketones, etc.) dangerous for human health. Besides ozonolysis today is

здоровья человека. Кроме того, озонирование сегодня является дорогостоящим и недостаточно изученным процессом: отсутствуют практические рекомендации по выбору оптимальных условий озонирования и оптимальных доз озона в зависимости от качества воды, не получено однозначных зависимостей по влиянию озона на процесс коагуляции; возможно негативное влияние озона на процесс сорбции и т.п. (1). Следует также отметить, что озон в водной среде быстро разлагается, поэтому положительный эффект обеззараживания воды методом озонирования является весьма кратковременным. Это делает невозможным использование озона как единственного дезинфектанта в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Применение в практике водоподготовки других окислителей (йода, брома, перманганата калия, пероксида водорода и т.д.) сдерживается их дефицитом, дороговизной и практическим отсутствием данных по их влиянию на процесс дальнейшей обработки воды (коагуляции, сорбции).

В связи с этим, в настоящее время наиболее надежным и экономически целесообразным методом остается хлорирование. При этом для повышения безопасности производства необходимо использовать хлорсодержащие реагенты, характеризующиеся способностью консервировать обработанную воду в течение довольно продолжительного времени, но менее токсичные, чем жидкий хлор (2). Одним из таких дезинфектантов и окислителей является гипохлорит натрия, наименее дефицитный и достаточно дешевый по сравнению с другими препаратами, содержащими активный хлор (диоксидом хлора, хлораминами). Кроме того, он менее токсичен. Установлено, что диоксид хлора оказывает отрицательное влияние на щитовидную железу и может служить причиной возникновения острых токсикозов, а хлорамины обуславливают мутагенные изменения печени и глаз (3). Как правило, гипохлорит натрия получают в месте потребления путем электролиза растворов хлорида натрия. Отечественной промышленностью освоен ряд электролизеров для производства гипохлорита натрия. Однако малоизученность закономерностей бездиафрагменного электролиза разбавленных раствором хлорида натрия и свойств получаемых продуктов электролиза, несовершенство

an expensive process which has not been studied well enough: no practical recommendations on the choice of optimal ozonolysis conditions and ozone doses according to the quality of water exist, no unambiguous relationships of ozone influence on the process of coagulation were obtained; a negative effect of ozone on the process of sorption is possible and so on (1). It should be pointed out that ozone readily decomposes in water resulting in an extremely short positive effect of ozonolysis used for water disinfection. This makes the use of ozone as the only disinfectant in potable water supply impossible.

The application of other oxidants (Iodine, bromine, potassium permanganate, etc.) for water preparation is limited by their shortage, high cost and lack of data on their influence upon the process of further water treatment (coagulation, sorption).

Thus chlorination remains the most reliable and economically expedient method of water treatment. To increase production safety it is necessary to use chlorine containing reagents less toxic than liquid chlorine and able to preserve the treated water for rather a long time (2). One of such disinfectants and oxidants is sodium hypochlorite easily available and cheap compared with other agents containing active chlorine (e.g. chlorine dioxide, chloramines). Besides it is less toxic. Chlorine dioxide is stated to exert a harmful effect on the thyroid gland and it can cause acute toxicosis; chloramines give rise to mutagenic changes in the liver and eyes (3).

As a rule sodium hypochlorite is obtained by electrolysis of sodium chloride solutions where it is consumed. Our industry produces a number of electrolyzers for obtaining sodium hypochlorite. However the following factors: insufficient investigation into non-diaphragm electrolysis of diluted sodium chloride solutions and properties of the products obtained, the imperfection of the technological procedure, high cost and scar-

технологической схемы, дороговизна и дефицитность применяемых анодных материалов, кислотная пассивация катодов, а также невысокая производительность электролизеров затрудняют широкое внедрение подобных установок в практику водоподготовки.

На водоочистой станции г.Кемерово в течение четырех лет для хлорирования воды используется технический гипохлорит натрия (ТУ-6-01-1287-84), производимый на Кемеровском ПО 'Химпром', содержание активного хлора в котором составляет 120-160 г/дм³, а щелочи - 40-90 г/дм³. Предварительно Международным Западно-Сибирским центром экологических и медико-биологических исследований была осуществлена гигиеническая оценка этого продукта, на основании результатов которой Минздравом РФ было выдано разрешение на применение технического гипохлорита натрия в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Внедрению технологии предшествовало выполнение комплекса исследований, направленных на выяснение возможности и эффективности использования технического гипохлорита натрия, а также на отработку схемы и режимных параметров процесса очистки.

Было проведено сравнительное исследование процесса коагуляции при использовании для первичного хлорирования жидкого хлора и гипохлорита натрия. Изучено влияние концентрации коагулянта (сульфата алюминия) и флокулянта (полиакриламида - ПАА) на скорость осаждения твердых частиц при содержании твердой дисперсной фазы 4-203 мг/дм³ (работа проводилась с апреля по ноябрь). Скорость осветления оценивали по изменению оптической плотности. Определяли также влажность осадков, позволяющую оценить их плотность. Для оценки устойчивости дисперсий в изучаемых системах использовали следующие показатели: потенциал φ_s , характеризующий заряд частицы (устойчивость системы), плотность заряда s , характеризующую силы отталкивания твердых частиц, электрокинетический потенциал χ , зависящий от состава раствора и толщину адсорбционного слоя полиакриламида Δ , позволяющую судить о механизме флокуляции.

Сравнительные испытания процесса коагуляции при использовании для первично-

city of the anodic materials used, acidic passivation of cathodes as well as low efficiency of electrolyzers limit their introduction into water preparation.

At one of the water purification plants in Kemerovo technical sodium hypochlorite (TU-6-01-1287-84) containing 120-160 g/dm³ of active chlorine and 40-90 g/dm³ of alkali and obtained at the PA 'Khimprom' has been used for water chlorination for four years. Sanitary evaluation of this product was conducted earlier by the International West Siberian Center of ecological, medical and biological research. On the basis of the results obtained Ministry of Public Health permitted the use of technical sodium hypochlorite in potable water supply.

Prior to the introduction of this technology research work was conducted in order to find out the possibility and efficiency of technical sodium hypochlorite use as well as to try out the pattern and regime parameters of the water purification process.

The comparative analysis of the coagulation process with the use of liquid chlorine and sodium hypochlorite for initial chlorination was undertaken. The influence of coagulant (aluminium sulfate) and flocculant (polyacrylamide-PAA) concentration on solid particles sedimentation rate, solid disperse phase constituting 4-203 mg/dm³, was studied (the work was done in April-November). Clarification rate was estimated according to the change of optical density. The moisture of the sediments allowing to evaluate their density was determined as well. To assess dispersion stability in the studied systems the following indexes were used: potential φ_s showing the charge of particles (the stability of the system), density of charge σ characterising repelling forces of solid particles; electrokinetic potential ξ depending on the solution composition and thickness of the adsorption polyacrylamide layer Δ allowing to judge about the mechanism of flocculation.

The comparative testing of the coagulation process with the use of liquid chlorine and

го хлорирования жидкого хлора и гипохлорита натрия, а также теоретические расчеты основных параметров устойчивости позволили сделать однозначный вывод, что независимо от способа хлорирования при любом содержании твердой фазы в природной воде процесс коагуляции протекает идентично. В то же время, использование гипохлорита натрия позволяет исключить применение подщелачивающего реагента в периоды паводка, что упрощает технологию и снижает затраты на водоподготовку.

Для оценки агрессивности вод, обусловленной добавлением хлорсодержащего реагента, проведено сравнительное исследование коррозионной стойкости материала трубопроводов в воде, подготовленной с использованием жидкого хлора и гипохлорита натрия при изменяющихся pH и содержании активного хлора. Для определения скорости коррозии использовали массометрический (весовой) и потенциометрический методы.

Анализ данных сравнительных исследований позволил установить следующие закономерности и особенности процесса коррозии труб в системах питьевого водоснабжения г. Кемерово в зависимости от используемого дезинфектанта. Повышение pH воды приводит к снижению скорости коррозии. При увеличении концентрации активного хлора скорость коррозии растет. Влияние на процесс коррозии качества воды наиболее выражено в случае обработки воды гипохлоритом натрия. Зависимость скорости коррозии от гидродинамического режима носит неоднозначный характер. В неподвижной воде (застойных зонах) процесс коррозии протекает с одинаковой скоростью при использовании как жидкого хлора, так и технического гипохлорита натрия. Коррозионная стойкость стали в этих условиях согласно ГОСТ 5272-68 может быть оценена баллом 5, группа стойкости - стойкие. В проточной воде, обработанной жидким хлором, скорость коррозии возрастает в 1,7-2,0 раза (в зависимости от качества воды) и коррозионная стойкость металла имеет балл 6 и группу стойкости - пониженно стойкие. В то же время при использовании технического гипохлорита натрия имеет место противоположный эффект - скорость коррозии в проточной воде понижается в 1,9-3,5 раза (в зависимости от ка-

sodium hypochlorite for initial chlorination together with theoretical calculations of the main stability parameters led us to the conclusion that the coagulation process follows an identical course irrespective of the method of chlorination and solid phase content in natural water. At the same time the use of sodium hypochlorite allows to eliminate the addition of alkalifying reagents during high water, which simplifies the technology and reduces water preparation costs.

To estimate water aggressiveness which is due to the addition of a chlorine containing reagent comparative investigation into the corrosion resistance of pipeline material in the water having liquid chlorine and sodium hypochlorite added to it with varying pH and active chlorine content was carried out. To define corrosion rate weighing and potentiometric methods were used.

The analysis of the data obtained allowed to note the following features of the pipes corrosion process in the system of potable water supply in Kemerovo according to the disinfectant used. The increase of pH in water results in corrosion rate reduction. The concentration of active chlorine increasing, the rate of corrosion grows. The influence of water quality on the process of corrosion is particularly pronounced in case of sodium hypochlorite water treatment.

The dependence of corrosion rate upon the hydrodynamic conditions is ambiguous. In stagnant water corrosion rate is the same whether liquid chlorine or technical sodium hypochlorite is used. Steel corrosion resistance under such conditions can be scored with 5 according to the GOST 5272-68 indexes, the material being qualified as resistant. In flowing water treated with liquid chlorine corrosion rate is 1.7-2.0 times higher (depending on the quality of water; metal corrosion resistance is scored with 6, the metal being qualified as one with reduced resistance. On the contrary when technical sodium hypochlorite is used corrosion rate in flowing water is 1.9-3.5 times lower (depending on the quality of water), corrosion resistance can be scored

чества воды), а коррозионная стойкость металла может быть оценена баллами 2,3 и 4 и группами стойкости соответственно, весьма стойкие и стойкие. Сравнительные исследования позволили установить, что в зависимости от гидродинамического режима в трубопроводах, величины pH среды и содержания активного хлора в воде, обработанной жидким хлором, скорость коррозии в 1,3-4,6 раз выше, чем при использовании технического гипохлорита натрия. В реальных условиях эксплуатации системы водоснабжения г. Кемерово эта разница составляет 4-20 раз. При этом скорость коррозии трубопроводов при подготовке воды с применением жидкого хлора изменяется в пределах 0,131-0,184 мм/год, что в 2,6-3,6 раз выше уровня, необходимого для обеспечения нормального срока службы трубопроводов и технологического оборудования. При обработке воды техническим гипохлоритом натрия скорость коррозии стали находится в пределах 0,0058-0,02 мм/год, что в 2,5-8,6 раз ниже допустимого уровня коррозионной активности воды, что позволяет продлить срок эксплуатации трубопроводов сверх нормативного.

Сравнительные исследования хлорпоглощаемости воды, характеризующей суммарный расход хлора на окисление микроорганизмов, органических и минеральных примесей свидетельствует, что при хлорировании жидким хлором в зависимости от сезонного качества воды форма остаточного хлора изменяется. В связи с чем в зимне-весенний период качество воды нормировали по связанному остаточному хлору, а в летне-осенний период - по свободному остаточному хлору. Это усложняет контроль за соблюдением режима обеззараживания. В случае использования гипохлорита натрия независимо от сезона форма остаточного хлора остается неизменной и качество воды оценивали по свободному хлору. В зависимости от сезона доза активного хлора, обеспечивающая требуемое качество воды, при использовании гипохлорита натрия и хлора изменяется, соответственно, в пределах 1-2,25 мг/дм³ и 1,25-3 мг/дм³.

Сравнительное исследование качества питьевой воды, подготовленной с использованием жидкого хлора и гипохлорита натрия показало, что независимо от сезона нормируемые ГОСТ 2874-82 показатели

with 2,3 and 4, the metals qualified as extremely resistant and resistant, respectively. The comparative analysis allowed to conclude that according to the hydrodynamic conditions in the pipelines, pH of the medium and the content of active chlorine in the water treated with liquid chlorine corrosion rate was 1.3-4.6 times higher than when technical sodium hypochlorite was used. While the system of water supply in Kemerovo is in use the difference amounts to 4-20 times. The corrosion rate of the pipelines during water preparation with the use of liquid chlorine varies from 0.131 to 0.184 mm a year, which is 2.6-3.6 times higher than is necessary to ensure a standard period of pipeline and equipment service life.

While treating water with technical sodium hypochlorite steel corrosion rate varies from 0.0058 to 0.02 mm a year; this is 2.5-8.6 times lower compared with the acceptable level of water corrosivity, which allows to extend the period of pipeline service life.

The comparative studies of water chlorine absorbability defining overall consumption of chlorine for the oxidation of microorganisms, organic and mineral impurities showed that the form of residual chlorine changed according to the seasonal variations of the quality of water when it was treated with liquid chlorine. In this connection in winter and spring the quality of water was standardized by bound residual chlorine concentration, while in summer and autumn it was standardized by free residual chlorine concentration. This makes the monitoring of disinfection regime more difficult. When sodium hypochlorite is used, however, the form of residual chlorine remains unchanged irrespective of the season, and the quality of water is evaluated by free chlorine concentration. According to the season the dose of active chlorine ensuring the required quality of water, when sodium hypochlorite and chlorine are used, varies from 1 to 2.25 mg/dm³ and 1.25 to 3 mg/dm³, respectively.

The comparative analysis of the quality of potable water prepared with the use of liquid chlorine and sodium hypochlorite shows that irrespective of the season the standardized GOST 2874-82 indexes of water quality are

качества воды достаточно близки и вода отвечает его требованиям. Однако концентрация галогенсодержащих органических соединений (ГСС) (не учитываемых ГОСТ "Вода питьевая") в среднем на 25 % ниже в воде, обработанной гипохлоритом натрия. Основной вклад в сумму ГСС вносит хлороформ. При обработке речной воды жидким хлором в пробах практически постоянно присутствует тетрахлорметан, в то время как при хлорировании воды гипохлоритом натрия он не обнаружен. В отдельные периоды в пробах питьевой воды зафиксировано появление дибромхлорметана. Однако однозначного влияния типа окислителя на его образование установить не удалось. Исследование динамики изменения концентрации галогенсодержащих соединений показало, что независимо от использованного при подготовке воды дезинфектанта, в пробах на вторые сутки не обнаружено дибромхлорметана. В этой серии опытов не удалось установить однозначного влияния типа применяемого хлорсодержащего реагента на изменение ГСС во времени. При обработке любым дезинфектантом содержание ГСС снижалось на 3-5 сутки и далее оставалось неизменным.

Полученные результаты позволили рекомендовать использование для подготовки питьевой воды гипохлорита натрия. После исследований по отработке в производственных условиях схемы и режима дозирования, автоматического контроля за процессом и качеством воды технология внедрена на одной из водоочистных станций г.Кемерово.

В течение последних трех лет станция работает стабильно, обеспечивая качество воды, соответствующее по всем показателям ГОСТ 2674-82. Суммарное содержание галогенорганических соединений, которые, в основном, представлены хлороформом и бромдихлорметаном, в зависимости от сезона находится в пределах 0,015-0,03 мг/дм³, что ниже ориентировочно безопасных уровней воздействия на человека (ОБУВ) с учетом blastogenic активности.

Использование гипохлорита натрия в качестве окислителя и дезинфектанта позволило улучшить экологическую обстановку в г.Кемерово, вследствие ликвидации хранилищ опасного и токсичного хлора в

close and water meets the GOST requirements. However the concentration of halogen containing compounds (HCC) is on the average by 25% lower in the water treated with sodium hypochlorite. Chloroform makes the main contribution to the total amount of HCC. When river water is treated with liquid chlorine tetrachloromethane is constantly present in the samples; when sodium hypochlorite is used for chlorination it is not detected. Sometimes dibromochloromethane appears in the samples of potable water. We failed to determine the influence of the oxidant type on its formation. The analysis of concentration variations of halogen containing compounds showed that irrespective of the disinfectant used during water preparation dibromochloromethane was not detected in the samples the following day. In these experiments we failed to determine the effect of the used halogen containing reagent on the change of HCC in (real) time. Any disinfectant being used for treatment, the content of HCC decreased in 3-5 days and further remained unchanged.

The results obtained allowed to recommend the use of sodium hypochlorite for potable water preparation. Research into trying out the scheme and regime of dosing having been completed, the technology was introduced at one of water purification plants in Kemerovo.

For the last three years the plant has been running steadily, the quality of water corresponding to all the GOST 2674-82 indexes. The total content of halogen containing compounds represented mainly by chloroform and bromodichloromethane varies from 0.015 to 0.03 mg/dm³ according to the season. These figures are lower than the accepted safe levels of influence on people.

The use of sodium hypochlorite as an oxidant and a disinfectant allowed to improve the ecological conditions in Kemerovo due to the liquidation of dangerous and toxic chlorine storehouses within the town limits and most of the plant reagent shops as well.

The introduction of the developed technology allowed to stop the use of sofa

черте города и большей части реагентного хозяйства станции.

Реализация разработанной технологии обеспечила полное прекращение использования соды, а также значительное увеличение срока службы технологического оборудования и трубопроводов за счет существенного снижения скорости коррозии, чем достигается заметный экономический эффект.

Применение гипохлорита натрия позволило упростить контроль за режимом обеззараживания и технологию подготовки воды в целом.

Следует отметить также гигиенический аспект внедрения данной технологии - повышение качества воды, обусловленное снижением на 15-36 % (в зависимости от сезона) концентрации токсичных и канцерогенных галогенсодержащих органических соединений и повышение культуры производства.

Разработанная технология подготовки воды может быть успешно реализована на крупных водоочистных комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1.Апельцина Е.И., Алексеева Л.П., Черская Н.О. (1992) Проблемы озонирования при подготовке питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника . ° 4. С.9

2.Слипченко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. (1990) Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования // Химия и технология воды. ° 4. С.326

3.Шевченко М.А., Таран П.И. (1984) Возможности использования хлора для очистки природных и сточных вод // Химия и технология воды. ° 6. С.527

completely and to extend the service life of pipelines and equipment due to considerable corrosion rate reduction which could lead to economic benefits.

The use of sodium hypochlorite permitted to simplify the monitoring of disinfection regime and technology of water preparation on the whole.

The sanitary aspect of the developed technology introduction should be mentioned as well: improvement of water quality which is due to 15-36% (according to the season) reduction of toxic and carcinogenic halogen containing organic compounds.

The developed technology of water preparation can be successfully used at large water purification plants.

LITERATURE

1.Apeltsina E.I.,Alekseeva L.P.,Cherskaya N.O. (1992) The problems of ozonolysis during potable water preparation. // Water supply and sanitary equipment. ° 4.P.9

2.Slipchenko A.V.,Kulsky L.A.,Matskevich E.S. (1990) The present stage of water impurities oxidation methods and chlorination prospects. // Chemistry and technology of water. ° 4.P.326

3.Shevchenko M.A.,Taran P.I. (1984) The possibilities of chlorine use for purification of natural and sewage water. // Chemistry and technology of water. ° 6.P.527

ПУТИ РАСПАДА НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРНЫХ
ФРАГМЕНТОВ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ
ВОДНОМ ХЛОРИРОВАНИИ.

*А. Т. Лебедев,
Н. А. Мошкарина,
О. Н. Клюева,
В. С. Петросян.*

*Кафедра органической химии
МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва,
Россия*

Хлорирование используется для дезинфекции воды с начала XX века. Хлор является довольно эффективным дезинфицирующим агентом, при этом он относительно дешев и весьма устойчив, чтобы находиться в системах водоснабжения достаточное время. Однако, в начале 70-х годов обнаружили, что хлорирование питьевой воды приводит к образованию нежелательных хлорорганических и других соединений, являющихся химическими загрязнителями воды (1). Ряд исследований показал, что водное хлорирование является причиной образования мутагенных химических веществ в питьевой воде (2,3).

До недавнего времени внимание обращалось главным образом на тригалометаны CHX_3 , где $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$. В 1975 году Агентство Охраны Окружающей Среды США (USEPA) опубликовало результаты общенационального исследования (4), в котором тригалометаны были обнаружены практически во всех образцах хлорированной питьевой воды, и только иногда в природных водоемах.

Рук (5) выдвинул предположение о том, что тригалометаны являются продуктами хлорирования гуминовых веществ, содержащихся в природной воде. Эта гипотеза была подтверждена хлорированием водного экстракта торфа, при котором были обнаружены хлороформ и другие тригалометаны. В некоторых работах (6, 7) сообщалось, что предшественниками тригалометанов в основном являются гуминовые кислоты. Однако, общее содержание органических галогенированных соединений в хлорированной воде значительно больше, чем количество образующихся тригалометанов. В некоторых исследованиях было показано также присутствие других хлорорганических продуктов, например, хлорированных уксусных кислот, хлоралей и галонитрилов. Современные ана-

DEGRADATIVE PATHWAYS FOR AQUEOUS
CHLORINATION OF SOME STRUCTURAL
FRAGMENTS OF HUMIC MATERIAL.

*A.I. Lebedev,
N.A. Moshkarina,
O.N. Kljueva,
V.S. Petrosyan.*

*Organic Chemistry Department,
Moscow State University Moscow,
Russia*

Chlorination has been used in water disinfection since the beginning of the 20th century. Being a very effective disinfectant chlorine is relatively unexpensive and stable enough to remain in water distribution systems for long time. However, in the early 70s it was found that chlorination of drinking water led to the generation of undesirable by-products which have been identified as an important source of chemical contamination of drinking water (1). A number of studies have confirmed that water chlorination was directly responsible for the formation of mutagenic chemicals in drinking water (2,3).

Until recently the attention has been focused mostly on trihalomethanes CHX_3 (where $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{and I}$ in any combination). In 1975 the US Environmental Protection Agency published the results of the National Organics Reconnaissance Survey (4). Trihalomethanes were found in almost every chlorinated drinking water surveyed but only occasionally in raw water supplies.

Rook (5) hypothesized trihalomethanes to be the chlorination products of natural aquatic humic substances. This hypothesis has been confirmed by the experiment with aqueous extract of peat which gave chloroform and other trihalomethanes upon chlorination. Several reports (6,7) have revealed humic acids to be the most common precursors to trihalomethanes. However values for total organic halogenated compounds formed in water exposed to chlorination were greater than could be accounted for by the amount of trihalomethanes formed. Several studies indicated the presence of organochlorine products other than trihalomethanes, such as chlorinated acetic acids, chloral and halonitriles, in chlorinated drinking water. Modern analytical tools, such as gas chromatography combined with mass

литические методы, такие как хромато-масс-спектрометрия (ХМС), дали возможность идентифицировать многочисленные продукты хлорирования в питьевой воде. Показано, что аналогичные продукты образуются при водном хлорировании гуминовых и фульвокислот (8 - 12).

Любые попытки уменьшить количества продуктов хлорирования требуют ясного понимания механизмов реакций, приводящих к их образованию. Гуминовые вещества воды представляют собой высокомолекулярные гетерогенные соединения сложного состава, включающие в себя полимерные структуры, образующиеся из разложившихся растений, почвенных материалов и других органических веществ.

Из-за сложности и непостоянства состава природных гуминовых веществ крайне сложно изучить детальные механизмы их реакций с хлором. Во всех предыдущих исследованиях были обнаружены различные хлорорганические соединения, но не были установлены пути их образования. Это привело к широкому использованию простых модельных соединений, воспроизводящих отдельные фрагменты гуминовых веществ. В качестве моделей применялись алифатические кетоны, замещенные фенолы, полигидроксибензолы, моно- и полиосновные кислоты (13-17).

В предлагаемой работе в качестве модельных соединений были выбраны бифенил, *p*-метилацетофенон, *m*-диметоксибензол, орцинол, 1- и 2-нафтолы и дибензофуран. Концентрации субстрата составляли 10 - 4 М, а соотношение субстрат/хлор менялось от 2:1 до 1:20. Непрореагировавший хлор удаляли добавлением эквимолекулярного количества сульфита натрия. Продукты реакции экстрагировали тремя аликвотами свежеперегнанного хлористого метилена. Вытяжки объединяли, сушили над безводным сульфатом натрия и концентрировали до 1 мл.

ХМС исследования проводили на приборах Varian MAT-44S и Finnigan ITD700. Интерпретация масс-спектров производилась вручную, используя правила фрагментации, литературные данные и библиотеку NBS для 42000 спектров соединений.

spectrometry (GC-MS), made it possible to characterise the numerous chlorination by-products in drinking water. It was shown that the similar products resulted from the aqueous chlorination of steam humic and fulvic acids (8-12).

Any attempt to reduce the concentration of chlorination by-products in drinking water requires the clear understanding of the reaction pathways governing their formation. Aquatic humic substances are a high molecular weight heterogeneous organic compounds complex mixture including polymeric substances resulted from the random combinations of decayed plant and soil materials with other organic substances.

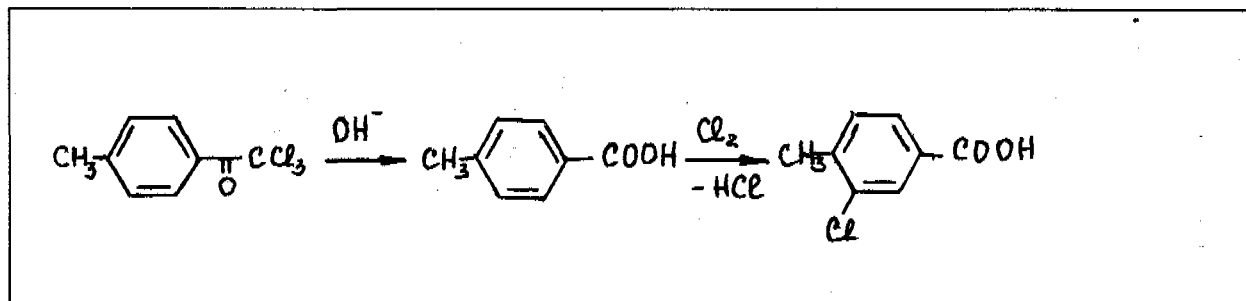
Due to the complexity and the variability of the composition and the structure of natural humic substances it is extremely difficult to study the detailed mechanism of their reaction with chlorine. All the early studies revealed a series of organochlorinated products but were unable to derive the pathways of their formation. This fact led to the wide use of simple model compounds comprising structural fragments of humic material in chlorination studies. The models used so far included aliphatic ketons, substituted phenols, polyhydroxybenzenes, mono and polybasic acids (13-17).

Diphenyl, *p*-methylacetophenone, *m*-dimethoxybenzene, orcinol, *a*- and *b*-naphthols and dibenzofuran have been selected for the present study as models. Substrate concentrations were 10 M while the ratio substrate/chlorine was varied from 2:1 to 1:20. Unreacted chlorine was reduced to chloride by the addition of an equimolar quantity of sodium sulfite. Reaction products were extracted with three sequential aliquots of freshly distilled methylene chloride. The extracts were combined, dried over anhydrous sodium sulfate and concentrated to 1 mL by evaporation.

GC-MS experiments were carried out with Varian MAT-44S and FINNIGAN AT800 instruments. Interpretation of mass spectra was performed manually using fragmentation rules and restricted amount of literature data as well as using the NBS library for 42000 spectra.

Основным механизмом водного хлорирования *p*-метилацетофенона является последовательное замещение α -карбонильных атомов водорода на хлор, за которым следует галоформная реакция. Образовавшаяся *p*-метилбензойная кислота подвергается электрофильному замещению, приводя к 3-хлор-4-метилбензойной кислоте.

The principal pathway of aqueous chlorination of *p*-methylacetophenone involves consecutive substitution of α -carbonyl hydrogen atoms for chlorine ones followed by haloform reaction. The resulting *p*-methylbenzoic acid undergoes electrophilic substitution with chlorine giving 3-chloro-4-methylbenzoic acids.



2-хлор-1,3-диметоксibenзол, 4-хлор-1,3-диметоксibenзол, 2,4-дихлор- и 4,6-дихлор-1,3-диметоксibenзолы были единственными продуктами водного хлорирования 1,3-диметоксibenзола. При этом не происходило раскрытие кольца.

2-Chloro-1,3-dimethoxybenzene, 4-chloro-1,3-dimethoxybenzene, 2,4-dichloro, and 4,6-dichloro-1,3-dimethoxybenzene were the only products of aqueous chlorination of 1,3-dimethoxybenzene, while ring fission does not take place.

Бифенил и дибензофуран давали только продукты электрофильного замещения водорода на хлор.

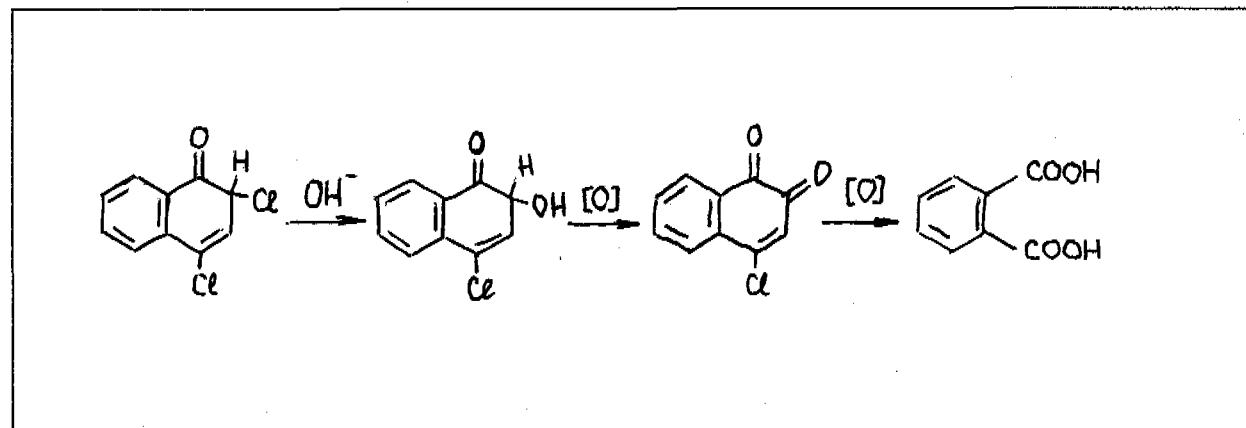
Only the products of substitution of hydrogen for chlorine were detected studying diphenyl and dibenzofuran.

Наиболее активным соединением в этой реакции оказался орцинол. Кроме продуктов простого замещения были обнаружены нециклические и циклические хлорированные кетоны, карбоновые кислоты, кетокислоты, лактоны и фураноны. Раскрытие кольца, сужение цикла, галоформная реакция, перегруппировка Фаворского объясняют разнообразие продуктов реакции.

The most active compound in this reaction was orcinol. Besides simple substitution products non-cyclic and cyclic chlorinated ketons, carboxylic acids, ketoacids, lactones and furanones are formed. Ring cleavages, contractions, haloform reaction and Favorsky rearrangement rationalize the observed variety of products.

В случае нафтолов кроме обычных продуктов замещения наблюдается образование хлорированного ортохинона с последующим раскрытием кольца и окислением до фталевой кислоты - конечного продукта реакции.

In case of naphtholes besides ordinary substitution products, formation of ortho-quinone followed by ring cleavage and oxidation into ortho-phthalic acid as a final product is found out.



ЛІТЕРАТУРА

1. T. A. Bellar, J. J. Lichtenberg, R. C. Kroner. JAWWA 1974, 66, 703.
2. A. M. Chen, J. Skotchdopole, P. Koshi, L. Cole. Science (Washington D.C.) 1980, 2078, 90.
3. S. Maruoka, S. Yamanaka. Mutat. Res. 1980, 79, 381.
4. J. Symons, et al. JAWWA, 1975, 67, 634.
5. J. J. Rook Water Treat. Exam. 1974, 23, 234.
6. J. J. Rook. Environ. Sci. & Technol. 1977, 11, 478.
7. C. J. Peters, R. J. Young, R. Perry. Environ. Sci. & Technol. 1980, 14, 1391
8. A. A. Stevens, C. J. Slocum, D. P. Seeger, G. G. Robeck. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects», Jolley, R. L., Ed.; Ann Arbor Science Publishers: Ann Arbor MI, 1978, Vol. 1, p. 77.
9. R. F. Christman, D. L. Norwood, D. S. Millington, J. D. Johnson. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 625.
10. J. W. Miller, P. C. Uden. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 150.
11. B. D. Quimby, M. F. Delaney, P. C. Uden, R. M. Barnes. Anal. Chem. 1980, 52, 259.
12. J. J. McCreary, V. L. Snoeyink. Environ. Sci. & Technol. 1981, 15, 193.
13. J. J. Rook. JAWWA, 1976, 68, 168.
14. D. L. Norwood, J. D. Johnson, R. F. Christman, J. R. Hass, M. J. Bobenrieth Environ. Sci. & Technol. 1980, 14, 187.
15. S. D. Boyce, J. F. Hornig. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects» Ed. R. L. Jolley; Ann Arbor Science Publishers: Ann Arbor, MI, 1980, Vol. 3, p. 131.
16. S. D. Boyce, J. F. Hornig. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 202.
17. R. F. Christman, J. D. Johnson, J. D. Hass, F. K. Pfauder, W. T. Liao, D. L. Norwood. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects», Ed. R. L. Jolley, Chelsea, Mich. 1985, Vol. 2, p. 15

REFERENCES

1. T. A. Bellar, J. J. Lichtenberg, R. C. Kroner. JAWWA 1974, 66, 703.
2. A. M. Chen, J. Skotchdopole, P. Koshi, L. Cole. Science (Washington D.C.) 1980, 2078, 90.
3. S. Maruoka, S. Yamanaka. Mutat. Res. 1980, 79, 381.
4. J. Symons, et al. JAWWA, 1975, 67, 634.
5. J. J. Rook Water Treat. Exam. 1974, 23, 234.
6. J. J. Rook. Environ. Sci. & Technol. 1977, 11, 478.
7. C. J. Peters, R. J. Young, R. Perry. Environ. Sci. & Technol. 1980, 14, 1391
8. A. A. Stevens, C. J. Slocum, D. P. Seeger, G. G. Robeck. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects», Jolley, R. L., Ed.; Ann Arbor Science Publishers: Ann Arbor MI, 1978, Vol. 1, p. 77.
9. R. F. Christman, D. L. Norwood, D. S. Millington, J. D. Johnson. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 625.
10. J. W. Miller, P. C. Uden. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 150.
11. B. D. Quimby, M. F. Delaney, P. C. Uden, R. M. Barnes. Anal. Chem. 1980, 52, 259.
12. J. J. McCreary, V. L. Snoeyink. Environ. Sci. & Technol. 1981, 15, 193.
13. J. J. Rook. JAWWA, 1976, 68, 168.
14. D. L. Norwood, J. D. Johnson, R. F. Christman, J. R. Hass, M. J. Bobenrieth Environ. Sci. & Technol. 1980, 14, 187.
15. S. D. Boyce, J. F. Hornig. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects» Ed. R. L. Jolley; Ann Arbor Science Publishers: Ann Arbor, MI, 1980, Vol. 3, p. 131.
16. S. D. Boyce, J. F. Hornig. Environ. Sci. & Technol. 1983, 17, 202.
17. R. F. Christman, J. D. Johnson, J. D. Hass, F. K. Pfauder, W. T. Liao, D. L. Norwood. in «Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects», Ed. R. L. Jolley, Chelsea, Mich. 1985, Vol. 2, p. 15

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ВОДООЧИСТНЫХ
СТАНЦИЯХ,
БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДОИСТОЧНИКАХ

*Любарский В.М., действительный член
ЖКА, д.т.н., профессор.
Академия коммунального хозяйства
им. К.Д. Памфилова.*

ТЕЗИСЫ

Подготовка воды для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения сопровождается образованием большого количества отходов-осадков, объем которых по Российской Федерации к 2000 г. составит примерно 150 млн.м³/год в расчете на 99.5% влажность. С учетом огромных объемов промывных вод, сбрасываемых без предварительной подготовки в открытые водоемы, рассматриваемая проблема с точки зрения воздействия на окружающую среду требует самого пристального внимания.

Однако, до настоящего времени обработка осадков природных вод не уделяется должного внимания, что уже привело к резкому ухудшению качества воды водосточников и состояния окружающей среды в целом. Необходимость решения проблемы обработки осадков природных вод обуславливается серьезными последствиями дальнейшего загрязнения водосточников, а также ущербом, наносимым народному хозяйству за счет ухудшения качества исходной воды при сбросе необработанных промывных вод и осадков в открытые водоемы.

В технологии очистки природных вод проблема обработки осадков является наиболее сложной в техническом отношении, а ее решение связано со значительными материальными затратами, достигающими 30% от стоимости сооружений по очистке воды. Технические трудности обусловлены свойствами образующихся осадков, обладающих низкой водоотдающей способностью при высокой исходной влажности.

Решение указанной проблемы потребовало разработки ряда новых технологических приемов и оборудования, обеспечивающих возможность обработки осадков природных

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR
TREATING SLUDGE FORMED
AT SURFACE WATER PURIFICATION PLANTS

*Lubarsky V.M., academician Municipal
Academy, D.Sc. (Eng.),
professor.*

ABSTRACT

Preparation of water for domestic supply is accompanied by formation of large quantities of sludge. By the year 2000 their volume in the Russian Federation will reach about 150 mln.m³ per annum calculated as 95% dry.

Considering huge volumes of water discharged into receiving waters without preliminary treatment, the problem from the standpoint of impact upon the environments deserves closest attention.

Up to now, however, sludge treatment is not given the required attention, and this has led to sharp changes in quality of water supply sources and in the state of the environment at large. The necessity to solve sludge treatment problem is stipulated by serious after-effects of further pollution of water supply sources, as well as by damage inflicted upon national economy by deteriorating raw water quality when untreated wash water and sludge are discharged into receiving waters.

As an engineering problem that of sludge treatment is the most complicated one in water treatment technology, and its solution is associated with considerable expenses, reaching 30% of water treatment unit's cost. Technical difficulties are caused by properties of sludge formed, having low dehydration capacity and high initial moisture.

Solution of the stated problem required to work out a number of new technological methods and equipment, ensuring the possibility to treat sludges of different initial

вод различного исходного качества с учетом утилизации содержащихся в них ценных компонентов и создания малоотходных технологий.

Наибольшие трудности при обработке вызывают гидроксидные осадки, образующиеся при реагентной очистке маломутных цветных вод. Образование осадков сопровождается непосредственной коагуляцией взвешенных частиц, сорбцией гидроксидов металлов на твердых частичках, адсорбцией гидроксидами органических коллоидов и соосаждением взвешенных частиц массой оседающих хлопьев.

Выпавшая в осадок масса с помощью гидроксидных связей объединяется в сложную многокомпонентную пространственную систему с сильно развитой поверхностью, содержащую различные по происхождению и свойствам разнодисперсные вещества и большое количество связанной и свободно заземленной структурой осадка воды. С повышением цветности и снижением мутности воды в осадке увеличивается содержание гидроксида и структура все более приближается к гелеобразной. При этом адсорбируемые хлопьями гидроксида высокодисперсные вещества цветности как бы достраивают хлопья гидроксида не изменяя их структуры.

В зависимости от соотношения различных примесей в исходной воде, а также от вида и дозы применяемых реагентов образующиеся осадки существенно отличаются по гранулометрическому составу. Различия состава определяют различия свойств образующихся осадков.

Широкий диапазон изменения качества осадков обуславливает необходимость изыскания таких приемов их обработки, которые наиболее полно отвечали бы конкретному типу осадка с учетом возможности их последующей утилизации.

properties and to utilize valuable components therein, thus creating low process waste technologies.

Greatest difficulties in treatment are caused by hydroxide sludges formed when they purify coloured raw water of low turbidity. The formation of the sludges is accompanied by direct coagulation of suspended particles, adsorption of organic colloids by the hydroxides and combined settling of suspended particles and a mass offloc.

The settled mass is united into a multi-component spatial system with highly developed surface, containing substances differing by their origin, properties, and size, together with a large quantity of combined and free water. With increased colour and decreased turbidity of raw water the hydroxide content of sludge increases while its structure all the more approaches that of a gel. Then highly dispersed colour substances adsorbed by hydroxide floc sort of build up the latter without changing their structure.

Depending on the ratio of different impurities in raw water as well as on type and dosage of applied chemicals, the formed sludges differ substantially by granularity and chemical composition. Differences in these parameters determine the differences in sludge quantities.

Wide range of differences in sludge qualities determine the necessity to look for such treatment methods which must fully correspond to a particular type of sludge with a view to its subsequent utilization.

ПОРТАТИВНЫЕ ВОДООЧИСТИТЕЛИ НОВОГО
ПОКОЛЕНИЯ БИОФИЛЬТРЫ БИП-1И
БАРЬЕР-3 - "EXCELLENT APPAREIL POUR LA
PURIFICATION DES EAUX D'ALIMENTATION"*

*Маслюков А.П., д.х.н., чл.-корр. РАН, А/О
'МЕТТЭМ',
Рахманин Ю.А., д.м.н., академик РАЕН, МСА,
чл.-корр. РАМН, НИИ экологии человека и
гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина
РАМН,
В.В.Сапрыкин, А.Е.Орлов, С.В.Захаров, АО
'МЕТТЭМ'*

На сегодняшний день, можно считать общепринятым тезис о необходимости доочистки и дообеззараживания питьевой воды, используемой абсолютным большинством населения России, независимо от источников ее поступления к потребителю через систему коммунальных водопроводов или из индивидуальных источников питьевого водоснабжения (скважины, колодцы и др.).

Одним из оптимальных с технической и экономической точек зрения способов решения проблемы обеспечения населения доброкачественной питьевой водой является широкое распространение портативных водоочистителей (ПВ). С использованием ПВ решение проблемы обеспечения питьевой водой переносится из плоскости дорогостоящей, технически и технологически сложной тотальной очистки всей потребляемой человеком воды в плоскость очистки и гарантированного обеззараживания ограниченного (2-5 литров в день) количества воды, потребляемой человеком исключительно для питья и пищевых целей.

Однако, несмотря на существование значительного количества ПВ, выполняющих в разной степени функции по очистке и обеззараживанию питьевой воды, абсолютное большинство из них не обеспечивают полного обеззараживания и глубокой очистки воды, то есть не гарантируют получение абсолютно безопасной для человеческого организма доброкачественной питьевой воды. Главной причиной такого положения, является отсутствие глубоких научных представлений о физико-химических процессах обеззараживания и очистки воды ПВ

* "Исключительные аппараты для очистки питьевой воды" (фр.) - заключение института им. Пастера (Париж).

WATER PORTABLE PURIFIERS OF NEW
GENERATION -BIOFILTERS BIP-1 AND BARRIER-3 -
'EXCELLENT APPAREIL POUR LA PURIFICATION
DES EAUX D'ALIMENTATION'*

*A.P.Maslukov, U.A.Rakhmanin, V.V.Saprykin,
A.E.Orlov, S.V.Zakharov
METTEM Ltd, Balashikha, Moscow region,
Russia.*

At present it can be considered as a well-known thesis that additional purification and additional disinfection of the drinkable water consumed by absolute majority of the population of Russia is necessary, irrespective of the way the consumers get it - either through urban-water supply or out of any individual source of water supplying, f.e. wells etc.

Wide usage of the portable water purifiers PWP is one of the optimum, from technical and economical point of view, solutions of the problem of supplying people with high-quality water. With the use of PWP the problem stops being one of expensive, technically and technologically complicated total purification of all the water consumed by people and becomes the problem of guaranteed disinfection of the limited volume of water, 2-5 litres per day, consumed by a man only to drink and to cook.

Though, in spite of the fact that there is a great many of PWP, which ensure water purification and disinfection to a variable extent, most of them do not ensure complete disinfection and profound purification of water, i.e. they do not ensure obtaining of the drinkable water of high quality and absolutely safe for human organism. This situation is mainly caused by absence of fundamental scientific views of physical and chemical disinfection and purification processes in PWP, the specific characters of which are

* "Excellent units for drinkable water purification" (fr.) - conclusion of Paster's institute.

спецификой которых являются крайне малые времена контакта дезинфицирующих компонентов с обеззараживаемой водой и высокие линейные скорости прохождения загрязненной воды через сорбенты ПВ.

В докладе на примере ПВ, в основу функционирования которых заложен комбинированный (физические и химические процессы) принцип действия, показано, что для достижения гарантированного обеззараживания воды при малых временах контакта требуется разработка принципиально новых дезинфектантов, способных к взаимодействию как с наружными белковыми слоями микроорганизмов, выполняющими защитные функции, транспорту в область цитоплазматической мембраны и необратимому взаимодействию с расположенными там ферментами, а для глубокой очистки воды от химических примесей при высоких линейных скоростях прохождения воды через сорбенты необходимо использовать высокоселективные сорбенты с высокоразвитой поверхностью контакта и содержащие значительное количество магистральных пор.

Разработанные представления о высокодинамических процессах обеззараживания и очистки воды заложены в основу создания нового поколения отечественных портативных водоочистителей класса "Биофильтр" (в Европейских странах они имеют торговую марку "INDISPENSABLE"): индивидуальный портативный водоочиститель "БИП-1" ("INDISPENSABLE-S") и бытовой портативный водоочиститель "Барьер" с фильтрующей кассетой "Барьер-3" ("INDISPENSABLE-C"). В таблице 1 приведены их основные характеристики.

ПВ "БИП-1" и "Барьер-3" успешно прошли сертификацию в России (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина и Госсанэпиднадзор РФ) и во Франции (Институт Пастера).

Уникальные возможности по обеззараживанию и очистке воды нового поколения ПВ класса "Биофильтр", разработанных и производящихся АО "МЕТТЭМ", обеспечили им чрезвычайно широкий спектр применения: от доочистки и дообеззараживания водопроводной воды до полного обеззараживания и глубокой очистки воды из любых поверхностных водоемов. Все это делает эти ПВ незаменимыми как в каждой городской квартире, дачном и сельском доме, так и для охотников, рыболовов, геологов, строителей, военных

extremely small time of the contact between disinfectants and water, and high linear speed the polluted water passes through the sorbents of PWP with.

In the report, using as an example PWP based on combine, physical and chemical processes, principle of operation, it is shown that getting guaranteed disinfection of water at small contact time requires radically new disinfectants capable of interacting with protecting outer protein layers of microorganism, penetrating into it approaching to its cytoplasmic membrane and irreversible interacting with the ferments there. And profound purification of water from chemical impurities at high linear speed of the water passing through the sorbents requires using of high selective sorbents with highly developed contact surface and a great many of trunk pores.

The elaborated concept of high dynamic process of water disinfection and purification lays the foundation of new generation of domestic portable water purifiers of "BIOfilter"-type (in European countries they have trade mark "INDISPENSABLE"), individual portable water purifier "BIP-1" ("INDISPENSABLE-S") and everyday portable water purifier "Barrier" with filtering cartridge "Barrier-3" ("INDISPENSABLE-C").

Their general specifications are shown in table 1.

PWP "BIP-1" and "Barrier-3" were successfully certified in Russia (Research Institute of Human Ecology and Environment Protection named after A.N.Sysin and State Committee of Sanitary and Epidemiological Supervision of RF) and in France (Paster's Institute).

Unique capabilities of disinfection and water purification of PWP of new

и т.д. практически для любого, кто вынужден пользоваться питьевой водой негарантированного качества.

ТАБЛИЦА 1. Основные технические и санитарно-гигиенические характеристики ПВ 'БИП-1' и 'Барьер-3'.

N	Наименование показателя	Норма	'BIP-1'		'Barrier-3'	
			Исход. вода	Очищ. вода	Исход. вода	Очищ. вода
1	Размеры, мм		135x15		140x70	
2	Масса, г		12		150	
3	Ресурс, л		10		500	
4	Производительность, мл/мин.		70-100		100-150	
5	Эффективность обеззараживания:					
	-по E.Coli, кл./л	3	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-по Pseud.Aeruginosa, кл./л	0	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-по Vibria cholerae	0	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-по коли-фагу MS 42 0, БОЕ/л	0	10 ⁵	0	10 ²	0
	-по вирусу полиомиелита ТЦД 450 0/л	0	10 ⁴	0	10 ²	0
	-по цистам лямблий, экз./л	0	10 ¹	0	10 ¹	0
	-по ОМЧ, кл./мл	10 ²	10 ³	10 ¹	10 ³	10 ¹
6	Эффективность очистки:					
	-по хлору, %		2LV	90	2LV	95
	-по свинцу, %		5LV	80	2LV	90
	-по фенолу, %		5LV	60	5LV	90
	-по бенз(а)пирену, %		5LV	75	-	-

TABLE 1. General technical and sanitary-and- hygienic specifications of PWP 'BIP-1' and 'Barrier-3'

N	Index	Standard	'BIP-1'		'Barrier-3'	
			original water	purified water	original water	purified water
1	Dimensions, mm		135x15		140x70	
2	Weight, g		12		150	
3	Life-time, l		10		500	
4	Efficiency, ml/min		70-100		100-150	
5	Disinfection effectiveness:					
	-Coli-index, ontestinal bacteria/l	3	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-Pseud.Aeruginosa, col/l	0	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-Vibria cholerae	0	10 ¹⁵	0	10 ⁶	0
	-coli-phages MS ₂ , PFU/l	0	10 ⁵	0	10 ²	0
	-poliomyelitis virus, CTD ₅₀ /l	0	10 ⁴	0	10 ²	0
	-lamblia cyst per 1 litre	0	10 ¹	0	10 ¹	0
	-Total Microbic Number/ml	10 ²	10 ³	10 ¹	10 ³	10 ¹
6	Purification effectiveness:					
	-chlorine, %		2LV	90	2LV	95
	-lead, %		5LV	80	2LV	90
	-phenol, %		5LV	60	5LV	90
	-benzpyrene, %		5LV	75	-	-

МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ
ХЛОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ
(ХЛОР-ГАЗ, ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ
ГИПОХЛОРИТ, ПРЯМОЙ ЭЛЕКТРОЛИЗ) И
БАКТЕРИЦИДНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ С
ПОПУТНОЙ УТИЛИЗАЦИЕЙ
ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ОЗОНА

*Медриш Г.Л., член-корр. ЖКА, к.т.н.,
АООТ 'НИИ коммунального водоснабже-
ния и очистки воды'.*

ТЕЗИСЫ

До настоящего времени основным способом обеззараживания природных и сточных вод является хлорирование с использованием жидкого хлора и хлорреагентов. Хлор и его соединения используются также для дезинфекции водопроводных сооружений - скважин, резервуаров и напорных баков, отстойников, смесителей, фильтров и водопроводной сети.

Однако, хлор-газ, являясь токсичным веществом, требует особых мер предосторожности при его транспортировании, хранении и дозировании. В последнее время значительно ужесточились требования к технологической схеме подачи хлора на водопроводных станциях.

В связи с этим во многих странах постоянно проводятся работы по совершенствованию технологии и устройств для обеззараживания и дезинфекции хлором. Эти работы ведутся в направлении повышения точности дозирования, разработки экономичных способов введения реагентов, автоматизации процессов хлорирования, использования в аппаратуре новых конструкционных материалов, повышения точности и оперативности измерения остаточного хлора в воде, снижения себестоимости процессов обеззараживания, использования новых реагентов, обеспечения безопасности при работе с хлором.

НИИ КВОВ совместно с проектными организациями и ПКБ заводов разработан ряд нового оборудования для хлорного хозяйства.

METHODS AND EQUIPMENT FOR WATER
DISINFECTION
USING CHLORINE COMPOUNDS AND UV-
IRRADIATION,
UTILIZING GENERATED OZONE

*Medrish G.L., associate member Municipal
Academy, M.Sc.(Eng.),
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute.*

ABSTRACT

Up to now chlorination using liquid chlorine and its compounds has been the basic method for disinfection of water and waste water. Chlorine and its compounds are also used for disinfection of waterworks structures: boreholes, reservoirs and pressure tanks, mixing basins, settling tanks, filters and distribution network.

However, chlorine gas is a toxic substance and it requires special safety measures in transportation, storage and dosing.

Lately regulations concerning technological schemes of chlorine application at waterworks have become considerably stricter.

Owing to this, in many countries work is carried out continuously to improve methods and equipment for chlorination. This work is directed to increase the accuracy of dosing, develop economic methods of chlorine application, automatize chlorination process, use new materials in equipment, increase accuracy and effectiveness in measuring residual chlorine in water, lowering the cost of disinfection, use new chemicals, ensure safety in using chlorine.

The Institute, together with consulting firms and manufactures, has worked out a number of new equipment units for chlorination.

Освоено серийное производства испарителей жидкого хлора типа ИЖХ-12.5 и ИЖХ-50 производительностью по хлору, соответственно, 2-12.5 и 10-50 кг/ч.

Испаритель предназначен для непрерывного испарения жидкого хлора с автоматическим поддержанием заданного теплового режима теплоносителя в пределах от 66 до 70 °С.

Испаритель состоит из цилиндрического корпуса с термоизоляцией, блока управления, змеевикового теплообменника, а в качестве теплоносителя используется вода с ингибитором коррозии.

В состав блока управления входит манометрический контактный термометр, контактный манометр и коммутирующие устройства, обеспечивающие регулирование температуры и отключение испарителя при выходе из режима.

Разработан, по-существу, новый хлоратор, в котором по сравнению с серийно выпускаемым изменена конструкция эжектора и редукционного клапана, в схему введен обратный клапан эжектора, исключено смесительное устройство. Повышен ресурс работы запорного и регулирующего вентилей, а соединения между узлами выполнены полимерными трубками.

Надежность работы хлоратора значительно возросла, исключена возможность попадания хлорной воды в полость хлоратора при срыве эжекции. Производительность хлоратора - до 12 кг хлора в час при противодавлении до 0.5 ати. Проводятся работы по усовершенствованию нового хлоратора с целью повышения его производительности в 2 раза.

Во всех известных системах автоматического дозирования хлора изменение расхода хлор-газа осуществляется на хлорной линии с помощью регулирующего клапана. Непосредственный контакт с коррозионно активным реагентом обуславливает жесткие требования, предъявляемые ко всей регулирующей арматуре.

В тоже время известно, что изменение давления и соответственно расхода воды в

Liquid chlorine evaporators are now produced serially. Their capacities are 2-12.5 and 10-50 kg/hr. The evaporator is designated for continuous evaporation of liquid chlorine maintaining automatically the temperature of heating agent within 66 to 70 °C.

It consist of insulated cylindrical body, control block, heat exchanger with water inhibited against corrosion.

Control block contains a manometric contact thermometer, contact manometer and commutating arrangement ensuring temperature regulation and switching off the evaporator if out of order.

A new type of chlorinator has been developed in which constructions of ejector and reduction valve are changed as compared to serially produced units, a check valve at ejector is installed and mixing unit is eliminated. The resource of stop valve and regulating valve is increased and connections between assemblies are made of polymer tubes.

The reliability of the chlorinator is considerably increased; if ejection is disrupted, chlorine water cannot enter the chlorinator body. The capacity of the chlorinator is up to 12 kg chlorine per hour with back pressure up to 0.5 atm. Work is underway to increase the capacity of the chlorinator twofold.

In all known automatic chlorine dosing systems variation of chlorine gas flow is done on the line of chlorine using a regulating valve. Direct contact of the valve with corrosive reagent lays strict claims to all regulating fittings.

At the same time it is known that a change of water pressure and consequently

эжекторе определенным образом изменяет количество инжектируемого газа. На основе этого свойства разработан принципиально новый способ автоматического дозирования хлора - путем регулирования расхода воды на входе в эжектор с линейной расходной характеристикой. Линейная зависимость между расходами хлора и воды достигается за счет применения многосоплового эжектора специальной конструкции.

Данный способ реализован в блок-комплекте оборудования для автоматического дозирования хлора с целью обеззараживания воды. В качестве датчика величины остаточного хлора в обработанной воде в состав блок-комплекта входит индикатор хлора в воде (ИХВ), обеспечивающий измерение текущего значения величины остаточного хлора в диапазоне до 6 мг/л. Расход анализируемой воды через измерительную ячейку - 30 литров/час.

Прибор основан на амперметрическом методе измерения, не требует микродозирования реагентов, прост и надежен в эксплуатации.

Разрабатывается технология введения хлора, которая позволяет сократить расход реагента до 20% за счет интенсивного смешения хлор-газа со всем объемом обрабатываемой воды. Характерной особенностью установки, реализующий данный способ, является обеспечение "вакуумной" подачи газа.

Не менее актуальной задачей является и дезинфекция сетей и сооружений.

Для обеспечения технологического процесса дезинфекции разработано мобильное устройство для дезинфекции трубопроводов с использованием порошкообразных реагентов.

Предложена установка, в которой порошкообразный дезинфицирующий реагент дозируется непосредственно в воду, подаваемую для заполнения трубопровода. В этом случае упрощается схема работы установки, уменьшается ее габари-

of flow through the ejector changes in a definite way the quantity of injected gas. Based on this property, a fundamentally new methods of automatic chlorine dosing has been developed, namely by way of regulating the flow of water entering the ejector with a linear discharge characteristic. Linearity is achieved by using a multi-orifice ejector of special construction.

The method is employed in a block-set of equipment for automatic chlorine dosing in water disinfection. Chlorine indicator is used as a sensor, ensuring measurement of current residual chlorine within 6 mg/l. The flow of tested water through measuring cell is 30 litres per hour.

The instrument is based on amperometric method of measurement; it does not require micro-dosages of reagents and is simple and reliable in operation.

A technology of chlorine application is being worked out which allows to decrease the use of chlorine up to 20% by intensive mixing of chlorine gas with total volume of treated water. A characteristic feature of the unit realizing the method is vacuum feeding of the gas.

Disinfection of distribution network and structures is a problem of no less importance.

A mobile unit has been developed for disinfection of pipelines using powdered chemicals.

The disinfecting chemical is fed directly into water filling a pipeline. In this case operation of the unit is simplified, its overall size is decreased, and disinfecting agent is evenly distributed all along the pipeline.

The unit for disinfection of pipelines con-

ты и достигается равномерное распределение дезинфицирующих средств по всей длине участка.

Конструктивно разработанное устройство для дезинфекции трубопроводов состоит из бункера с активатором порошка - дозирующего устройства шнекового типа; гидропривода; эжектора с приемной воронкой; водосчетчика; манометра; запорнорегулирующих вентилей и гибких рукавов для подвода сетей воды и отвода дезинфицирующего раствора.

Одним из наиболее предпочтительных способов хлорирования питьевых вод на сооружениях малой производительности является использование гипохлорита натрия, получаемого на месте потребления путем электролиза растворов поваренной соли.

Разработана серия установок, отличающихся производительностью, конструктивным оформлением, электродными материалами и т.п. В настоящее время заводом "Коммунальник" серийно выпускаются непроточные электролизные установки (периодического действия) типа ЭН производительностью от 1 до 25 кг активного хлора в сутки с графитовыми электродами и окисно-рутениевыми анодами (ОРТА). Исходным сырьем могут быть не только искусственно приготовленные растворы поваренной соли, но и природные электролиты, подземные минерализованные воды с небольшим солесодержанием, морские воды.

Успешное решение задачи получения обеззараживающих хлорреагентов на месте применения позволило обратить внимание на весьма заманчивую цель получения дезинфиканта не из искусственно природных электролитов с последующим их введением в обрабатываемую воду, а путем непосредственного электролиза самой обрабатываемой воды за счет содержащихся в ней хлоридов.

Такие установки производительностью до 100-200 м³/ч (при содержании хлоридов в воде 80-100 мг/л), получили название "Поток".

Эти установки серийно выпускаются и нашли применение на многих объектах

sists of hopper with screw feeder, hydraulic actuator, ejector with intake funnel, water meter, manometer, regulating valves and flexible hose for supplying water and feeding disinfecting solution.

One of the most preferable methods of drinking water chlorination at small treatment plants is by using sodium hypochlorite solution produced on site by electrolysis of common salt solution.

A series of units has been developed differing in capacity construction, materials of electrodes, etc. At present the "Communalnik" metal works manufactures serially electrolysis units operated periodically (type EN) and having capacities from 1 to 25 kg of active chlorine per day. The electrodes may be both made of graphite or have ruthenium oxide anodes (ORTA). Common salt solution is not the only electrolyte that can be used; mineralized ground water with small salt content or sea water can be used as well.

Successful solution of the problem of getting disinfecting chlorine chemical on site allowed to turn to a tempting objective of obtaining it by direct electrolysis of treatment water containing natural chlorides. Such units of 100-120 м³/hr capacities for water with 80-100 mg/l chlorides received the name "Potok".

These units are serially manufactured and are used at many small community waterworks.

In a number of cases water disinfection is done using UV-irradiation. Disinfecting effect is based on biocidal action of UV rays having wave length of 200-300 nm.

коммунального водоснабжения небольшой производительности.

В ряде случаев обеззараживание воды осуществляют с помощью бактерицидных установок. Эффект обеззараживания основан на губительном воздействии на микробы ультрафиолетовых лучей в спектре с длиной волны 200-300 нм. Учитывая специфику механизма обеззараживания ультрафиолетовыми лучами, бактерицидные установки могут применяться для обеззараживания только подземных и подрусловых вод, имеющих высокие физико-химические показатели (цветность не более 20 град., прозрачность - не менее 30 см, содержание железа - не более 0.3 мг/л). При этом количество бактерий в 1 л воды не должно превышать 1000.

Процесс обеззараживания осуществляется за время прохождения воды через бактерицидную установку.

Разработаны и освоено производство установок производительностью от 5 до 150 м³/ч, проводятся работы по усовершенствованию их конструкции, повышению единичной мощности, снижению энергозатрат.

Due to specific mechanism of UV disinfection, bactericidal units can be used for disinfecting only ground water or river-bed infiltrate with high physical-chemical parameters: colour not more than 20 degrees, clarity not less than 30 cm, iron content not more than 0.3 mg/l, total number of bacteria not more than 1000 units/l.

The disinfecting process is effected while water flows through the bacterial unit.

Units of capacities from 5 to 150 m³/hr are on sale. Work is carried out to improve their construction, increase unit capacity, decrease power consumption.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД,
СОДЕРЖАЩИХ АНТРОПОГЕННЫЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*Мельцер В.З., член-корр ЖКА,
Апельцина Е.И., член-корр ЖКА,
АООТ 'НИИ коммунального водоснабже-
ния и очистки воды';
Садова Н.И.,
Мосводоканал.*

ТЕЗИСЫ

Усиливающееся загрязнение поверхностных вод веществами антропогенного происхождения вызывает необходимость дополнения традиционных технологических приемов подготовки питьевой воды (коагуляция, отстаивание, фильтрование, хлорирование) новыми методами, наиболее эффективными из которых для удаления растворенных органических веществ являются озонирование и сорбция на активных углях.

Фильтры с загрузкой из гранулированного активного угля являются эффективным барьером для растворенных загрязнений, но требуют больших затрат, связанных с необходимостью регенерации угля.

Вариант применения сорбции на активированных углях в дополнение к традиционной схеме коагуляционной обработки воды с предварительным хлорированием рассматривался в исследованиях на московском водосточнике. Было показано, что даже при содержании летучих хлорорганических соединений в поступающей на угольный фильтр воде ниже ПДК, через 1.5-2 месяца наблюдается "вынос" хлороформа, а затем и других соединений этой группы, в концентрациях, выше поступающих на уголь. Несмотря на предварительную обработку воды хлором, отмечено протекание в угольной загрузке процесса биологической нитрификации.

Сорбция хорошо сочетается с предварительным озонированием. Озон эффективен для устранения запахов и привкусов воды, при обработке воды, содержащей водоросли, для снижения цветности, окисления некоторых специфических органических

TECHNOLOGICAL SCHEMES
FOR TREATMENT
OF SURFACE WATER
CONTAINING ANTHROPOGENIC POLLUTANTS

*Meltser V.Z., M.Sc.(Eng.), Apeltsina E.I.,
M.Sc.(Eng.),
associate members Municipal Academy,
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute,
Sadova N.J.,
Moscow Water Supply Administration
(Mosvodokanal).*

ABSTRACT

Increasing pollution of surface waters with substances of anthropogenic origin makes it necessary to add to conventional technological methods of drinking water preparation (coagulation, settling, filtration, chlorination) new methods, of which ozonation and sorption are the most effective for removal of dissolved organic substances.

Filters with granular activated carbon are an effective barrier for dissolved pollutants but require large expenses entailed with the necessity to regenerate carbon.

A method of using sorption on active carbon in addition to conventional coagulation treatment with prechlorination of water was investigated in studies on the Moscow river source. It was shown that even when volatile chlorinated organic compounds contained in the influent water were below their MAC, 1.5-2 months later a break-through of chloroform was observed, and then it was followed by other compounds of that group in concentrations higher than those in the influent. Despite preliminary treatment of water with chlorine, it was noted that a biological nitrification process took place in the carbon medium.

Sorption goes well with pre-ozonation. Ozone is effective in removal of tastes and odours when treating water containing algae, in lowering colour and oxidating some specific organic pollutants (phenols, oil products, synthetic detergents, etc.). Combined use of

загрязнений (фенолов, нефтепродуктов, СПАВ и др.). Совместное использование озона и активных углей позволяет увеличить срок их службы до регенерации, как за счет увеличения скорости и глубины окисления загрязнений, так и за счет развития биологических процессов в сорбционной загрузке ("европейская технология").

Использование озонирования без последующей сорбции не может рассматриваться как санитарно-надежный метод, поскольку во многих случаях оно лишь видоизменяет присутствующие в воде органические загрязнения.

В последние годы НИИ КВОВ проводит технологические изыскания на различных водоемностях, целью которых является включение в существующую технологию озонирования и сорбции на активных углях.

Накопленные результаты показывают, что используя достаточно известные схемы с озоном и углем (с первичным и вторичным озонированием) в каждом конкретном случае необходимо уделять внимание следующим процессам:

- образованию побочных продуктов озонирования (например, формальдегида, фенолов);
- процессам аммонификации и нитрификации, которые развиваются в загрузке даже при низких концентрациях азотсодержащих соединений в обрабатываемой воде и могут привести к повышению содержания в ней нитритов;
- процессам десорбции при понижении концентрации в воде специфических загрязнений (например, пестицидов);
- влиянию предварительного озонирования на последующий процесс коагуляционной обработки, которое не всегда оказывается благоприятным и может вызвать повышение концентрации остаточного алюминия.

Исследования, которые проводятся в настоящее время на Рублевской водопроводной станции г.Москвы, подтверждают возможность более эффективного использования активного угля при применении озонирования.

Однако при этом выявилась необходимость подбора специальных отечественных марок углей, которые позволили бы наиболее полно использовать

ozone and activated carbons allows to prolong their service period until regeneration owing to an increase of rate and intensity in oxidating pollutants, as well as to develop biological processes in sorptive medium ("European technology"). The use of ozonation with no subsequent sorption cannot be considered as sanitary reliable method, since in many cases it only changes the type of organic pollutants present in water.

In recent years the Municipal Water Supply and Treatment Research Institute has carried out technological investigations on different water sources with an object to introduce ozonation and sorption into conventional treatment.

The accumulated results show that, using sufficiently well known schemes with ozone and carbon (with primary and secondary ozonation), in every particular case it is necessary to pay attention to the following processes:

- formation of ozonation by-products (e.g. formaldehyde, phenol);
- ammonification and nitrification which develop in the medium even at low concentrations of nitrogen compounds in treated water and which can be lead to an increased content of nitrites in it;
- desorption at lowered concentration of specific pollutants in water (e.g. pesticides);
- effect of pre-ozonation on subsequent process of coagulation treatment which is not always favourable and may cause an increase in residual aluminium concentration.

Studies carried out now at the Roubliovskaya Waterworks in Moscow prove the possibility of a more effective use of activated carbon with ozonation. However, it was found necessary to select special types of local carbons which would allow to take the advantages of common action of ozone and carbon.

Combination of ozone and activated carbon with conventional methods lead to application of various new technological

преимущества совместного действия озона и угля.

Сочетание озона и активного угля с традиционными методами ведет к использованию в практике водоподготовки различных новых технологических схем, отличающихся дозой и местом введения озона и параметрами работы очистных сооружений.

Варианты схем зависят от качества исходной воды. Опыт проведения исследований на различных водисточниках показал, что выбор схем должен производиться на основании предварительных технологических изысканий в каждом конкретном случае.

schemes in water treatment practice, differing in dosages of ozone and points of its application and in working parameters of treatment units.

Alternative schemes depend on influent water quality. The experience of carrying out studies on different water sources shown that in every particular case the schemes should be selected on the basis of preliminary technological investigations.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ
ВОД,
СОДЕРЖАЩИХ СТАБИЛЬНЫЙ СТРОНЦИЙ

*Никашина, к.х.н., Зайцева Е.В.,
институт ГЕОХИ РАН,
Шуберт С.А., д.т.н., Антонова О.Я., к.т.н.,
Непаридзе Г.Г., к.т.н.,
АООТ 'НИИ
коммунального водоснабжения и очистки
воды'.*

ТЕЗИСЫ

Системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, базирующиеся на подземных водах, обладают высокими надежностью и устойчивостью. В связи с этим типам источников, в том числе и содержащих отдельные природные примеси, отдается предпочтение.

Подземные воды с высокими концентрациями стабильного стронция (10-40 мг/л) широко распространены в России (Север, Северо-Восток, Центральные районы).

Стабильный стронций относится ко II классу токсичности и нормируется на уровне 7 мг/л.

Институтом геохимии РАН разработан ионообменный метод очистки подобных вод с использованием дешевого селективного по отношению к стронцию природного цеолита - клиноптилолита.

При разработке ионообменного метода были решены следующие задачи: изучение процессов сорбции стронция на клиноптилолите в динамических условиях в зависимости от различных параметров (скорости фильтрования, высоты слоя, крупности зерен сорбента и т.д.) с целью установления физико-химической модели и на этой же математического моделирования процесса и его расчета; изучение стадии регенерации - выбор регенерирующего раствора, получение данных, необходимых для моделирования и расчета стадии регенерации, исследование условий осаждения стронция и кальция из регенерата; оценка возможности его повторного использования.

В соответствии с полученными результатами были рассчитаны схемы очистки

TECHNOLOGY OF TREATING GROUND
WATER
CONTAINING STABLE STRONTIUM

*Nikashina B.A., M.Sc. (Chem.); Zaitseva
E.V.
Institute of Geochemistry and Analytical
Chemistry
Shubert S.A., D.Sc. (Eng.); Antonova O.J.,
M.Sc. (Eng.);
Neparidze G.G., M.Sc. (Eng),
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute*

ABSTRACT

Drinking water supply systems based on ground water have high security and stability. In this connection, such water sources receive priority even though they may contain certain natural.

Ground water with high concentrations of stable strontium (10-40 mg/l) is widely distributed in Russia (North, North-East, Central regions).

Stable strontium belongs to second class of toxicity and its maximum allowable concentration in drinking water is equal to 7 mg/l.

The Institute of Geochemistry has worked out an iron-exchange method of treating water with excess of strontium using cheap natural zeolite, clinoptilolite selective with respect to strontium.

The following problems were solved while working out ion-exchange method: sorption of strontium on clinoptilolite was studied in dynamic conditions depending on various parameters (rate of filtration, bed thickness, size of sorbent grains, etc.) with an object to determine physical-chemical model and on its basis to work out mathematical modelling of the process; regeneration stage was investigated so as to choose regenerating solution, to receive data necessary to model and design the stage, to determine sedimentation of strontium and calcium from the ate, and to evaluate possibilities of its

In accordance with results received, methods were developed to remove strontium

питьевой воды от стронция для ряда объектов страны, отличающиеся различной производительностью и различным содержанием стронция в исходной воде.

Вышеуказанные исследования позволили разработать исходные требования на проектирование водоочистных станций и установок производительностью 100-32000 м³/сут. В диапазоне 100-1600 м³/сут целесообразно применять установки заводского изготовления, а в диапазоне 1600-32000 м³/сут - водоочистные станции с использованием типовых железобетонных элементов, монтируемых на месте применения.

Установки включают в себя 3 блока сооружений, сорбционные фильтры, регенерационный узел и узел обезвоживания, затаривания и складирования осадка, образующегося при восстановлении отработанного регенерирующего раствора.

Ведутся работы по созданию поквартирных установок для очистки воды от стабильного стронция в питьевых целях.

from drinking water for a number of plants differing in capacity and strontium content of raw water.

The above investigations allowed to work out basic requirements for designing water treatment plants and units of capacities from 100 to 32000 m³/d. In the range of capacities of 100 to 1600 m³/d it is feasible to use factory built units and for greater capacities it is recommended to build plants using typical reinforced concrete elements, assembled on site.

The units include 3 blocks: sorption filters, regeneration assembly and that for dewatering, packing and storing sludge formed when the spent regenerating solution is recovered.

Work is in progress to develop domestic units for remove of stable strontium from ground water.

КОЛЛОИДНЫЕ ПРИМЕСИ
ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ –
ТОКСИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ, ПРИЧИНЫ
УСТОЙЧИВОСТИ, УСЛОВИЯ КОАГУЛЯЦИИ

*Л.М. Молодкина, к.х.н.;
М.П. Вовк;
А.Л. Дмитренко;
В.М. Коликов, д.т.н., проф.
Кафедра биофизики, Санкт-Петербургский
Государственный Технический Университет
(Россия)*

ТЕЗИСЫ

Методами микроэлектрофореза и поточной ультрамикроскопии изучены электроповерхностные свойства и агрегативная устойчивость дисперсий коллоидных примесей водопроводной воды. Показано, что независимо от сезонных колебаний водопроводную воду из одной водопроводной сети можно характеризовать как дисперсию, обладающую неизменными коллоидно-химическими свойствами.

В широкой области pH и концентраций электролита (NaCl, CaCl₂) проведено сравнительное изучение электрофоретического поведения и агрегативной устойчивости исходной дисперсии коллоидных примесей водопроводной воды и предварительно сконцентрированной (путем фильтрации через ядерные фильтры), помещенной затем в дисперсионные среды.

Были обнаружены существенные различия, которые могли быть объяснены наличием адсорбированных слоев гуминовых или фульвосоединений.

С помощью специально разработанного нами метода была определена концентрация белка, включенного в коллоидные примесные частицы.

С учетом того, что при воздействии хлора на гуминовые и фульвокомпоненты происходит образование канцерогенов, а также поскольку чужеродный белок может быть аллергеном, было сделано предположение о том, что коллоидные примеси водопроводной воды г. Санкт-Петербурга могут представлять токсическую опасность для здоровья человека.

TAP WATER COLLOID
CONTAMINANTS – TOXIC HAZARD, CAUSES
OF AGGREGATIVE STABILITY, COAGULATION
CONDITIONS

*L.M. Molodkina, PhD;
M.P. Vovk;
A.L. Dmitrenko;
V.M. Kolikov, DSc, Prof.
Biophysics Department, St.-Petersburg
State Technical University
(Russia)*

ABSTRACTS

Surface electrical properties and aggregative stability of dispersions of tap water colloid polluting contaminants have been investigated by micro electrophoresis and flow ultramicroscopy methods. It has been demonstrated that tap water from the same water-supply could be defined as the dispersion possessing unchanged colloid-chemical properties whatever the season fluctuation.

In a wide range of pH and electrolyte (NaCl, CaCl₂) concentration we have made comparison studies of electrophoretic behaviour and aggregative stability of initial tap water suspended particle dispersion and previously concentrated one by filtering through nuclear filters and then introduced into dispersion media.

There were found the notable distinctions which were attributable to the presence of adsorbed layers of humic and fulvous compounds.

Concentration of protein incorporated into colloid polluting particles was determined by protein assay method specially devised by us.

In view of the fact that on exposure to chlorine on humic and fulvous components, the formation of cancer compounds is taking place and because foreign protein could be the allergen, it has been proposed that St.-Petersburg tap water colloid contaminants might constitute a toxic hazard to human health.

Очистка питьевой воды – одна из главных проблем в области охраны окружающей среды.

Работа посвящена изучению коллоидных примесных компонентов водопроводной воды г. Санкт-Петербурга – их электрокинетических свойств, агрегативной устойчивости и определению содержания включенного в них белка.

Электрофоретическую подвижность примесных частиц определяли методом микроэлектрофореза. Поле наблюдения в микроскопе было освещено лучом лазера, сфокусированным до диаметра 30 мкм. В каждом эксперименте определяли подвижность 30–80 частиц.

Вычисление дзета – потенциала проводили с учетом поправки на поляризацию двойного электрического слоя с использованием методов Wiersema и O'Brien-White.

Концентрацию примесных частиц определяли методом поточной ультрамикроскопии на специально созданной нами установке. Она позволяет регистрировать частицы размером свыше 70 нм при относительном показателе преломления $\geq 1.15 - 1.17$.

Энергию парного взаимодействия примесных частиц рассчитывали по классическому варианту теории ДЛФО. Энергию ион – электростатического отталкивания определяли по формуле, выведенной при условии постоянства потенциала поверхности и равенства радиусов частиц. В расчетах ψ' – потенциал принимали равным ζ – потенциалу. Энергию молекулярного притяжения определяли по микроскопической теории с учетом запаздывания дисперсионных сил. Константу Гамакера принимали равной 3.10–21 Дж – значение, характерное для широкого ряда биологических объектов.

При изучении электрокинетических свойств и агрегативной устойчивости коллоидных примесей водопроводной воды, концентрированные растворы электролитов добавляли к образцам водопроводной воды (вариант 1), либо исходную водопроводную воду концентрировали в 20 раз с использованием ядерных фильтров с диаметром пор 60 нм и затем отдельные порции концентрата помещали в дисперсионную среду в соотношении 1:19 (вариант 2).

Концентрацию белка, входящего в состав коллоидных примесей, определяли методом количественного анализа, специально разработанным нами. Этот метод состоит

One of the major environmental problems is drinking water purification.

This paper is devoted to the investigation of St.-Petersburg tap water colloid polluting contaminants – their electrokinetic properties, aggregative stability and incorporated protein content.

Electrophoretic mobility of polluting particles was determined by microelectrophoretic method. The field of microscope was illuminated by a laser beam focused to the diameter of 30 μm . Mobility of 30–80 particles was determined in each experiment.

Calculations of zeta potential were made taking into account a correction for electrical double layer polarization, using the Wiersema and O'Brien-White methods.

Determination of concentration of polluting particles was made by flow ultramicroscopy, an installation specially developed by us being employed. The device made it possible to register particles of size $\geq 70\text{nm}$ at relative refractive index $\geq 1.15 - 1.17$.

Pair interaction energy of polluting colloid particles was calculated according to the classical version of DLVO theory. Ion-electrostatic repulsive energy was determined by the formula derived for conditions of constant surface potential when the particle radii are equal. In these calculations ψ' – potential was taken to be equal ζ – potential. Molecular attraction energy was determined on the basis of microscopic theory, allowing for retardation of dispersion forces. The Hamaker constant was taken as 3.10–21 J – a value appropriate for a wide range of biological objects.

When studying electrokinetic properties and aggregative stability of tap water colloid contaminants, concentrated electrolyte solutions were added to the tap water samples (variant 1) or initial tap water was concentrated in 20 times by filtering through nuclear filters with the pore diameter of 60 nm and then individual portions of concentrate were introduced into dispersion media in the ratio of 1:19 (variant 2).

Concentration of protein incorporated into colloid polluting particles was determined by protein assay method specially devised by us. This method consists in tap water filtering

из фильтрации водопроводной воды через ядерные фильтры с диаметром пор 60 нм и последующего количественного анализа отфильтрованного белка с помощью модифицированного метода Лоури – Петерсона.

Результаты исследования образцов водопроводной воды, отобранных из одной водопроводной сети в разное время года, представлены в табл. 1.

through nuclear filters with the pore diameter of 60nm and further quantitative analysis of filtered protein by modified Lowry-Peterson method. The results of investigation of different season's tap water samples from the same water-supply are given in Table 1.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики образцов водопроводной воды.

№	Дата	v	$E_{\lambda 364}$	P	C_p	\bar{U}
		cm^{-3}		мг/л	мг/л	$m^2/V \cdot s$
1	9 янв.	1.6×10^8	0.22	2.1 ± 0.1	0.65 ± 0.02	1.4×10^8
2	21 янв.	1.6×10^8	0.17	2.4 ± 0.1	0.30 ± 0.02	1.1×10^8
3	5 февр.	1.1×10^8	0.19	2.2 ± 0.1	0.32 ± 0.02	1.2×10^8
4	28 апр.	1.8×10^8	0.20	–	–	1.0×10^8
5	6 мая	1.9×10^8	0.23	2.8 ± 0.2	0.42 ± 0.02	1.5×10^8
6	10 окт.	4.1×10^8	0.16	4.7 ± 0.2	0.70 ± 0.02	1.2×10^8
7	15 окт.	2.1×10^8	0.19	1.8 ± 0.2	0.32 ± 0.02	1.6×10^8
8	27 нояб.	2.3×10^8	0.19	1.8 ± 0.1	0.30 ± 0.02	1.2×10^8

Примечание:

1. v – концентрация коллоидных частиц;
2. $E_{\lambda 364}$ – оптическая плотность на длине волны 364нм, длина оптического пути 5см;
3. P – сухой вес коллоидных частиц на 1л водопроводной воды;
4. C_p – концентрация белка, входящего в состав коллоидных частиц;
5. \bar{U} – среднее значение электрофоретической подвижности коллоидных примесных частиц.

TABLE 1. Characteristics of the tap water season's samples

№	Date	v	$E_{\lambda 364}$	P	C_p	\bar{U}
		cm^{-3}		mg/l	mg/l	$m^2/V \cdot s$
1	9 Jan.	1.6×10^8	0.22	2.1 ± 0.1	0.65 ± 0.02	1.4×10^8
2	21 Jan.	1.6×10^8	0.17	2.4 ± 0.1	0.30 ± 0.02	1.1×10^8
3	5 Feb.	1.1×10^8	0.19	2.2 ± 0.1	0.32 ± 0.02	1.2×10^8
4	28 Apr.	1.8×10^8	0.20	–	–	1.0×10^8
5	6 May	1.9×10^8	0.23	2.8 ± 0.2	0.42 ± 0.02	1.5×10^8
6	10 Oct.	4.1×10^8	0.16	4.7 ± 0.2	0.70 ± 0.02	1.2×10^8
7	15 Oct.	2.1×10^8	0.19	1.8 ± 0.2	0.32 ± 0.02	1.6×10^8
8	27 Nov.	2.3×10^8	0.19	1.8 ± 0.1	0.30 ± 0.02	1.2×10^8

Из данных табл. 1 видно, что независимо от времени года различные образцы водопроводной воды имеют одинаковые характеристики. Концентрация коллоидных частиц находится в пределах

от 1.8×10^8 до $4.1 \times 10^8 \text{ см}^{-3}$

значения электрофоретической подвижности в области $(1.0 - 1.6) \times 10^8 \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Содержание белка (Cp) составляет 15 - 30% от общего веса (P) коллоидных частиц.

На рис. 1 представлены кривые ζ - pH для коллоидных примесных частиц водопроводной воды, взятой из одной водопроводной сети в мае (а), октябре (б) и ноябре (в).

Полученные результаты позволяют провести аналогию между ними. Уменьшение pH ведет к уменьшению абсолютного значения ζ - потенциала. В области нейтральных или целочисленных значений pH $\sim (6-9)$ небольшое уменьшение $|\zeta|$ наблюдается с увеличением pH. Все системы (а,б,в) не достигают изоэлектрического состояния.

На рис. 2 показаны зависимости обратной счетной концентрации от времени для тех же дисперсий. При pH 6-9 три дисперсии (а,б,с) демонстрируют агрегативную устойчивость или медленную коагуляцию с фактором устойчивости свыше 300. При pH 3-4.8 дисперсии агрегируют, достигая состояния динамического равновесия. Степень агрегации при этом равна 2-4. При pH 2-2.35 наблюдается быстрая коагуляция (или близкая к ней) со значениями фактора устойчивости 1-4.

Сравнение расчетных (выражения Дерягина-Муллера, Хогга-Янга для агрегации в первичном и вторичном потенциальном минимумах соответственно) и экспериментальных факторов устойчивости дает качественное соответствие и показывает, что ионно-электростатическая составляющая играет важную роль в агрегативной устойчивости дисперсий коллоидных примесей водопроводной воды.

Анализ полученных данных показывает, что независимо от времени года водопроводную воду из одной водопроводной сети можно охарактеризовать как дисперсию, обладающую неизменными коллоидно-химическими свойствами.

Проведено сравнительное изучение электрофоретического поведения и агрегативной устойчивости дисперсий коллоидных

Comments:

1. v - colloid particle concentration;
2. E_{1364} - optical density at wavelength 364nm, optical path 5cm;
3. P - dried colloid particles weight per one litre of tap water;
4. Cp - concentration of protein incorporated into colloid particles;
5. \bar{U} - the average of electrophoretic mobility of colloid polluting particles.

From Table 1 it can be seen that independently of the season the different samples of tap water have got the similar characteristics. Concentration of colloid particles is to be found in the range of 1.8×10^8 to $4.1 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$; values of electrophoretic mobility are in the range of $(1.0 - 1.6) \times 10^8 \text{ m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$. Protein content (Cp) averages 15 - 30% from the total weight (P) of colloid particles.

Fig. 1 shows ζ - pH curves for suspended particles of tap water taken from the same water-supply at May (a), October (b) and November (c).

The results obtained make it possible to draw analogy between them. Decrease in pH leads to decrease in the absolute value of ζ - potential. In the range of neutral and alkaline values of pH $\sim (6-9)$ a slight decrease in $|\zeta|$ can be observed with increasing pH. All systems (a,b,c) do not attain isoelectric state.

Fig. 2 shows dependencies of inverse particle concentration on time for the same dispersions. At pH 6-9 three dispersions (a,b,c) show aggregative stability or slow coagulation with experimental values of stability factor ≥ 300 . At pH 3-4.8 the dispersions aggregate, attaining the state of dynamic balance. Aggregation degree is about 2-4. At pH 2-2.35 it can be seen fast coagulation (or approaching to it) with values of stability factor of 1-4.

Comparison of calculated (Derjaguin-Muller and Hogg-Yang expressions for aggregation in primary and secondary potential minimum, respectively) and experimental stability factors gives qualitative agreement and shows that ionic-electrostatic factor plays an important part in the aggregative stability of tap water suspended particle dispersions.

Analysis of the data obtained shows that tap water from the same water-supply could be defined as the dispersion possessing unchanged colloid-chemical properties whatever the season.

прмесей водопроводной воды (варианты 1,2 – см. выше) в растворах NaCl и CaCl₂ в зависимости от pH среды и концентрации электролита.

В качестве примеров на рис.3 и рис.4 показаны кривые ζ – pH и $1/v - t$ (pH 3.5; 6.5) для дисперсий коллоидных частиц водопроводной воды (вар. 1,2)

в ($4 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-3}$)

М растворах CaCl₂.

Можно видеть, что электрофоретическая подвижность и агрегативная устойчивость дисперсии, приготовленной по второй методике, существенно отличаются от данных для первой системы.

Различия обнаружены между зависимостями « ζ – pH», « ζ – концентрация электролита», «кинетика коагуляции – pH», «кинетика коагуляции – концентрация электролита», между распределениями частиц по электрофоретической подвижности, между ролью ионно-электростатического фактора в агрегативной устойчивости обеих дисперсий.

Полученные данные можно объяснить наличием в Санкт-Петербургской воде некоего примесного соединения, которое способно адсорбироваться на поверхности коллоидных частиц, причем при уменьшении адсорбции с возрастанием pH. Это соединение также должно быть способно к объемному ионному обмену.

С достаточной уверенностью можно сказать, что этим условиям в Санкт-Петербургской воде отвечают гуминовые и фульво-соединения.

Известно, что при воздействии хлора на гуминовые и фульво компоненты происходит образование канцерогенных соединений.

На основании этого можно предположить, что коллоидные примеси Санкт-Петербургской водопроводной воды представляют токсическую опасность для здоровья человека вследствие наличия белка (возможного аллергена), а также гуминовых и фульво-соединений, входящих в их состав. Подписи к рисункам.

We have made comparison studies of electrophoretic behaviour and aggregative stability of tap water suspended particle dispersions (two variants – see above) in NaCl and CaCl₂ solutions, depending on pH of medium and electrolyte concentration.

As the examples fig. 3 and fig.4 show ζ – pH and $1/v - t$ (pH 3.5; 6.5) for the tap water colloid particle dispersions (var. 1,2)

in ($4 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-3}$)

М CaCl₂ solutions.

One can see that both electrophoretic mobility and aggregative stability of the dispersion prepared by the second procedure differ significantly from those of the first.

There were found the distinctions between dependencies « ζ – pH», «coagulation kinetics – pH», «coagulation kinetics – electrolyte concentration», between distributions of particles over their electrophoretic mobility, between the role of ionic-electrostatic factor in the aggregative stability of both dispersions.

All data obtained suggest the presence of a compound, polluting St.-Petersburg tap water, which can be adsorbed at the surface of suspended particles and its adsorption decreases with increasing pH. Also this compound is bound to be capable to the three-dimensional ion-exchange.

With a fair degree of confidence one can say that the humic and fulvous components presented in St.-Petersburg tap water must satisfy these requirements.

It has been known that on exposure to chlorine no the humic and fulvous components, the formation of cancer compounds is taking place.

Because of this we can make proposal that St.-Petersburg tap water colloid contaminants might constitute toxic hazard to human health owing to protein (probable allergen), humic and fulvous components entered into their composition.

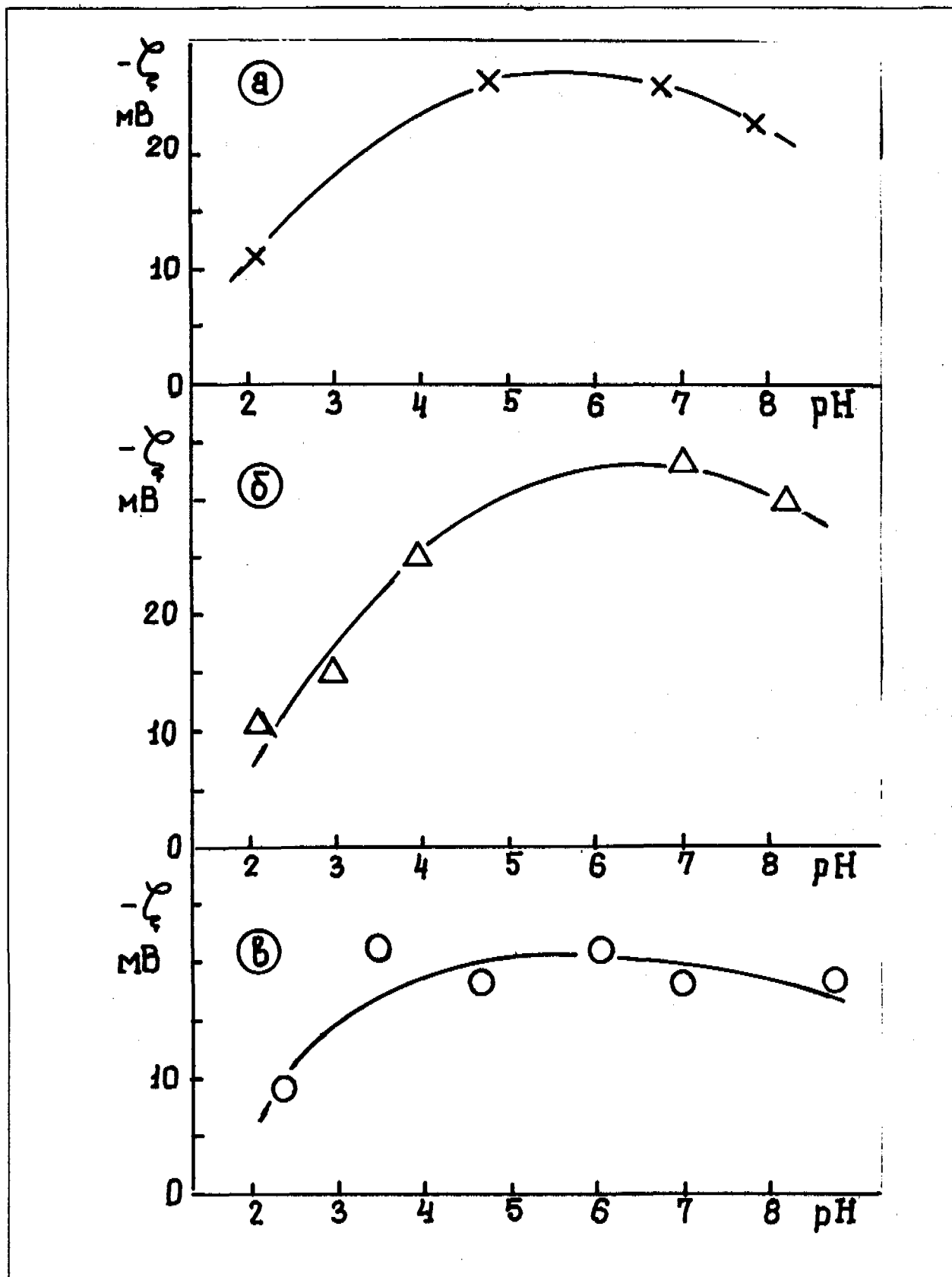


Рис. 1. Зависимости ζ - потенциала коллоидных примесей водопроводной воды от pH дисперсионной среды:

- а) - проба воды, отобранная в мае;
- б) - в октябре;
- в) - в ноябре.

FIG.1 Dependencies of ζ - potential of tap water colloid contaminants on pH of dispersion medium:

- a) - May sample of water;
- b) - October sample;
- c) - November sample.

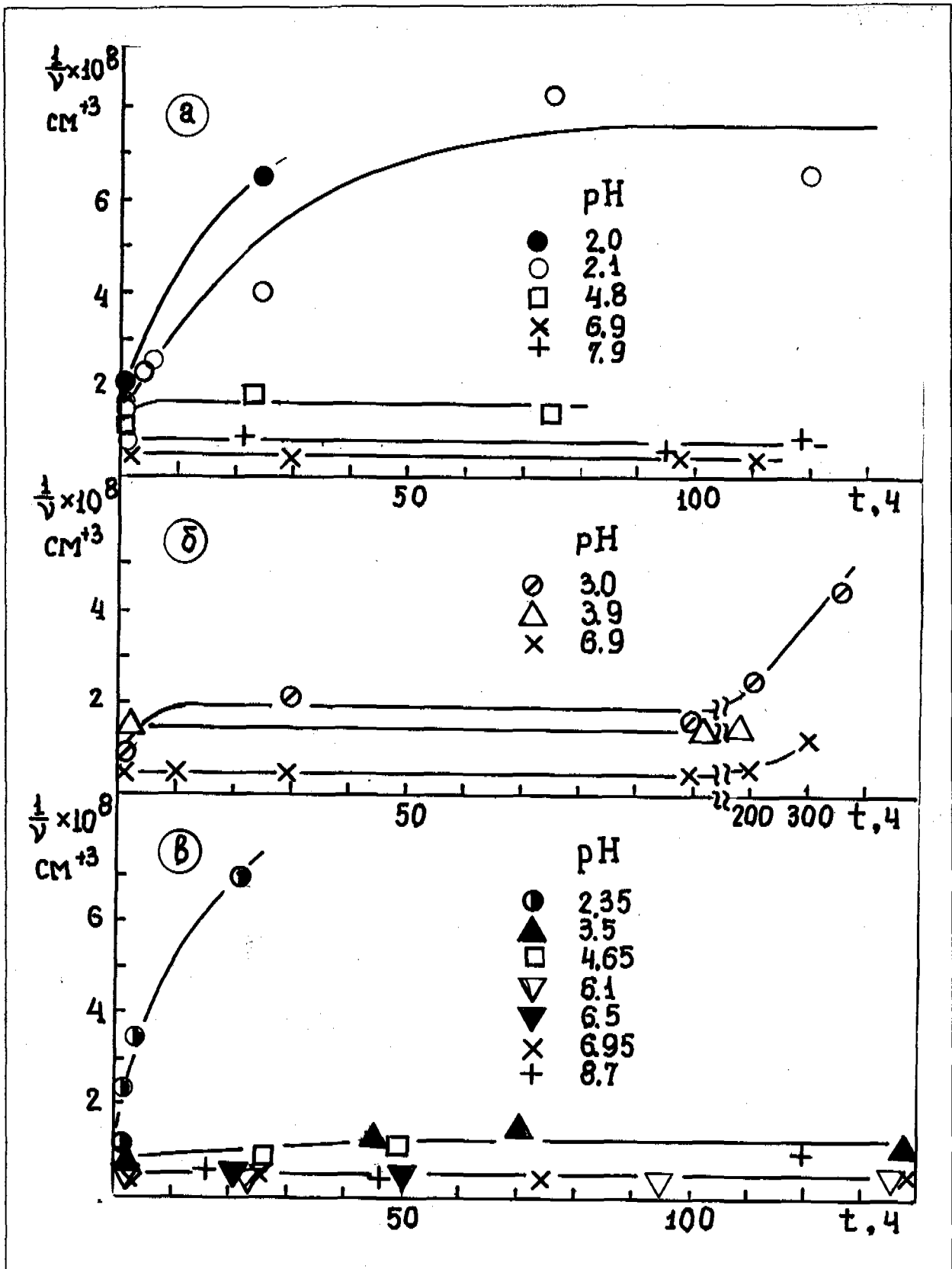


Рис. 2. Зависимости обратной счётной концентрации частиц ($1/v$) дисперсий коллоидных примесей водопроводной воды от времени (t):

- а) - проба воды, отобранная в мае;
- б) - в октябре;
- в) - в ноябре.

FIG.2 Dependencies of inverse particle concentration ($1/v$) of tap water colloid contaminants dispersions on time (t):

- а) - May sample;
- б) - October sample;
- в) - November sample.

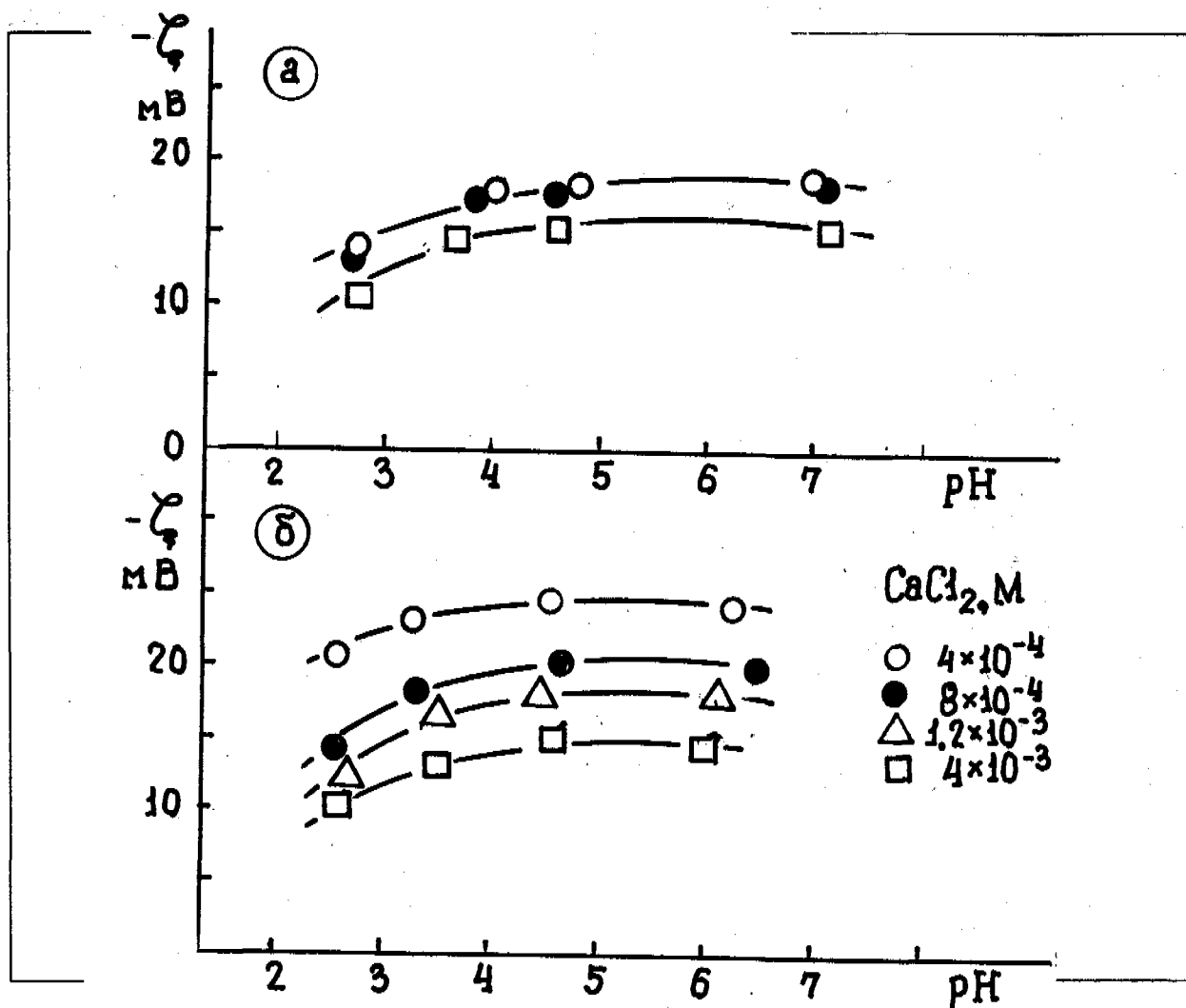


Рис. 3. Зависимости ζ - потенциала коллоидных примесей водопроводной воды от pH дисперсионной среды в растворах CaCl_2 :

а) - дисперсия, приготовленная по 1 варианту;
 б) - по 2-му варианту.

FIG.3 Dependencies of ζ - potential of tap water colloid contaminants on pH of dispersion medium in CaCl_2 solutions:

a) - dispersion, variant 1;
 b) - dispersion, variant 2.

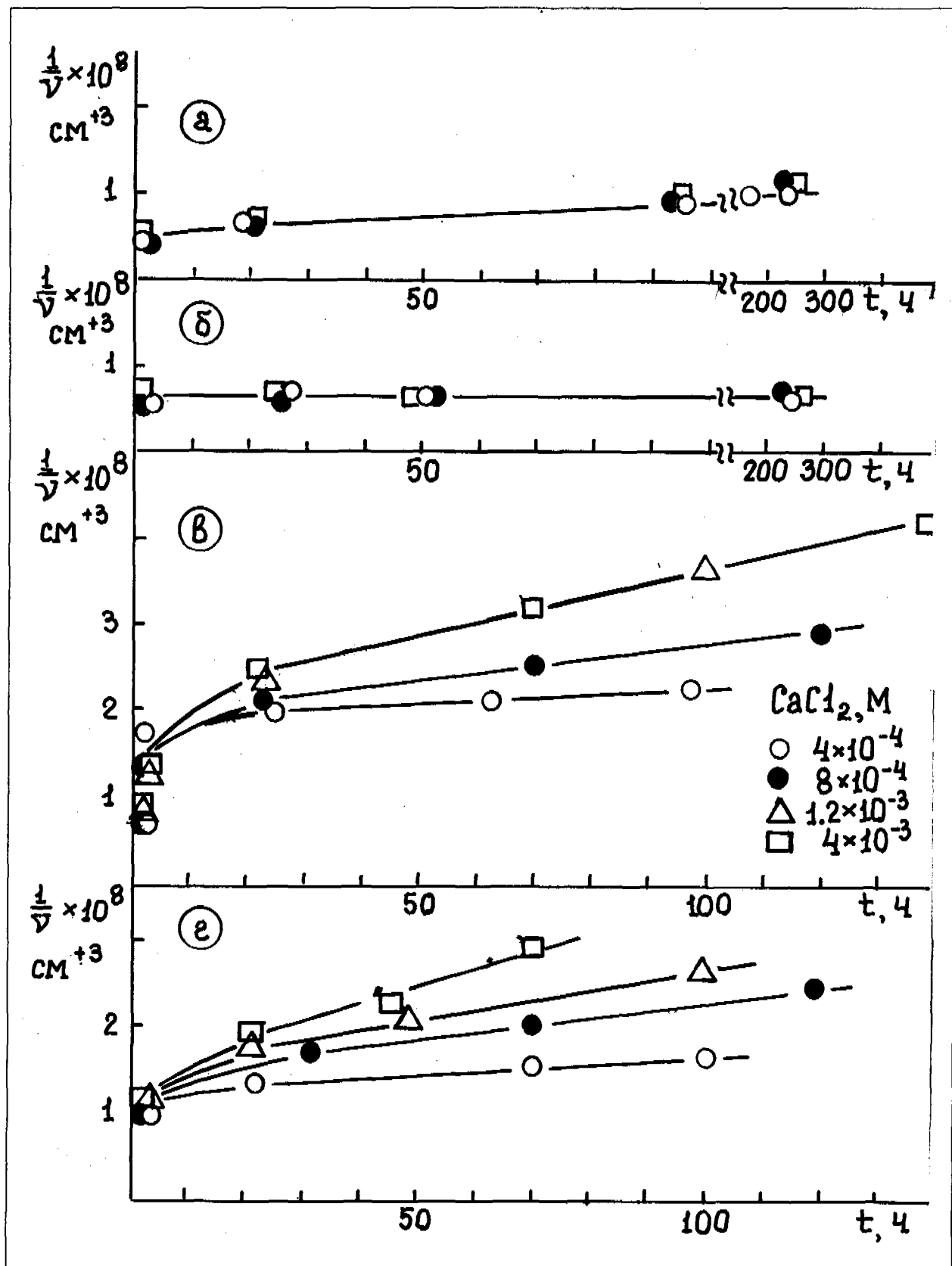


Рис. 4. Зависимости обратной счетной концентрации частиц ($1/v$) дисперсий примесных коллоидных частиц водопроводной воды от времени (t) в растворах CaCl_2 : а,б) – дисперсии, приготовленные по 1 варианту; в,г) – по 2-му варианту; а,в) – pH 3,5; г,д) – pH 6,5.

FIG.4. Dependences of inverse particle concentration ($1/v$) of tap water colloid contaminants dispersions on time (t) in CaCl_2 solutions:

а,б) – dispersion, variant 1; в,г) – dispersion, variant 2; а,в) – pH 3.5; б,г) – pH 6.5.

ОЦЕНКА АДСОРБЦИИ
СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА
НА КАОЛИНЕ ПО ДАННЫМ ВТОРИЧНОЙ
ФЛОКУЛЯЦИИ

*Мягченков В.А.,
д.х.н., профессор,
Булидорова Г.В.,
аспирант*

*Казанский Государственный
Технологический университет*

Для получения надежной информации о механизме флокуляции для конкретной системы частицы дисперсной фазы (ДФ) – водорастворимый полимер, необходимы, как минимум, данные об адсорбции полимера а на частицах ДФ. Предлагаемый седиментационный метод оценки а базируется на анализе кинетики вторичной флокуляции. Вначале определяется флокулирующий эффект Dx , создаваемый за счет оставшегося в маточном растворе после первичной флокуляции полимера. затем, используя градуировочный график $Dx=f(C)$ (C – концентрация полимера), по найденному экспериментально Dx определяется концентрация полимера Cx в маточном растворе, зная которую несложно подсчитать и a . Предложенный метод определения a апробирован на системе каолин – полиакриламидные (неионногенные, анионные и катионные) флокулянты, при этом концентрации полимера в маточном растворе фиксировалась на уровне $Cx \approx 10-6\%$. Пригодность предложенного метода доказана сопоставительным анализом полученных с его помощью данных и данных оптического метода (после концентрирования растворов).

КИНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
СЕДИМЕНТАЦИИ КАОЛИНА
ПРИ СОВМЕСТНОМ ВВЕДЕНИИ АНИОННОГО
И КАТИОННОГО ПОЛИАКРИЛАМИДНЫХ
ФЛОКУЛЯНТОВ

*Булидорова Г.В.,
аспирант,
Мягченков В.А.,
д.х.н., профессор*

*Казанский Государственный
Технологический университет*

На торсионных весах типа ВТ изучена кинетика седиментации суспензии каолина в присутствии анионного (А) и катионного (К) полиакриламида. Эксперименты проводились

APPRAISING OF POLYACRYLAMIDE
(CO)POLYMERS ADSORPTION ON DISPERS
PHASE PARTICLES BY SECONDARY
FLOCCULATION DATA

*Mjagchenkov V.A.,
Dr.S., Professor,
Bulidorova G.V.
Kazan State*

Technological University

To examine the mechanism of flocculation some suspension by some polymere it is necessary to obtane the data of polymer's adsorption a on the dispers phas particles. There is proposed the sedimentation method of adsorption appraising which based on secondary flocculation kinetics examination . At first the flocculating effect Dx of polymer remained at the filtrat after the initial flocculation must be measured. Then the polymer concentration Cx at master batch can be founded by the graduational curve $Dx=f(C)$. So a can be calculated. The method was tested at system kaolin – polyacrylamide (anionic, cationic and non-ionic). Polymer's concentration in master batch was near 10–6%. The possibility of application of offering method was proved by comparison with optical method data (after concentration).

THE KINETIC LAWS OF THE SEDIMENTATION
OF KAOLIN SUSPENSION IN CASE OF BOTH
CATIONIC AND ANIONIC HYDROLYSED
POLYACRYLAMIDES ADDITION

*Bulidorova G.V.,
Mjagchencov V.A.,
Dr.S., Professor
Kazan State*

Technological University

A torsion balans ВТ – type was used to study the kinetics of kaolin sedimentation in the presence of both anionic (А) and cationic (С) hydrolysed polyacrylamides. Dispers phase

при концентрации дисперсной фазы 0,8%, т.е. в условиях свободного оседания. Было изучено влияние на седиментационную устойчивость системы введения индивидуальных добавок *A* и *K*, а также совместное их действие (*A+K*). Установлена неаддитивность вклада компонентов в суммарный флокулирующий эффект, а также зависимость флокулирующего эффекта от порядка ввода компонентов. Для объяснения особенностей процесса флокуляции проводились эксперименты по определению вязкости растворов *A* и *K*, их смесей при различных концентрациях и соотношениях полимеров, а также измерялся электрокинетический потенциал частиц каолина в этих растворах. Показана возможность неоднократной перезарядки частиц при определенных соотношениях *A/K*.

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОЛИЗОВАННОГО ПОЛИАКРИЛАМИДА НА ЕГО ФЛОКУЛИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ

*Крикуненко О.В.,
аспирант,
Булдорова Г.В.,
аспирант,
Мягченков В.А.,
д.х.н., профессор
Казанский Государственный
Технологический университет*

На примере модельной дисперсной системы – суспензии каолина со средним размером частиц *9,07-10-6м* изучено влияние молекулярной массы и полидисперсности по молекулярной массе гидролизованного полиакриламида (ГПАА) со степенью гидролиза 18,1% на кинетику процесса седиментации каолина в отсутствие эффекта стесненного оседания (концентрация дисперсной фазы 0,8%) оценивалась по накоплению осадка на торсионных весах типа ВТ. Показано, что с увеличением молекулярной массы скорость седиментации каолина (а значит и флокулирующая активность ГПАА) в существенной мере возрастает. Флокулирующая активность ГПАА зависит и от полидисперсности ГПАА по молекулярной массе, оцениваемой по величине параметра Шульца *F*. Такой характер зависимости флокулирующей активности ГПАА связан с особенностями формирования флокул с участием полидисперсных по молекулярной массе макромолекул сополимера.

concentration was 0.8%, therefore there was no hindered sedimentation effect. Effects on stability of the dispersion system of introduction of individual polymeres *A* and *C* as well as their combinations (*A+C*) were determined. The absens of additivity of component's shares at the common flocculating effect was observed. It was noted that the flocculating effect depending on the order of component's introduction. The electrokinetic potential of kaolin particles at the solutions *A*, *C* and their mixtures at various concentrations and various ratios *A/C* as well as the viscosity of this solutions were measured. The possibility of repeated charge reversal under certain *A/C* ratios was shown.

THE INFLUENCE OF THE MOLECULAR CHARACTERISTICS OF POLYACRYLAMIDE ON ITS FLOCCULATING ACTIVITY

*Krikunenko O.V.,
Bulldorova G.V.,
Mjagchenkov V.A.,
Dr.S, Professor
Kazan State
Technological University*

The influence of the molecular mass and polydispersity on the molecular mass of hydrolysed polyacrylamide (HPAA) 18.1% of hydrolysis on the kinetics of sedimentation process has been studied using the example of model disperse system – the suspense of kaolin with medium size particles of *9.07-10-6m*. The kinetics of sedimentation of kaolin in the default of strained sedimentation (concentration of dispersed phase – 0.8%) has been estimated by sediment accumulation on torsion balans of BT-type. It has been shown that with the growth of the molecular mass the rate of sedimentation of kaolin (hence the flocculating activity of HPAA) increases in a substantial proportion. Flocculating activity of HPAA on the molecular mass estimated by *F* parameter of Shultz. This type of dependence of flocculating activity of HPAA is connected with the peculiarities of floccul formation with polydisperse on the molecular mass macromolecules of (co)polymer.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО КЛИНОПТИЛОЛИТА

*Никашина В.А., к.х.н., Кац Э.М.,
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН,
Зотова В.И., к.б.н., Российский научный центр реабилитации и физиотерапии,
Данилина Н.И., НИИ Водоканалпроект,
Гембицкий П.А., д.х.н., Институт нефтехимического синтеза РАН.*

Постановка задачи. Институтом геохимии и аналитической химии РАН и Институтом нефтехимического синтеза РАН был получен сорбент, который характеризуется комплексом различных свойств: высокой механической прочностью, катионообменной емкостью (1,0-1,5 мг-экв/мл), анионообменной емкостью (0,2-0,3 мг-экв/мл) и значительной бактерицидной активностью. Методика получения этого сорбента и его ионообменные свойства детально описаны в сообщениях /1,2/. Основой для получения этого сорбента служил клиноптилолитсодержащий туф (КТ), природный цеолит, месторождения которого разрабатываются во многих регионах России. В качестве модификатора использовали полигексаметиленгуанидинхлорид (ПГМГ), сшивающий агент - эпихлоргидрин (ЭХГ). В настоящем сообщении будут представлены результаты исследования бактерицидных свойств модифицированного клиноптилолита. Материалы и методы. Объектом исследования служил модифицированный полигексаметиленгуанидинхлоридом клиноптилолит месторождений Тедзами (Грузия) и Холинское (Сибирь) 2-х зернений: 0,25-0,50 мм и 1,0-1,6 мм. Соотношение клиноптилолита и модификатора в исследуемых образцах было следующим: КТ/ПГМГ = 150/1, ПГМГ/ЭХГ = 1/0,2. Для сравнения одновременно оценивали бактерицидную активность немодифицированного клиноптилолита тех же зернений. Исследования проводили как в статических, так и динамических условиях. В статических условиях соотношение $V/m=100/15$ (соотношение объема раствора и сорбента), в динамических - использовали колонки сечением 1 см², содержание в них модифицированного клиноптилолита составляло 20 мл и 60 мл. Бактерицидное действие модифицирован-

DESINFECTIION OF DRINKING WATER BY MODIFIED CLINOPTILOLITE

Nikashina V.A., Kac E.M., Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, Zotova V.I., Russian Scientific Centre Rehabilitation and Physiotherapy, Danilina N.I., Gembickiy P.A., Petrochemical Institute RAS

Introduction. We have designed a sorbent which is characterised both cation exchange and anion exchange properties, high bactericidal activity and the high mechanical durability. The method of the sorbent preparation and the results of investigations its properties were described in details in /1,2/. The natural zeolite, clinoptilolite, was used as a starting material for preparation of this sorbent. The soluble polyelectrolyte, polyhexamethyleneguanidine chlorid, was served as modifying agent, epichlorhydrine as crosslinker.

In this report the results of investigation of the bactericidal properties of the modified clinoptilolite are presented.

Material and Methods. The objects of study was the modified clinoptilolite samples of Tedsamy (Georgia) and Kholinskoye (Syberia) deposits with the particle size 0,25-0,50 mm and 1,0-1,6 mm. Ratio of clinoptilolite mass to modifyer mass and modifyer (Mol) to crosslinker (Mol) in samples were 150/1 and 1/0,2 respectively.

The investigation was carried out both static and dynamic conditions. In static conditions the ratio of solution volume to sorbent mass was 100/15. In dynamic conditions columns with sizes 1sm²x20sm or 1 sm²x60 sm were used. In this columns the sorbent was packed. The germs E.Coli B as indicator of bacterial contamination and bacteriophage

ного и природного клиноптилолитов определяли в элюате после обработки отработанного сорбента мясопептонным бульоном или 0,5 н раствором NaCl. Для заражения воды использовали модельный штамм E.Coli B как индикатор бактериального загрязнения и бактериофаг T1 E.Coli как индикатор вирусного загрязнения. Определение E.Coli проводили по методикам в соответствии с требованиями ГОСТа 2484-81 "Вода питьевая. Полевые методы санитарно-микробиологического анализа. Определение бактериофага проводили методом бляшек по Грация.

Результаты и их обсуждение. Исследование бактерицидной активности модифицированного клиноптилолита состояло из следующих этапов:

-оценка бактерицидной активности материала при высоком заражении воды бактериями E.Coli- $6 \cdot 10^7$ - $6 \cdot 10^8$ кл/мл.

-оценка возможности восстановления бактерицидных свойств материала после использования его ресурса при обеззараживании воды -регенерация сорбента.

-определение эффективности обеззараживания инфицированной водопроводной воды с помощью модифицированного клиноптилолита как от бактериального, так и вирусного загрязнения в зависимости от скорости фильтрования, зернения сорбента. Содержание E.Coli в исследуемой воде составляло 10^3 кл/мл, бактериофага T1E.Coli - $5 \cdot 10^3$ БОЕ/мл.

Результаты исследования приведены на рис.1 и в табл.1

Таблица 1. Кинетика инактивации E.Coli в зависимости от числа циклов обработки зараженной воды модифицированным клиноптилолитом

Время контакта, мин	1 объем (100мл)	2 объем (100 мл)	3 объем (100 мл)
5	$8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^7$
10	$1 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^6$
15	$7 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^4$
20	$8 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^4$
25	$3 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$

T1E.Coli as indicator of viral contamination was used for water contamination. The identification of E.Coli was done by methods in accordance with GOSTa 18963-73 (State Standard) "The drinking water. Methods of canitaral-bacteriological analysis".

The identification T1E.Coli was done in accordance with "Methodic reccomendations of the control and evaluation of viral contamination of environment".

Results and Discussions. The investigation of bactericidal activity of modified cliniptilolite involved the following steps:

- the estimation of bactericidal activity of the sorbent at the high level of water contamination by germs E.Coli- $6 \cdot 10^7$ - $6 \cdot 10^8$ cell/ml.

-the estimation of possibility of regeneration of bactericidal properties of the material after exhaustion of its capacity during water decontamination.

-the estimation of the effectiveness of disinfection of contaminated drinking water with help of the modified clinoptilolite.

-the evaluation of influence of filtration flow rate and the sorbent particle size on the disinfection effectiveness by modified sorbent. *

The results of the investigations are shown on table 1 and fig.1.

Table 1. the inactivation kinetic of E.Coli in the water in dependence from the number of cycles of its treatment by modified clinoptilolite. Initial concentration of E.Coli $6.E7$ cell/ml. $V/m=100/15$.

Contact time, min	1 volume (100ml)	2 volume (100ml)	3 volume (100ml)
5	8.E6	2.E7	3.E7
10	1.E6	7.E6	9.E6
15	7.E4	8.E5	5,5.E4
20	8.E3	2.E5	8,5.E4
25	3.E2	9.E3	9.E3

Как видно из табл.1, эффективность инактивации заметно зависит от времени контакта и числа циклов обработки. Так за 15 мин. содержание бактерий в 1-м цикле снижается на 3 порядка, в 3-м на 2 порядка, а за 25 мин на 5 и 3,5 порядка соответственно. Общее количество сорбированных клеток за 3 цикла- $17,7.E9$, что свидетельствует о высокой удерживающей способности по отношению к бактериям модифицированного клиноптилолита. На рис 1 представлены некоторые из полученных данных по исследованию бактерицидной способности сорбента в динамических условиях в циклах "сорбция - десорбция". Всего было проведено 12 циклов. Параметры эксперимента были постоянными в течение всех 12 циклов. После завершения каждого цикла для снятия сорбированных микроорганизмов с модифицированного клиноптилолита проводили его обработку 0,5 н раствором поваренной соли в течение 15 мин в статических условиях. Соотношение $V/m=100/60$. Микробиологический анализ раствора показывает, что во всех случаях эффективность инактивации составляла 99,8%. Установлено, что после регенерации 0,5 н раствором NaCl происходит восстановление биоцидной активности сорбента. Тенденции к снижению обеззараживающего действия не отмечено.

Исследование зависимости обеззараживания воды в динамических условиях от скорости фильтрования и зернения сорбента проводили на водопроводной воде, зараженной E.Coli и бактериофагом T1E.Coli. Для сравнения использовали природный клиноптилолит того же зернения, но необработанный полигексаметиленгуанидином. Основные результаты исследования приведены на рис.2. и в табл.2.

Как видно из представленных данных, эффективность очистки воды на модифицированных клиноптилолитах составляет

Table 1. The inactivation kinetic of E.Coli in the water in dependence from the number of cycles of its treatment by modified clinoptilolite. Initial concentration of E.Coli $6.E7$ cell/ml. $V/m=100/15$.

As one can see from the table 1, effectiveness of inactivation mostly depends on the contact time of the sorbent and water and the number of treatment cycles. During 15 minutes of the first cycle the germs concentration decreases on 3 order magnitude, in the 2nd cycle on 2, and during 25 minutes on 5 and 3,5 order magnitude respectively. The quantity of adsorbed cells during 3 cycles is $17,7E9$. The results shows the high sorption activity of modified clinoptilolite to the germs. Some data of bactericidal properties of the sorbents in dynamic conditions in the cycles "sorption- desorption" are shown on the fig.1. 12 cycles were investigated. The conditions of the experiments were constant during all 12 cycles. After the end of each cycle the clinoptilolite was treated by 0,5 N solution of NaCl within 15 min in static conditions for the germs desorption. $V/m=100/60$. The microbiological analyses of eluate shows, that in all cases the effectiveness of germs inactivation was 99,8%. It was showed, that after regeneration by 0,5 N solution of NaCl the sorbent bactericidal activity is recovered. The tendency to reduce of desinfection effect was not registered. The influence of the filtration flow rate and particle size of the sorbent on the desinfection effectiveness was investigated on the drinking water contaminated by E.Coli and bacteriophage T1E.Coli in dynamic conditions. For the comparison the natural clinoptilolite of the same particle size was used. The results are shown on the fig.2. As can see from fig.2 the effectiveness of the water decontamination by modified clinoptilolite is 100% (Coli-index <

100% (коли-индекс <3), причем имеет место зависимость от скорости фильтрования и зернения сорбента. Исследования зависимости эффективности очистки воды от скорости показали, что при скорости фильтрации 1-2 м/час ресурс колонки с загрузкой 20 мл модифицированного клиноптилолита составляет 20 л при повышении скорости фильтрации до 6 м/ч ресурс сокращается до 13 л. При зернении клиноптилолита 0,25-0,5 мм ресурс загрузки больше, чем при зернении 1,0-1,6 мм.

В контрольных опытах на природных клиноптилолитах эффективность очистки в сравнительных условиях составляет 50-90%, при этом сохраняется зависимость эффективности очистки от зернения сорбента (чем мельче сорбент, тем глубже очистка). Вместе с тем, как видно из рис. 2 снижение скорости фильтрации практически не влияет на эффективность обеззараживания воды.

Бактерицидное действие модифицированного и природного клиноптилолитов изучали путем определения E.Coli в элюате мясо-пептонного бульона. С этой целью отработанную загрузку модифицированного клиноптилолита (20 мл) заливали 20 мл мясо-пептонного бульона, оставляли в контакте на 10-12 часов и затем в этом бульоне определяли кишечную палочку. Как показали полученные результаты, в элюате из колонок с модифицированным клиноптилолитом кишечная палочка отсутствовала, что свидетельствует о ее полной инактивации. В элюате из колонок с природным клиноптилолитом концентрация кишечной палочки составляла 5.Е3 кл/мл.

Схема исследований очистки воды от вирусного загрязнения была аналогична описанной выше. Результаты представлены в табл. 2. Как видно из представленных данных, очистка воды на крупнозернистом модифицированном клиноптилолите составляет в среднем 90-99%, на мелкозернистом эффективность очистки повышается и достигает 99-100%. При увеличении скорости фильтрации эффективность очистки несколько снижается и составляет на крупнозернистом 80-90%, на мелкозернистом - 99%.

В колонках с природным клиноптилолитом очистка незначительна и не превышает 50%.

3) and depends from filtration flow rate and particle size of sorbent. The resource of column with 20 ml of modified clinoptilolite is achieved 20 the decontamination water for the filtration flow rate 1-2 m/h. The column resource is decreased to 13 l for filtration flow rate 6 m/h. The resource of clinoptilolite loading is higher for particle size 0,25-0,50 mm, than for particle size 1,0-1,6 mm. The water decontamination in control experiment on the natural clinoptilolite was equal 50-90%. There is the influence of particle size of sorbent on the water purification effectivity also. When the particle size of sorbent is smaller, then the water purification is more effective. On the fig. 2 it is shown, that the reduction of the filtration flow rate doesn't affect on the water disinfection.

The bactericidal effect of modified and natural clinoptilolite was investigated by indication of E.Coli in the meat-pepton eluate. For this purpose the used clinoptilolite loading (20 ml) was combined with 20 ml meat-pepton hydrolysate. The contact lasted for 10-12 hours. Than in this meat-pepton hydrolysate E.Coli was determined. The obtained results showed, that eluate after modified clinoptilolite did not contain E.Coli. That means that E.Coli was fully inactivated. The E.Coli concentration in eluate after natural clinoptilolite was 5.Е2 cell/ml. The scheme of investigation of water purification from viral pollution was as above mentioned. The results are shown in the table 2.

The water decontamination from viral pollution by modified clinoptilolite is 90-99 % for particle size 1,0-1,6 mm, and for particle size of sorbent of 0,25-0,50 mm approaches 99-100%. When the filtration flow rate is growing up, the effect of water purification is decreased and approaches 80-90 % on the sorbent with particle size 1,0-1,6mm and 99 % on the sorbent with particle size 0,25-0,50 mm.

The water decontamination is rather small (50%) by natural clinoptilolite.

Таблица 2. Эффективность очистки воды от бактериофага на природном и модифицированном клиноптилолитах при различных скоростях фильтрования. Исходная концентрация бактериофага 5.Е3 БОЕ/мл

Клиноптилолит зернение, мм	Объем воды, л	V = 1 м/ч		V = 6 м/ч	
		Конц. бак., БОЕ/мл	% задержания	Конц. бак., БОЕ/мл	% задержания
Модифицир. 1,0-1,6	1,0	1.Е2	98,0	8.Е2	84,0
	2,0	3.Е1	99,4	9.Е2	82,0
	3,0	6.Е2	88,0	6.Е2	88,0
0,25-0,50	1,0	0	100,0	1.Е1	99,8
	2,0	0	100,0	4.Е1	99,1
	3,0	1.Е1	99,8	8.Е1	98,5
Природный 1,0-1,6	1,0	7.Е2	86,0	4.Е3	20,0
	2,0	2.Е3	60,0	3.Е3	40,0
	3,0	1.Е3	80,0	4.Е3	20,0
0,25-0,50	1,0	1.Е3	80,0	4.Е3	20,0
	2,0	1.Е3	80,0	5.Е3	0
	3,0	1.Е3	80,0	3.Е3	40,0

Table 2. The effectiveness of water decontamination from bacteriophage on the natural and modified clinoptilolite at different flow rate.

Clinoptilolite, particle size, mm	Water volume, liter	V = 1 м/ч		V = 6 м/ч	
		Bacteriophage conc, cell/ml	% of decontamination	Bacteriophage conc, cell/ml	% of decontamination
Modified 1,0-1,6	1,0	1.Е2	98,0	8.Е2	84,0
	2,0	3.Е1	99,4	9.Е2	82,0
	3,0	6.Е2	88,0	6.Е2	88,0
0,25-0,50	1,0	0	100,0	1.Е1	99,8
	2,0	0	100,0	4.Е1	99,1
	3,0	1.Е1	99,8	8.Е1	98,5
Natural 1,0-1,6	1,0	7.Е2	86,0	4.Е3	20,0
	2,0	2.Е3	60,0	3.Е3	40,0
	3,0	1.Е3	80,0	4.Е3	20,0
0,25-0,50	1,0	1.Е3	80,0	4.Е3	20,0
	2,0	1.Е3	80,0	5.Е3	0
	3,0	1.Е3	80,0	3.Е3	40,0

Эффективность обеззараживающего действия модифицированного клиноптилолита оценивали путем определения бактериофага после десорбции его мясо-пептонным бульоном. Показано, что в элюате после колонок с модифицированным клиноптилолитом концентрация бактериофага составляет 5.Е2 кл/мл, т.е. инактивация проходит на 90 %. В элюате после колонок с природным клиноптилолитом концентрация фага не изменяется.

The effectiveness of disinfection by modified clinoptilolite was estimated by indication of bacteriophage after desorption of its by meat-pepton hydrolysate. It was found out, that the bacteriophage concentration in eluate after modified clinoptilolite contained 5.Е2 cell/ml, inactivation was estimated as 90%. The bacteriophage concentration in eluate after natural clinoptilolite did not change.

Выводы

1. Установлена высокая эффективность очистки воды от бактериального и вирусного загрязнения на модифицированном ПГМГ природном клиноптилолите.

2. Определен ресурс колонки с модифицированным клиноптилолитом по бактериальному и вирусному загрязнению в зависимости от скорости фильтрации и зернения сорбента.

3. Показано, что загрузка модифицированного клиноптилолита полностью обеззараживает сорбированное бактериальное загрязнение (100% инактивация) и на 90% - вирусное.

4. Установлено, что после промывки загрузки 0,5 н раствором поваренной соли полностью восстанавливаются бактерицидные свойства модифицированного клиноптилолита. В процесс проведения 12 циклов "сорбция-регенерация" какого-либо снижения бактерицидной активности исследуемого модифицированного сорбента не замечено.

Литература.

1. Никашина В.А., Гембицкий П.А., Кац Э.М., Бокша Л.Ф., Галузинская Ф.Х. (в печати) Органоминеральные сорбенты на основе клиноптилолитсодержащих туфов. Сообщение 1. Получение органоминеральных анионообменников с использованием полигексаметиленгуанидинхлорида. Известия Академии наук, сер. хим.

2. Никашина В.А., Кац Э.М., Гембицкий П.А. (в печати) Органоминеральные сорбенты на основе клиноптилолитсодержащих туфов. Сообщение 2. Изучение ионообменных и технологических свойств органоминеральных сорбентов. Известия Академии наук, сер. хим.

Conclusion.

1. The high effectiveness of water decontamination from bacterial and viral pollutions by modified clinoptilolite was established.

2. The resource of the modified clinoptilolite loading to bacterial and viral contamination is estimated in dependence from the filtration flow rate and particle size of sorbent.

3. It was shown that modified clinoptilolite desinfects bactericidal contamination fully (inactivation is 100%) and viral contamination about 90%.

4. It is found that the treatment of modified clinoptilolite loading by 0,5 N NaCl solution fully recovers its bactericidal properties. After 12 cycles of "sorption-desorption" the reduction of bactericidal activity of modified clinoptilolite was not found out.

References.

1. Nikashina V.A., Gembickiy P.A., Kac E.M., Boksha L.F., Galusinskaja A. Kh. Organomineral sorbents on the base of clinoptilolite-containing tuffs. Report 1. The obtaining of organomineral anion exchanger with use of polyhexamethyleneguanidine. Izvestiya Akademiy nauk, ser. khim.

2. Nikashina V.A., Kac E.M., Gembickiy P.A. (in press) Organomineral sorbents on the base of clinoptilolite-containing tuffs. Report 2. The study of ionexchange and technological properties of organomineral sorbents. Izvestiya Academy Nauk, ser. khim.

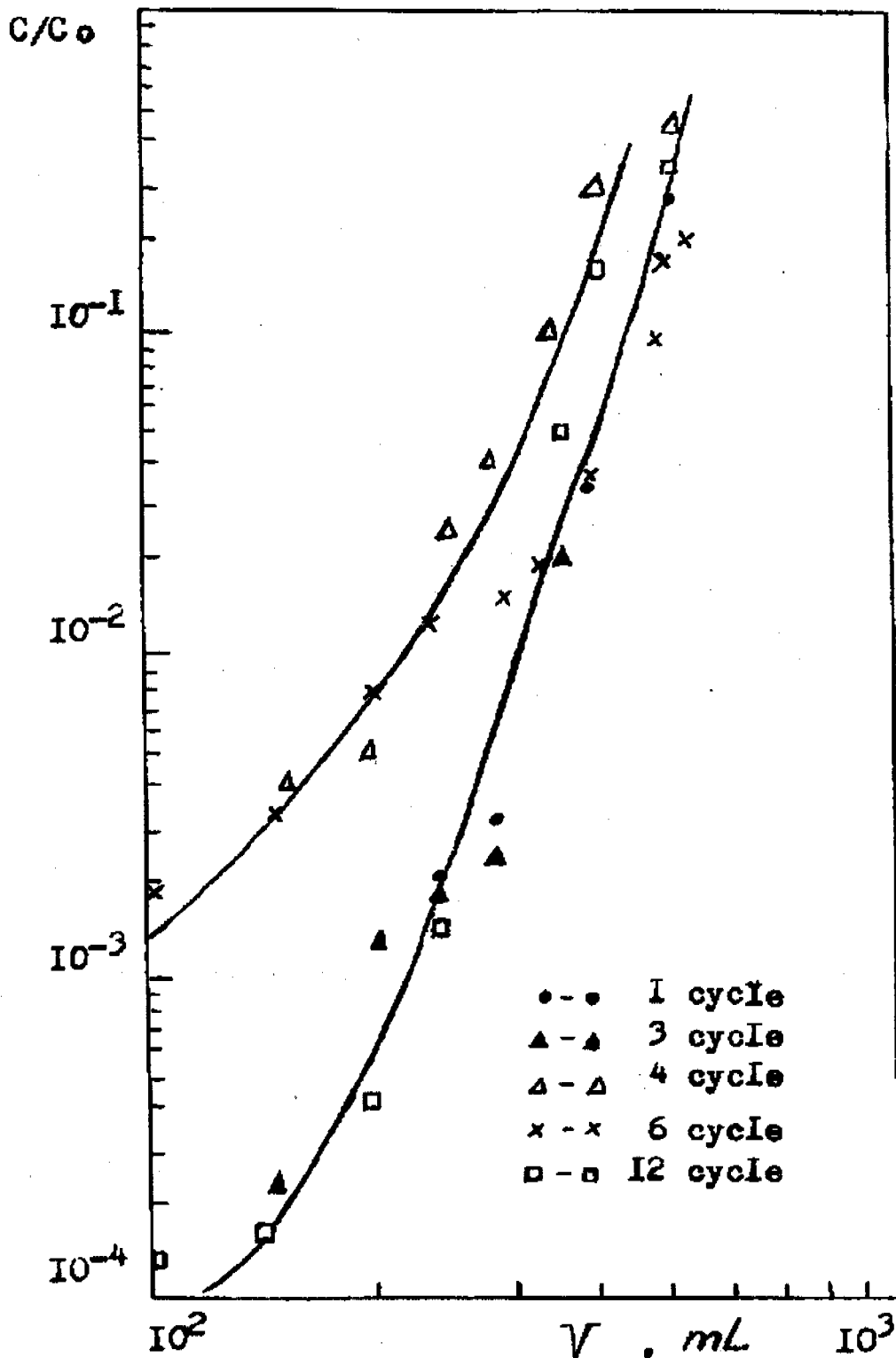


Рис. 1. Очистка воды от E. Coli ($C_{исх} = 10^6 - 10^7$ /мл) в динамических условиях (сечение 1см^2 , высота слоя 61,5 см, скорость течения 8,2 см/мин) на модифицированном клиноптилолите Холинского месторождения зернением 0,25 - 0,5 мм.

Fig.1 The drinking water decontamination from E.Coli by modified clinoptilolite of Kholinskoye deposit in dynamic conditions. The sorbent volume- 60 ml, the flow rate- 8,2 sm/min, the sorbent paticle size-0,25-0,50 mm.

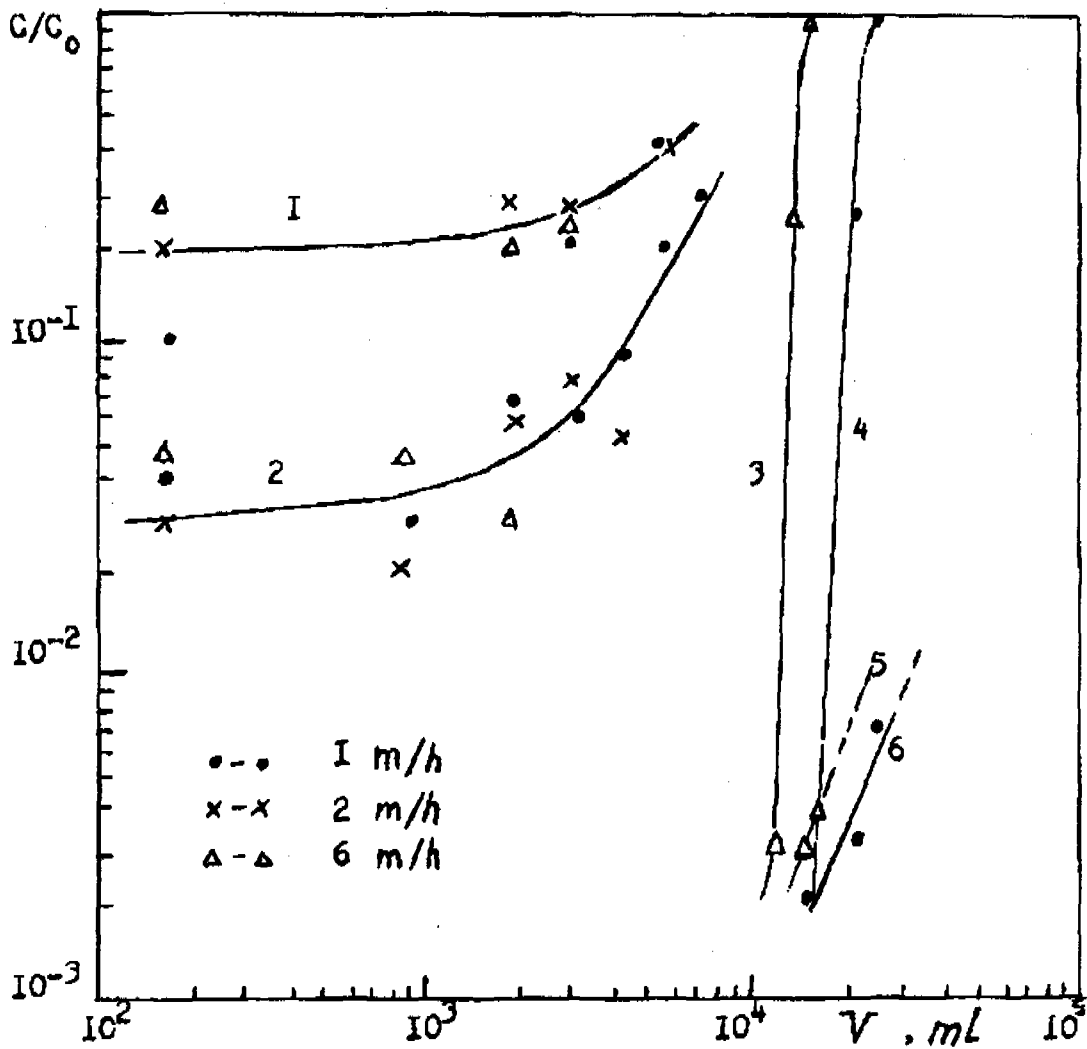


Рис 2. Очистка водопроводной воды от E.Coli ($c = 10^5$ /мл) в динамических условиях на природном и модифицированном клиноптилолитах Тедзами.

Fig.2. The drinking water decontamination from E.Coli by natural (1,2) and modified (3-6) clinoptilolites of Tedsamy deposit in dynamic conditions. The sorbent particle size 1,0-1,6 mm (1,3,4) 0,25-0,50 mm (2,5,6)

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ
ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫЕ ПРИМЕСИ,
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПИТЬЕВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Николадзе Г.И., профессор, к.т.н.,
Московский Государственный
Строительный Университет*

ТЕЗИСЫ

Наиболее часто приходится решать задачи удаления из подземных вод железа, марганца, фтора, иода, бора, брома, солей жесткости, нитратов, сероводорода. Более сложными являются технологии совместного извлечения из воды железа и фтора, железа и марганца, селена и железа, опреснения воды и удаления фтора, обезжелезивания и стабилизации воды и т.п.

При содержании железа (III), не более 10% от общего и концентрации железа (II), мг/л, в карбонатной или бикарбонатной форме рекомендуются следующие технологии:

- до 3 - фильтрование на намывных фильтрах с вдуванием воздуха - 2 л на 1 г удаляемого железа (II) без вспомогательных фильтрующих сред;
- до 5 - "сухая фильтрация" или обезжелезивание в пласте;
- от 5 до 10 - упрощенная аэрация с одноступенчатым фильтрованием;
- от 10 до 40 - глубокая аэрация с использованием вакуум-эжекционных аппаратов (ВЭА) и фильтрование на каркасно-засыпных фильтрах - КЗФ или двухступенчатое фильтрование с двойной аэрацией.

К безреагентным методам деманганации воды относятся следующие:

- глубокая аэрация с использованием ВЭА и фильтрование на КЗФ с сорбцией марганца на свежееобразованном гидроксиде железа;
- аэрация, двойное фильтрование через щебень, отстаивание, фильтрование на медленном фильтре.

Когда железо и марганец находятся в воде - в сложных органических соединениях (с гуматами или фульвокислотами), их извлечение возможно только реагентными методами. При содержании сернистого,

CONDITIONING GROUND WATER
CONTAINING NATURAL IMPURITIES FOR
POTABLE WATER SUPPLY

*Nikoladze G.I., professor, M.Sc. (Eng.),
Moscow State Building University.*

ABSTRACT

It is often required to remove from ground water an excess of iron, manganese, fluorine, iodine, boron, bromine, hardness salts, nitrates or hydrogen sulphide. More complicated technologies are those for simultaneous removal of iron and fluorine, iron and manganese, selenium and iron, softening and fluorine removal or iron removal and stabilization, etc.

If ferric iron concentration is not over 10% of total iron content and ferrous iron in carbonate or bicarbonate form, the following technologies for iron removal may be recommended:

- up to 3 mg/l - filtration through diatomaceous filters with air injection of 2 l/g of ferrous iron to be removed;
- up to 5 mg/l - "dry filtration" or iron removal within the aquifer;
- from 5 to 10 mg/l - simple aeration and single stage filtration;
- from 10 to 40 mg/l - intense aeration using vacuum-ejection device (VED) and filtration using filled up carcass filters (CF) or two stage filtration with double aeration.

Non-chemical methods of manganese removal as follows:

- intense aeration using VED and filtration on CF with sorption of manganese by iron hydroxide floc;
- aeration, two-stage filtration through crushed rock, settling, slow sand filtration.

When iron and manganese are present in water as complex compounds (with humic or fulvic acids), they can be removed by chemical methods only.

When iron is present as sulphate, carbonate or sulphide or as complex iron-organic

карбонowego или сульфидного железа, либо комплексных железозорганических соединений, мг/л, рекомендуются следующие технологии:

- до 10 и перманганатной окисляемости до 15 мгО₂/л - фильтрование через модифицированную загрузку;
- до 15 и перманганатной окисляемости до 15 мгО₂/л - аэрация, обработка сильным окислителем и фильтрование на фильтрах большой грязеемкости;
- свыше 10 и перманганатной окисляемости свыше 15 мгО₂/л - напорная флотация с предварительным известкованием и последующим фильтрованием.

Когда марганец присутствует в воде в виде сложных органических комплексов для его извлечения используют реагентные методы:

- аэрация, обработка воды сильным окислителем (озоном, хлором) с последующим отстаиванием и фильтрованием на скорых фильтрах;
- аэрация, известкование, отстаивание и фильтрование на скорых фильтрах; фильтрование через омарганцованную зернистую загрузку.

При необходимости совместного извлечения из воды железа (II) и фтора при их концентрации соответственно до 10.0 и 7.5 мг/л, рН не менее 6.5 - следует использовать технологию, предусматривающую аэрацию с последующим фильтрованием воды через зернистую загрузку модифицированную сульфатом алюминия.

Для удаления из воды иода рекомендуется технология, основанная на вводе в водяную подушку скорого фильтра озона или хлора, либо его производных и сорбция гидроксидом алюминия. Эта же технология рекомендуется для совместного извлечения из воды иода и брома.

При содержании в воде брома до 2.0 мг/л эффективно использование обратного осмоса в одну ступень, а при большей его концентрации целесообразен ионный обмен с использованием известных сильно-основных анионитов в гидроксильной- или хлор-форме.

Ионный обмен рекомендуется также для удаления из воды бора, с использованием селективных анионитов. Исходная концентрация бора практически не лимитирована.

compounds, the following technologies may be recommended:

- up to 10 mg/l with oxygen demand (KMnO₄ test) up to 15 mg/l - filtration through a modified medium;
- up to 15 mg/l with oxygen demand up to 15 mg/l - aeration, treating with strong oxidant, filtration using filters with large sludge retaining capacity;
- over 10 mg/l with oxygen demand above 15 mg/l - pressure flotation preceded by lime treatment and followed by filtration.

When manganese is present in water as complex organic compounds, it can be removed by chemical methods:

- aeration, treating with strong oxidant (chlorine, ozone) followed by settling and filtration or merely by rapid filtration;
- aeration, lime treatment, settling and rapid filtration;
- filtration through granular medium treated with potassium permanganate solution.

If it is required to remove simultaneously ferrous iron and fluorine in concentrations up to 10.0 and 7.5 mg/l respectively with pH not less than 6.5, then a technology must be used which includes aeration followed by filtration through granular medium modified by aluminium sulphate.

To remove iodine from water it is recommended to use technology based on application of ozone, chlorine or chlorine derivatives to filter influent water and sorption by aluminium hydroxide formed in grained filter medium which has been charged with aluminium sulphate solution. The same technology is recommended for simultaneous removal of iodine and bromine from water.

When bromine content in water is below 2.0 mg/l one stage reverse osmosis is effective for its removal, while for higher concentrations it is feasible to use ion exchange with strongly alkaline anionites in hydroxide or chlorine forms.

Ion exchange is also recommended for removal of boron from water using selective

При очистке подземных вод от азота и его соединений предпочтение отдается сорбции, ионному обмену и электрохимическому методу.

Для выделения из воды азота и его соединений используют клиноптилолит и катионит КУ-1. Хорошие результаты по извлечению из воды нитратов обеспечивает применение сильноосновных анионитов в хлор-форме при условии их исходной концентрации до 250 мг/л.

Для извлечения из воды стабильного стронция хорошо зарекомендовала себя технология ионного обмена с использованием природного сорбента клиноптилолита в хлор-форме, регенерация которого производится раствором поваренной соли, или сорбция на гидроксиде железа (III) при pH > 8.4.

Для дефторирования воды используют методы сорбции на свежесформированных гидроксидах металлов (алюминия, магния и др.) или ионного обмена. При содержании в воде фтора до 5.0 и сероводорода до 2.0 мг/л и щелочности до 6.0 мг-экв/л рекомендуется контактно-сорбционный метод. Для тех же параметров обрабатываемой воды хорошие результаты достигаются при ее фильтровании через гранулированный активированный оксид алюминия или клиноптилолит, регенерируемые раствором сульфата алюминия.

anionites. Initial concentration of boron is practically unlimited.

When nitrogen and its compounds are to be removed from water, preference is given to sorption, ion exchange or electrochemical method. Clinoptilolite or KU-1 cationite are used as sorbents. In initial concentration of nitrates is below 250 mg/l, good results in their removal are ensured by using strong alkaline anionites in chlorine form.

For removal of stable strontium the technology of ion exchange using a natural sorbent - clinoptilolite in chlorine form has proved itself quite effective. The sorbent is regenerated with common salt solution. An alternative method of removal is by sorption on ferrous oxide at pH > 8.4.

For removal of fluorides from water methods of sorption on newly formed metal hydroxides (aluminium, magnesium, etc.) or ion exchange are widely used. If fluoride content is below 5.0, hydrogen sulphide is below 2.0 mg/l and alkalinity is below 6 meq/l, the up-flow filtration through contact clarifiers preceded by application of aluminium sulphate is recommended for fluoride removal. For water with the same parameters good results are attained by filtering it through granular activated aluminium or through clinoptilolite, both regenerated with aluminium sulphate solution.

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТУРКМЕНСКИХ ЦЕОЛИТОВ
В ВОДОПОДГОТОВКЕ

*Никуличева Т.В., к.т.н.,
Евжанов Х., д.т.н.,
Ворочкова О.Д.,
Мамедова Л.Б.,
Институт химии Академии наук
Туркменистан*

Цеолитные месторождения Юга Туркменистана по горно-техническим условиям, запасам и качеству руд благоприятны для освоения, но их эксплуатационные характеристики недостаточно изучены.

Настоящими исследованиями выяснялась возможность использования местных цеолитов, как сорбентов, в процессе водоподготовки. В связи с этим представляло интерес:

- уточнение типа цеолита;
- определение сорбционной способности природных цеолитов;
- определение характера водорастворимых примесей в сырых образцах.

Для исследований взяты образцы различных участков месторождения.

Идентификацию образцов цеолитов осуществляли рентгенофазовым и термографическим методами, сопоставляя результаты с данными химического анализа. Испытанные образцы представляют собой кальциевый клиноптилолит с высоким содержанием основного компонента и с соотношением $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ до 9,5.

Сорбционная активность цеолитов определялась из растворов солей кальция, магния, стронция, аммония в статических и динамических условиях и составила до 1 мг-экв/г по ионам жесткости, до 2Б9 мг-экв/г по ионам аммония; отмечена селективность к ионам стронция.

Анализ водных вытяжек образцов цеолита показал, что в жидкую фазу может переходить до 9% навески, в том числе, некоторое количество натрия, кальция, магния и других катионов. Это обстоятельство следует учитывать при использовании природных цеолитов в качестве сорбентов.

THE PERSPECTIVE
OF TURKMEN ZEOLITE USED
IN THE WATERTREATMENT PROCESSES

*Niculicheva T.V.,
candidate of the technical sciences,
Evzhanov K.,
Dr. of technical sciences,
Vorochkova O.D.,
Mamedova L.B.,
Institute of Chemistry of Academy of
sciences of Turkmenistan*

The zeolites deposits of South Turkmenia are favourable for mastering of mount-technical conditions, reserves and quality of minerals, but their operation characteristics does not study.

This scientific reseaches studied the possibility of using the Turkmen's zeolites as the sorbents in the water treatment processes. Thus, was of great value

- the specification of zeolites's type
- the determination of sorbtion ability of natural zeolites
- the determination the type of the water soluble impurites in the raw materials.

For investigaton model of different deposits were used. The results of chemical analyses compared with X-ray investigation and thermographic methods. It's stated that the models are Calcium clinoptilolite with the high containing the main component and with the correlation $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 9.5.

The determination of sorption activity from solutions of salts Ca, Mg, Sr, NH_4 has been studied in the statics dynamics and formed near 1 mg.eg./g on the ions of brackish water, near 2.9 mg.eg./g on ions of ammonium. Marked the selectivity by the ions of Sr.

It's show by the analysis of waters extractions of the zeolites, that 9% of the weight may be going to the liquid state, as well as some quantity of Sodium, Calcium, Magnesium and ote cations. This case must be take into account of determination of the natural zeolites as the sorbents.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНОПТИЛОЛИТОВ
ДЛЯ ОЧИСТКИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Новикова В.А., к.х.н.,
Институт геохимии и аналитической химии
им.В.И.Вернадского РАН
Зайцева Е.В., НПК «Экос»*

Для очистки природных вод, степень загрязнения которых радиоактивными и другими ионогенными примесями всё возрастает, предложен крупномасштабный способ с использованием дешёвого и доступного селективного природного сорбента - клиноптилолита.

На основе многолетних сравнительных исследований физико-химических свойств природных клиноптилолитов разработаны подходы к оценке перспективности их использования для очистки природных, и в том числе, питьевых вод, согласно которым наиболее перспективными в настоящее время можно считать клиноптилолитсодержащие туфы месторождений Дзегви, Тедзми и Холинское.

Опыт использования этих клиноптилолитов в качестве загрузки карт дезактивации ливнеотоков промплощадки Чернобыльской АЭС (Тедзми), а также фильтров водопроводных станций показал, что, наряду с ионообменной селективностью по отношению к удаляемым микропримесям, этот материал обладает санитарно-гигиенической надёжностью, высокими фильтрующими характеристиками и осветляющей способностью, которые сохраняются в процессе его длительной эксплуатации. Это позволяет рекомендовать клиноптилолит для широкого повсеместного использования в качестве фильтрующей и сорбирующей загрузки в технологии получения питьевой воды.

Вместе с тем, как показывает опыт эксплуатации клиноптилолита в фильтрах водопроводных станций, в целом ряде случаев (высокая мутность очищаемой воды, использование повышенных доз коагулянтов, флокулянтов и т.п.) его ионообменные возможности используются не полностью, поэтому, для повышения эффективности работы клиноптилолита как селективного катионообменника и, соответственно, ка-

EXPERIENCE AND PROSPECTS
OF CLINOPTILOLITE USE
FOR PURIFICATION AND CONDITIONING
OF DRINKING WATER

*V.A. Novikova, Dr. of Chem. Sc.,
Vernadsky Institute of Geochemistry and
Analytical Chemistry
E.V. Zaitseva, Chairman of NPC «ECOS»*

Following is a proposal for large scale purification of the natural waters contaminated by ever increasing amounts of radioactive and other ionogenic inhibitors by means of low cost and easily available natural clinoptilolite sorbent.

Many years' investigations of the natural clinoptilolites physico - chemical capacities resulted in development of an approach to evaluate the prospects of the use thereof to purify natural and drinking waters incl. The most promising clinoptilolite tufts containing occurrences Dzegvi, Tedzami, and Kholinsk.

The experience of the clinoptilolite (Tedzami, Georgia) use as rainflush desactivation payload on the Chernobyl APS sit charts, as well as water supply stations filters has shown that together with the ion exchange selectivity towards the micro inhibitors to be stopped this material possesses reliable sanitary - hygienical response, high filtering performances, and purifying capacities which are well preserved during long period of use thereof. This allows to recommend clinoptilolite for wide multilateral use as filtering and sorbing payload in various technologies to obtain drinking water.

At the same time experience of clinoptilolites use as water supply stations filter in a number of cases (highly turbid waters, use of increased quantities of coagulants, flocculants etc), the ion exchange capabilities thereof are not fully utilized. That is why in order to increase the efficiency of the clinoptilolite operation as a selective cation exchanger and the quality of the potable water, it is considered appropriate to use it on the conditioning stage, i.e. additional purification of the water from the excessive ionic inclusions.

чества питьевой воды, целесообразно применение его на стадии кондиционирования, т.е. доочистки воды от нормируемых ионных примесей.

Осуществление такого рода процессов в масштабах централизованного водоснабжения – дело неблизкого будущего, в то время как кондиционирование воды в бытовых условиях или для нужд отдельных объектов и предприятий – вещь вполне реальная. Разработана технология доочистки питьевой воды от нормируемых примесей (радиостронций, радиоцезий, медь, цинк и т.п.), включающая научнообоснованный выбор сорбента, расчёт параметров фильтра (установки) и условий его работы, выбор режимов и условий восстановления сорбционной способности клиноптилолита, а также соответствующие рекомендации по эксплуатации.

Поверхностные водоисточники экологически наиболее чувствительны к последствиям всё возрастающего загрязнения окружающей среды (аварийные выбросы, сброс недоочищенных стоков, в том числе, и ионогенных).

Существующие же способы очистки питьевой воды (коагуляция, отстаивание, фильтрация с использованием традиционных инертных материалов – кварцевого песка, антрацита, керамзита) недостаточно эффективны в этом отношении, что обуславливает необходимость разработки комплексных методов очистки, которые одновременно обеспечивали бы не только высокое качество питьевой воды в органолептическом (мутность, цветность, запах) и эпидемиологическом (микро- и гидробиологические показатели) отношении, но и эффективное удаление ионных примесей. Одним из наиболее дешёвых, эффективных, легко реализуемых и экологически безвредных, на наш взгляд, способов, удовлетворяющих указанным требованиям, является очистка и кондиционирование вод с помощью одного из самых распространённых на нашей планете природных цеолитов – клиноптилолита, обладающего ярко выраженной селективностью по отношению к крупным катионам щелочных, щелочноземельных, переходных, тяжёлых металлов, аммония /1, 3, 5, 15/, а также высокими прочностными характеристиками и санитарно-гигиенической надёжностью /10, 11, 13/.

Utilization of the above processes in large scale centralized water supply business is a long term target, but at the same time the domestic conditioning of the water or conditioning thereof for some separate enterprises or technologies is quite realistic now. The developed technology allows to additionally purify the drinking water from specified inclosures (radiostrontium, radiocesium, copper, zinc, etc), including the scientifically based choice of the sorbent, calculation of the filter (unit) parameters and conditions of operation thereof, selection of the sorbent regeneration performances and the corresponding operational advice.

На территории бывшего СССР месторождения клиноптилолита найдены в Закарпатье (Сокирница), Закавказье (Дзегви-Тедзами, Ай-Даг), Забайкалье (Холинское), Амурской области (Серёдочное), Хабаровском (Радде) и Приморском (Чугуевское) краях, на Сахалине (Лютогское) и Камчатке (Ягоднинское). Обычно цеолиты залегают в виде туфов: 60–80% клиноптилолита, остальное – примеси: глинистые минералы, гидрослюда, кварц, кристобалит, полевые шпаты, кальцит и т.п. Химический состав клиноптилолита характеризуется высокой изменчивостью отношения Si/Al, а также заметными вариациями в составе обменных катионов и породообразующих примесей, что, по всей видимости, связано с его значительной распространённостью в природе /15/. В зависимости от химического и минералогического состава, условий образования и природы породообразующих примесей клиноптилолиты разных месторождений могут иметь различные физико-механические и ионообменные характеристики /4,6/. В результате многолетних сравнительных исследований образцов клиноптилолитовых туфов более чем 20 месторождений нами выработаны критерии оценки перспективности использования того или иного клиноптилолита с учётом его технологичности (механическая прочность), селективности (коэффициенты распределения удаляемых микропримесей), доступности (возможность получения материала в промышленных масштабах), а также санитарно-гигиенической надёжности /6,7/.

в натриевой форме, т.е. содержат гигиенический сертификат качества на каждый бытовой фильтр или установку, что позволяет рекомендовать широкое и повсеместное применение клиноптилолитсодержащих туфов в технологии очистки и кондиционирования питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баррер Р.М. (1985) Гидротермальная химия цеолитов. Мир, Москва.

2. Веницианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. (1983) Динамика сорбции из жидких сред. Наука, Москва.

3. Nikashina V.A., Tyurina V.A., Mironova L.I. (1980) Sorption of copper ions on the sodium and the calcium form of zeolites. *J of Chromatography*, 201, 107-112.

4. Никашина В.А., Тюрина В.А., Градев Г.Д. (1984) Сравнительная характеристика ионообменных свойств природных клиноптилолитов. В сб. мат. I Общегос. конф. ЧССР «Словзео-84». Высокие Татры, т.2, 40-48.

5. Новикова В.А., Алибеков Г.Я., Стародубцев Д.С. (1989) Исследование природных клиноптилолитов различных месторождений для очистки сточных вод от аммонийного азота. В сб. мат. Всесоюз. н-т. конф. по добыче, переработке и применению природ. цеолитов. Сакартвело, Тбилиси, 210-214.

6. Новикова В.А., Сенявин М.М. (1991) Сравнительное изучение клиноптилолитов различных месторождений с целью разработки ионообменного способа очистки природных вод. В сб. мат. Всес. совещ. «Использование природ. цеолитов в нар. хозяйстве». Новосибирск, ч.2, 169-177.

7. Новикова В.А. (1992) Сравнительная оценка свойств клиноптилолитов Сибири и Дальнего Востока. В сб. тез. докл. Респ. совещания «Природные цеолиты России». Новосибирск т.1, 82-85.

8. Новикова В.А., Замокина Н.С., Еленин С.Н. (1992) О результатах многолетней эксплуатации клиноптилолита в качестве загрузки водоочистных фильтров. Там же, 116-119.

9. Сенявин М.М. (1980) Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ. Химия, Москва.

10. Сенявин М.М., Никашина В.А., Тюрина (Новикова) В.А., Антонова О.Я., Христианова Л.А. (1986) Ионообменные и фильтрующие свойства клиноптилолита на опытно-технологической установке. Химия и технология воды, N 6, 49-51.

11. Сенявин М.М., Никашина В.А., Тюрина В.А., Еленин С.Н., Ищенко И.Г. (1986) Промышленные испытания клиноптилолита. Там же, 52-56.

12. Сенявин М.М., Новикова В.А., Никашина В.А., Еленин С.Н. (1989) О результатах эксплуатации клиноптилолита в качестве фильтрующей и сорбирующей загрузки на водоочистных станциях. В сб. мат. Всес. н-т. конф. по добыче, переработке и применению природ. цеолитов. Сакартвело, Тбилиси, 195-200.

13. Тюрина В.А., Никашина В.А. (1984) Применение природного клиноптилолита в технологии получения питьевой воды на водоочистных станциях. В сб. мат. I Общегос. конф. ЧССР «Словзео-84». Высокие Татры, т.2, 49-68.

14. Тюрина В.А., Никашина В.А. (1985) Изучение ионообменной регенерации клиноптилолита. В сб. тр. Всес. конф. по вопросам геологии, физ.-химических свойств и применения природ. цеолитов. Мецниереба, Тбилиси, 235-238.

15. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Киров Г.Н., Филизова Л.Д. (1985) Природные цеолиты. Химия, Москва.

16. ТУ 113-12-71-86 «Сорбенты природные цеолитовые и фильтрующий материал для очистки природных и сточных вод».

ТАБЛИЦА 3. Коэффициенты распределения (а) и коэффициенты внутренней диффузии (б) ионов из раствора 1

Элемент	природная	Форма сорбента натриевая	аммонийная
а) Г, мг/г			
стронций	$2,6 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^3$
медь	$2,5 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^3$
цинк	$2,5 \cdot 10^3$	$5,0 \cdot 10^3$	$6,8 \cdot 10^3$
кадмий	$2,8 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$	$5,8 \cdot 10^3$
свинец	$3,7 \cdot 10^3$	$5,3 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^3$
марганец	$3,0 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^3$	$5,1 \cdot 10^3$
б) D, см ² /с			
медь	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$

Из табл.3 видно, что практически для всех исследованных ионов селективность натриевых и аммонийных форм клиноптилолита выше, чем, природных. Из представленных данных, также очевидно, что одним из наименее сорбируемых является ион меди, т.е. именно его появление за слоем сорбента будет определять время защитного действия фильтра.

Поэтому расчет динамического процесса кондиционирования питьевой воды проводили на примере иона меди (а для случая дезактивации – стронция) с использованием однокомпонентной линейной внутри- и смешаннодиффузионной модели [3,10]. Экспериментальная проверка на реальной водопроводной воде подтвердила правильность выбранной модели и проведенного в её рамках расчёта.

Это позволило нам, в свою очередь, рассчитать время защитного действия промышленного фильтра при очистке водопроводной воды от нормируемых элементов для различной высоты, зернения и формы сорбента в зависимости от требуемой производительности и глубины очистки.

Результаты расчёта показали, что в зависимости от скорости фильтрации и заданной степени очистки фильтр может работать от нескольких дней до нескольких месяцев. При сравнительно низких степенях загрязнения очищаемой воды можно подобрать условия достаточно длительной работы фильтра (практически в пределах года) без восстановления его сорбционной способности.

Эти расчёты были проверены в натурных условиях на московской водопроводной воде с периодичностью работы 20 часов в сут-

ки при производительности 7,5 и 15 об/ч. Как показали результаты эксперимента, при низких степенях загрязнения исходной воды клиноптилолит даже в природной форме может выдавать высокое качество очищенной воды, работая в выбранных режимах и условиях.

Результаты исследования эффективности процесса регенерации клиноптилолита, отработанного по микрокатионам, показали, что с точки зрения санитарно-гигиенической надёжности в технологии кондиционирования питьевой воды наиболее подходящим регенерирующим агентом является хлористый натрий [14,16]. Для повышения эффективности процесса очистки целесообразно проводить предварительную обработку цеолита раствором хлористого натрия. Как при регенерации, так и при подготовке рекомендуется обрабатывать сорбент 3–5 объёмами 0,5 н раствора поваренной соли в статическом или динамическом режиме.

Подробные рекомендации изложены в соответствующих рекламных и руководствах по эксплуатации.

На основе результатов проведенных исследований и расчётов разработаны рекомендации по кондиционированию водопроводной воды как в варианте промышленных установок, так и в бытовых условиях.

Рекомендации включают в себя требования к сорбенту, фильтру, процессу загрузки, режимы и условия проведения процесса очистки воды, отмывки и регенерации клиноптилолита, а также результаты определения санитарно-гигиенической и бактериологической надёжности фильтров с клиноптилолитовой загрузкой как в природной, так и

тивностью этот материал проявляет и более эффективную фильтрующую (производительность) и осветляющую (грязеёмкость) способность, по сравнению, например, с кварцевым песком. Установлено также, что в процессе многолетней эксплуатации в качестве загрузки производственного фильтра на Рублёвской водопроводной станции (РВС) г.Москвы клиноптилолит сохраняет свои физико-механические и фильтрационные характеристики, осветляющую и сорбционную способность /8,12/, несмотря на то, что использование в технологии водоподготовки коагулянтов, флокулянтов и т.п., может заметно влиять на его ионообмен-

ную селективность /10/.

Недавно на ЭСОВ РВС завершены также годовые испытания в качестве фильтрующей и сорбирующей загрузки клиноптилолита Холинский, который отличается от Дзегви-Тедзами не только по физико-химическим характеристикам (табл.1), но и по химическому составу, а также природой породообразующих примесей. Для сравнения в табл.2 приведены результаты анализа химического состава по макрокатонам, алюминию и стронцию образцов клиноптилолитов, исходных и проработавших в качестве загрузки фильтров на РВС в течение года.

ТАБЛИЦА 2. Изменение катионного состава клиноптилолитов после годичной эксплуатации в фмльтре, вес.%

цеолит	Al ₂ O ₃	Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	SrO
Дзегви- исходный	11,84	1,32	6,00	1,52	1,74	0,062
Тедзами через год	13,95	1,73	4,00	0,34	2,20	0,083
Холин- исходный	12,15	0,62	1,92	0,83	4,56	0,016
ский через год	12,46	0,76	2,63	0,62	3,29	0,111

Как видно из представленных данных, клиноптилолиты как сорбенты ведут себя по-разному и в отношении макрокатионов и алюминия, и в отношении микрокомпонента – стронция. Так, эффективность сорбции последнего на клиноптилолите Холинский в несколько раз выше, что объясняется, не только меньшей селективностью клиноптилолита Дзегви-Тедзами, но и по всей вероятности, более заметным в этом случае мешающим влиянием адсорбированного алюминия, добавляемого в воду на стадии коагуляции. Таким образом очевидно, что эффективность клиноптилолитовых туфов как селективных сорбентов может быть выше, если использовать их на стадии ионообменного кондиционирования фильтрованной воды, практически не содержащей взвешенных частиц, коагулянтов, флокулянтов и т.п.

При разработке технологии ионообменного кондиционирования питьевой воды мы использовали накопленный опыт лабораторных и промышленных исследований, а также теоретические подходы, развиваемые в ГЕОХИ РАН /2,9/. Этот процесс включает следующие этапы:

- научно обоснованный выбор клиноптилолита того или иного месторождения;
- моделирование и расчёт процесса очистки на основе соответствующих ионообменных характеристик;
- экспериментальная проверка расчёта;
- расчёт режимов и условий работы промышленного фильтра;
- выбор режимов и условий восстановления сорбционной способности клиноптилолитовой загрузки при её отработке по удаляемым катионам (десорбция, регенерация, промывка);
- разработка соответствующих рекомендаций по эксплуатации.

В качестве сорбента для расчёта процесса кондиционирования воды был выбран клиноптилолит месторождения Дзегви-Тедзами.

В табл.3 представлены результаты определения равновесных и кинетических характеристик некоторых нормируемых элементов на природной и катионзамещённых формах сорбента из раствора 1.

ТАБЛИЦА 1. Физико-химические характеристики клиноптилолитов

Месторождение	Форма	Механическая прочность, %		Коэффициент распределения стронция, мг/г
		истираемость	измельчаемость	
Дзегви-Тедзами	природная натриевая	2,0	1,6	2,6.10 ³
				5,4.10 ³
Холинское	природная натриевая	0,5	1,0	6,8.10 ³
				9,0.10 ³
Ягоднинское	природная натриевая	1,9	3,5	3,5.10 ³
				6,0.10 ³
Лютогское	природная натриевая	1,8	3,2	2,8.10 ³
				4,6.10 ³
Чугуевское	природная натриевая	1,2	1,4	1,8.10 ³
				2,4.10 ³
Сокирница	природная натриевая	1,2	1,2	2,4.10 ³
				2,1.10 ³
Радденское	природная натриевая	0,2	2,6	1,2.10 ³
				3,2.10 ³
Серёдочное	природная натриевая	0,9	3,8	2,4.10 ³
				4,9.10 ³

В качестве примера в табл. 1 приведены характеристики механической прочности клиноптилолитовых туфов некоторых месторождений, а также ионообменной селективности их природных и натриевых форм по отношению к стронцию из модельного раствора природных пресных вод (раствор 1).

Из представленных данных видно, что клиноптилолиты заметно различаются между собой как по физико-механическим характеристикам, так и по ионообменной селективности. Так, наиболее селективными и достаточно прочными можно считать цеолиты Холинский и Дзегви-Тедзами.

В технологии очистки воды клиноптилолит можно использовать в различных вариантах:

1) в качестве фильтрующей и сорбирующей загрузки на стадии фильтрации вместо инертного фильтрующего материала,

2) в качестве адсорбента и катионообменника в виде тонкодисперсной взвеси, добавляемой в очищаемую воду на стадии коагуляции,

3) в качестве селективного сорбента на стадии кондиционирования, т.е. дополнительной очистки воды от нормируемых ионных примесей (после стадии фильтрации).

Очевидно, что из представленных образцов в качестве фильтрующих и сорбирующих загрузок наиболее эффективны клиноптилолиты Холинский и Дзегви-Тедзами, цеолиты Чугуевский, Радденский и Сокирница могут быть использованы скорее как фильтрующий материал, а для целей кондиционирования – Холинский, а также менее прочные, но высокоселективные Ягоднинский, Серёдочный и Лютогский.

Наиболее доступны на данном этапе промышленно разрабатываемые месторождения Дзегви-Тедзами и Холинское, масштабы разработок Сокирницы, Лютогского и Чугуевского значительно меньше, разработка остальных месторождений только начинается.

Таким образом, наиболее перспективными, учитывая вышеизложенные критерии, являются цеолиты Дзегви, Тедзами и Холинский. К настоящему времени накоплен серьезный опыт их промышленного использования в качестве фильтрующей и сорбирующей загрузки очистных сооружений промплощадки ЧАЭС – карт дезактивации ливнеотоков (Дзегви-Тедзами) /6/, фильтров водопроводных станций (Москва, Кишинёв, Николаев и т.д.) /11,13/, который показал, что наряду с высокой ионообменной селек-

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ УСТАНОВОК
ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

*Орлов Г.А., к.т.н.,
АООТ 'НИИ коммунального водоснабже-
ния и очистки воды',
Рахманин Ю.А., д.м.н., профессор,
НИИ экологии человека и гигиены окру-
жающей среды,
Ческис А.Б., д.т.н.,
НИИ стандартизации.*

ТЕЗИСЫ

В настоящее время в Российской Федерации большая часть поверхностных источников водоснабжения, обеспечивающих водой более 60% городского населения, подвержена значительному антропогенному загрязнению. Основными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, фенолы, соли тяжелых металлов, удобрения и пестициды. Исследования, проведенные за последние годы, выявили загрязнение ряда рек вирусом гепатита, лямблиями и другими патогенными микроорганизмами.

Возрастает антропогенное загрязнение и подземных водоисточников, охватившее около 1000 участков, из них свыше 400 с постоянным характером загрязнения.

В результате этого многие водоочистные станции централизованных систем водоснабжения постоянно или периодически не могут обеспечить подготовку питьевой воды в полном соответствии с санитарно-гигиеническими нормативами.

Такое положение усугубляется гидравлической перегрузкой некоторых водоочистных станций и неудовлетворительным состоянием городских водопроводных сетей из-за коррозионных и биологических обрастаний, что приводит к вторичному загрязнению воды, подаваемой потребителям.

Таким образом, централизованное водоснабжение, обеспечивающее водой 98% городского и свыше 50% сельского населения, оказалось в кризисном состоянии, а половина жителей страны вынуждена пот-

ENGINEERING
AND HYGIENIC BASIS
FOR APPLICATION FIELD
OF DECENTRALIZED WATER TREATMENT
UNITS

*Orlov G.A., M.Sc. (Eng.),
Municipal Water Supply and Treatment
Research Institute,
Rakhmanin Y.A., M.D., prof.
Human Ecology and Environmental Hygiene
Research Institute,
Cheskis A.B., D.Sc. (Eng.),
Standardization Research Institute.*

ABSTRACT

At present a greater part of surface water supply sources in Russian Federation, providing more than 60% of urban population with water, are subject to considerable anthropogenic pollution. Main polluting substances are: oil products, phenols, heavy metal salts, fertilizers and pesticides. Investigations carried out in recent years disclosed pollution of a number of rivers with hepatitis virus, giardia lamblia and other pathogenic microorganisms.

Ground water sources are increasingly becoming polluted as well. There are now about 1000 polluted areas, of which over 400 are a regular character of pollution.

As a result of this, many treatment plants of centralized water supply systems, continuously or periodically, cannot ensure preparation of drinking water fully meeting hygienic criteria.

The situation is aggravated by hydraulic overload of some treatment plants and by unsatisfactory condition of urban water distribution network due to corrosion and biological films, causing secondary pollution of water delivered to consumers.

Thus centralized water supply, covering 98% of urban and over 50% of rural population, has reached the state of crisis, and half of the country's inhabitants have to use drinking water which does not meet re-

реблять питьевую воду, не соответствующую всем требованиям государственного стандарта ее качества.

Для преодоления этого кризиса необходимо выполнение комплекса мероприятий по охране от загрязнения водных ресурсов, расширению масштабов использования хорошо защищенных пресных подземных вод, сокращению нагрузки на водоочистные станции за счет уменьшения потерь питьевой воды, совершенствованию обработки воды, очистке и защите от обростаний водопроводной сети.

Осуществление этих мероприятий требует больших затрат материальных и финансовых ресурсов. В условиях тяжелого экономического положения страны для их выполнения приходится затрачивать значительное время.

По мнению ряда специалистов решение лежит в широком использовании децентрализованных установок для доочистки водопроводной воды. При этом следует отметить, что на рынке страны появилось значительное число таких установок. По назначению и производительности их можно подразделить на бытовые, предназначенные для использования в отдельных квартирах или индивидуальных жилых домах и групповые - для ряда домов или отдельных микрорайонов. Примерами первых могут служить установки типа "Байкал", "Родник-3М", "Аква", "Аква-Лайф", "АКВАПОР-А1" и др.; примерами вторых - фильтры "АНТРАКС", "Источник-1С", "СТРУЯ-М", "ДЕФЕРРИТ" и др.

Производительность бытовых установок обычно равна 0.5-2.0 л/мин, а их стоимость находится в пределах 10-100 тыс.руб. Производительность групповых установок весьма различна: от 0.5-1.0 до 1000 м³/сут, а стоимость - от сотен тысяч до миллионов руб.

Санитарно-гигиеническая оценка ряда водоочистных установок по результатам испытаний их опытных образцов проводилась в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды. Большинство из них позволяло довести до уровня гигиенических нормативов показатели качества, которые наиболее часто не соответствуют требованиям ГОСТа на питьевую воду.

Вместе с тем, как показывают результаты отечественных и зарубежных испы-

таний, не соответствующую всем требованиям государственного стандарта ее качества.

requirements of the State Drinking Water Quality Standard approved by the State agency. To overcome this crisis it is necessary to carry out a set of measures to protect water resources from pollution, to increase using well protected fresh ground water, to decrease load on water treatment plants by way of lowering losses of drinking water, to improve water treatment, to clean and reline water distribution network.

Carrying out these measures requires great expenditure of material and financial resources. In hard economic conditions of the country it takes considerable time to realize these measures.

A number of specialists believe that the solution lies in a wide use of decentralized treatment units for additional purification of tap water. In connection with this, it should be pointed out that there has appeared a considerable number of such units on the countries market.

They can be subdivided according to designation and capacity into domestic units for use in separate flats or individual houses and into group units for use in a number of apartment houses or micro-regions of cities.

Examples of the former are: BAIKAL, RODNIK-3M, AQUA, AQUA-LIFE, AQUAPOR-A1 etc.; examples of the latter are ANTRAKS, ISTOCHNIC-1C, STRUYA-M, DEFERRIT etc.

Capacity of domestic units usually equals 0.5-2 l/min, and their cost is within 10-100 thousand roubles. Capacity of group units varies greatly: from 0.5-1.0 m³/d to 1000 m³/d, while their cost varies from hundreds thousands to millions of roubles.

Sanitary and hygienic evaluation of a number of treatment units on the results of testing their experimental samples has been carried out in the Research Institute on Human Ecology and Environmental Hygiene. Most of the units allowed to bring to the level of hygienic norms the parameters of water quality which most often do not meet the requirements of the State Drinking Water Quality Standard.

таний, каждая децентрализованная водоочистная установка имеет определенную эффективность по удалению различных загрязняющих веществ, которая снижается по мере исчерпания ресурса.

Ни одна из них не является универсальной не должна использоваться для удаления тех загрязняющих веществ, которые не были испытаны в лаборатории, имеющей государственную аттестацию. На каждую установку, прошедшую испытания, должны быть получены гигиеническое свидетельство, выдаваемое органами Госкомсанэпиднадзора, и сертификат соответствия, выдаваемый органами Госстандарта.

С инженерно-технической точки зрения область применения децентрализованных водоочистных установок в первую очередь должна охватывать медицинские и детские учреждения, предприятия пищевой промышленности и общественного питания, а также тех потребителей, для которых требуется питьевая вода повышенного качества. При этом, однако, необходимо сервисное обслуживание установок, осуществляемое производителем или специализированным предприятием.

В тех случаях, когда качество водопроводной воды может быть существенно улучшено за счет технического перевооружения водоочистной станции и не ухудшается при транспорте по сети, т.е. когда эти мероприятия не требуют существенных затрат, широкое использование децентрализованных установок по технико-экономическим соображениям не оправдано.

В условиях же, когда для обеспечения доброкачественной питьевой воды требуется значительная реконструкция централизованной водоочистной станции, особенно, если при этом необходима существенная санация водопроводной сети, то широкое использование децентрализованных очистных установок, как временная мера, может быть оправдано, с учетом приоритетности их внедрения, указанной выше.

При этом, однако, повышение качества питьевой воды, подаваемой централизованно, должно всегда оставаться важнейшей задачей.

Moreover, the results of tests carried out in this country and abroad show that every decentralized treatment unit has a definite effectiveness in removing various pollutants, which decreases with exhausting resource. No unit is universal and should not be used to remove pollutants which have not been tested in a laboratory approved by the State agency.

Every tested unit must have a hygienic certificate, issued by an agency of the State Sanitary Control Committee (Goskom-sanepidnadzor), and a certificate of compliance, issued by the State Standards agency (Gosstandart).

From engineering point of view the field of application of decentralized treatment units must primarily cover medical and children's institutions, undertakings of food industry and public nutrition, as well as those consumers who need drinking water of higher quality. However, the units require maintenance service, done by their manufacturers or by specialized undertakings.

In cases when the quality of tap water can be substantially improved by engineering rehabilitation of treatment plant and is not deteriorated on transportation through the distribution network, i.e. when these measures do not require substantial sanitation of the distribution network, the wide use of decentralized treatment units can be warranted as a temporary measure.

The priority of their implementation as mentioned above should be followed.

However, an improvement of drinking water quality in centralized systems must always remain the most important problem.

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ
ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛЬНЫХ
СРЕДСТВ ОКИСЛЕНИЯ

*Д. Петерзон, доктор
Берлинское водное предприятие
Отдел лаборатории*

ТЕЗИСЫ

Сегодня еще нельзя отказаться от применения дезинфицирующих средств при обработке питьевой воды из-за скудных ее запасов, что обуславливает необходимость использования водных источников низкого санитарного качества.

Уже с начала века для предотвращения вспышек эпидемий из-за плохой питьевой воды во все большем объеме применяется ее хлорирование.

Но постоянно поднимается, и не только потребителем, вопрос, оказывает ли на человека вредное воздействие дезинфекция питьевой воды.

Раньше на первом плане стоял вопрос об острой токсичности хлорирования. Сегодня, благодаря многолетнему опыту, он может быть снят, но его сменила другая проблема - как влияет на здоровье человека длительное, хроническое употребление побочных продуктов, возникающих в питьевой воде при ее дезинфекции. Об этом заставляет задуматься то обстоятельство, что мы всю жизнь подвергаемся их воздействию и они могут накапливаться и передаваться последующему поколению.

В рамках оценки побочных продуктов от дезинфекции воды возможны следующие, важные с медицинской точки зрения влияния:

- канцерогенность;
- мутагенность;
- тетрагенность;
- токсичность для эмбрионов;
- повреждения органических структур и энзимных систем;
- иммунотоксичность (1).

Санитарно безупречную питьевую воду можно получить путем ее дезинфекции. Согласно распоряжению о питьевой воде (TVO) от 5 декабря 1990 года (2) для этой цели допустимы:

1. хлор и хлоросодержащие продукты, как, например, гипохлорид натрия, кальция и магnezия, а также хлорная

WATER TREATMENT BY-PRODUCTS WHEN
USING STRONG OXIDIZERS

*Ph.d. D.Petersohn
Berlin Water Enterprise
Laboratory Dpt.*

SUMMARY

Today we cannot decline usage of disinfectants when processing potable water because of its scarce resources that force us to intake water of poor sanitation quality.

From the very beginning of the century chlorination of drinking water has been applied to fight epidemic outbursts. However a constant question has been raised all the time, and not only by the consumers, whether disinfection of potable water exerts harmful effect on human health. For the first time toxicity of chlorination was the concern now declined because of the long-term experience.

Today attention is being paid to the problem of the by-products from water chlorination. The thinking is set because we accumulate the harmful substances during the whole life and they can be conveyed even to the next generation.

When evaluating the water disinfection by-products the following influences are essential from the medical point of view:

- carcinogenic;
- mutagenic;
- tetragenic;
- embryotoxicity;
- damage of organic structures and enzymatic systems
- immunotoxicity.

Irreproachable drinking water from the sanitation standpoint can be obtained with the help of disinfection. According to the drinking water decree (TVO) from December 5, 1990 the following disinfectants are permitted:

-chlorine and products containing it, such as sodium, calcium or magnesium hypochlorite

известь;

2.диоксид хлора;

3.озон

Высококачественная дезинфекция питьевой воды с помощью окисляющих химических средств возможно только при наличии:

-эффективных мер защиты водоемов, сводящей до минимума природных органических субстанций, которые образуются в водоемах путем фотоассимиляции в зависимости от наличия питательных веществ (ограничение эвтрофии);

-эффективных мер обработки и удаления природных макромолекулярных органических соединений, по крайней мере настолько, чтобы до достаточной степени уменьшить редуccionный потенциал дезинфицируемой воды.

Согласно классическим исследованиям механизма умерщвления микроорганизмов в воде 100 % успех зависит не столько от химического состава окисляющих средств, сколько от окислительно-восстановительного потенциала, установившегося в воде после их добавки и значения pH. От этого зависит инактивация бактерий в воде, поскольку благодаря этому потенциалу блокируется ферментная система бактерий.

Экспериментально доказано, что процент умерщвления Коли-бактерий в воде находится не в прямой связи с применяемой дозой дезинфицирующих средств, а с уровнем окислительно-восстановительного напряжения, устанавливающегося в течение достаточно длительного времени.

Предпосылкой для инактивации бактерий вследствие этого является установка достаточно высокого уровня окисления среды в дезинфицируемой воде. Но последнее достигается лишь при условии, когда концентрация подавляющих химических субстанций в этой воде достаточно низка.

and also bleaching powder,

-chlordioxide;

-ozone.

However high results from disinfection of potable water with chemical oxidizers can be achieved in case:

-effective eutrophication control has been provided in the water bodies

-effective processing and removal of natural macromolecular organic compounds has taken place to decrease the redox (reduction-oxidation) potential of the water at least to a satisfactory stage.

According to the results of classical research, on killing process of microorganisms in water 100 % success depends not as much on the chemical contents of the oxidizers as on the redox potential after their application and the pH factor.

Inactivation of bacteria in water takes place due to the blocking effect of their enzymatic system. It has been experimentally proved that the killing percentage of Coli bacteria in water is directly related not with the dosage rate of the disinfectants but with the level of the redox stress.

So providing satisfactory high oxidation level of the media is the main precondition for bacteria inactivation in water. However the latter can be achieved only in case the concentration of the suppressing chemical substances is rather low.

ОПЫТ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*С.И.Плитман д.м.н.,
Н.В.Тулакина к.м.н.,
М.В.Малышева к.м.н.,
Московский НИИ гигиены
им. Ф.Ф.Эрисмана*

Существующая система контроля за качеством питьевой воды основана на определении регламентируемых санитарным законодательством компонентов. Ограничения объективности такого контроля связаны с несовершенством возможностей аналитических методов, способностью ряда компонентов трансформироваться, а также затруднениями оценки токсичности комплекса загрязнений, отличающихся направленностью действия и классом опасности. В этих условиях интерес представляет биотестирование как интегральный индикатор токсичности воды.

В своем сообщении мы остановимся на использовании для соответствующей цели трех биотестов: дегидрогеназная активность *E.Coli*, степень мембраноповреждающего действия *E.Coli*, цитотоксический эффект на культуре ткани карциномы гортани человека и почек обезьян.

В основе метода определения дегидрогеназной активности *E.Coli* лежит способность некоторых индикаторов приобретать стойкую окраску при переходе из окисленного состояния в восстановленное. В качестве чувствительного индикатора на дегидрогеназы применяется метиленовый синий, критерием активности фермента служит время обесцвечивания индикатора (А.В.Беспамятнова, 1972).

Оценка токсичности воды по интенсивности мембраноповреждающего действия *E.Coli* основана на том, что при воздей-

ствии ряда веществ на соответствующий микроорганизм может нарушаться структурно-функциональное состояние его плазматической мембраны. Интенсивность действия оценивается по выходу в среду инкубации нуклеотидов и регистрируется по изменению светопоглощения при длине волны 260 нМ (О.В.Гудзь, 1991).

Токсичность воды с помощью многослойных перевиваемых клеточных культур карциномы гортани человека и клеток печени обезьян оценивается по цитотоксическому эффекту в динамике клеточной пролиферации, жизнеспособности клеток, их репродуктивной способности (В.П.Тулчинская, 1982).

Оценка токсичности водопроводной воды с помощью указанных выше биотестов проводилась параллельно с санитарно-химическим контролем. Изучалась нативная водопроводная вода, вода доочищенная с помощью фильтрующих бытовых устройств, а также вода, в которую добавляли специфические загрязнения.

Нативная водопроводная вода характеризовалась следующими показателями: запах и привкус – 0 баллов, остаточный хлор – 0, перманганатная окисляемость – 0,9 – 2,9 мг О/л, общая жесткость 1,2 – 2,1 мг-экв/л, азот аммонийный – 0,16 – 1,22 мг/л, нитриты – 0,003 – 0,015 мг/л, нитраты – 0,45 – 0,9 мг/л, общее железо – 0,2 – 0,7 мг/л, алюминий – 0,03 – 0,05 мг/л. Дегидрогеназная активность *E.Coli* при воздействии 12 на культуру (плотность 10 клеток/мл), оцениваемая по времени обесцвечивания метиленовой сини, колебалась в пределах 50 – 60 минут.

При содержании в питьевой воде свинца на уровне 0,1 мг/л (3 ПДК) интенсивность дегидрогеназной активности снижалась (время обесцвечивания метиленовой сини увеличивалось до 75 минут), а при концентрации 1,0 мг/л (30 ПДК) до 90 минут.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ПИТЬЕВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ С УЧЕТОМ
ПРИРОДООХРАННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ
И ПРАВОВЫХ НОРМ

*к.г.-м.н. Хордикайнен М.А.
к.г.-м.н. Гродзенский В.Д.
Всероссийский научно-исследовательский
институт гидрогеологии и инженерной
геологии (ВСЕГИНГЕО)*

Подземные воды представляют собой ценнейшее полезное ископаемое, широко распространенное на территории России, использование которого возрастает из года в год для водоснабжения населения, орошения земель, промышленно-технического водоснабжения, обводнения пастбищ, для лечебных целей (минеральные воды), в качестве теплоэнергетического источника (термальные воды), в виде сырья для извлечения ценных компонентов (промышленные воды).

Использование пресных подземных вод для водоснабжения в условиях нарастающего ухудшения качества поверхностных вод имеет целый ряд преимуществ, обусловленных их большей устойчивостью к воздействию климатических факторов, защищенностью от загрязнения, стабильностью качества во времени, возможностью получения воды при меньших затратах при расположении водозаборов вблизи потребителей. Во многих случаях подземные воды являются не только альтернативным, но и единственно возможным источником водоснабжения, как для населения городов и поселков, так и, особенно, для сельскохозяйственного водоснабжения. Отметим, что к таким территориям относится область распространения многолетнемерзлых пород, занимающая более 70% площади России, характеризующаяся полным или частичным отсутствием поверхностных источников водоснабжения в холодное время года, а также полузасушливые территории ряда регионов Северного Кавказа, Нижнего Поволжья и юга Западной Сибири.

Подземные воды обеспечивают более 85% сельского населения и почти 60% — городского. Более 60% городов России имеют централизованные подземные источники водоснабжения, потребность в собственно коммунальных нуждах в городах пок-

THE PERSPECTIVES OF RUSSIA
IN USING GROUNDWATER FOR DRINKING
WATER SUPPLY TAKING INTO ACCOUNT
THE ENVIRONMENTAL LIMITATIONS
AND LEGAL REGULATIONS

*Dr. M. A. Khordikainen,
Dr. V. D. Grodzensky
All-Russian Research Institute
for Hydrogeology and
Engineering Geology (VSEGINGEO)*

Ground water is the most valuable mineral, widely spread in the territory of Russia and the use of which is growing from year to year for water supply of population, irrigation of lands, industrial and technical water provision, pasture irrigation, for medical purposes (mineral water), as a heat-and energy-producing source (thermal water), and as a raw material for extraction of useful components (industrial water).

The use of fresh ground water for water supply in the conditions of increasing deterioration of the quality of surface water has a whole number of advantages due to its higher resistance to an impact of climatic factors, its state of being protected against contamination, stable quality in time, and due to the possibility to obtain water at a lower cost via locating water wells near consumers. In many areas ground water is not only an alternative but also the only possible source of water supply for the population of cities and settlements and especially for agriculture. Such areas include the permafrost zone covering more than 70% of the Russian territory and characterized by a complete or partial absence of surface sources of water supply in cold periods, as well as semi-arid territories of Northern Caucasus, Nizhneye Povolzhije (the area in the downstreams of the Volga River Basin) and Southern West Siberia.

Ground water satisfies the drinking water demands of more than 85% of rural and almost 60% of urban population. Over 60% of cities in Russia have centralized underground sources of water supply covering 35% of municipal water demands in cities. At the

рывается ими на 35%. В настоящее время в среднем на одного городского жителя приходится около 230 л/сутки (экспертная оценка) при разбросе от 80 до 700 л/сутки, на сельского жителя – несколько менее 50 л/сутки. В целом Россия располагает весьма значительными ресурсами подземных вод: на душу населения в год приходится 1218 куб. м (эксплуатационные ресурсы), в том числе в пределах Европейской части – 1050 куб. м.

Рост использования подземных вод для водоснабжения является общемировой тенденцией и его темпы определяются не только промышленным развитием стран, но и потенциальными возможностями их территорий. В общем ряду стран Россия характеризуется относительно низким уровнем использования подземных вод, хотя их потенциальные ресурсы весьма значительны. Общие ресурсы пресных и слабосоленых вод на территории России составляют около 318 куб. км/год, а используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения только 10,3 куб. км/год при общем их водоотборе 13,8 куб. км/год. По состоянию на 1992 год в России зарегистрировано 3200 месторождений пресных подземных вод с общими эксплуатационными запасами 63 млн. куб. м/сутки (23 куб. км/год), из которых эксплуатируется 1235 месторождений. Суммарный водоотбор разведанных и утвержденных запасов в 1992 году составил по России 16,5 млн. куб. м/сутки (6 куб. км/год), что составляет 26,2% их общей величины. Столь существенное различие свидетельствует не только об опережающих темпах разведки запасов по сравнению с их освоением, что само по себе является необходимым условием водного хозяйства, но и об отставании ввода в эксплуатацию разведанных месторождений. Сказанное подтверждается тем фактом, что в России имеется много городов, в том числе крупных, водоснабжение которых осуществляется с использованием поверхностных вод, большей частью загрязненных, в то время как для их водоснабжения разведаны крупные запасы высококачественных подземных вод и дело стоит, главным образом, за изысканием соответствующих ассигнований. В качестве примера можно привести Нижний Новгород (междуречье Течи и Мокши), Архангельск (Перми-

present time on the average about 230 l/day (expert estimate) fall on per capita of urban population, ranging from 80 to 700 l/day, and slightly less than 50 l/day per capita of rural population. In general, Russia has at its disposal rather considerable resources of ground water, amounting to 1218 m³ per capita annually (exploitable resources), including 1050 m³ per capita within the European part.

The increasing use of ground water for water supply is a worldwide tendency. The rates of increase are determined not only by industrial development of countries, but also by potential possibilities of their territories. Among the countries Russia is characterized by a relatively low level of using ground water, though the potential resources of it are rather essential. Total resources of fresh and low-saltish water in the territory of Russia are equal to about 318 km³/year, but only 10.3 km³/year are used for drinking water supply at a total water extraction of 13.8 km³/year. By 1992, 3200 fields of fresh ground water have been registered in Russia with total exploitable reserves of 63 mln.m³ per day (23 km³/year), among which 1235 fields are being exploited. The total water extraction of explored and proved reserves in Russia amounted in 1992 to 16.5 m³/day (6 km³/year), which means 26.2% of their total volume. This rather essential difference points not only to the ahead-occurring rates of exploration of reserves as compared with the development of them, which is just the obligatory condition of water management, but also to the lag of putting the explored fields into exploitation. The above-said is confirmed by the fact that in Russia there are many cities, including large ones, where water supply is provided by using surface water, the major part of which is contaminated, whereas for the water supply of these cities the large reserves of high-quality ground water are explored, and the problem lies, chiefly, only in finding required funds. This can be exemplified by the cities of Nizhnij Novgorod (the interfluvium of Tessa and Moksha Rivers), Arkhangelsk (Permilovskoye field), Kirov (Bystritskoye field), Vladimir (Sudogodskoye field), Vladivostok (Pushkinskoye field), Samara, Uliyanovsk, Stavropol, Kaliningrad, Khabarovsk, Irkutsk, Kemerovo and many others.

ловское месторождение), Киров (Быстрицкое), Владимир (Судогодское), Владивосток (Пушкинское) Самара, Ульяновск, Ставрополь, Калининград, Хабаровск, Иркутск, Кемерово и многие другие.

Помимо водозаборов, работающих на разведанных месторождениях и участках с утвержденными запасами, существует большое количество водозаборов эксплуатирующих подземные воды на участках, где разведочные работы не производились. Суммарный водоотбор этими водозаборами превышает отбор на участках и месторождениях с разведанными и утвержденными запасами и составляет 21,4 млн. куб. м/сутки, из чего следует, что геологической службе России необходимо провести утверждение этих реально эксплуатируемых запасов в установленном порядке.

Степень использования разведанных запасов подземных вод по субъектам Федерации различна. Менее чем на 1% используются разведанные запасы в Архангельской и Кировской областях, от 1 до 10% разведанных запасов извлекается в Амурской области, Дагестане, Иркутской, Костромской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Пензенской, Саратовской, Ярославской областях и Ставропольском крае. Наиболее интенсивно (от 40 до 50%) используются разведанные запасы в Брянской, Липецкой, Тульской, и Челябинской областях, а в Татарии, Свердловской и Мурманской областях их водоотбор превышает 50%. На большей части субъектов РФ подземные воды используются на хозяйственно-питьевые нужды и только в Ивановской, Костромской, Омской, Ярославской областях преобладает использование подземных вод на производственно-техническое водоснабжение (от 56 до 76%); в Калмыкии 34% отбора подземных вод расходуется на обводнение пастбищ.

На большей части Российской Федерации условия водоснабжения в целом благоприятны. В Европейской части распространены артезианские бассейны Восточно-Европейской платформы. В гидро-геологическом разрезе здесь известны высоко водообильные и широко распространенные водоносные горизонты мела, юры, всех отделов палеозоя, кроме кембрия. В результате регионального распространения и высокой водо-

Alongside the water intakes that are functioning at the explored fields and in the areas with proved reserves, there are a lot of water intakes exploiting ground water in the areas where exploratory works have not been carried out. The total water amount extracted by these water intakes exceeds the water amount extracted in the areas and fields with the explored and proved reserves and is equal to 21.4 mln.m³ per day, from which it follows that the Geological Survey of Russia has to implement the proving of these really exploited reserves in an established order.

The explored reservoirs of ground water are used by the territorial regions of Russian Federation (by the subjects of Russian Federation) to a different extent. Less than 1% of the explored reserves are used in the Arkhangelskaya, Astrakhanskaya and Kirovskaya oblasts (regions). From 1 to 10% of the explored reserves are extracted in Amurskaya oblast, Dagestan, Irkutskaya, Kostromskaya, Nizhnegorodskaya, Novosibirskaya, Omskaya, Pensenskaya, Saratovskaya, Yaroslavskaya oblasts and in Stavropolskij kraj. Most intensively (from 40 to 50%) the explored reserves are used in Bryanskaya, Lipetskaya, Tulsckaya and Chelyabinskaya oblasts. In Tatarstan, Sverdlovskaya and Murmanskaya oblasts the extraction of explored reserves exceeds 50%. In the major subjects of Russian Federation on the ground water is used for drinking purposes, and only in Ivanovskaya, Kostromskaya, Omskaya and Yaroslavskaya oblasts there is prevailed the use of ground water for industrial and technical water supply (from 56 to 76%); in Kalmykiya 34% of the extracted ground water are used for irrigation of pastures.

The conditions of water supply are, in general, favourable over the major part of Russian Federation. The European part has artesian basins of the East-European Platform. The hydrogeological cross-section of it contains highly waterbearing and widely spread aquifers of Cretaceous, Jurassic, all series of Paleozoic, except Cambrian. As a result of regional spreading and high water-conductivity of the abovenamed aquifers and complexes in the

проводимости названных водоносных горизонтов и комплексов в условиях интенсивного много-летнего отбора подземных вод для водоснабжения и осушения горных выработок на рассматриваемой обширной территории сформировались большие воронки депрессии, имеющие площадь в десятки и сотни тысяч кв. км и понижения уровня в центре воронок от 80–100 до 600 м (осушение на горных предприятиях КМА). Здесь можно отметить обширные воронки депрессии в Московском регионе (только в пределах Московской области отбирается 5,5 млн. куб. м/сутки), в восточной части Тульской области, где на шахтах Подмосквовного угольного бассейна экстремальные водопритоки достигают иногда 65 тыс. куб. м/час, обширные депрессии от работы водозаборов Орла и Брянска, горных предприятий КМА, по южному берегу Финского залива в результате осушения шахт Ленинградского сланцевого бассейна, и др. Решение вопросов сельско-хозяйственного водоснабжения здесь обычно трудностей не встречает, если не считать отдельных территорий в северной части региона (Новгородская, Вологодская, Костромская, Ярославская области), где распространены слабосоленоватые воды. Сложную проблему представляет и водоснабжение в пределах Балтийского щита (Мурманская область, Карелия), где отсутствуют в разрезе водоносные горизонты, а также в засушливой южной зоне (некоторые регионы Северного Кавказа, Нижнее Поволжье), где подземные воды чаще всего засолены.

В Азиатской части России наиболее благоприятны условия водоснабжения в южной части Сибири и Дальнего Востока, там где отсутствуют многолетнемерзлые породы или мерзлота имеет спорадическое распространение, т.е. южнее 55–56° с.ш., а также на Камчатке и Сахалине. Неблагоприятными условиями характеризуется, как упоминалось выше, область развития сплошной многолетней мерзлоты и засушливая юго-западная часть Западной Сибири, где развиты минерализованные воды.

Качество подземных вод в основном удовлетворяет существующим требованиям, но в пределах урбанизированных территорий с интенсивным развитием промышленности, а также в горнодобывающих районах подземные воды нередко загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами, СПАВ и другими веществами (сброс неочищенных быто-

conditions of intensive and multi-year extraction of ground water for water supply, and dewatering of mine working-outs, large cones of depression have been formed on this territory under study, that have an area of tens and hundreds thousand km² and a decline of water level in the center of cones equal to 80–100m to 600 m (dewatering of mines in the Kurskaya Magnetic Anomaly region). The extensive cones of depression are observed in Moscow region (5.5 mln.m³/day of water are extracted only within Moscovskaya oblast), in the east of Tulsкая oblast, where in the mines of Podmoscovny Coal Basin extreme water inflows reach sometimes 65 ths.m³/hour; extensive depressions are formed due to the work of water intakes of Oryol and Bryansk Cities, mine facilities of Kurskaya Magnetic Anomaly, along the southern coast of the Gulf of Finland as a result of dewatering of mines in the Leningradskij Shale Basin, etc. The solution of the problem of agricultural water supply has no difficulties usually, except some individual territories in the north of the European part (Novgorodskaya, Vologodskaya, Kostromskaya, Yaroslavskaya oblasts), where there is spread low saltish water. Complications with water supply exist within the Baltic Shield (Murmanskaya oblast, Kareliya), where there are no aquifers in the cross-section, as well as in the dry southern zone (some regions of North Caucasus, Nizhneye Povolzhije) where ground water is salinized most often.

The Asian part of Russia has the most favourable conditions of water supply in the south of Siberia and Far East where there are no perennially frozen soils or permafrost has a sporadic spreading, i.e. to the south from latitude 55–56° North, as well as in Kamchatka and Sakhalin. Unfavourable conditions are typical, as it was mentioned above, of the area of continuous permafrost and dry south-western part of West Siberia where mineralized water occurs.

The quality of ground water mainly satisfies the existing requirements, but within the urbanized territories with intensive development of industry, as well as in mining areas the ground water is often contaminated by heavy metals, oil products, SSAS and other pollutants (discharge of untreated municipal and industrial water wastes, filtrates from waste

вых и промышленных стоков, фильтраты с отвалов пустых пород, золоотвалов, шламо- и хвостохранилищ, и т.д.). Отдельно следует рассматривать сельскохозяйственное загрязнение подземных вод, имеющее иногда региональный характер и представленное в основном соединениями азота, в первую очередь нитратами и аммонием, а также различными ядохимикатами. Наибольшим загрязнением нитратами (более нормы ГОСТ 2874-82 - 45 мг/л) характеризуется Башкирия, Кировская область, Калмыкия, некоторые районы Забайкалья, повышенным содержанием нитратов (22-45 мг/л) характеризуется подземные воды Ленинградской, Челябинской, Брянской, Белгородской, Волгоградской областей, Хакасии. Относительно аммонийного загрязнения подземных вод можно констатировать, что практически вся обжитая часть России характеризуется содержанием аммония, по крайней мере в первом от земной поверхности водоносном горизонте, превышающем ПДК (0,5 мг/л). Наиболее загрязненными аммонием (более 1,5 мг/л) являются подземные воды в Пермской, Оренбургской, Челябинской, Омской, Новосибирской, Астраханской, Саратовской областях, на юге Хабаровского края.

До самого последнего времени разведка и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод для водоснабжения, проектирования и эксплуатации водозаборов осуществлялись без учета или с минимальным учетом требований охраны природы. Лишь в последние 5-7 лет этим вопросам стали уделять должное внимание. Отбор подземных вод обуславливает снижение уровня подземных вод, фиксированное на какой-то величине при стационарном режиме работы водозабора, или прогрессирующее - при нестационарном. Снижение уровня подземных вод может вызывать в зависимости от гидрогеологического разреза и взаимосвязи водоносных горизонтов, начиная от грунтового, связанного со стоком рек и растительностью, и кончая более глубокими, содержащими некондиционные воды, различные изменения природных условий: привлечение к водозабору некондиционных - засоленных или загрязненных - вод, из естественных (водоносные горизонты, содержащие соленые воды) или техногенных (очаги техногенного загрязнения) источников; отмирание растительности (в частности, в засушливых

rock dumps, gold heaps, sludge- and tail storages, etc). A separate consideration is required for agricultural contamination of ground water, having sometimes a regional scale and including chiefly nitrogen compounds and, first of all, nitrates and ammonium, as well as different toxic chemicals. The highest contamination by nitrates (higher than allowed by Standard 2874-82 - 45 mg/l) is observed in Bashkiriya, Kirovskaya oblast, Kalmykiya, a few areas in Zabaikaliye. Increased content of nitrates (22-45 mg/l) is found in the ground water of Leningradskaya, Chelyabinskaya, Bryanskaya, Belgorodskaya, Volgogradskaya oblasts and Khakasiya. As concerning ammonium contamination of ground water, one can state that all the lived-in territory of Russia is characterized by the concentrations of ammonium, at least in the first-from-the-surface aquifer, exceeding the maximum allowable level (0.5 mg/l). Of the highest ammonium contamination (more than 1.5 mg/l) is the ground water in Permskaya, Orenburgskaya, Chelyabinskaya, Omskaya, Novosibirskaya, Astrakhan-skaya, Saratovskaya oblasts, and in the south of Khabarovskij krai.

Right by the recent time exploration and evaluation of exploitable reserves of fresh ground water for water supply, designing and exploitation of water intakes have been made with a minimum account or taking no account of environmental requirements. Only during the last 5-7 years the problems of protection of the environment have got an appropriate attention. The extraction of ground water causes a decline of ground-water level that may be fixed at some certain value if the functioning of a water intake is stationary, or progressing, if the functioning is unstationary. The decline of ground-water level can cause different changes of natural conditions, depending on hydrogeological cross-section and interrelations of aquifers beginning from shallow one connected with river runoff and vegetation and ending with deeper aquifers containing non-standard water, i.e.: involving to a water intake non-standard (salted or contaminated) water from natural (aquifers containing salt water) or from anthropogenic (sources of anthropogenic contamination) sources; degradation of vegetation (in particular, in arid regions) - over-drying of agricultural lands, disappearance

регионах) – переосушение сельскохозяйственных угодий, исчезновение болот и (или) уменьшение поверхностного стока при снижении уровня в грунтовом водоносном горизонте, связанном с рекой (имеет место для малых рек); в зависимости от гидрогеологического разреза – при наличии в нем плавунцов, илов, глин в влагонасыщенном состоянии – оседание земной поверхности при сжимании таких прослоев вследствие их осушения и снятия (уменьшения) гидростатического давления, а при наличии карстующихся пород – возникновение (усиление) карстово-суффозионных процессов. При эксплуатации береговых (инфильтрационных) водозаборов при повышенной мутности (50–100 и более мг/л) воды в реке может наблюдаться физическая кольматация русел рек, особенно, если сток такой реки выше водозабора зарегулирован.

Учитывая развитие производительных сил, а также то, что в условиях прогрессирующего загрязнения поверхностных вод отбор подземных вод, в частности для питьевого водоснабжения, будет увеличиваться, в современных условиях разведку и оценку запасов подземных вод и их эксплуатацию можно проводить только с учетом природоохранных ограничений, каковыми, например, является предельно допустимое понижение уровня грунтовых вод, предельный «ущерб» стоку рек по местной гидрографической сети, и т.д., для чего должны быть разработаны соответствующие нормативные документы, учитывающие гидрогеологические, технико-экономические и природоохранные факторы.

Отсутствие наблюдений за влиянием отбора подземных вод на окружающую среду и невнимание к этой проблеме со стороны местных органов власти, правоохранительных органов и эксплуатирующих организаций определяется как тем обстоятельством, что такое влияние не приводит пока к тяжелым экономическим и демографическим последствиям, так и отсутствием до самого последнего времени правового регулирования и юридической ответственности за ущерб природе. Как указывает Комитет по водным проблемам Европейской экономической комиссии Экономического и Социального Совета ООН, издержки, связанные, например, с загрязнением подземных вод, должны покрываться предприятиями-загрязнителями,

of swamps and (or) decrease of surface runoff with a decline of water level in shallow aquifer connected with a river (a case for small rivers); in the cases when hydrogeological cross-section contains quicksands, silts and clays in a moisture-saturated state – a subsidence of the earth's surface caused by the compaction of the above beds due to dewatering and release (reduction) of hydrostatic pressure, and in the cases when the hydrogeological cross-section contains karstifying rocks – appearance (intensification) of karst-suffosional processes. The exploitation of river-shore (infiltration) water intakes at an increased turbidity of water (50 to 100 mg/l and more) may cause the physical colmatage of the river-bed, especially when the run-off of such river is regulated above the water intake.

Taking into consideration the development of productive forces and the fact that in the conditions of progressing contamination of surface water, the extraction of ground water, and in particular for drinking water supply, will grow, the exploration, evaluation and exploitation of ground-water reserves should be carried out today only following the environmental limitations, such as, for example, maximum allowable drawdown of shallow ground water (phreatic water) level, a limiting «damage» to river runoff over local hydrographic network and so on. For this purpose, appropriate regulatory documents must be worked out which would take into account the hydrogeological, technical, economic and environmental factors. The existing situations when no observations over the impact of ground-water withdrawal upon the environment are made and no attention is paid to this problem from the side of local authorities, legal agencies and of water-consuming organizations, are explained by the circumstances that this impact does not result yet in serious economic and demographic consequences, and by absence, by the very recent time, of legislative regulation and juridical responsibility for damages brought to the nature. As it is stated by the EEC Water Problems Committee of the U.N. Economic and Social Council, the expenses connected, for example, with contamination of ground water, must be covered by contaminant-producing enterprises. The ways of covering should include all possible economic means which would enable reduction and prevention

причем следует рассматривать все возможные экономические средства, которые влияют на уменьшение и предотвращение ущерба, а также меры связанные с ликвидацией последствий критических ситуаций, вызванных загрязнением или чрезмерной эксплуатацией подземных вод. Наряду с правовыми средствами, экономическими стимулами и техническими критериями необходимо создавать соответствующую эффективную систему разрешений и наказаний, которая действовала бы под контролем компетентных органов и предусматривала бы большую ответственность за экологические потери, чем действующая в настоящее время. Она должна стимулировать принятие превентивных мер, побуждающих эксплуатационников, потребителей и местные власти контролировать любую деятельность, которая может привести к ухудшению качества и уменьшению количества (истощению эксплуатационных запасов) подземных вод. Комитет по водным проблемам считает, что разрешения на разведку и оценку запасов подземных вод должны выдаваться отдельно от разрешения на отбор или использование подземных вод из-за функциональных различий между бурением скважины и крупномасштабной эксплуатацией подземных вод. Разрешение на разведку должно быть краткосрочным, а на эксплуатацию – включать требования к соблюдению охраны окружающей среды. Как известно, действующим законодательством РФ (принятое 6. Верховным Советом «Положение о лицензировании») принят иной подход – лицензия на разведку и эксплуатацию одина.

Для любых проектов извлечения воды из земных недр и особенно тех, которые, как предполагается, окажут отрицательное воздействие на водоносные горизонты, следует проводить оценку с целью определения возможного влияния проекта на окружающую среду, водный режим и качество воды. Оценка последствий следует продолжать и в ходе строительства и эксплуатации объектов, чтобы иметь информацию о любом отрицательном воздействии на окружающую среду или запасы подземных вод до, в течение и после использования их в народном хозяйстве. Причем такую оценку следует проводить на начальном этапе планирования возведения объекта и систематически применять ко всем вариантам в отношении места и времени осуществления проекта.

of damage, as well as the measures to liquidate the consequences of critical situations caused by contamination or over-exploitation of ground water. Besides the legislative means, economic stimuli and technical criteria, it is necessary to create an appropriate effective system of permissions and penalties that would be controlled by competent authorities and provide for higher responsibility for environmental losses, than that which is existing today. This system must stimulate taking preventive measures that would impel the operators, consumers and local authorities to control any activity which can lead to a deterioration of quality and decrease of amount (depletion of exploitable reserves) of ground water. The Water Problems Committee considers that permissions for exploration and evaluation of ground-water reserves must be given separately from the permissions for extraction or use of ground water, because of functional differences between drilling of a test and large-scaled exploitation of ground water. The permission for exploitation must be short-term, and that for exploitation must include the requirements of environmental protection. However, as it is known, the acting Law of Russian Federation («Enactment on Licencing», approved by the Supreme Soviet) approves another approach, i.e. licence for exploration and for exploitation is the same.

It is necessary to make a preliminary estimation for any projects of water extraction from the subsurface and especially for those which are supposed to have an adverse influence on aquifers, in order to determine a possible impact of projects on the environment, water regime and quality of water. The estimation of consequences should be continued also in the course of construction and exploitation of water objects, in order to have the information on any negative affect on the environment of ground-water reserves before, during and after the use of them. And such estimation should be carried out at the starting step of planning of an object and regularly applied to all variants of location and realization of projects. The results of the estimation must be taken into account while making decisions.

Результаты процедур оценки должны учитываться при принятии решений. Систематические прогнозы по осуществлению проектов компетентными органами должны обеспечить соблюдение условий защиты окружающей среды и подземных вод. Исследование перспектив и прогнозы (как количественных, так и качественных аспектов водопользования) извлечения воды из недр, использования, потребления и сброса подземных вод и экологических последствий должны основываться не только на экстраполяции прошлых тенденций, но также и учитывать предполагаемый эффект от мер контроля, экономического стимулирования и других административных мер, осуществляемых или планируемых в целях защиты окружающей среды и подземных вод. Задачи планирования и особенности долгосрочного планирования должны заключаться не только в разработке и использовании ресурсов подземных вод и мероприятий по охране среды, но и служить защите этих ресурсов во все возрастающей степени.

Вместе с тем, в вопросах охраны окружающей среды при эксплуатации подземных вод необходимо оставаться на реалистичных, прагматических позициях. С конца 80-х годов нам пришлось столкнуться с резкой оппозицией строительству и эксплуатации водозаборов подземных вод со стороны местного населения и даже, правда, в меньшей степени, местных властей. Это наблюдалось по вопросу строительства и эксплуатации Судогодского водозабора (общие запасы 130 тыс. куб. м/сутки) для водоснабжения Владимира, Пермилловского водозабора (350 тыс. куб. м/сутки) для Архангельска, Быстрицкого водозабора (200 тыс. куб. м/сутки) для водоснабжения Кирова и многих других. Местное население во всех этих случаях резко восставало против строительства водозаборов, не принимая во внимание все расчеты и рекомендации специалистов. Забота жителей о сохранности экологической обстановки в местах постоянного проживания понятна, однако следует иметь в виду, что любая хозяйственная деятельность, связанная с природой, приносит и будет приносить окружающей среде определенный ущерб, и задача специалистов разных отраслей знаний сводится, во-первых, к минимизации этого ущерба, и, во-вторых, к его экономической приемлемости. Если речь не идет конкретно о здоровье людей, вопрос решают

Regular predictions on project realization, made by competent agencies, must provide keeping the conditions for protection of the environment and ground water. The study of perspectives and predictions (of both quantitative and qualitative aspects of water use) of extraction, use, consumption and discharge of ground water and the related environmental consequences must be based not only on extrapolation of past tendencies, but it must take into consideration an expected effect from the measures of control, economic stimulation and other administrative actions, made or planned to be made for the aim to protect the environment and ground water. The goals of planning, and especially long-term one, must lie not only in the development and use of ground-water resources and measures on environmental protection, but also provide an ever increasing protection of these resources.

At the same time, it is necessary to solve the problems of environmental protection while exploitation of ground water on realistic and pragmatic positions. Since 1980s we have had to face the sharp opposition to the construction and exploitation of ground-water intakes from the side of local population and even, though to a lesser extent, of local authorities. Such situation happened with the construction and exploitation of Sudogodsky water intake (total reserves are 130 ths.m³/day) for water supply of Vladimir, the Permillovsky water intake (350 ths.m³/day) for Arkhangelsk, Bystritsky water intake (200 ths.m³/day) for water supply of Kirov and many others. The local population in all above-listed cases strongly revolted against the construction of water intakes, not paying any attention to all calculations and recommendations made by specialists. Of course, the trouble of people about the preservation of environmental situation in the sites where they live, is understandable, but one should take into consideration that any economic activity, connected with the environment, brings and will bring to it a certain damage, and the objective of the specialists, dealing with different branches of knowledge, is, first, to minimize this damage and, second, to make it economically acceptable. If the question concerns not concretely the health of people, then not hydrogeologists, ecologists

не гидрогеологи, экологи, гидрологи, а экономисты. Местное население, естественно, не должно нести никаких потерь от эксплуатации подземных вод путем организации водоснабжения, электроснабжения, возможно, полива зеленой растительности на участке водозабора, и все эти расходы должны быть включены в смету затрат при строительстве. Возможно строительство небольших камне-набросных плотин для руслового регулирования стока местных речек выше участка водозабора, а в самые маловодные периоды – пополнение реки подземными водами. Но наличие какого-то, как правило минимального ущерба окружающей среде (на территории России примеры явного негативного влияния на окружающую среду водозаборов пресных подземных вод для питьевого водоснабжения практически неизвестны), с нашей точки зрения, не может служить аргументом для отказа от строительства водозабора вообще. При таком подходе к проблеме водоснабжение подземными водами окажется вообще невозможным и придется повсеместно переходить к использованию речных вод, как правило, весьма низкого качества. И этот вопрос должен быть урегулирован принятием соответствующих законодательных актов.

В заключение отметим, что на основной части России ситуация с водоснабжением подземными водами является благополучной, за исключением прогрессирующего загрязнения соединениями азота и ядохимикатами. Гораздо хуже обстоит дело в промышленных и горно-промышленных районах, где техногенное влияние сказывается на качестве подземных вод самым негативным образом. Ведущая роль в загрязнении подземных вод принадлежит химическим и нефтедобывающим предприятиям (российская часть Донбасса, Кузбасс, Урал, Татария, Башкортостан, Приангарье, районы Центральной России и др.). Поэтому мониторинг питьевых вод и мероприятий по защите подземных вод должны быть в центре внимания геологической службы, органов охраны природы и других правительственных структур.

and hydrologists, but economists solve the problems. Local population must not, naturally, have any losses from the exploitation of ground water via arrangement of water supply, electricity supply, possibly irrigation of green vegetation in a water intake area – all these costs must be included in cost estimates of construction. It is possible to build small stonepiled dams for river-bed regulation of runoff local streams above the area of a water intake, and during very low-water periods to make replenishment of river by ground water. Nevertheless, the availability of some and, as a rule, minimal damage to the environment (on the territory of Russia the cases of apparant adverse influence on the surroundings of fresh water intakes for drinking water supply are actually not known), to our opinion, cannot serve as argument for the removal from the construction of water intakes at all. Such approach to the problem may, in general, make impossible to use ground water for water supply, and one will have to use river water that is usually of a rather low quality. This question must be settled by approving appropriate legislative acts.

In conclusion, it should be noted that the situation with the water supply by ground water is in the major part of Russia favourable, except progressing contamination by nitrogen compounds and toxic chemicals. Much worse is the matter in the industrial and mining-industrial regions, where an anthropogenic impact affects the quality of ground water most strongly. The leading role in contamination of ground water belongs to chemical and oil-producing enterprises (the Russian part of Donbass, Kuzbass, Ural, Tatariya, Bashkortostan, Priangariye, the areas of Central Russia and others). Therefore, monitoring of drinking water and measures on protection of ground water must be in the center of attention of the Geological Survey, environmental institutions and governmental structures.

О КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ
В СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Ческис А.Б., д-р техн. наук,
ВНИИСтандарт,
Подлепа С.А., канд. техн. наук, ВНИИСтан-
дарт,
Рахманин Ю.А., чл.-корр. РАМН,
д-р мед. наук, НИИ ЭЧиГОС,
Михайлова Р.И., канд. мед. наук,
НИИ ЭЧиГОС,
Роговец А.И.,
Госкомсанэпиднадзор России*

Актуальность проблемы совершенствования контроля качества воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения обусловлена существенным расширением номенклатуры контролируемых показателей, ростом требований к достоверности и надежности результатов анализов, а также социальной значимостью задач обеспечения населения качественной питьевой водой.

Основопологающими положениями при формировании оптимальной системы контроля качества питьевой воды являются состав и классификация контролируемых параметров, нормативно-методическое обеспечение процедур контроля и рациональный выбор планов контроля.

Базовым документом, определяющим номенклатуру контролируемых показателей качества питьевой воды, является «Руководство по контролю качества воды» Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

В соответствии с рекомендациями новой редакции этого Руководства (1992 год) осуществляется пересмотр национальных стандартов в большинстве стран мира, в том числе в России. Включение в сферу контроля большого числа антропогенных загрязнений с высокой токсичностью обуславливает повышенные требования к чувствительности и специфичности технических средств и методов контроля, необходимость применения современных хроматографов и атомно-абсорбционных спектрофотометров для определения безопасности и безвредности питьевой воды.

WATER QUALITY CONTROL
SYSTEM IN CENTRALIZED WATER
SUPPLY SYSTEMS

*A.B. Cheskis, Dr.Sc.(Tech.),
VNIStandart,
S.A. Podlepa, Dr.Sc.(Tech.),
VNIStandart,
J.A. Rakhmanin, Correspondent member
of the Russian Academy of Medical
Sciences, Dr.Sc.(Med.), NII EChandGOS,
R.I. Mikhailova, Dr.Sc.(Med.), NII EChandGOS,
A.I. Rogovets, State Committee for Sanitary
and Epidemiological Supervision of Russia*

The problem of drinking water quality control improvement has in the last years drawn increased attention of international and national bodies, enterprises and specialists.

The system of drinking water quality control is basically developed by the World Health Organization (WHO), which continuously improves «The Guidelines for Drinking-Water Quality» including in it a wide range of permissible pollutions with anthropogenic toxic products.

The International Organization for Standardization (ISO) develops within Technical Committee «Water Quality» (TC 147) a set of international standards specifying methods for water quality control.

Along with ISO standards the various scientific organizations and societies in many industrially developed countries prepare and implement national documents specifying methods for water quality control with the usage of technical means of control produced within the country and available for consumers.

Methodical aspects of drinking water quality control are currently specified in Russia by the state standards covering the nomenclature of the main types of pollutions, permissible concentrations of which are specified in the valid GOST 2874-82.

The problem of metrological evaluation of control procedures remains still urgent both for new methods of water quality control and the traditional ones.

The considerable increase of drinking water quality indicators under control, which finds reflection in the up-to-date and advanced international recommendations of the WHO and

Важными элементами нормативно-методического обеспечения контроля качества питьевой воды являются международные стандарты ИСО/ТК 147.

Программные документы по стандартизации предусматривают разработку на их основе ряда государственных стандартов России (ГОСТ Р), которые в сочетании с действующими и разрешенными к применению методиками позволят в основном охватить всю номенклатуру подлежащих контролю показателей качества питьевой воды.

Вместе с тем остаются нерешенными вопросы метрологической аттестации большинства методик, обеспечения точности и воспроизводимости результатов анализов.

Особое значение в современных условиях приобретает рациональное планирование системы контроля. Целевая установка этой задачи состоит в обеспечении достаточной полноты и надежности контроля при ограничении материальных и трудовых затрат. Для достижения указанной цели предлагается установить дифференцированные по содержанию и периодичности сокращенный, общий физико-химический и специальные виды контроля.

При сокращенном контроле определяются индикаторные показатели эпидемиологической безопасности питьевой воды, ее органолептические показатели и наиболее просто оцениваемые физико-химические характеристики. Общий физико-химический контроль предусматривает определение традиционных показателей химического загрязнения воды, а специальные виды контроля — наиболее сложно определяемые показатели загрязнения канцерогенными и мутагенными соединениями и радиоактивными изотопами.

Планы контроля качества воды в системах водоснабжения устанавливаются в виде соответствующих рекомендаций по периодичности отбора проб и проведения анализов, в зависимости от вида источника водоснабжения, места отбора проб, вида анализа и численности населения, обслуживаемого данной системой водоснабжения.

Организационными указаниями предусматривается возможность широкого варьирования частотой отбора проб, в зависимости от результатов обследования и контро-

national documents of the majority of industrially developed countries including Russia, makes it urgent to set up a sound system for water quality control in the centralized water supply systems.

In this context the global experience and national practice require to use a differential approach to water quality analysis on the basis of a sound system operating in the field of water supply.

This system specified in the new draft state standard of Russia «Water Quality. Drinking Water Quality Control».

The problem of drinking water quality control improvement in the centralized water supply systems has in the last years drawn increased attention of international and national bodies, enterprises and specialists responsible for public health protection and those dealing with water supply.

This is, primarily, due to continuously increased pollution of water supply sources with anthropogenic high-toxic products and numerous data on damage caused to human health as a result of consumption of poor-quality water containing chemical and biological pollutions.

The system of drinking water quality control is basically developed by the WHO, which continuously improves «The Guidelines for Drinking-Water Quality» including in it a wide range of permissible pollutions with anthropogenic toxic products, organic carcinogenic and mutagenic compounds, heavy metals, disinfection products, etc. The International Organization for Standardization (ISO) develops within TC 147 «Water Quality» a set of international standards specifying methods for water quality control covering a nomenclature of the main types of pollution. Along with ISO standards the various scientific organizations and societies in many industrially developed countries prepare and implement national documents specifying methods for water quality control with the

ля источника водоснабжения, что позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость контроля при обеспечении его достаточной достоверности и надежности.

Проблема совершенствования контроля качества питьевой воды в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения привлекает в последние годы усиленное внимание международных и национальных органов, предприятий и специалистов, ответственных за охрану здоровья населения и непосредственно занятых в сфере хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Это обусловлено, в первую очередь, постоянно фиксируемыми фактами интенсивного загрязнения источников водоснабжения антропогенными продуктами с высокой токсичностью и многочисленными данными об ущербе, наносимом здоровью населения в результате потребления недоброкачественной воды, содержащей химические и биологические загрязнения.

Базовые основы развития систем контроля качества питьевой воды формируются ВОЗ, которая активно проводит работу по совершенствованию «Руководства по контролю качества питьевой воды», включая в него широкий круг нормативов по предельно допустимым концентрациям загрязнений питьевой воды антропогенными токсичными продуктами, в том числе органическими соединениями, обладающими канцерогенным и мутагенным действиями, тяжелыми металлами, продуктами дезинфекции и др. В свою очередь, Международная организация по стандартизации (ИСО) силами технического комитета «Качество воды» (ТК 147) осуществляет разработку комплекса международных стандартов, регламентирующих методы контроля качества воды с охватом основной номенклатуры нормируемых видов загрязнений. Наряду со стандартами ИСО, во многих промышленно развитых странах мира различными научными организациями и обществами разрабатываются и внедряются национальные документы по методам контроля качества питьевой воды, ориентированные на использование технических средств контроля, производимых в конкретной стране и доступных

usage of technical means of control produced within the country and available for consumers. Besides, the national regulatory and normative documents make it possible to practically use a list of procedures, specified in national documents, controlling drinking water quality and water from supply sources. The procedures of EPA, ESTM and SM in the USA, the preferential usage of which is specified by «Manual for the Certification of Laboratories Analyzing Drinking Water», can be given as an example.

Methodical aspects of drinking water quality control are currently specified in Russia by the state standards covering the nomenclature of the main types of pollutions, permissible concentrations of which are specified in the valid GOST 2874-82. Besides, a wide list of procedures developed by the organizations of the State Committee for Hydrometeorology, the State Committee for Nature, the State Committee for Fishery, etc, as well as the unified methods for water quality control specified by the former CMEA bodies are allowed for temporary usage (to 1995) to control quality of surface waters including water fishing facilities with account of requirements to quality comparable with that of drinking water. The Table 1 gives consolidated data on the possible usage of water quality control procedures as specified by normative documents to analyze conformity of drinking water with the up-to-date hygienic requirements in the centralized water supply systems.

The main trend in the development and improvement of control methods for drinking water quality with a greater number of indicators under control is in the usage of the up-to-date means of quantitative chemical analysis, in particular, chromatographic equipment to determine pollution with organic compounds and nuclear-absorption spectrophotometers to determine concentrations of a wide range of metals in water. But the problem of metrological evaluation of control procedures remains still urgent both for new methods of water quality control and the traditional ones.

для их потребителей, причем национальными директивными и нормативными документами предусматривается разрешение на использование определенного перечня регламентированных методик в практике контроля качества как питьевой воды, так и воды источников водоснабжения. В качестве примера можно указать на применение в США методик EPA, ESTM и SM, предпочтительное использование которых установлено документом «Manual for the Certification of Laboratories Analyzing Drinking Water».

В России в настоящее время методические аспекты контроля качества питьевой воды установлены в государственных стандартах, охватывающих номенклатуру основных видов загрязнений, нормативы предельно допустимых концентраций для которых регламентированы действующим ГОСТ 2874-82. Кроме того, для контроля качества поверхностных вод, включая водные объекты рыбохозяйственного назначения с уровнем требований к качеству, близким к питьевой воде, допускается временно (до 1995 года) использовать широкий перечень методик, разработанных организациями Госкомгидромета, Госкомприроды, Минрыбхоза и др., а также унифицированных методов контроля качества воды, регламентированных органами бывшего СЭВ. В таблице 1 приведены сводные данные о возможности применения типовых методик контроля качества воды, регламентированных действующими нормативными документами, для анализа соответствия современным гигиеническим требованиям питьевой воды в централизованных системах водоснабжения.

Основная тенденция развития и совершенствования методов контроля качества питьевой воды, с учетом расширения номенклатуры контролируемых параметров, состоит в применении современных средств количественного химического анализа, в частности, хроматографического оборудования для определения загрязнений органическими соединениями и атомно-абсорбционных спектрофотометров для определения концентраций в воде широкого круга металлов. Вместе с тем, как для вновь внедряемых, так и для традиционных методов контроля качества воды остается весьма актуальной проблема метрологической аттестации методик контроля, гарантирующих достоверность и воспроизводимость результатов контроля.

In context with the specific types of documents mentioned in Table 1 it should be stated that the majority of standards for control methods lack metrologically justified and reproducibility of analysis results. Certain laboratories and testing centres with their own expertise and participation of metrological institutes of Gosstandart of Russia have evaluated a part of standardized procedures, but it did not result in inclusion of appropriate metrological characteristics in standards as specified.

Procedures for water quality control (RD 52...) specified in documents developed by the Hydrochemical Institute under the State Committee for Hydrometrology meet in the greatest extent the requirement of measurement assurance as they contain all procedures for the verification of accuracy of determinations.

As for procedures specified by the ISO international standards, they, as a rule, contain required metrological characteristics of accuracy and reproducibility of analysis results, which are determined during the interlaboratory experiments according to general metrological principles as specified in appropriate documents of ISO. However, the practical usage of the ISO international standards for water quality control purposes, in particular, in the centralized water supply systems of Russia should be preceded by the verification proving that the conditions for analysis performance, applied equipment, reagents and internal procedures conform to requirements as specified by international standards and, thus, make it possible to obtain analysis results with error characteristics given in these standards.

The considerable increase of drinking water quality indicators under control, which finds reflection in the up-to-date and advanced international recommendations of the WHO and national documents of the majority of industrially developed countries including Russia, makes it urgent to set up a sound system for water quality control in the centralized water supply systems, which should make it possible to have reliable and efficient control and establish hazardous levels of water pollution with cost-effective control procedures.

The last aspect is most important as the cost of analysis to determine highly-toxic compounds with very small values of permissible concentrations can amount to hundreds and thousand of dollars.

Применительно к конкретным видам методических документов, перечисленных в таблице 1, следует сказать, что для большинства действующих стандартов на методы контроля отсутствуют метрологически обоснованные и подтвержденные практикой характеристики точности и воспроизводимости результатов анализов. Отдельные лаборатории и испытательные центры на базе собственных исследований с привлечением метрологических институтов Госстандарта России провели метрологическую аттестацию части стандартизованных методик, однако эти работы не реализованы внесением соответствующих метрологических характеристик в действующие стандарты установленным порядком.

Методики контроля качества воды, установленные в метрологических документах, разработанных Гидрохимическим институтом Госкомгидромета (РД 52...), в наиболее полной мере отвечают требованиям метрологического обеспечения, поскольку содержат все необходимые метрологические характеристики и процедуры проверки точности определений.

Что касается методик, установленных международными стандартами ИСО/ТК 147, то они, как правило, содержат необходимые метрологические характеристики точности и воспроизводимости результатов анализов, которые определяются в межлабораторных экспериментах в соответствии с общими метрологическими принципами, регламентированными соответствующими документами ИСО. Тем не менее, практическому применению методик ИСО для целей контроля качества воды, в частности, в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения в России, должна предшествовать проверка соответствия условий проведения анализов и применяемых в отечественной практике оборудования, реактивов и процедур установленным в международных стандартах и, соответственно, реальной возможности получения результатов анализа с характеристиками погрешности, приведенными в этих стандартах.

Существенный рост номенклатуры контролируемых показателей качества питьевой воды, который находит отражение в рекомендациях ВОЗ и в национальных документах большинства промышленно развитых стран, в том числе России, делает весьма

In this context the global experience and national practice require to use a differential approach to water quality analysis on the basis of a sound system operating in the field of water supply.

This system specified, in particular, in the new draft state standard of Russia «Water Quality. Drinking Water Quality Control» provides for the following types of control:

- reduced control, including determination of basic indicators of microbiological pollution (coli index, general microbial number), organoleptic indicators (tast, odour, colour, turbidity), most easily determined physiochemical indicators (pH value, active chlorine, etc);

- general physiochemical control including determination of the most widespread components both of natural origin and introduced in the process of water preparation (aluminium, arsenic, nitrates, nitrites, polyacrylamide, lead, fluorine, iron, total hardness, manganese, copper, polyphosphates, sulphates, dry residue, chlorides, zinc);

- special highly virusological and parasitological control including determination of coliphages, cystopathogenic intestinal simplests and eggs of helminths;

- special toxicological control, including determination of special toxic cancerogenic and mutagenic substances with toxic action at very low temperatures requiring, thus, the usage of sophisticated equipment and highly-skilled specialists to perform an analysis (determination of pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, volatile halogenorganic compounds, mercury, antimony, cyanides, etc);

- special radiation control including determination of alpha and beta activities and, if need be, radionuclide composition of pollutions.

Special programs (schedules) for water quality control developed by water supply enterprises and agreed upon with the state sanitary and epidemiological bodies specify each type of control in terms of content, sequence and performance. But it is suggested that the

актуальной проблему формирования рациональной системы контроля качества воды в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения, которая должна обеспечивать достаточную надежность и эффективность контроля, возможность своевременного выявления опасных уровней загрязнения воды при ограниченных ресурсах и экономии затрат на осуществление процедур контроля.

Последнее обстоятельство тем более актуально, что стоимость анализов по определению высокотоксичных соединений с весьма малыми значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) может составлять сотни и тысячи долларов.

В связи с этим мировой опыт и отечественная практика диктуют необходимость дифференцированного подхода к содержанию и периодичности проведения анализов качества воды в рационально построенной системе контроля в сфере хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Такая система, предлагаемая, в частности, в проекте нового государственного стандарта России «Качество воды. Вода питьевая. Контроль за качеством», предусматривает следующие виды контроля:

- сокращенный контроль, включающий определение основных показателей микробиологического загрязнения (коли-индекс, общее микробное число), органолептических показателей (запах, привкус, цветность, мутность), наиболее просто определяемых физико-химических показателей (водородный показатель pH, содержание активного хлора и др.);

- общий физико-химический контроль, включающий определение наиболее распространенных в воде компонентов как естественного происхождения, так и вносимых в процессе водоподготовки (алюминий, мышьяк, нитраты, нитриты, полиакриламид, свинец, фтор, железо, жесткость общая, марганец, медь, полифосфаты, сульфаты, сухой остаток, хлориды, цинк);

- специальный вирусологический и паразитологический контроль, включающий определение колифагов, цист патогенных кишечных простейших и яиц гельминтов;

- специальный токсикологический контроль, включающий определение особо токсичных веществ, в том числе обладающих

reduced control be carried out daily by laboratories of the water supply enterprises within the approved production schedule. The general physiochemical control should be, as a rule, within the competence of central base laboratories of the water supply enterprises and, if these laboratories are unable to perform this control, then the specialized testing centres, laboratories of scientific and research institutes and higher educational establishments, having required equipment and accredited for competence within the drinking water certification system, can be involved in the performance of special types of control. Laboratories participating in arbitration and certification analysis should be accredited for competence and independence.

To achieve required efficiency in drinking water quality control with the rational cost effectiveness it is mainly needed to take samples and perform analysis as specified for each type of control. The above task should be solved with account of a specific nature of each water supply source, statistical data on stability of water quality at the water intake, the analysis of general ecological situation at water intake areas, the reliability of the system and equipment used in the process of water preparation, etc.

Along with this the analysis of external and internal experience can result in presentation of certain consolidated recommendations on typical programs for drinking water quality control in the centralized water supply systems, which envisage water quality control at water intake areas from water supply sources prior to its entry into the water distribution system, when water is supplied to consumers.

Water quality control in the pre-intake water supply source should cover a variety of water quality indicators as specified in normative documents for water supply source.

In Russia these requirements are specified in GOST 2761-84 «Centralized Water Supply Sources. Hygienic, Technical Requirements and Rules of Selection». It is additionally planned to use «Sanitary Rules and Requirements for the Protection of Surface Waters from Pollution» (4630-88).

It should be noted that a combination of the above requirements to water from water supply sources used currently in Russia is notably more stringent as compared with similar requi-

канцерогенным и мутагенным действием, проявляющих токсичное действие при весьма низких концентрациях и требующих для проведения анализа применения сложного оборудования и специалистов высокой квалификации (определение в воде пестицидов, полициклических ароматических углеводородов, летучих галогенорганических соединений, ртути, сурьмы, цианидов и др.);

– специальный радиационный контроль, включающий определение суммарных объемных альфа- и бета-активностей и, при необходимости, радионуклидного состава загрязнений.

Содержание анализов, порядок и периодичность их проведения для каждого вида контроля устанавливают в специальных программах (графиках) контроля качества воды, разрабатываемых предприятиями водоснабжения и согласованных с органами госсанэпиднадзора. При этом предполагается, что сокращенный контроль должны повседневно выполнять объектовые лаборатории предприятий водоснабжения в рамках утвержденного производственного технологического регламента. Общий физико-химический контроль должен, как правило, входить в компетенцию центральных и базовых лабораторий предприятий водоснабжения, а для проведения специальных видов контроля, при отсутствии соответствующих возможностей у указанных лабораторий, могут привлекаться специализированные испытательные центры и лаборатории НИИ и ВУЗов, имеющие необходимое оборудование и аккредитованные на компетентность в системе сертификации питьевой воды. Лаборатории, привлекаемые для проведения арбитражных и сертификационных анализов, должны быть аккредитованы на компетентность и независимость.

Одним из основных аспектов обеспечения требуемой эффективности контроля качества питьевой воды при рациональном сокращении затрат является установление оптимальной периодичности отбора проб и проведения анализов при каждом виде контроля. Эта задача должна решаться с учетом специфики источника водоснабжения, ста-

remtns specified in the majority of European countries: thus, European countries allow to increase concentration of phenols by 10 times as compared with requirement of Russia, surface-active substances (SAS) — by 5 times, zinc — by 5 times, barium — by 10 times, arsenic — by 2 times, cadmium — by 5 times and mercury — by 2 times. This might be to a certain extent due to a greater «barrier» part of water-purification facilities used in the centralized water supply systems of Western Europe countries. As for water quality control intervals, they, as a rule, depend on the type of a source determining its stability, the water system capacity or the number of water consumers making it possible to determine the extent of damage in case the drinking water does not meet hygienic requirements for safety and harmlessness. The Table 2 gives recommendations on types, content and intervals of analysis to be performed, when water quality is controlled at intake areas of underground and surface sources.

Quality control of water prior to its entry into the distribution water system should determine its conformity with the requirements as specified for drinking water.

These requirements are specified by the valid normative documents (GOST 2874-82, SanPiN N4630-88), the improvement of which is mainly based on the WHO international recommendations and specific types of anthropogenic pollutions in surface and underground water supply sources. The recommended intervals for water quality control prior to its entry into the distribution system conform to similar recommendation as shown in Table 2 for water supply sources with the additional inclusion of elements of technological control interrelated with the processes of water preparation and determination of the free chlorine and ozone (hourly) and remaining aluminium and other reagents introduced in water not less than once per day. And the list of analysis for the reduced control can additionally include the determination of fluorine, iron, manganese, chloroform and other components depending on their presence in the source of water supply and reagents, which are disinfection products or used in the process of water disinfection and purification.

тистических данных о стабильности качества воды в зоне водозабора, результатов анализа общей экологической ситуации на водосборных площадях, надежности систем и оборудования, используемых в процессе водоподготовки и т.п.

Вместе с тем, на основе анализа отечественного и зарубежного опыта могут быть представлены некоторые обобщенные рекомендации по типовым программам контроля качества питьевой воды в централизованных системах водоснабжения, которые предусматривают контроль качества воды в местах водозабора из источников водоснабжения, перед поступлением в распределительную водопроводную сеть и в распределительной сети при подаче воды потребителям.

Контроль качества воды в источнике водоснабжения перед водозабором должен охватывать номенклатуру показателей качества воды, установленных в нормативных документах для источников водоснабжения.

В России эти требования регламентированы в ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». В дополнение к этому стандарту предусматривается использовать «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» (СанПиН №4630-88).

Следует сказать, что совокупность нормативных требований к воде источников водоснабжения, действующих в настоящее время в России, является существенно более жесткой по сравнению с аналогичными нормативами, установленными в большинстве европейских стран; в частности, нормативы по содержанию фенолов в источниках водоснабжения для европейских стран допускают повышение их концентрации по сравнению с нормативами России в 10 раз, по содержанию поверхностно-активных веществ — в 5 раз, цинка — в 5 раз, бария — в 10 раз, мышьяка — в 2 раза, кадмия — в 5 раз и ртути — в 2 раза. В определенной мере, это может быть обусловлено более высокой «барьерной» ролью водоочистных сооружений, используемых в централизованных системах водоснабжения стран Западной Европы. Что касается периодичности контроля качества воды в источниках водоснабжения, то она обычно зависит от вида источника, определяющего его стабильность, и от производительности водопроводной системы и(или) от

BIBLIOGRAPHY ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Ю.А., Ческис А.Б., Михайлова Р.И., 1992. Актуальные задачи совершенствования системы требований и контроля качества питьевой воды. Гигиена и санитария, №9-10, стр.41-47.
2. Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO. Geneva.(1992).

численности обслуживаемых потребителей воды, что определяет возможные масштабы ущерба при несоответствии питьевой воды гигиеническим требованиям в отношении ее безопасности и безвредности. В таблице 2 приведены рекомендации по видам, содержанию и периодичности проведения анализов при контроле качества воды в местах водозабора для подземных и поверхностных источников.

Контроль качества воды перед ее поступлением в распределительную водопроводную сеть должен обеспечить определение ее соответствия совокупности требований, предъявляемых к питьевой воде.

Эти требования установлены действующими нормативными документами (ГОСТ 2874-82, СанПиН №4630-88), основное направление совершенствования которых базируется на реализации международных рекомендаций ВОЗ и учете специфических видов антропогенных загрязнений в поверхностных и подземных источниках водоснабжения. Рекомендуемая периодичность контроля качества воды перед входом в распределительную сеть соответствует аналогичным рекомендациям, приведенным в таблице 2 для источников водоснабжения, с дополнительным включением элементов технологического контроля, связанного с процессами водоподготовки и определением содержания свободного хлора и озона (ежечасно), остаточного алюминия и других вводимых в воду реагентов (не реже одного раза в сутки). При этом в перечень анализов сокращенного контроля дополнительно могут включаться определения фтора, железа, марганца, хлороформа и других компонентов, в зависимости от их наличия в источнике водоснабжения и(или) в реагентах, применяемых в процессе обеззараживания и очистки воды или являющихся продуктами дезинфекции.

Присутствие в питьевой воде инсектицида на уровне 5 ПДК (0,05 мг/л) вызывало снижение дегидрогеназной активности *E. Coli*, относительно нативной водопроводной воды, на 25 - 30%.

В доочищенной водопроводной воде (железо - не более 0,01 мг/л, перманганатная окисляемость - 0,72 - 0,96 мг/л), активность фермента была на 25 - 28% выше относительно нативной водопроводной воды (железо - 0,4 - 0,7 мг/л, перманганатная окисляемость - 2,8 мг О/л).

Мембраноповреждающий эффект на *E. Coli* при оценке питьевых вод оказался чувствительным лишь в случае загрязнения ее нитратами до 75 - 90 мг/л. Оптическая плотность среды инкубации при длине волны 260 нм была на 20 - 25% выше относительно контрольной пробы, в которой азот нитратов не превышал 4,5 мг/л.

Оценка токсичности водопроводной воды (перманганатная окисляемость - 12,4 мг О/л, комплексный токсикологический показатель за счет формальдегида и свинца - 5 - 6 условных единиц) с использованием культуры ткани выявила стимулирующее действие на опухолевые клетки (карциномы гортани человека) и токсический эффект на нормальные клетки (печени обезьяны).

Таким образом, биотестирование является достаточно чувствительным методом оценки токсичности питьевой воды.

Наиболее приемлемым для целей текущего санитарного контроля является дегидрогеназный тест, позволяющий выявить изменения качества воды при весьма низком (3 - 5 ПДК) содержании неорганических и органических соединений разной направленности биологического действия (свинец, оксидиксил, железо).

*Ческис А.Б., д-р техн. наук,
ВНИИСтандарт,
Подлепа С.А., канд. техн. наук,
ВНИИСтандарт,
Рахманин Ю.А., чл.-корр. РАМН,
д-р мед. наук, НИИ ЭЧиГОС,
Никольская Е.А., ММП «Мосводоканал»,
Садова Н.И., ММП «Мосводоканал»*

*A.B. Cheskis, Dr.Sc.(Tech.), VNIISTandart,
S.A. Podlepa, Dr.Sc.(Tech.), VNIISTandart,
J.A. Rakhmanin, Correspondent member
of the Russian Academy
of Medical Sciences, Dr.Sc.(Med.),
NII EChandGOS,
E.A. Nikolskaya, Moscow Municipal
Enterprise «Mosvodokanal»,
N.I. Sadova, Moscow Municipal
Enterprise «Mosvodokanal»*

В соответствии с действующим в России законодательством питьевая вода подлежит обязательной сертификации, подтверждающей ее соответствие требованиям стандартов по безопасности и безвредности.

Объектами обязательной сертификации в сфере обеспечения населения питьевой водой могут являться вода централизованных систем водоснабжения, питьевая вода, поставляемая населению в расфасованном виде (бутылированная питьевая вода), бытовые водоочистные устройства и др.

Для всех указанных видов продукции общим признаком оценки безопасности и безвредности воды является ее соответствие требованиям, установленным в ГОСТ 2874-82, а в перспективе — в разрабатываемых соответствующих Санитарных правилах и нормах (СанПиН).

Наибольшие сложности представляет сертификация воды в централизованных системах водоснабжения, поскольку ее качество в значительной мере зависит не только от технологического процесса водоподготовки на водопроводных станциях, но и от стабильности качества воды в источнике водоснабжения, от состояния водопроводных сетей.

В связи с этим многими специалистами предлагается, при необходимости сертификации воды централизованных систем водоснабжения, ограничиться аттестацией производства или сертификацией систем управления качеством, не рассматривая конкретную статистику качества питьевой воды у потребителей. Такой подход, существенно упрощая процедуру сертификации, не дает ясного представления потребителям о качестве воды, которая поступает к ним

As specified by the Law of Russia the drinking water is subject to mandatory certification confirming its conformity with requirements of standards for safety and harmlessness.

Mandatory certification objects in the public supply of drinking water can be water of centralized systems for water supply, drinking water supplied to population as packed (bottled drinking water), public water-purification facilities, etc.

Common feature for water safety and harmlessness evaluation of all mentioned types of products is its conformity to requirements as specified by GOST 2874-82 and the appropriate Sanitary Rules and Regulations under development (SanPIN).

Most difficult is the certification of water in centralized systems for water supply as its quality is considerably dependent not only on the technology of water preparation in waterworks but also on water quality stability in water supply source and condition of water supply lines.

In this context many specialists suggest that the certification of centralized systems for water supply be either limited to attestation of production or certification of quality control systems giving no consideration to specific statistics of drinking water quality for consumers. This approach makes certification procedure considerably simpler, but in this case it does not provide consumers with authentic data on drinking water quality, which is supplied through water line to them, giving rise in the

по водопроводной сети, что во многих случаях дает повод для появления различных слухов об опасности водопроводной воды, будоражит общественное мнение и обостряет социальную напряженность.

В связи с этим был предложен и проверен практически на базе Московского водопровода способ сертификации питьевой воды путем представления производителем заявления-декларации о качестве водопроводной воды с приложением информационной справки, характеризующей ее соответствие установленным требованиям. Для подготовки указанных информационных данных независимым испытательным центром питьевой воды при Госстандарте РФ были отобраны и исследованы пробы воды из квартирных кранов в зоне действия всех четырех водопроводных станций г. Москвы в летне-осенний период (август-сентябрь 1993 года) и в весенний паводковый период (апрель-май 1994 года).

Анализы проводились по номенклатуре основных показателей, установленных действующим стандартом на питьевую воду, дополненной показателями токсикологической группы, указанными в Рекомендациях ВОЗ 1992 г. При этом результаты анализов сопоставлялись по всем показателям как с нормативами ГОСТ, так и с нормативами, рекомендованными международным документом.

Итоговые данные сертификационных анализов показали, что вода Московского водопровода как в летне-осенний, так и в весенний паводковый периоды 1993 года соответствовала российским и международным требованиям по безопасности и безвредности. Одновременно была подтверждена достоверность контроля качества воды, проводимого производственными лабораториями Московского водопровода и привлекаемыми лабораториями НИИ и ВУЗа.

По результатам исследований была подготовлена справка-сертификат о качестве московской водопроводной воды.

Повышенное внимание и высокие требования к качеству питьевой воды вытекают из ее особой роли как одного из основных атрибутов жизнеобеспечения человека. Известное выражение «Вода — это жизнь!» справедливо постольку, поскольку подразумевает экологически чистую, безопасную и

majority of cases to various rumours on dangers related to water supply, exciting public opinion and aggravating social situation.

Due to the above it was suggested that drinking water be certified on the basis of practically sound experience gained by Moscow Water Line through manufacturer's declaration statement on water quality with appended information testifying its conformity with specified requirements. To prepare this information the independent testing centre for drinking water under Gosstandart of Russia were selected and studied water samples from taps in the area of operation of all four water lines in Moscow in summer and autumn (August - September 1993) and in spring during the high-water period (April - May 1994).

Analyses were conducted on the basis of main indicators specified by the valid standard on drinking water with additional indicators of the toxicological group as specified in WHO 1992 Recommendations. All indicators of analyses results were compared with GOST requirements and norms as recommended by the international document prepared by the WHO.

The final data of certification analyses showed the conformity of water quality in Moscow Water Line in summer, autumn and spring during the high-water period with Russian and international requirements for safety and harmlessness. The authenticity of water quality control performed by Moscow Water Line laboratories with involved laboratories of scientific and research institutes and higher educational establishments was also proved.

Certificate informing about water quality in Moscow Water Line was prepared on the basis of results obtained.

Greater attention and high requirements to drinking water lie in its special role and vital importance for human life. The known expression «Water is Life!» is justified as it implies ecologically clean, safe and harmless water for human consumption meeting appropriate sanitary and hygienic requirements.

безвредную для здоровья человека воду, соответствующую санитарно-гигиеническим нормативам.

Развитие знаний в области влияния различных антропогенных загрязнений воды на стимулирование заболеваний, включая канцерогенные и мутагенные воздействия, и непрерывное расширение числа обнаруживаемых в воде токсичных веществ делают особо актуальной проблему обеспечения и контроля качества питьевой воды с использованием мощных инструментов стандартизации и сертификации.

Исходя из основных положений Закона Российской Федерации «О защите прав потребителей», можно утверждать, что питьевая вода как разновидность товарной продукции, производимой специализированными предприятиями в соответствии с требованиями государственного стандарта, устанавливающего обязательные требования, подлежит обязательной сертификации, поскольку несоблюдение требований стандарта может нанести ущерб здоровью потребителей.

Вместе с тем, решение практических задач сертификации в сфере питьевого водоснабжения населения оказалось сопряжено с рядом трудностей, связанных со спецификой производства и поставки питьевой воды в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Эти трудности обусловлены, прежде всего, нестабильностью качества сырьевой базы — исходной воды источников питьевого водоснабжения, особенно поверхностных источников, для которых характерны нарастание различных видов загрязнений и колебание содержания загрязнителей, в зависимости от различных сезонных (климатических) и производственных факторов.

Кроме того, существенное влияние на качество водопроводной воды, поступающей к потребителям, оказывает состояние распределительной водопроводной сети, в которой, вследствие коррозии трубопроводов и связанных с этим физико-химических и микробиологических процессов, возможно существенное снижение ряда показателей качества питьевой воды, по сравнению с аналогичными показателями на входе сети.

Наконец, необходимым условием решения задач сертификации в системе питьевого водоснабжения является развитие и совершенствование нормативной базы, устана-

The problem of drinking water quality control and its ensurance with the usage of such powerful tools as standardization and certification becomes especially urgent with the development of knowledge in the field of impact of anthropogenic pollutants on health worsening including cancerigenic and mutagenic impacts and the increased number of foxic substances found in water.

Proceeding from the basic provisions of the Russian Federation Law «On consumer rights protection» it can be stated that drinking water as a trade product produced by specialized enterprises according to mandatory requirements of the state standard is subject to mandatory certification as non-observance of standard requirements can be detrimental for human life.

But, the practical tasks of certification in the field of water supply were found difficult to be solved due to the specific nature of production and delivery of drinking water in centralized water supply systems.

These difficulties are primarily due to the unstable quality of the raw base, i.e, the initial water from water supply sources, especially, surface sources, where the varions types of pollutants increase in number and vary depending on different season (climatic) and production factors.

Besides, water quality from the water line is affected by the state of the water line, in which a number of drinking water quality indicators can become considerably lower as compared to similar indicators prior the line entry due to corrosion of pipelines and interrelated physiochemical and microbiological processes.

And, finally, the development and improvement of the normative base specifying requirements to drinking water quality, appropriate control methods and rules for certification procedures applicable to varions objects covered by this system is a must to solve problems in certification of water supply.

The centralized water supply systems, ecologically clean drinking water supplied to consumers in bottles or otherwise packed, water-purification facilities under household

вливающей нормативы качества питьевой воды, соответствующие методы контроля и правила реализации процедур сертификации применительно к различным объектам, которые охватываются рамками этой системы.

В числе таких объектов можно выделить централизованные системы хозяйственно – питьевого водоснабжения населения, экологически чистую питьевую воду, поставляемую потребителям в бутылках и других емкостях, технические средства для очистки и обеззараживания воды в бытовых условиях (бытовые средства дополнительной очистки воды), реагенты и материалы, используемые в процессе очистки и обеззараживания питьевой воды.

Рассмотрим основные аспекты проблемы сертификации питьевой воды применительно к наиболее актуальной и сложной задаче централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, связанной с обеспечением питьевой водой основной массы населения России.

В этом отношении практический интерес представляет использование международного опыта декларативной сертификации в системах питьевого водоснабжения. Суть такого подхода состоит в том, что предприятия водоснабжения (поставщики питьевой воды) выпускают и доводят до сведения потребителей специальные информационные листки, содержащие данные о качестве питьевой воды и ее соответствии установленным в стандартах или других нормативных документах санитарно-гигиеническим требованиям. Периодичность выпуска таких информационных сообщений, являющихся, по существу, декларацией поставщика о качестве продукции, может составлять от одного раза в квартал до одного раза в год.

До сведения потребителей эта информация может доводиться путем вручения им информационных листков одновременно со счетом за водопользование. Текстовая часть, предшествующая таблице, может содержать информацию об источниках водоснабжения, способах водоподготовки, предприятиях, осуществляющих водоснабжение, организации контроля качества воды в источниках водоснабжения и питьевой воды и др. Достоверность декларируемых данных о качестве воды может быть подтверждена соответствующими надзорными органами,

condition (additional water-purification facilities in living places), reagents and materials uses for drinking water purification can be singled out among such objects.

Let us consider the basic problems of drinking water certification in the centralized water supply system providing water for the majority of population in Russia, which is regarded as the most pressing and sophisticated task.

In this context the usage of international experience in declaring certification in water supply systems is of practical interest. According to this approach the water supply enterprises (suppliers of drinking water) issue special information leaflets and, thus, notify consumers about drinking water quality and its conformity with sanitary and hygienic requirements as specified by standards and other normative documents. These notification, which are, in essence, supplier's declaration on product quality, can be issued quarterly or once a year.

This information can be brought to consumers through information leaflets accompanied with bills for water consumption. The text preceding the table can contain information on water supply enterprises, organization of water quality control in water supply and drinking water sources, etc. The authenticity of declared data on water quality can be proved by appropriate supervision bodies responsible for state supervision over observance of requirements in human health and environmental protection.

The analysis of water quality control systems performed by large water supply enterprises in the Russian Federation provides reasoning to conclude that the system of declaring certification with authentic information on drinking water quality for population can be used in periodical information messages (information leaflets) similar to that mentioned above. The integrated system for water control in Moscow Water Line (Moscow Municipal Enterprise «Mosvodokanal»), which continuously controls water quality in water supply sources from the sources to water-purification facilities, at all purification stages, technological lines and in consumer lines can be given as an example.

осуществляющими государственный надзор за соблюдением требований в сфере охраны здоровья населения и окружающей природной среды.

Анализ систем контроля качества воды, осуществляемого крупными предприятиями водоснабжения и водоотведения в Российской Федерации, дает основание для заключения о возможности применения системы декларативной сертификации с доведением до населения достоверной информации о качестве подаваемой в водопроводную сеть питьевой воды в периодически выпускаемых информационных сообщениях (информационных листках), по аналогии с описанной схемой. В качестве примера, открывающего такие возможности, можно указать на комплексную систему контроля воды Московского водопровода (ММП «Мосводоканал»), которая включает постоянный контроль качества воды источников водоснабжения на всем протяжении от истоков до водоочистных станций, контроль на водоочистных станциях на всех стадиях очистки и обеззараживания воды по всем технологическим линиям и контроль в сетях у потребителей.

Контроль качества воды в источниках водоснабжения (Москворецкая и Волжская системы) проводят лаборатории гидроузлов на водохранилищах и лаборатории зоны санитарной охраны. Ежедневно проводится отбор проб воды в 20 точках. В пробах определяются показатели: мутность, цветность, окисляемость, водородный показатель, содержание аммиака, нитратов, нитритов, фосфатов, бактериологические показатели.

На водоочистных станциях микробиологические показатели качества воды определяют 2 раза в сутки, органолептические — 6–12 раз, остаточный хлор — ежечасно. Физико-химические показатели качества питьевой воды проверяют в объеме основных требований ГОСТ 2874–82 по графикам, согласованным с органами Госкомсанэпиднадзора РФ, и, кроме того, достаточно широкий круг дополнительных показателей из числа загрязнений органическими соединениями и тяжелыми металлами проверяют привлекаемые на договорных условиях

Hydrounits laboratories at water storages and sanitary protection laboratories perform water quality control in water supply sources (Moscvoretskaya and Voljskaya systems). Samples are daily taken in 20 joints to determine turbidity, colour, oxidizability, pH value, content of ammonia, nitrates, nitrites, phosphates and bacteriological guideline values.

Microbiological guideline values are determined at water-purification facilities twice a day, organoleptic — 6–12 times and remaining chlorine — hourly. Physiochemical guideline values of drinking water quality are checked as specified by GOST 2874–82 according to schedules agreed upon with the bodies of the State Committee for Sanitary and Epidemiological Supervision. Besides, the laboratories of MosvodokanalNIiproekt, the chemical faculty of the Moscow State University and the accredited testing centre of Gosstandart of Russia check quite a variety of additional guideline values related to pollution with organic compounds and heavy metals.

To improve reliability and authenticity of drinking water quality evaluation in terms of its basic characteristics of safety and harmlessness the Table along with sanitary and hygienic requirements specified by normative documents of the Russian Federation (GOST 2874–82 and Sanitary Rules and Regulations N4630–88) gives appropriate norms as recommended by «WHO Quidelines for Drinking-Water Quality» agrees upon by the WHO members (including representatives of the Russian Federation) and issued at the end of 1992. As the above recommendations of the WHO reflect up-to-date views on justified requirements to quality of drinking water and are taken as a basic to review valid internal documents, it is advisable to use them jointly with the formal GOST and Sanitary Rules and Regulations to provide information and ascertain conformity of actual quality of drinking water with internationally, i.e., international certificates guaranteeing safety, harmlessness and favourable organoleptic (aesthetic) properties of drinking water.

If we compare requirements specified by normative documents of Russia with those recommended by the WHO Guidelines, it can be concluded that in terms of organoleptic properties the quantitative requirements of

лаборатории МосводоканалНИИпроекта, химфака МГУ, а также аккредитованная Госстандартом России лаборатория испытательного центра.

Ниже приводится пример таблицы, прилагаемой к декларации о качестве питьевой воды (сертификату) и составленной на основе результатов анализа качества воды Московского водопровода за 1993 год.

Для повышения надежности и достоверности оценки качества питьевой воды в отношении ее основных характеристик безопасности и безвредности в таблице, наряду с нормативами санитарно-гигиенических требований, установленными действующими в Российской Федерации ГОСТ 2974-82 и Санитарными правилами и нормами ² 4630-88, представлены соответствующие нормативы, рекомендуемые «Руководством по контролю качества питьевой воды» Всемирной организации здравоохранения, согласованные членами этой организации (в том числе представителями Российской Федерации) и изданные в конце 1992 года. Поскольку указанные рекомендации ВОЗ отражают современные взгляды на обоснованное нормирование требований к качеству питьевой воды и приняты за основу при пересмотре ныне действующих отечественных документов, представляется целесообразным их использование совместно с официальными нормативами ГОСТ и СанПиН как в информационных целях, так и для уточнения соответствия фактического качества питьевой воды международно признанным санитарно-гигиеническим требованиям, т.е. международным сертификатам, гарантирующим безопасность, безвредность и благоприятные органолептические (эстетические) свойства питьевой воды.

Из сопоставления требований действующих в России нормативных документов с рекомендуемыми Руководством ВОЗ нормативами можно заключить, что если в отношении органолептических показателей количественные требования сравниваемых документов не имеют существенных расхождений, то по ряду высокотоксичных неорганических и органических веществ международные рекомендации существенно ужесточают принятые нормативы качества питьевой воды.

compared documents do not differ much, whereas in terms of a number of highly-toxic inorganic and organic substances the international recommendations specify for more stringent requirements to quality of drinking water.

Thus, the permissible concentrations for arsenic in drinking water are reduced by 5 times, for molybdenum — by 3 times, for nickel — by 5 times, for lead — by 3 times, for antimony — 10 times.

The limited content of some pesticides in drinking water differs tangibly from that specified by our requirements for the surface sources of water supply (Sanitary Rules and Regulations N4630-88), which are also applied for drinking water according to GOST 2874-82.

Thus, the stringency for heptachlor and heptachlor epoxide increased by 1700 times, for DDT and hexachlorobenzene — by 50 times, for atrazine — by 250 times and for simazine — by 15 times. Along with this certain contaminants recommended by international norms are far less stringent than those specified by normative documents valid in Russia. The increase of permissible concentrations for chloroform from 60 to 200 mcg/l is of special importance as supervising bodies evaluate quality of Moscow water as insufficient on the basis of this contaminant, but the formation of chloroform in water is a consequence of technological operations disinfecting water with chlorine, when it has organic impurities (water with increased colour), what is most typical for the Voljskaya water supply system of Moscow.

Properation and priodical (once or twice a year) publication of consolidated data on drinking water quality (quality certificates) comply with the provisions of the Law of the Russian Federation «On consumers rights protection» in terms of consumers right for information on product quality and can, to a great extent, do away with rumours concerning «poisonous and unsuitable water», with, in many cases, are initiated by commercial structures concerned in sales of water in bottles (including imported ones) or water-purification facilities.

Confirmation of data provided in information leaflets by the accredited testing centres of Gosstandart and the State Committee for

Так, предельно допустимые концентрации в питьевой воде снижены: по мышьяку в 5 раз, по молибдену в 3 раза, по никелю в 5 раз, по свинцу в 3 раза, по сурьме в 10 раз. Принципиальные отличия имеют место в отношении ограничения содержания в питьевой воде некоторых пестицидов, по сравнению с действующими в России нормативами для поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения (СанПиН² 4630-88), которые, согласно ГОСТ 2874-82, применяются и для питьевой воды.

Так, для гептахлора и гептахлорэпоксида нормы ужесточены в 1700 раз, для ДДТ и гексахлорбензола — в 50 раз, для атразина — в 250 раз, для симазина — в 15 раз. Вместе с тем, по отдельным показателям рекомендуемые международные нормативы существенно смягчены, по сравнению с требованиями, регламентированными действующими в России нормативными документами. Особое значение имеет увеличение ПДК для хлороформа с 60 до 200 мкг/л, поскольку именно по этому показателю возникают претензии к качеству московской водопроводной воды со стороны надзорных органов, а образование хлороформа в воде является следствием технологических операций обеззараживания воды хлором при наличии в ней органических примесей (вода повышенной цветности), что особенно характерно для Волжской системы водоснабжения Москвы.

Подготовка и периодическая (один-два раза в год) публикация сводных данных по качеству питьевой воды (сертификатов качества) соответствуют положениям Закона Российской Федерации «О защите прав потребителей» в отношении их права на

Sanitary and Epidemiological Supervision of Russia can increase public confidence to information about drinking water quality and ease social tension. But it should be taken into account that this information should reflect the actual situation and in case of departures from standard requirements it is necessary to give appropriate recommendations on how to avoid damage for human health and improve drinking water quality.

информацию о качестве потребляемой продукции и в значительной мере устранил циркуляцию будоражащих население слухов о «ядовитости и непригодности для питья» водопроводной воды, во многих случаях инициируемых коммерческими структурами, заинтересованными в сбыте воды в бутылках (в том числе импортного производства) и бытовых водоочистных устройств.

Повышению доверия населения к представляемой информации о качестве питьевой воды и снятию социальной напряженности может способствовать подтверждение данных, представляемых в информационных листках, аккредитованными испытательными центрами Госстандарта и Госкомсанэпиднадзора России. При этом необходимо иметь в виду, что информация должна отражать реальную объективную ситуацию, и при наличии отклонений от требований стандарта на питьевую воду необходимо давать соответствующие рекомендации о мерах по недопущению ущерба здоровью потребителей и сообщать о принимаемых мерах по улучшению качества питьевой воды.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Язвин Л.С., д.г.-м.н.,
Боревский Б.В., д.г.-м.н.
(НППФ ГИДЭК),
Кочетков М.В., к.г.-м.н.
(Роскомнедра),
Зекцер И.С., д.г.-м.н.
(ИВП РАН)

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается возможность интенсификации использования подземных вод как способ повышения надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения населения России, характеризуются основные факторы, определяющие возможность и целесообразность использования подземных вод.

Продолжающееся загрязнение поверхностных, а в ряде случаев, и подземных водоисточников, поставило на повестку дня проблему повышения надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. В качестве одного из основных способов повышения надежности следует рассматривать более широкое использование подземных вод, характеризующихся значительно лучшей защищенностью от загрязнения, чем поверхностные. Именно это обстоятельство определило существенный рост использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения во многих странах мира, особенно во второй половине двадцатого века. В настоящее время подземные воды являются основным источником во многих странах Европы (в Австрии, Бельгии, Венгрии, Германии, Дании, Румынии, Швейцарии, бывшей Югославии доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения превышает 70%, а в Болгарии, Италии, Нидерландах, Португалии, Франции, Чехии, Словакии от 50 до 70%). В США подземные воды служат источником для 75% коммунальных систем водоснабжения, или

GROUND WATER USE
INTENSIFICATION AS A METHOD
FOR ENHANCING THE DEPENDABILITY
OF PUBLIC WATER
SUPPLY SYSTEMS

L.S. Yazvin and B.V. Borevsky
*Hydrogeoecological Research
and Design Company (HYDEC),
M.V. Kochetkov Russia's Committee
for Mineral Resources,
I.S. Zektser Water Problems Institute,
Russian Academy of Sciences, Moscow*

ABSTRACT

The possibility of the intensification of ground water use as a method for enhancing the dependability of public water supply systems in Russia is discussed. The main factors defining the possibility and expedience of ground water use are characterized.

The continuing pollution of surface water and, in some cases, ground water has raised the problem of enhancing the dependability of public water supply systems. A wider use of ground water, characterized by a lesser vulnerability to contamination as compared to surface water, should be considered as one of the methods for improving public water supply. It is this factor that defined the substantial rise in ground water use for public water supply in many countries in the second half of the 20th century. At the present time, ground water is one of the main water sources in many European countries: in Austria, Belgium, Hungary, Germany, Denmark, Rumania, Switzerland, and former Yugoslavia, ground water accounts for more than 70% of the total public water supply and in Bulgaria, Italy, the Netherlands, Portugal, France, Czechia, and Slovakia ground water contribution ranges from 50 to 70%. In the USA, ground water is the source for 75% of municipal water supply systems that meet the drinking water demands of more than half of the country's population. Ground water plays a great role in the water supply of China, Yemen, Saudi Arabia, Tunisia, Livia, and in some

удовлетворяются потребности в воде питьевого качества более половины населения страны. Большую роль играют подземные воды в водоснабжении Китая, Йемена, Саудовской Аравии, Туниса, Ливии и ряда других стран Азии и Африки. На подземных водах базируется водоснабжение большинства городов Литвы, Латвии, Эстонии, Украины, Белоруссии, Таджикистана, Армении, Грузии.

В Российской Федерации, к сожалению, использование подземных вод в этом качестве существенно отстает как от стран ближнего, так и дальнего зарубежья, хотя в период 60–80 годов наблюдался рост их использования. По имеющимся данным в начале девяностых годов на коммунальное и сельскохозяйственное хозяйственно-питьевое водоснабжение использовалось порядка 10–11 куб.км/год, что составляло около 75% от их использования. В настоящее время более 60% городов Российской Федерации имеют централизованные водозаборы из подземных источников водоснабжения, причем наибольшее значение подземные воды как источник хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов, малых и средних городов, однако в ряде регионов они достаточно широко используются и в крупных городах с населением свыше 500 тыс. человек. Так преимущественно подземными водами (на 90%) обеспечивается сельскохозяйственное водоснабжение, 74% городов с населением до 50 тыс. человек, 46% городов с населением от 100 до 250 тыс. человек. И в то же время доля городов, в которых подземные воды являются источником водоснабжения, уменьшается до 37% при населении от 250 до 500 тыс. человек и до 33% при населении от 500 тысяч до 1 млн.человек. Всего в общем балансе коммунального и сельскохозяйственного водоснабжения подземные воды составляют 57%. Однако в собственно коммунальном водоснабжении эта величина не превышает 35%, так как существенная часть воды хозяйственно-питьевого назначения подается потребителю ведомственными водозаборными сооружениями различных отраслей промышленности.

Как следует из приведенных данных, хозяйственно-питьевое водоснабжение большей части крупных городов основано почти полностью на поверхностных водах. В 34 из 77 городов с населением свыше 250 тыс.

other countries of Asia and Africa. The water supply of the majority of cities and towns in Lithuania, Latvia, Estonia, Ukraine, Belarus, Tadzhikistan, Armenia, and Gruzia is based on ground water.

In the Russian Federation, however, the ground water use for public water supply appreciably lags behind the countries mentioned above, although in the 1960s through 1980s it increased. According to the available data, in the early 1990s, the public and rural water supply amounted to 10–11 cu km/year, or about 75% of ground water use. Now, over 60% of Russia's cities and towns have centralized ground water intakes for public water supply. Ground water is more frequently used for this purpose in rural settlements, small and medium towns, however, in some regions, ground water is widely used in cities with a population of more than 500 thousand. Predominant ground water use for public water supply accounts for 90% of rural settlements, 74% of towns with a population of up to 50 thousand, and 46% of towns with a population ranging from 100 to 250 thousand. At the same time, the percentage of cities where ground water is the water supply source decreased to 38% for cities with a population ranging from 250 to 500 thousand and to 33% for cities with a population from 500 thousand to 1 million. Ground water accounts for 57% of the total public and rural water supply. However, this value is no more than 35% in public water supply because a large portion of water for domestic use is supplied by water intakes of industries belonging to different departments that manage the national economy.

It follows from the above data that the public water supply of the majority of large cities is based almost completely on surface water. In 34 of 77 cities with a population of over 250 thousand, the centralized public water supply is based either completely on surface water or its use accounts for more 90%. Such large cities as Moscow, St. Petersburg, Nizhnii Novgorod, Ekaterinburg, Omsk, Rostov-na-Donu, Vladivostok belong to cities where surface water is the only source of public water supply. Since surface water is essentially not protected from potential contamination, the population of these cities faces the constant danger of the failure of the drinking water intakes.

человек централизованное водоснабжение либо полностью базируется на поверхностных водах, либо эти воды в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения превышают 90%.

К городам, где поверхностные воды являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся такие крупные города как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Омск, Ростов-на-Дону, Владивосток и многие другие. Так как поверхностные воды по существу не защищены от возможного загрязнения, население этих городов находится под постоянной угрозой выхода из строя питьевых водозаборов.

В этом плане использование надежно защищенных от загрязнения подземных вод имеет важнейшее стратегическое значение, так как они являются единственным источником водоснабжения на период экстремальных ситуаций, о чем свидетельствует организация водоснабжения ряда городов и населенных пунктов в зоне влияния катастрофы на Чернобыльской АЭС.

В связи с этим полный (там, где это возможно) или частичный перевод систем питьевого водоснабжения на надежно защищенные подземные водоисточники является важной государственной долгосрочной задачей.

Стратегия водообеспечения в тех случаях, когда полная потребность не может быть обеспечена надежно защищенными водоисточниками, должна быть направлена на обязательное функционирование двух источников, один из которых должен представлять собой надежно защищенные подземные воды.

Возможность, целесообразность и условия использования подземных вод в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения определяется рядом факторов, из которых важнейшими являются:

а) Наличие месторождений подземных вод, эксплуатационные запасы которых позволяют полностью или частично удовлетворить заявленную потребность в воде питьевого качества, и подготовленностью этих месторождений для промышленного освоения (обеспеченность потребителей эксплуатационными запасами подземных вод).

In view of this situation, the use of ground water safely protected from contamination is of strategic importance because it is the only source of water supply in periods of extremal circumstances. This is testified by the organization of the water supply in a number of towns and settlements in the zone influenced by the aftereffects of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant.

In this connection, the possible complete or partial transfer of drinking water supply systems to the use of safely protected ground water sources is an important federal long-standing task.

When the water demands cannot be met fully by safely protected water sources, the water supply strategy must envisage functioning of two sources including protected ground water.

The possibility, advisability, and conditions of using ground water as a source of public water supply are governed by a number of factors of which the important are the following:

1. The availability of ground water reservoirs whose safe yield makes it possible to fully or partially satisfy the requirements for drinking water and the possibility of the commercial development of these reservoirs that consists in the dependable provision of the water users with ground water.
2. The natural quality of ground water that may be used for public water supply directly or after required treatment.
3. Existence of natural protection of ground water from surface anthropogenic contamination and conditions for creation of sanitary protection zones.
4. Possible negative effects of ground water withdrawal on the other environmental components.
5. Economic indices of the construction and operation of ground water intakes including transportation costs.

Let us characterize briefly these factors.

DEPENDABLE SUPPLY OF WATER USERS WITH GROUND WATER

The Russian Federation has huge potential ground water resources for public water supply. The safe-yield resources of more than 3200 ground water reservoirs explored by geological organizations and registered by federal agencies amount to 27 km³/year,

б) Природное качество подземных вод, которые могут быть использованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения непосредственно или после соответствующей водоподготовки.

в) Естественная защищенность подземных вод от поверхностного антропогенного загрязнения и условия создания зон санитарной охраны.

г) Возможное негативное влияние отбора подземных вод на другие компоненты окружающей среды.

д) Экономические показатели строительства и эксплуатации водозаборов подземных вод, включая расходы на транспортировку.

Коротко остановимся на характеристике этих основных факторов.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ЗАПАСАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Российская Федерация располагает огромными потенциальными эксплуатационными запасами пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения подземных вод. Только разведанные геологическими организациями и утвержденные в соответствующих государственных органах эксплуатационные запасы более чем 3200 месторождений составляют 27 км³/год, из которых 18,4 км³/год подготовлены для промышленного освоения. В настоящее время эксплуатируется всего немногим более 1500 месторождений с суммарным водоотбором 6,3 км³/год, т. е. использование запасов подготовленных для промышленного освоения составляет всего 34%. Столь слабое освоение разведанных запасов определяется рядом причин, из которых далеко не последнее место занимает неправильная стратегическая политика водохозяйственных организаций, отдающих предпочтение поверхностным водисточникам. Сопоставление разведанных и освоенных запасов подземных вод убедительно показывает, что их использование может быть существенно интенсифицировано. Однако, неравномерность распределения эксплуатационных запасов по территории страны, наличие отдельных крупных потребителей с весьма высокими потребностями в воде

including 18.4 km³/year prepared for development. Now, slightly more than 1500 ground water reservoirs are being developed with a total abstraction of 6.3 km³/year that accounts for only resources prepared for commercial development. This small percentage is explained by a number of reasons among which the wrong strategy of water management agencies occupies a prominent place because they prefer the use of surface water sources. The comparison of the explored and developed ground water resources brings out clearly that ground water use may be substantially intensified. However, the irregularity of the distribution of exploitable ground water resources over the country's area and major water users with very high requirements for drinking water are responsible for not meeting all public supply demands for ground water. The ground water provision for the supply of small water users (rural and industrial settlements, administrative district centres, and the like) is a rather simple matter. However, the ground water supply of even relatively small water users runs into substantial difficulties in some Russia's regions – northern regions of the European area – regions adjoining the Caspian Sea, individual regions of West Siberia and the Urals, and the northern region of the permafrost area of East Siberia and the Russian Far East.

Large cities are characterized by the most complete conditions for supply with fresh ground water. Such cities may be divided into four major groups. The first group includes cities that are provided with explored ground water resources, part of which belongs to aquifers safely protected from contamination (ground water protectability will be discussed in more detail below).

This group comprises both cities whose public water supply is fully or largely based on surface water (these cities are Arkhangelsk, Ivanovo, Nizhnii Novgorod, Kirov, Makhachkala, and Vladivostok) and cities whose water supply is provided completely or largely with ground water. These cities are Tver, Smolensk, Tambov, Krasnodar, Nalchik, and Barnaul.

The second group includes cities whose water requirements are also fully met by explored ground water resources, however, the developed or explored aquifers in these cities are insufficiently protected from contamination. Here, a package of measures

питьевого качества, определяют недостаточную однородность условий возможного обеспечения населения подземными водами. Наиболее просто обстоит дело с использованием подземных вод для водоснабжения небольших потребителей (сельскохозяйственное водоснабжение, водоснабжение рабочих поселков, райцентров и т.д.). Однако, в ряде регионов России (северные районы Европейской части, Прикаспий, ряд районов Западной Сибири и Урала, северный район развития многолетнемерзлых пород Восточной Сибири и Дальнего Востока) решение проблемы водоснабжения даже относительно небольших водопотребителей сталкивается с существенными сложностями. Наиболее сложными условиями обеспечения населения пресными подземными водами характеризуются крупные города. В этом плане их можно разделить на четыре крупных группы. К первой группе относятся города, обеспеченные разведанными запасами подземных вод, причем часть из разведанных запасов относится к надежно защищенным от загрязнения водоносным горизонтам. (Более подробно условия защищенности подземных вод будут рассмотрены в последующих частях доклада.)

В эту группу попадают как города, хозяйственно-питьевое водоснабжение которых полностью или преимущественно основано на поверхностных водах (Архангельск, Иваново, Нижний Новгород, Киров, Махачкала, Владивосток), так и города, современное водоснабжение которых обеспечивается полностью, либо в значительной степени подземными водами (Тверь, Смоленск, Тамбов, Краснодар, Нальчик, Барнаул и др.).

Ко второй группе можно отнести города, потребности которых тоже полностью обеспечены разведанными запасами подземных вод, однако эксплуатируемые или разведанные горизонты недостаточно надежно защищены от загрязнений. Здесь требуется осуществление комплекса мероприятий по охране подземных вод, а также весьма актуальной является постановка поисково-разведочных работ на хорошо защищенные водоносные горизонты, запасы которых могут удовлетворить часть потребности (города Тольятти, Саратов, Сочи, Оренбург, Уфа, Красноярск, Ангарск, Брянск, Улан-Удэ, Хабаровск, Калининград и др.)

for ground water protection and a search for well-protected aquifers whose water may be used for meeting part of the water requirements are required. These cities are Tolyatti, Saratov, Sochi, Orenburg, Ufa, Krasnoyarsk, Angarsk, Bryansk, Ulan-Ude, Khabarovsk, and Kaliningrad.

The third group comprises cities that fully or partially satisfy their drinking water demands from safely protected aquifers; however, their prospective water requirements necessitate search and exploration of proper aquifer. These cities are Bryansk, Belgorod, Vladimir, Kaluga, Orel, Ulyanovsk, Groznyi, Magnitogorsk, Kemerovo, Chita, and Tomsk.

The fourth, larger, group comprises cities whose demands for drinking water maybe met only partially. This group is mainly formed by cities whose water supply is completely or almost completely based on surface water. These cities are Moscow, St. Peterburg, Yaroslavl, Ekaterinburg, Perm, Rostov-on-Donn, Astrakhan, Omsk, Novosibirsk, Murmansk, and Petrozavodsk, as well as cities where ground water constitutes a substantial portion of their water supply. These cities are Saransk, Tyumen, Tula and some others. Ground water reservoirs whose resources well satisfy more than 25-30% of drinking water demands can be developed or explored for some of these cities.

The only way out for other cities seems to be a self-contained system of drinking water supply involving bottling plants using ecologically pure ground water. Under these conditions, construction of bottling plants should not be considered in any way as an alternative to public water supply systems in which the water quality standards are attained by common methods. However, bottling plants may play a significant role as an additional method of drinking water supply, particularly in short-term extremal periods for creation of emergency water reserves. For this purpose, it is necessary to conduct hydrogeological investigations for selecting promising ground water reservoirs and for substantiating the construction of bottling plants.

NATURAL GROUND WATER QUALITY

The quality of ground water under natural conditions is rather diverse and depends on a large number of factors - conditions of ground water recharge and discharge, depths

К следующей группе следует отнести города, которые в настоящее время полностью или частично удовлетворяют потребности в воде питьевого качества надежно защищенными подземными водами, но для удовлетворения перспективной потребности необходимо проведение поисково-разведочных работ (Брянск, Белгород, Владимир, Калуга, Орел, Ульяновск, Грозный, Магнитогорск, Кемерово, Чита, Томск и др.).

И, наконец, последнюю наиболее многочисленную группу составляют города, потребности которых в воде питьевого качества могут быть удовлетворены только частично. В эту группу попадают в основном города, современное водоснабжение которых полностью или почти полностью основано на поверхностных водах (Москва, Санкт-Петербург, Ярославль, Екатеринбург, Пермь, Ростов-на-Дону, Астрахань, Омск, Новосибирск, Мурманск, Петрозаводск и др.), а также ряд городов, где в балансе современного водопотребления существенную часть составляют подземные воды (Саранск, Тюмень, Тула, и др.). Для ряда указанных городов могут быть освоены разведанные или найдены новые месторождения подземных вод, запасы которых позволят удовлетворить существенную (более 25–30%) часть потребности в воде питьевого качества.

Для других городов, очевидно, единственным выходом является организация автономного питьевого водоснабжения путем строительства заводов разлива, базирующихся на экологически чистых подземных водах, с последующей реализацией воды населению. Строительство заводов разлива в этих условиях ни в каком случае не может рассматриваться как альтернатива системам хозяйственно-питьевого водоснабжения, в которых доведение качества воды до нормальных показателей должно осуществляться другими способами. Однако, как дополнительный метод решения проблем питьевого водоснабжения, особенно в краткосрочные экстремальные периоды, в том числе, для создания страховых запасов воды, эксплуатация заводов разлива может сыграть весьма существенную роль. В этом плане необходимо проведение гидрогеологических исследований для выбора перспективных площадей и обоснование строительства заводов разлива.

to ground water, the lithological composition of water-bearing rocks and some other factors. In terms of ground water use for public water supply in the area of the Russian Federation, the following three groups of regions may be distinguished:

(1) Regions having aquifers with fresh water whose quality by the content macrocomponents and microcomponents fully corresponds to the drinking water standards. Such ground water quality is observed over the most of the country.

(2) Regions with a certain number of fresh-water aquifers where the content of a certain component of water exceeds the established standards. In Russia's area, there are several hydrogeological provinces characterized by higher contents of such standardized elements as fluorine, iron, manganese, stable strontium, selenium, arsenic, and beryllium. Hydrogeochemical provinces of iron-containing water (mainly the unconfined ground water of the upper aquifers in the humid zone) and fluorine-bearing water (individual aquifers in Russia's central European regions, the Volga area, Ciscaucasia, Southern West Siberia, the Transbaikal region, and Primorskii Krai) are widely distributed. The high contents of the standardized components in these waters are no obstacle to using them because the water quality may be brought to the required standard by applying various water treatment procedures – defluorination, deferrization and other methods. This water treatment is less expensive treatment of polluted surface water because the contents of the above elements in ground water is constant and an effective technology for removal of these elements has been developed.

(3) Regions where fresh ground water practically does not occur and ground water, having a high dissolved solids content with high concentrations of chlorides, sulfates, and salts producing hardness, are widely distributed. These waters occur in the region adjoining the Caspian Sea and in some regions of West Siberia. The use of these waters is possible after proper treatment.

Unfortunately, in practice, the ground water in the regions of the second and third groups are used without required water treatment,

ПРИРОДНОЕ КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Качество подземных вод в естественных условиях характеризуется достаточным разнообразием и зависит от большого количества факторов (условий питания и разгрузки подземных вод, глубины залегания водоносных горизонтов, литологического состава водовмещающих пород и т.д.). С точки зрения использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Российской Федерации могут быть выделены три группы районов:

а) Районы, в гидрогеологическом разрезе которых выделяются водоносные горизонты с пресными подземными водами, качество которых как по макрокомпонентам, так и по микрокомпонентному составу, полностью отвечают установленным для питьевой воды требованиям. Это большая часть территории страны.

б) Районы, где в пресных подземных водах отдельных водоносных горизонтов содержание какого-либо компонента превышает установленные требования. На территории России выделяется ряд гидрогеологических провинций, характеризующихся повышенным содержанием таких нормируемых элементов, как фтор, железо, марганец, стронций стабильный, селен, мышьяк, и бериллий. Наиболее широко развиты гидрогеохимические провинции железосодержащих вод (главным образом, грунтовые воды первого от поверхности водоносного горизонта в гумидной зоне) и фтороносных вод (отдельные водоносные горизонты центральных районов, Поволжья, Предкавказья, юга Западной Сибири, Забайкалья, Приморья). Повышенное содержание нормируемых компонентов не является препятствием к использованию таких вод, так как с применением различных способов водоподготовки (обесфторивание, обезжелезивание и др.), качество воды может быть доведено до требуемых кондиций. В связи со стабильностью содержания этих компонентов и разработанностью технологии водоподготовки подземных вод обходится дешевле, чем очистка загрязненных поверхностных вод.

в) Районы практического отсутствия пресных подземных вод, где распространены подземные воды повышенной минерали-

particularly for small-scale water supply. This situation evokes the unfavourable criticism on the part of the State Sanitary Inspection agencies. However, no changes have occurred in this respect.

NATURAL PROTECTABILITY OF GROUND WATER AND SANITARY PROTECTION ZONES

As was noticed, the main advantage of ground water is its higher degree of protection as compared to surface water. However, various aquifers appreciably differ by protection conditions. The waters of deep aquifers confined by continuous clay layers are practically protected from penetration of contaminants from the earth surface. Under these conditions contamination may be caused only by the unsatisfactory technological and sanitary state of water-supply and exploratory wells. The water of springs in mountainous and submontane regions are safely protected from contamination where there is no economic activity in the area of recharge. The ground water of the upper aquifers is protected much worse, particularly in river valleys where ground water is closely connected with surface water, and contaminated surface water encroaches into ground water in the course of its development. In this situation, drinking water supply should be oriented primarily towards the use of the water of safely protected confined aquifers. In a number of regions, only insufficiently protected ground water may be used for this purpose; however, and in this case ground water is much less vulnerable to contamination as compared to surface water because contaminated ground water in its movement through rocks and mixing pure ground water undergoes self-purification.

From the viewpoint of ground water protection against contamination, particularly where ground water is contaminated to a small degree, the creation of the sanitary zones for water intake protection and control of the economic activities in these zones are a decisive factor. It should be noted that historically many existing ground water intakes were operated directly in the area of cities, plants, and farms without sanitary protection zones and control of the economic activities. This leads to rather numerous cases of ground water contamination by pollutants, including

зации с высокими содержаниями хлоридов, сульфатов, солей жесткости (Прикаспий, отдельные районы Западной Сибири и др.): Использование таких вод возможно также только после соответствующей подготовки.

К сожалению, на практике использование подземных вод в районах второй и третьей групп, особенно при децентрализованном водоснабжении, осуществляется без необходимой водоподготовки. Это вызывает справедливые нарекания органов Госсанэпиднадзора, но положение длительное время не меняется.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ

Главное достоинство подземных вод, как уже отмечалось, это их более высокая степень защищенности по сравнению с поверхностными водами. Однако, по условиям защищенности подземные воды различных водоносных горизонтов существенно различаются. Практически полностью защищены от проникновения загрязняющих веществ с поверхности подземные воды глубоких напорных горизонтов, перекрытые выдержанными глинистыми слоями. В этих условиях загрязнение может быть связано только с неудовлетворительным техническим и санитарным состоянием водозаборных и разведочных скважин. Надежно защищены от загрязнения и родниковые воды в горных и предгорных районах в случаях, когда в областях их питания не осуществляется хозяйственная деятельность. Значительно хуже защищены подземные воды первых от поверхности водоносных горизонтов, особенно в речных долинах, где они тесно связаны с поверхностными, и при эксплуатации происходит подтягивание поверхностных загрязненных вод. В связи с этим при организации питьевого водоснабжения следует ориентироваться в первую очередь на напорные надежно защищенные водоносные горизонты. Однако в ряде районов для этих целей могут использоваться только недостаточно защищенные подземные воды, но и в этом случае они по сравнению с поверхностными значительно менее уязвимы в отношении загрязне-

toxicants, in the vicinity of water intakes. Ground water contamination is also promoted by the violation of the accepted regime of ground water development (ground water mining) that results in the intrusion of substandard water from other aquifers and from surface streams and water bodies into ground water intakes. In view of the above, a package of protection measures is required for many operated ground water intakes. Nevertheless, it should be noticed that at present the contamination of main exploitable aquifers is of a localized character and effects mainly small water intakes located within urban and industrial areas.

It should be also taken into consideration that the creation of sanitary protection zones for ground water intakes demands smaller expenses as compared to the construction of surface water intakes.

POSSIBLE NEGATIVE EFFECTS OF GROUND WATER WITHDRAWAL ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS

When estimating the potentialities of ground water use, it is necessary to take into account the environmental protection limitation connected with the effect of the planned water withdrawal on environmental components - a decrease in surface runoff, changes in the landscape, land surface subsidence, and intensification of karst and suffosion processes. At the same time, in view of the special role of ground water supply, in many cases, this problem must be solved by taking measures that compensate the possible negative effect rather than by terminating or reducing ground water use.

ECONOMIC INDICES OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF GROUND WATER INTAKES

Taking into account the general low vulnerability of ground water of contamination, these indices should not be decisive in selecting water supply sources. At the same time, it should be noted that owing to the much easier water preparation of ground water the cost of using ground water even where it is transported for long distance happens

ния в связи с процессами самоочищения загрязненных вод при их движении через горные породы и смешения с чистыми пластовыми водами.

С точки зрения охраны подземных вод от загрязнения, особенно в случаях их недостаточной загрязненности, решающую роль играет создание зон санитарной охраны водозаборов и соблюдения регламентированного режима хозяйственной деятельности в этих зонах. Необходимо отметить, что исторически, многие действующие водозаборы подземных вод развивались непосредственно на территориях городов, промышленных предприятий, предприятий агро-промышленного комплекса, при отсутствии полноценных зон санитарной охраны или несоблюдения установленного режима хозяйственной деятельности. Это приводит к достаточно многочисленным случаям загрязнения подземных вод на действующих водозаборах, в том числе токсичными веществами. Загрязнению подземных вод способствует и нарушение установленного режима эксплуатации подземных вод (отбор воды в количестве, превышающем утвержденные эксплуатационные запасы), что приводит к поступлению к водозаборам некондиционных подземных вод из других водоносных горизонтов, а также из поверхностных водотоков и водоемов. В связи с вышеизложенным на многих действующих водозаборах подземных вод необходимо проведение комплекса мероприятий по их охране. Тем не менее отметим, что в настоящее время загрязнение подземных вод основных эксплуатационных горизонтов носит точечный характер, и относится, главным образом, к небольшим водозаборам, расположенным в пределах городских и промышленных территорий.

Следует также учитывать, что создание ЗСО водозаборов подземных вод менее сложно и требует меньше затрат по сравнению с водозаборами поверхностных вод.

ВОЗМОЖНОЕ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ОТБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ДРУГИЕ КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

При оценке возможностей использования подземных вод необходимо учитывать природоохранные ограничения, связанные с влиянием планируемого водоотбора на

to be smaller or comparable with the cost of surface water development. In addition, ground water use makes it possible to construct independent water intakes for individual areas and settlement, which may undoubtedly produce a substantial economic effect. All the above shows that the use of ground water in the Russian Federation as a source of domestic or drinking water supply may be appreciably intensified. The complete or partial transfer of drinking water supply to using ground water sources, as was said, should be considered as the main strategic guideline in the development of public water supply. It is no doubt that this is a long-term task whose implementation must be planned for several decades. However, the purposeful work in this direction should begin to-day, and necessary measures should be taken within the Federal Program of Public Supply with Drinking Water. These measures must include:

(1) The analysis of existing conditions for the water supply of cities, towns, settlements, villages and revealing water users insufficiently supplied with drinking water and those experiencing shortage of water supply sources not protected properly from contamination.

(2) Consideration of various alternatives of the supply for these water users, including taking urgent measures comprising:

(a) Introduction of new water intakes.

(b) Reconstruction of existing water intakes involving the transfer of drinking-water supply wells into domestic water supply wells, the use purposes, the development of reserved aquifers, construction of protective water intakes.

(c) Development of explored ground water resources.

(d) Search and exploration of new ground water reservoirs.

(e) Construction of independent water supply systems.

(3) Inventory of explored ground water reservoirs and the assessment of the possibilities of the development of reserved aquifers all over the area of Russia.

(4) Estimating the provision of Russia's population with ground water protected from contamination.

другие компоненты природной среды (уменьшение поверхностного стока, изменение ландшафтов, оседание земной поверхности, активизация карстово-суффозионных процессов). В тоже время, учитывая особую роль подземных вод в обеспечении населения питьевой водой, во многих случаях указанная проблема должна решаться не путем прекращения или сокращения использования подземных вод, а путем проведения мероприятий, компенсирующих возможное негативное влияние.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Учитывая более высокую защищенность подземных вод от загрязнения, эти показатели не должны играть определяющей роли при выборе источников водоснабжения. В тоже время отметим, что в связи со значительно облегченной водоподготовкой, себестоимость использования подземных вод, даже при их транспортировке на значительные расстояния, оказывается меньшей или вполне соизмеримой с себестоимостью использования поверхностных вод. Кроме того, использование подземных вод позволяет создавать автономные водозаборы для отдельных микрорайонов, населенных пунктов, что несомненно может дать существенный экономический эффект. Все вышеизложенное показывает, что использование подземных вод в Российской Федерации в качестве источника хозяйственно-питьевого или питьевого водоснабжения может быть существенно интенсифицировано. Полный или частичный перевод питьевого водоснабжения населения на подземные водоисточники, как уже указывалось, должен рассматриваться как основное стратегическое направление в развитии этой важнейшей отрасли. Несомненно, эта долгосрочная задача, реализация которой должна быть рассчитана на несколько десятилетий. Однако целенаправленную работу в этом направлении необходимо начинать уже сегодня, предусмотрев необходимые мероприятия в составе Федеральной целевой программы «Обеспечение населения питьевой водой».

Эти мероприятия должны включать:

1) Анализ существующих условий водоснабжения городов, поселков, сельских населенных пунктов и выявление потре-

(5) Assessment of the sanitary and ecological state of existing ground water intakes and sanitary protection.

(6) Carrying out search and exploration of ground water resources.

In addition, it is necessary to elaborate a package of standart law documents regulating the status of conducting search, exploration, and evaluation of ground water resources, planning and development of ground water use for drinking and domestic water supply.

бителей, недостаточно обеспеченных питьевыми водами, и, в том числе, необеспеченных защищенными от загрязнения источниками водоснабжения.

2) Рассмотрение различных вариантов обеспечения этих потребителей с выделением первоочередных мероприятий, реализуемых путем:

а) расширения действующих водозаборов, б) реорганизации действующих водозаборов, в том числе перевод скважин с питьевыми водами на хозяйственно-питьевое водоснабжение при их использовании для технического водоснабжения, подключение неэксплуатируемых водонесных горизонтов, создание защитных водозаборов и тд;

в) освоение разведанных запасов подземных вод;

г) поисков и разведки новых месторождений;

д) устройство систем автономного водоснабжения.

3) Инвентаризацию разведанных месторождений подземных вод и оценка возможностей освоения неэксплуатируемых месторождений в целом по России.

4) Оценку обеспеченности населения России защищенными от загрязнения ресурсами подземных вод.

5) Оценку санитарного и экологического состояния действующих водозаборов подземных вод и зон санитарной охраны.

6) Проведение поисково-разведочных работ на подземные воды. Кроме того необходимо разработать пакет нормативно правовых документов, определяющих статус проведения различных работ по разведке, оценке запасов, проектированию и эксплуатации подземных вод питьевого и хозяйственно-питьевого назначения.

*Джон Ф. Уилльямс
Бакалавр технических наук
Менеджер по международным предприя-
тиям
компании 'Хайдронотикс', Сан-Диего,
Калифорния*

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В настоящем докладе описываются два примера использования мембран обратного осмоса для морской воды в государствах СНГ. В качестве одного из примеров описывается система для питьевого водоснабжения в Туркменистане, одном из государств-членов Содружества независимых государств, источником воды для которой является Каспийское море. Эта установка была доставлена на место осенью 1993 г. и запущена в июне 1994 г.. Эта система питьевого водоснабжения была поставлена для производства питьевой воды для нужд рабочих бригад нефтяной компании. Ее проектная производительность составляет 100 м³/сутки. Эта станция включает установку подготовки воды, забираемой поверхностным водозабором из Каспийского моря. Второй пример представляет собой систему очистки солоноватых вод для района г.Урай в Северной Сибири. В этой установке для удаления различных загрязнений также использованы мембраны для морской воды. Этот пример использования мембран обратного осмоса в целях очистки грунтовых вод, забираемых из скважины, также предназначен для водоснабжения в полевых условиях рабочих бригад нефтяной компании.

Источники грунтовых вод располагаются в зоне с радиусом 200 км и содержат углеводороды, радиоактивные элементы и другие загрязнители. При проектировании этой системы производителю оригинального оборудования (ПОО) не были предоставлены результаты анализов этих вод. Поскольку предусматривалось создать установку контейнерного типа, которую предполагалось перемещать по мере необходимости из одного места в

*John F. Williams - bs. mech. engineer
international business manager
hydraulics*

ABSTRACT

This paper covers two applications using seawater reverse osmosis membranes in Russia.

The applications cover a potable water system in Turkmenistan, a State in the Commonwealth of Independent States, with its supply source as the Caspian Sea.

This plant was delivered in the Fall of 1993 and was started in June of 1994.

The potable water system was supplied to produce potable water, for oil company work crews, and is designed for 100 M³/Day.

The plant includes pretreatment for open intake feed water from the Caspian Sea.

The second system is a brackish system in the City of Uray in Northern Siberia. This design uses seawater membranes for the removal of various impurities. This potable water application is also for an oil company to purify well water for the work crews in the field.

The well water supplies were in a 200 Km radius which contain Hydrocarbons, radioactivity and other impurities.

No water analysis was supplied for this system design to the Original Equipment Manufacturer (OEM). Seawater membranes were selected since the systems were designed to be containerized and will be moved from location to location.

The system design took this into account

другое, для нее были выбраны также мембраны для морской воды. Конструкция этой системы учитывала эти обстоятельства и мембраны выбирались, исходя из наилучшего сценария развития событий. В докладе описывается конструкция этих систем и обсуждаются характеристики мембран.

Будут обсуждены мембранные сборки, выход продукта и рабочий диапазон давлений. Поскольку обе станции опреснения и очистки воды являются новыми и в настоящее время имеется мало информации об их эксплуатации или же она вовсе отсутствует, в докладе приводятся для справки данные о других существующих станциях. Фактические данные об их эксплуатации будут представлены к моменту, когда настоящий доклад будет уже опубликован; если к тому времени они на самом деле появятся. Центральным местом доклада является описание процесса водоподготовки, эксплуатационных условий и выбора мембран для рассматриваемых примеров их использования. В частности, в настоящем докладе будет описана конструкция мембран для морской воды в случае, когда на стадии проектирования отсутствовала информация о местных условиях.

ТУРКМЕНСКАЯ СИСТЕМА

Проектные требования к системе для бригад нефтяников производительностью $100 \text{ м}^3/\text{сутки}$ были подробно изложены в заказе. Станция проектировалась около открытого водозабора из Каспийского моря. В требованиях к конструкции станции были перечислены все способы водоподготовки и оборудование для производства 100 м^3 пресной воды в сутки при различных эксплуатационных условиях. Для открытого водозабора морской воды компания "Хайдронотикс" рекомендовала удельный расход 8-10 галлонов/сут на 1 кв.фут площади мембраны (1 галлон = 3,785 л, 1 кв.фут = $0,0929 \text{ м}^2$). Обычно различные производители мембран рекомендуют удельный расход от 12 до 19 галлонов/сут на 1 кв.фут площади мембраны, исходя из солености воды от 32000 до 35000 мг/л и испы-

and pretreatment and membranes were selected for a worse case scenario. The paper covers the system designs and discusses the membrane characteristics. Discussion of the membrane arrays, recoveries and pressures will be covered.

Since both plants are new and there is little or no data at this point in time the paper includes operational data from an existing plant as a reference of performance.

Actual operational data will be presented at the time when this paper is presented; If available at that time.

The focus of this paper is to cover pretreatment, operation considerations, and membrane selection for these applications.

In particular, a discussion of sea water membrane construction for applications where little or no specifications are supplied will be covered in this paper.

TURKMENISTAN SYSTEM

The system design requirements for the $100 \text{ M}^3/\text{Day}$ system, for the oil work crews in Turkmenistan, was well specified in the bid specifications. The plant was designed around an open intake seawater supply from the Caspian Sea.

The system specification specified all pretreatment and equipment to provide $100 \text{ M}^3/\text{Day}$ under various operating conditions. For seawater open intake Hydraulics recommends 8-10 GFD (Gallons/Day Flux per FT^2 Membrane Area).

Typical design specifications from various membrane manufacturers indicate a membrane Flux of between 12 and 19 GFD

тательного давления 800 фунт/кв. дюйм (53 бара). Практический проект установок с открытым водозабором должен учитывать высокий показатель мутности воды - ОКВЧ (общее количество взвешенных частиц). На Рис.1 представлены характеристики воды Каспийского моря.

based on the 32,000 to 35,000 mg/l feed water supply and 800 psig (53 Bar) test pressure. The actual design for open intake plants should take into account the high TSS (Total Suspended Solids). The specifications for the Caspian seawater supply are outlined in Figure 1.

Мутность (нефелометрические единицы мутности)	4,5
Turbidity (NTU)	
pH	7,5
ОКВЧ (общее количество взвешенных частиц) мг/л	3764
TSS mg/l	
Cl ⁻ мг/л / mg/l	6087
HCO ₃ ⁻ мг/л / mg/l	390
NH ₄ ⁺ мг/ л / mg/l	0,37
NO ₂ ⁻ мг/л / mg/l	0
NO ₃ ⁻ мг/л / mg/l	0
Ca ⁺² мг/л / mg/l	420
Mg ⁺² мг/л / mg/l	812
Fe (общее количество) мг/л / total mg/l	0,14
As мг/л / mg/l	0
F ⁻ мг/л / mg/l	2,0
Pb мг/л / mg/l	0
Mn мг/л / mg/l	0
pHs	6,6
SiO ₂ мг/л / mg/l	<1
Индекс насыщения (SI) мг/л	0,9
Saturation Index (SI) mg/l	
Na ⁺ мг/л / mg/l	3050
K ⁺ мг/л / mg/l	432
Максимальная температура воды на входе	30 ⁰ C
Water inlet max. temp	
Минимальная температура воды на входе	18 ⁰ C
Water inlet min. temp	

РИС.1. Характеристики воды на входе в установку

FIG. 1. Feedwater Inlet Conditions

Вследствие высокого уровня ОКВЧ воды Каспийского моря конструкция системы

Due to the high levels of TSS of the Caspian Sea the system design incorporates

с разнородной загрузкой), которые предоставляют возможность впрыска химикатов. Расход потока воды на фильтрах не должен превышать 5 галлонов/мин на 1 кв.фут площади фильтра (15,14 л/мин, 1 кв.фут= 0,0929 м²), причем желательный эксплуатационный постоянный расход должен составлять 3 галлона/мин на 1 кв.фут (11,356 л/мин). Проект системы выполнен компанией "Спесифик эквипмент", базирующейся в шт.Техас (США) и включает три сосуда-фильтра "Малти медиа". В итоге система может устойчиво эксплуатироваться при указанных выше условиях при двух работающих фильрах, пока третий фильтр находится на промывке. При нормальном режиме эксплуатации работают все три фильтра. В зависимости от индекса плотности ила (ИПИ) воды на выходе в месте расположения установки в начальный период эксплуатации может быть использована система подачи химикатов, которая обеспечит коагуляцию взвешенных частиц. Уровень добавок полимера необходимо контролировать, чтобы избежать загрязнения мембраны при попадании полимера. Обычно в качестве полимерной добавки используют катионные материалы для обеспечения наилучшей коагуляции взвешенных частиц, а также для улучшения фильтрации на установках "Малти Медиа" за счет его действия как покрывающего агента внутри загрузки фильтров. Основываясь на результатах химического анализа воды в систему следует добавлять лишь весьма малые количества полимера, чтобы помочь фильтрам уменьшить содержание взвешенных частиц. Фильтры "Малти Медиа", включающие слой сита с числом отверстий 100 меш (число отверстий на 1 дюйм) обеспечивают высокое качество фильтрата. Композиционные мембраны обладают отрицательным поверхностным зарядом, поэтому любое попадание катионного полимера на них приведет к серьезному загрязнению поверхности мембран.

Однако, основываясь на результатах химических анализов и определения мутности воды, поступающей на опреснение из большинства источников, катионные полимеры являются необходимыми для того, чтобы обеспечить требуемый уровень коагуляции взвешенных частиц. В некоторых случаях необходимы добавки

injection.

The flow across the filters should not exceed a maximum flow of 5 gpm/ft² and it is desirable to operate at a continuous flow of 3 gpm/ft². The system design provided by Specific Equipment, a Texas based company in the United States, provided three Multi Media vessels so that the system could provide continuous service within the above parameters with two units on line during backwash of the third vessel.

Normal operation would include all three vessels on line. Depending on the SDI (Silt Density Index) of the effluent of the on site start up conditions the chemical feed system can be used to provide coagulation of the suspended solids.

The level of polymer injections should be controlled to prevent the fouling of the membranes from polymer carryover.

Typically, the polymer selection is a cationic material to provide the best coagulation of TSS, as well as to improve the Multi Media filtration by acting as a coating agent within the filter media bed.

Based on the water chemistry the system will require small amounts of polymer injection to assist the filters in reducing the TSS. Multi Media filters that include a layer of 100 mesh garnet do a much better job in reducing TSS. Composite membranes have a negative surface charge and any carryover of cationic polymer can severely foul the membrane surface.

However, based on the water chemistry and TSS of most feed supplies cationic polymers are necessary in order to provide adequate coagulation of suspended solids.

In some cases additional mineral salts are

некоторых минеральных солей, чтобы усилить действие полимера в процессе коагуляции. Это могут быть соли, в состав которых входят ионы железа (Fe) или алюминия.

Изменения температуры воды обычно приводят к необходимости соответствующим образом изменять подачу полимера и/или минеральных коагулирующих добавок.

Дополнительные процессы предварительной обработки воды и обработки продукта на выходе используют две системы подачи кислоты или умягчителя воды и, в случае необходимости, 5-микронные фильтры предварительной очистки. В зависимости от степени снижения ИПИ после окончательного фильтрования продукта может потребоваться, чтобы они имели абсолютный класс 5 микрон. Стандартные сборки фильтров, имеющие номинальный класс 5 микрон, могут оказаться непригодными, исходя из номинального класса 5 микрон и абсолютного класса 10 микрон. Для систем опреснения морской воды необходимы системы промывки или отсоса рассола для его удаления из системы перед ее отключением. Если концентрированный рассол останется в системе на длительное время, мембраны могут быть повреждены из-за дегидратации или избыточного осмотического давления. Поставленные установки имеют в своем составе системы удаления рассола, которые могут быть использованы и для очистки. Итак, установка должна включать две системы для подачи химических реагентов. Одна из них используется для регулирования показателя pH готовой питьевой воды, поскольку при обратном осмосе, как правило, pH находится на уровне менее 6,0 и необходимо поднять его до уровня 7,5-8,0. Второе устройство необходимо использовать для подачи хлора или аналогичного химического вещества для борьбы с биологическими загрязнениями.

Конструкция мембранного блока включает два сосуда, соединенных параллельно, каждый из которых вмещает 4 мембраны. Это мембраны производства компании "Хайдронотикс" марки "80-40-HSY-CPA2", предназначенные для опреснения морской воды. Вода Каспийского моря имеет достаточно малое содержание растворенных

required in order to assist the polymer in the coagulation process. These mineral salts may be of an iron (Fe) or Aluminum based compound.

Water temperature changes will normally make it necessary to adjust the polymer feed of polymers and/or the coagulant aids.

Additional pretreatment and post treatment for this system included two chemical feed for acid/antiscalant, if required, and 5 micron prefilters. Depending on the SDI reduction after the final filters these may be required to have an absolute rating of 5 micron.

Standard cartridge filters having a nominal rating of 5 microns may not be adequate based on the nominal rating of 5 microns and absolute rating of 10 microns.

For seawater systems a flush system, or suck back system, is required to flush or displace the brine in the system prior to shutdown. If concentrated brine is left in the system the membranes will be damaged from dehydration or excessive osmotic pressures. The system supplied included a flush system that can also be used as a cleaning skid. Finally, two chemical feeders are required.

One for the pH adjustment of the product water since the pH of reverse osmosis is typically below pH 6.0 and needs to be adjusted up to a pH of 7.5 - 8.0. The second chemical feeder is utilized to feed Chlorine or similar chemical for biological control.

The membrane array design included 2 vessels in parallel with 4 membranes per vessel. The membranes are Hydranautics 8040-HSY-CPA2 seawater membranes. The Caspian Sea has a relatively low TDS and achieving the World Health Organization (WHO) specifications of less than 500 mg/l is not a major problem with this location.

твердых веществ (СРТВ), поэтому в рассматриваемом районе достижение показателя менее 500 мг/л, рекомендованного Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), не представляет особой проблемы. Однако специфическим требованием для данной установки являлось обеспечение малого удельного расхода продукта и больших расходов рассола.

Вследствие невысокого осмотического давления для данного источника воды и высокого содержания ОКВЧ спиральные мембранные системы требуют для обеспечения непрерывной промывки поверхности мембран больших расходов подаваемой для опреснения воды при относительно малом выходе продукта. На Рис.2 представлены типичные прогнозы характеристик мембран на третьем году эксплуатации при температуре воды 30⁰С, а на Рис.3 - при температуре 18⁰С. Давление воды на входе после трех лет эксплуатации составляет 29 бар при температуре 30⁰С (Рис.2) и 36 бар при температуре 18⁰С (Рис.3).

Качество питьевой воды характеризуется соленостью 172 и 140 часть/млн., соответственно. Эти прогнозы не учитывают частоту очисток, которая может оказать влияние на срок службы мембран помле трех лет эксплуатации. Однако, предполагая, что частота очисток достаточно велика и при открытом водозаборе они проводятся не реже, чем раз в шесть недель, отказы мембран не должны превышать прогнозы более, чем на 50%.

СИБИРСКАЯ УСТАНОВКА

Вторая станция опреснения воды включает различные виды обработки воды, так что станция может производить питьевую воду при различных нагрузках на систему. Ожидалось, что системы, из которых вода подается в опреснительную установку, будут включать обработку воды в случаях высокого содержания железа, углеводов и радиоактивных элементов. Эти устройства поставила также компания "Спесифик Эквипмент", причем в их состав входит активированный уголь для удаления из воды углеводов и органических веществ, чтобы защитить мембраны от за-

However, maintaining low flux rates and high brine flow was the criteria on this plant.

Due to the low osmotic pressure from this supply and high TSS the spiral membrane system requires a high membrane cross flow with relatively low recovery to maintain continuous cleaning conditions on the membrane surface.

Figure #2 shows a typical membrane projection for the third year performance at 30 degrees C and Figure #3 shows a typical membrane projection for the third year at 18 degrees C. The feed pressure after three years is 29 bar at 30 degrees C (Figure #2) and 36 bar at 18 degrees C (Figure #3). The product quality is 172 ppm and 140 ppm respectively.

These projections do not take into account cleaning frequencies which may effect the membrane rejection after three years.

However, assuming relatively high cleaning frequencies on open intake of about every 6 weeks the rejection should not increase over 50% of the projected figures.

SIBERIA INSTALLATION

The second plant includes various treatments so that the plant can provide potable water under different load conditions.

It was expected that the systems feed water supply would have to include treatments for high Fe levels, Hydrocarbons, organics, and the possibility of radioactive contaminants.

The units, also supplied by Specific

грязнения. Решение использовать мембраны для морской воды было принято, по следующим причинам:

1. Требуется высокая степень удаления солей и высокая избирательность к ионам.
2. Необходима большая прочность при неблагоприятных условиях.
3. Требуется обеспечить работоспособность при различных температурах и осмотических давлениях.

Equipment, Included activated carbon for the removal of Hydrocarbons and organics to protect the membrane from fouling. Seawater membranes were selected for the following reasons:

1. High rejection and ion selectivity characteristics
2. Membrane construction strength under adverse conditions
3. The requirement for various osmotic and temperature challenges

Project name: TURKMENISTAN Permeate flow: 100.0 M3-D
 Feedwater temperature: 30.0 °C Permeate recovery ratio: 40.0 %
 Raw water pH: 7.50 Element age: 3.0 years
 Acid dosage, ppm (100%): 67.3 H2SO4 Flux decline coefficient: -0.035
 Acidified feed CO2: 80.2 ppm 3 yr salt passage increase: 1.3
 Feed pressure: 29.5 bar Recommended pump pressure: 31.5 bar
 Average flux rate: 10.5 gfd Feed water: Seawater - open intake

Pass	Feed Flow Tot. Vessel m3/h m3/h	Conc. Flow Tot. Vessel m3/h m3/h	Beta	Conc. Press. bar	Element Type	Elem. Array No.
1	10.4 5.2	6.3 3.1	1.12	29.1	8040-HSY-SWC1	8 2x4

Ion	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	420.0	20.9	420.0	20.9	1.5	0.1	699.0	34.9
Mg	812.0	66.8	812.0	66.8	2.9	0.2	1351.4	111.2
Na	3050.0	132.6	3050.0	132.6	52.7	2.3	5048.2	219.5
K	432.0	11.1	432.0	11.1	9.3	0.2	713.8	18.3
NH4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Ba	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CO3	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
HCO3	390.0	6.4	307.3	5.0	6.0	0.1	506.0	6.3
SO4	2570.0	53.5	2635.9	54.9	9.5	0.2	4386.9	91.4
Cl	6087.0	171.7	6087.0	171.7	37.6	2.5	10086.5	284.5
F	2.0	0.1	2.0	0.1	0.1	0.0	3.3	0.2
NO3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SiO2	0.9		0.9		0.0		1.5	
TDS	13764.6		13747.4		171.8		22797.9	
pH	7.50		6.80		5.21		7.05	

Calculated concentrations are accurate within 10%.

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	36.8%	37.7%	70.8%
SrSO4 / Ksp * 100:	0.0%	0.0%	0.0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0.0%	0.0%	0.0%
SiO2 saturation:	0.6%	0.6%	1.0%
Langelier Saturation Index:	1.13	0.33	1.00
Stiff & Davis Saturation Index:	0.45	-0.35	0.10
Ionic strength:	0.31	0.31	0.51
Osmotic pressure:	9.5 bar	9.5 bar	15.9 bar

FIG.2.

FIG 2.

Программное обеспечение фирмы "Хайдронотикс" для расчета систем обратного осмоса - том 5.5 (с) 1994

Программа расчета обратного осмоса лицензирована для: Уилльямса

Расчет выполнил: Уилльямс

Наименование проекта: ТУРКМЕНИСТАН.

Температура поступающей воды :18,0⁰С

pH сырой воды :7,5

Доза кислоты, часть/млн (100%):74,8 H₂SO₄

Подача окислителя CO₂:90,2 часть/млн

Рабочее давление:36,7 бар

Средний удельный расход продукта:10,5 галлонов/фут в сутки

Расход продукта:100,0 куб.м/сут.

Выход продукта:40,0%

Длительность работы элемента:3 года

Коэффициент снижения расхода:-0,035

Увеличение проникновения соли сквозь мембрану

на 3-ем году эксплуатации:1,3

Рекомендуемый напор насосов:39,4 бар

Поступающая вода:Морская - открытый водозабор

1-проход;2-расход подаваемой воды; 3-всего; 4-на один сосуд; 5-куб.м/час; 6-расход рассола; 7-бета; 8-давление рассола, бар; 9-тип элемента; 10-количество элементов; 11-сборка; 12-сырая вода; 13-подаваемая воды; 14-опресненная вода; 15-рассол; 16-ионы; 17-мг-экв./л; 18-общее количество растворенных твердых веществ; 19-точность расчетов концентраций составляет 10%; 20-насыщение SiO₂; 21-индекс насыщения Ланкельера; 22-индекс насыщения Стиффа-Дэвиса; 23-ионная сила; 23-осмотическое давление

Наиболее важным требованием является необходимость обеспечить высокую степень опреснения при минимальном снижении расхода с течением времени. Конструкция установок в контейнерном исполнении является аналогичной обсуждавшейся выше. Добавлен фильтр из активированного угля для защиты мембран от углеводородов, органических веществ и/или свободного хлора. Кроме того, эти установки включают второй предварительный фильтр для создания ступенчатой фильтрационной защиты мембран. Выбор мембран, предназначенных для морской воды, объясняется необходимостью удаления радиоактивных загрязнений в воде, поступающей на опреснение, а также необходимостью проектирования установок без качественных анализов воды. Мембраны, как из ацетата целлюлозы, так и из композиционных материалов, широко используются в Соединенных Штатах в течение многих лет как в горнодобывающей промышленности, так и при проведении очистных мероприятий в промышленности по производству урана. В последнее время несколько муниципальных

The most important requirement is the need to provide high rejection with as little flow loss as possible with time. The design of the containerized units is similar to the system discussed previously.

Activated carbon filtration was added to protect the membranes from Hydrocarbons, Organics and/or Free Chlorine.

The units also include a second prefilter to provide staged filtration protection for the membranes. The concerns of radioactive impurities of the feed water supply and the need to design the systems without a good water analysis initiated the selection of seawater membranes.

Membranes, of both Cellulose Acetate and Composite chemistries, have been widely used in the United States for many years for both mining and clean up operations in the Uranium Industry. In recent years several Municipal desalting plants in the central United States have been installed to reduce

Project name: TURKMENISTAN Permeate flow: 100.0 M3-D

Feedwater temperature: 18.0 °C Permeate recovery ratio: 40.0 %
 Raw water pH: 7.50 Element age: 3.0 years
 Acid dosage, ppm (100%): 74.8 H2SO4 Flu: decline coefficient: -0.035
 Acidified feed CO2: 90.2 ppm 3 yr salt passage increase: 1.3
 Feed pressure: 36.7 bar Recommended pump pressure: 39.4 bar
 Average flux rate: 10.5 gfd Feed water: Seawater - open intake

Pass	Feed Flow		Conc. Flow		Beta	Conc. Press. bar	Element Type	Elem. No.	Array
	Tot. m3/h	Vessel m3/h	Tot. m3/h	Vessel m3/h					
1	10.4	5.2	6.3	3.1	1.13	36.3	8040-RSY-SWCL	8	2x4

Ion	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	420.0	20.9	420.0	20.9	1.0	0.1	699.3	34.9
Mg	812.0	66.8	812.0	66.8	2.0	0.2	1352.0	111.3
Na	3050.0	132.6	3050.0	132.6	36.5	1.6	5059.0	220.0
K	432.0	11.1	432.0	11.1	6.4	0.2	715.7	18.4
NH4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Ba	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CO3	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
HCO3	390.0	6.4	298.0	4.9	5.3	0.1	493.2	8.1
SO4	2570.0	53.5	2643.3	55.1	6.6	0.1	4401.1	91.7
Cl	6087.0	171.7	6087.0	171.7	60.7	1.7	10104.6	285.0
F	2.0	0.1	2.0	0.1	0.0	0.0	3.3	0.2
NO3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SiO2	0.9		0.9		0.0		1.5	
TDS	13764.6		13745.4		118.6		22630.0	
pH	7.50		6.80		5.05		7.05	

Calculated concentrations are accurate within 10%.

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	39.8%	40.8%	76.8%
SrSO4 / Ksp * 100:	0.0%	0.0%	0.0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0.0%	0.0%	0.0%
SiO2 saturation:	0.7%	0.7%	1.2%
Langelier Saturation Index:	0.87	0.05	-0.73
Stiff & Davis Saturation Index:	0.25	-0.57	-0.09
Ionic strength:	0.31	0.31	0.52
Osmotic pressure:	9.1 bar	9.1 bar	15.3 bar

PHC.3.

FIG 3.

опреснительных станций было сооружено в центральной части США для снижения уровня радия в воде, поступающей для водоснабжения из скважин, до допустимого для питьевой воды уровня.

Композиционные мембраны удаляют свыше 99% радия и большинство вновь построенных станций использует именно этот тип мембран при небольших давлениях при опреснении соленых вод. При операциях по очистке водоносных горизонтов на юго-западе Соединенных Штатов используются мембраны из ацетата целлюлозы, а также композиционные мембраны.

На недавно построенных опреснительных станциях используются нано-фильтрующие мембраны. Поскольку опресненная вода снова возвращается в водоносный горизонт для снижения СРТВ при восстановлении качества подземных вод, опресненная вода должна иметь достаточно большое СРТВ, чтобы не вызвать нарушения горных пород водоносного горизонта. При проведении работ в горнодобывающей промышленности для повышения концентрации урана используются оба типа мембран, а также ионообменные смолы, в результате чего образуется закись-окись урана, которая перерабатывается в другом месте. Оборудование, поставляемое компанией "Спесифик эквипмент" включает устройства для интенсивной подготовки воды и снабжено мембранами, должным образом подобранными для использования в целях опреснения подземных вод. Переносные установки необходимо каждый раз специально подготавливать при перемещении с одного места на другое в зависимости от результатов химических анализов воды, взятой из очередной скважины.

ОБСУЖДЕНИЕ

Мембраны, предназначенные для морской воды, имеют конструкцию, которая защищает мембраны от снижения расхода при длительном повышении температуры или рабочего давления. В некоторых случаях снижение расхода опресненной воды происходит вовсе не из-за засорения мембраны, а является результатом уплотнения мембраны или "ползучести мембраны". Это происходит главным образом вследствие

the amount of Radium in the well water supplies to safe drinking levels.

Rejection of Radium for Composite membranes exceeds 99% and most all of the newer installations are using this membrane type in a brackish, low pressure, membrane design. The aquifer clean up operations in the Southwestern United States use Composite and Cellulose Acetate membrane designs. Newer locations are working with Nano-Filtration composite membranes.

Since the permeate is returned to the aquifer to reduce the TDS for restoration, the permeate must be at a TDS level that is high enough not to shock the Aquifer formations.

In the mining process both membranes and ion exchange resins are used to concentrate Uranium to form Yellow Cake for further refining off site.

The equipment supplied by Specific Equipment includes ample pretreatment and proper membrane selection for this well water application.

The portable units will require adjustments from location to location depending on the water chemistry for each well site.

DISCUSSION

Sea water membranes provide construction that protect the membrane from flux loss in continuous high feed temperature/pressure conditions.

The loss of product flow in some cases are not necessarily due to fouling, but can be more of a function of membrane compaction or "Membrane Creep".

This is due to the basically pliable

податливости материалов, используемых при изготовлении большинства типов мембран, применяемых для опреснения соленых вод, в результате чего под действием избыточного давления или повышения температуры они могут проникать в каналы, по которым течет опресненная вода и которые используются для низконапорных мембран. На Рис.4 представлен материал-носитель опресненной воды, представляющий собой однослойный вязанный трикотажный материал, по обеим сторонам которого располагаются мембраны (кроме того, на Рис.4 показаны в качестве примеров уплотненная мембрана и материал 'Симплекс' для морских мембран).

Структура трикотажного материала не позволяет подвергать его длительному воздействию повышенной температуры или высокого рабочего давления.

С течением времени повышенная температура и/или высокое давление искажают структуру мембраны, в результате чего затрудняется свободное течение опресненной воды по мембранному элементу. Это явление необратимо, и во многих случаях его принимают за результат загрязнения мембраны. После повреждения мембраны за счет ее уплотнения восстановить ее уже невозможно. Только правильная эксплуатация низконапорных мембран позволяет предохранить их от уплотнения. Мембраны следует очищать через установленные промежутки времени, рекомендованные их производителем. Обычно 10-15%-ной снижение расхода или повышение на 15-20% чистого рабочего давления (ЧРД) рекомендуются в качестве критерия необходимости очистки мембран с целью предотвращения снижения расхода продукта вследствие обычного загрязнения мембраны из-за ОКВЧ, органики или биологической активности в самой мембране или в поступающей на обработку воде. Другой формой загрязнения мембран является отложение минеральных веществ, являющихся малорастворимыми в воде солями. Обычно, начальное падение расхода составляющее приблизительно 10% и наблюдающееся в течение первых нескольких суток эксплуатации установки, является необратимым. Это начальное снижение расхода следует принимать во внимание при производстве стандартных мембран.

materials used in most brackish membranes that under excessive pressure or temperature can intrude into the product water materials used for low pressure membranes. In figure #4 the product water carrier is shown as a single knit Trico material with membrane on both sides (also shown in Figure #4 is an example of membrane compaction and seawater Simplex material).

The Trico material configuration does not allow for continuous high temperature and high pressure operation. With time the excessive temperature and/or pressure will distort the membrane restricting the free flow of permeate in the membrane element

This is an irreversible problem that in many cases is viewed as a fouling problem of the membrane.

Once damaged by compaction the recovery of flow loss is impossible.

Only proper operation of the low pressure membrane system can protect against compaction. Membranes should be cleaned at the proper intervals as recommended by the membrane manufacturer.

Normally, a 10-15% loss of flow or an increase of 15-20% in Net Driving Pressure (NDP) is the recommended cleaning intervals to protect the membrane from flow loss due to normal fouling, from TSS; Organics or biological activity in the membrane or feed supply.

Another form of fouling would be mineral scale from sparingly soluble salts.

Typically, an initial loss of flux of about 10% is experienced during the first few days of operation that is never recovered. This initial flux loss must be taken into account on the normalized membrane production.

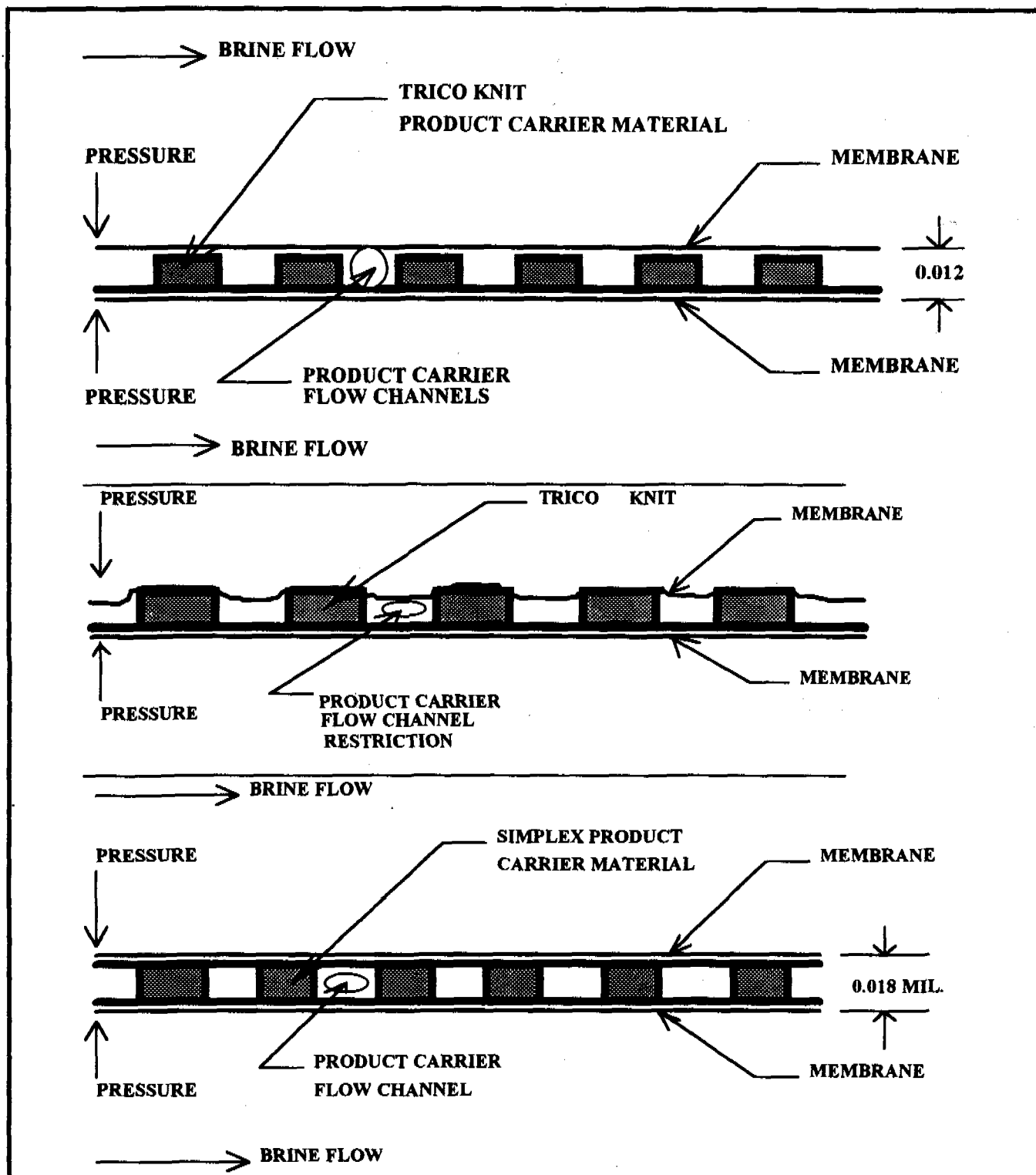


РИС.4.

FIG 4.

1-поток рассола; 2-трикотажный материал - носитель опресненной воды; 3-давление; 4-мембрана; 5-каналы-носители опресненной воды; 6-стеснение каналов-носителей опресненной воды; 7-материал 'симплекс'-носитель опресненной воды; 8-0,018 милей (0,00046 мм) (в тексте указано 18 милей (0,4572 мм), что представляется более реальным,- прим.перев.)

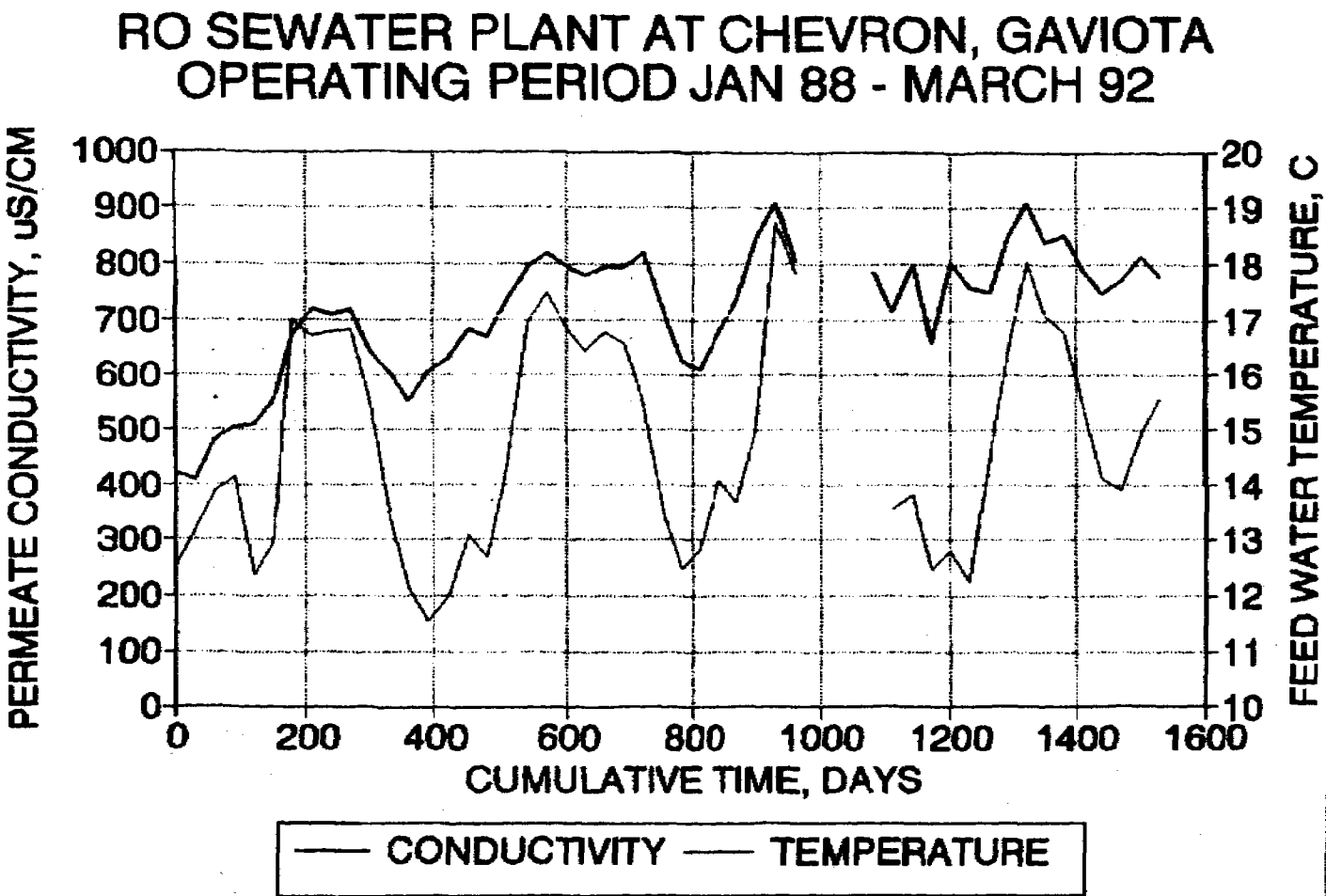


FIGURE #5

РИС.5.

FIG 5.

1-станция опреснения морской воды при помощи обратного осмоса Шеврон,г.Гавиота, эксплуатационный период с января 1988 г. по март 1992 г.; 2-проводимость опресненной воды; 3-температура воды, поступающей на установку, °C; 4-время, сут; 5-проводимость; 6-температура

На Рис.5 представлен пример одной ка- | Figure #5 shows an example of a

лифорнийской станции опреснения морской воды, на которой мембраны, предназначенные для морской воды, находятся в эксплуатации свыше четырех лет. На графике показано влияние температуры на проводимость воды. Для компенсации этого снижения расхода при низких температурах напор насосов увеличивался. Следует обратить внимание на то, что рабочее давление в прогнозах, представленных на Рис.3 и 4 (очевидно в английском оригинале опечатка и следует читать: 'на Рис.2 и 3', - прим. перев) значительно различаются вследствие значительных сезонных изменений температуры. Эффект изменения рабочей температуры при изменении температуры воды, поступающей на установку, может интерпретироваться как результат загрязнения мембраны. Повышенные рабочие давления при пониженных температурах воды не должны представлять особых проблем, поскольку при пониженных температурах материал мембран оказывается менее податливым. Однако при повышении температуры расход опресненной воды и проводимость также возрастают вследствие понижения плотности воды (а, возможно, и вязкости, - прим. перев.). ЧРД следует понижать при повышении температуры и расхода опресненной воды. Эксплуатация при повышенных давлениях и расходах в периоды с высокой температурой является главной причиной уплотнения мембран. Действующие станции, на которых используются теплообменники для поддержания постоянной температуры воды, поступающей на опреснение, гораздо менее подвержены проблемам, связанным с уплотнением мембран. Насосы для подачи воды на опреснительных станциях, работающих при постоянных температурах воды или использующие теплообменники, обычно имеют меньший проектный напор и не требуют его сезонного регулирования для компенсации изменений расхода. Скорость изменения расхода воды при изменении температуры приблизительно составляет 3% на 1⁰С.

Часто операторы опреснительных установок прибегают к постоянной эксплуатации при повышенном ЧРД для обеспечения постоянства расхода опресненной воды, вместо того, чтобы сделать остановку и промыть мембраны. В случае отсутствия

seawater plant in California that has over four years operation using seawater membranes.

The graph shows the effects of temperature on the conductivity of the permeate.

To compensate for flow loss the pump pressures were increased at the lower temperatures. Note that the operating pressures in the operating pressures in the projections in figure #3 & #4 are significantly different due to the extreme seasonal temperature changes.

Variations in operating temperatures can be interpreted as fouling went there are drops in the feed water temperature.

Higher operating pressures at lower feed water temperatures is not a major concern since the membrane materials are less pliable at lower temperatures.

However, as water temperatures increase the permeate flux/conductivity also increases due to the lower water density.

The NDP should be reduced as temperatures and permeate flows increase. Operating at high pressures and high flux rates during warm water conditions is the main cause of membrane compaction.

Operating plants using heat exchangers to maintain a constant feed water temperature are much less likely to have compaction problems.

Feed water pumps on plants using a constant feed water temperature, or that use heat exchangers, typically have pumps designed for lower pressure and require less seasonal pump throttling to compensate for flow changes. Data normalization includes temperature correction factors to assist the plant engineer to better interpret operating conditions. The rate of change of water flux with temperature changes is approximately 3% per degree C.

Often, the system operators choose to apply continuously higher NDP to provide the same amount of permeate flow rather than taking the necessary time to clean the membranes.

The membranes, if not cleaned and are

промывок и работе при повышенных давлениях, мембраны могут уплотниться, что приведет к снижению расхода продукта. Производители мембран обычно поставляют соответствующие программные продукты по учету этого явления. При правильном использовании этих программных средств они обеспечивают отсутствие уплотнения мембран. Другим вариантом является уменьшение напора насосов для ограничения величины ЧРД в системе. Расход насосов запроектирован из расчета ЧРД для трехлетней эксплуатации мембран, хотя во многих случаях исходят из пятилетнего срока службы, с учетом 15-20% запаса на потери напора в трубопроводах. Если при нормальных эксплуатационных условиях температура оказывается более высокой, чем расчетная, или если операторы эксплуатируют установку при повышенном ЧРД, чтобы увеличить продолжительность рабочих периодов между промывками мембран в первый год после пуска установки в эксплуатацию, выход продукта может снизиться за счет уплотнения мембран. Во многих случаях малый срок службы мембран на эксплуатируемых установках в значительной степени является результатом уплотнения мембран, а не плохого качества воды, подаваемой для опреснения. Ограничение полного напора насосов может до некоторой степени защитить мембраны, однако достаточно консервативные оценки показывают, что можно и не достичь 3-5-летнего срока службы мембран.

В мембранах для морской воды используется трикотажный материал 'симплекс', что значительно повышает несущую способность каналов, по которым протекает опресненная вода (см. Рис.4). Этот материал используется при эксплуатационных давлениях порядка 800-1000 фунт/кв.дюйм (53-66 бар (~5,6-6,6 МПа)). В настоящее время при повышенных уровнях выхода продукта на станция опреснения морских вод применяются спиральные мембраны, требующие высокого до 1200 фунт/кв.дюйм (80 бар (~8,4 МПа)) ЧРД, поскольку при таких уровнях выхода осмотическое давление выше. Материал 'симплекс' обеспечивает достаточную прочность, чтобы противостоять уплотнению мембран при таких давлениях. Эти мембраны все чаще выбираются для использования в низкона-

subjected to higher NDP, can compact causing significant flow losses to the elements.

Membrane manufacturers typically provide software for data normalization. This software, if used properly, is a good insurance policy against membrane compaction.

Another option is to minimize the pump discharge pressure to limit the maximum NDP of the system.

Plants are designed for the third year operating conditions based on the information provided by the end user. The pump discharge is designed for a 3 year, in more cases system designs are moving toward 5 year, NDP with about a 15-20% buffer for manifold pressure loss. If the temperature is significantly higher under normal operating conditions than specified, or the plant operators utilize the additional NDP to increase operation length between membrane cleanings during initial first year operation, the membranes can lose productivity due to compaction. In many cases the short life of membranes in operating plants is more of a compaction problem than that of the fouling characteristics of the feed water supply. Limiting the pump discharge total head pressure can protect the membranes to some degree, but being too conservative may mean that the 3 to 5 year flow rates can not be achieved.

Seawater membranes utilize a simplex knit material that significantly increases the strength of the product water carrier (see Figure #4).

This material is used for operation in pressure ranges from 800 - 1000 psi (53 - 66 bar).

Spiral membranes are now being used at higher recoveries on sea water applications increasing NDP requirements, due to higher osmotic pressures at these recoveries, up to 1200 psi (80 bar).

The simplex material provides adequate strength to protect against compaction at these pressures. More and more, these membranes are being selected for use in low pressure applications where the operating

порных установках, где по технологическим условиям необходима более высокая степень опреснения и/или более высокая прочность вследствие высоких рабочих температур.

Кроме того, материал 'симплекс' приводит к уменьшению расхода активного материала мембран, который можно сворачивать и создавать спиральные мембранные элементы. Трикотажный материал имеет толщину около 12 милей (0,305 мм), а материал 'симплекс' - 18 милей (0,4572 мм). Увеличение толщины носителя опресненной воды при опреснении морской воды приводит к уменьшению активной площади мембраны в собранном элементе приблизительно на 10-15% (320 кв. футов (29,7 кв. м) для 8-дюймовой (203,2 мм) мембраны для морской воды против 365 кв. футов (33,9 кв. м) для 8-дюймовой мембраны для солоноватых вод). Сочетание более эффективного материала и потребность в повышенном ЧРД для удовлетворения требований, предъявляемых к нормативному расходу при опреснении солоноватых вод, делает мембраны, предназначенные для морской воды, привлекательными для использования на отдельных установках для опреснения солоноватых вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие производители мембран предложили на рынок новые мембраны путем простого испытания мембран для опреснения морской воды в условиях опреснения солоноватых вод. Основной тип морских мембран может быть модифицирован, например, путем изменения некоторых компонент мембраны, включая носитель рассола, корпус мембраны и, даже, включая использование трикотажного материала в качестве носителя опресненной воды в морских мембранах. Большой выбор мембран для различных условий приводит к увеличению использования морских мембран и различных модификаций этого стандартного типа мембран. В некоторых специфических условиях морские мембраны могут иметь очень большой срок службы, что позволяет разрешить некоторые проблемы, обсуждавшиеся в настоящем докладе.

Применение морских мембран приводит к

conditions call for higher membrane rejection selectivity and/or material strength due to higher operating temperatures.

The Simplex material also reduces the amount of active membrane material that can be rolled into a spiral wound membrane element. The Trico knit material has a thickness of about 12 mils. while the Simplex material has a thickness of about 18 mils.

The product water carrier thickness increase in the seawater membrane reduces the active membrane area in a finished element by about 10-15% (320 ft² for seawater eight inch membranes vs. 365 ft² for brackish eight inch membranes).

The combination of higher rejection membrane material and higher NDP requirements, to meet standard brackish flow rates, due to the loss of active membrane surface area can make seawater membranes very attractive for specific applications.

CONCLUSION

Many membrane manufacturers have added product variations to their product lines by simply testing seawater membranes under brackish water conditions.

Other changes in the basic seawater membrane can be done; Such as changing some of the membrane components including brine carrier, product core tube and can even include using seawater membrane with the Trico product carrier.

Membrane selection, for specific applications, is increasing the use of seawater membranes or variations of this standard membrane type.

For special applications seawater membranes can provide a very long life membrane to solve some of the problems discussed in this paper.

The seawater design will typically increase

увеличению капитальных затрат на 20-30%, а также к некоторому увеличению эксплуатационных издержек за счет повышения рабочего давления. Однако увеличение срока службы мембран может оказаться привлекательным, если этим правильно воспользоваться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hydranautics, внутренние отчеты о применении мембран.

2. M. Wilf and K. Klinko, Performance of Commercial Seawater Membranes, IDA Conference - Japan 1994.

3. Munir Cheryan, Ph.D., Ultrafiltration Handbook, Technomic Publishing (1986).

4. Контрактные документы и проектная информация, любезно предоставленные компанией 'Спесифик эквипмент', г. Хьюстон, шт. Техас.

the cost of the plant by 20-30% and operational costs will be slightly higher due to the higher pressure operation.

However, the increased life of the membrane will show an attractive payback if applied properly.

REFERENCES

1. Hydranautics, internal application reports

2. M. Wilf and K. Klinko, Performance of Commercial Seawater Membranes, IDA Conference - Japan 1994.

3. Munir Cheryan, Ph. D., Ultrafiltration Handbook, Technomic Publishing (1986)

4. Bid documents and design information supplied courtesy of Specific Equipment, Houston - Texas.

Программное обеспечение фирмы 'Хайдронотикс' для расчета систем обратного осмоса - том 5.5 (с) 1994

Программа расчета обратного осмоса лицензирована для: Уилльямса

Расчет выполнил: Уилльямс

Наименование проекта: ТУРКМЕНИСТАН.

Температура поступающей воды :	30,0 ⁰ С
рН сырой воды :	7,5
Доза кислоты, часть/млн (100%):	67,3 H ₂ SO ₄
Подача окислителя CO ₂ :	80,2 часть/млн
Рабочее давление:	29,5 бар
Средний удельный расход продукта:	10,5 галлонов/фут в сутки
Расход продукта:	100,0 куб.м/сут.
Выход продукта:	40,0%
Длительность работы элемента:	3 года
Коэффициент снижения расхода:	0,035
Увеличение проникновения соли сквозь мембрану на 3-ем году эксплуатации:	1,3
Рекомендуемый напор насосов:	31,5 бар
Поступающая вода:	Морская - открытый водозабор

1-проход;2-расход подаваемой воды; 3-всего; 4-на один сосуд; 5-куб.м/час; 6-расход рассола; 7-бета; 8-давление рассола, бар; 9-тип элемента; 10-количество элементов; 11-сборка; 12-сырая вода; 13-подаваемая воды; 14-опресненная вода; 15-рассол; 16-ионы; 17-мг-экв./л; 18-общее количество растворенных твердых веществ; 19-точность расчетов концентраций составляет 10%; 20-насыщение SiO₂; 21-индекс насыщения Ланкельера; 22-индекс насыщения Стиффа-Дэвиса; 23-ионная сила; 23-осмотическое давление

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ
ПРОБЛЕМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ НАСЕ-
ЛЕНИЯ
ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ НА
ПРИМЕРЕ
АРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

*инженер Фрог Николай Петрович
ПО "Совинтервод"*

Аральский регион практически охватывает территории всех республик Средней Азии в пределах бассейна Аральского моря.

Антропогенная деятельность в этом регионе нарушила экологическое равновесие природной среды, что привело к тяжелейшим последствиям.

Ухудшение среды обитания в результате развития ирригации и химизации сельского хозяйства породило кризисную ситуацию, от которой прежде всего страдает население. С начала 60-х годов значительно увеличилось число заболеваний желчекаменной болезнью, хроническим гастритом, заболеваниями почек, раком пищевода.

Отмечается высокий уровень заболеваний центральной нервной системы, органов кровообращения (артериосклероз, ишемическая болезнь). Все это связано с ухудшением водного фактора. В рассматриваемом регионе практически нет источников воды, пригодных для питьевого водоснабжения.

Построенные до 1970 года системы водоснабжения городов с забором воды из поверхностных источников очищали воду по классической схеме (отстаивание, фильтрование на песчаных фильтрах и обеззараживание хлором). Теперь барьерная роль этой схемы совершенно недостаточна. В поверхностные источники сбрасываются не очищенные стоки населенных пунктов и промышленных предприятий, а также коллекторно-дренажные воды с орошаемых земель, содержащие в больших количествах не только соли и биогены, но и химические вещества, весьма опасные для здоровья человека.

Подземные воды в этом регионе характеризовались в недалеком прошлом только как воды повышенной минерализации. Теперь они также загрязнены опасными для здоровья человека химическими вещества-

CHOICE OF OPTIMAL DECISION OF THE
PROBLEM PERTAINING
SUPPLY OF POTABLE WATER TO THE
PEOPLE LIVING IN ZONES OF
ECOLOGICAL DISASTER AFTER THE
EXAMPLE OF THE ARAL REGION

*By Eng. Nicolai P. Frogg
SOVINTERVOD Water Engineering Company*

The Aral Region covers the territories practically of all republics of the Central Asia within the limits of the Aral Sea Basin.

Anthropogenic activity in this region has disturbed the ecological equilibrium of natural environment which has resulted in grave consequences.

Deterioration of human habitat as a consequence of irrigation development and agricultural chemicalisation has given birth to a crisis which first and foremost affects the local population.

Since early sixties such diseases as cholelithiasis, chronic gastritis, nephrolithiasis and esophagus cancer, became tremendously frequent.

There are not rare here diseases of central nervous system and blood circulation (arteriosclerosis, ischemia).

All these negative factors are related to deterioration of a water factor. There are practically no water sources suitable for drinking.

Urban supply systems constructed before the year 1970 when water abstracted from the surface sources has underwent treatment according to a classical pattern (settlement, sand filtration and chlorination).

Now the barrier role of this pattern is quite insufficient. Surface water sources are used for disposal of untreated domestic and industrial wastewater and also for drainage water coming from irrigation lands which contain not only a great deal of salts and biogens but chemical substances as well which are hazardous for human health.

Subsurface water occurred in this region has been classified in the recent past as water of increased salinity. Nowadays it is moreover contaminated with hazardous chemical substances.

ми. Проблема обеспечения населения региона питьевой водой осложняется еще и тем, что только в городах имеются водопроводы, а в подавляющем большинстве сельские жители (62%) пользуются водой из ирригационных каналов или шахтных колодцев, каптирующих ненапорные подземные воды.

Такой тип водозабора широко распространен в орошаемых зонах, где имеет место фильтрация воды из каналов и мелких оросителей. Качество этих вод по своему химическому составу не отличается от качества воды в каналах оросительных систем. Однако, благодаря фильтрации эти воды, по показателям мутности близки к нормативным.

Исследования качества подземных вод бассейна р. Амударья (приканальные линзы) показали превышение концентраций загрязняющих веществ над ПДК: по фенолам - в сотни раз, по нефтепродуктам - в десятки раз. Минерализация воды составляет 1,9 - 2,8 ПДК. Содержание сульфатов выше нормы в 2 - 3,5 раза. Общая жесткость в 1,5 - 2,1 раза выше ПДК. Качество подземных вод по санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности (средний за 1991 г.) характеризуется соотношением суммарной концентрации фактической и предельно допустимой, которое составляет 4-8 раз.

Повсеместно в воде источников обнаружены следы пестицидов. Качество поверхностных источников также не соответствует санитарным нормам. Данные анализов свидетельствуют об интенсивном антропогенном загрязнении. Имеют место органические загрязнения (1,5 - 2,0 ПДК). Повышенное содержание нефтепродуктов (10 - 20 ПДК). Содержание фенолов в воде также велико (16 - 48 ПДК). Содержание пестицидов составляет величины до 4 ПДК.

Сумма отношений концентраций тяжелых металлов к их ПДК неоднократно превышает норму по санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности. Воды поверхностных и подземных источников характеризуются недопустимо низким содержанием фтора.

Проведенное в целях оценки качества воды биотестирование подземных и поверхностных водоисточников свидетельствует о том, что воды этих источников токсичны для гидробионтов (дафний). По содержанию химических, органо-лептических ком-

The problem of potable water supply is aggravated by the fact that water pipelines are available only in towns while overwhelming majority of rural population (62 %) uses water from irrigation canals or shaft wells which catch free subsurface water.

Such type of a water intake is widely spread in irrigation zones where water seeps from canals and shallow irrigation ditches. By the chemical composition quality of this water is similar to that in canals of irrigation systems. But due to seepage the quality of this water by its turbidity index is approaching the normal.

Sampling of subsurface water in the Amudarya basin (water lenses near the canal) has shown that concentration of contaminated substances exceeds the maximum permissible concentrations (MPC) : hundreds of times as much with respect to phenols and tens of times with respect to oil products. Salt content varies between 1.9 and 2.8 MPC. Sulfate content exceeds the permissible concentration by two to 3.5 times. The total hardness is 1.5 to 2.1 times the MPC. By the sanitary -toxicological limit hazard (at an average for 1991) the quality of subsurface water is characterized by a ratio between total actual and maximum permissible concentrations which constitutes 4 or 8 times. Pesticides are traced everywhere. Quality of water from surface does not also meet the sanitary requirements. Sampling data are indicative of intensive man - made pollution. Organic pollution is present (1.5 to 2.0 in excess of MPC). The content of oil products is rather high (10 to 20 MPC). Phenol content in water is also too high (16 to 48 MPC). The value of pesticide content reaches 4 MPC.

By the sanitary - toxicological limit hazard index the sum of ratio of heavy metal concentrations against their MPC is several times above normal. Water from surface and subsurface sources features intolerably low fluorine content.

Biotests of subsurface and surface water sources made for water quality assessment have shown that water of these sources is toxic for hydrobionts (daphnias).

Judging from chemical, organoleptic components and value of salt content there is practically no difference in water samples

понентов и величине минерализации воды линз и воды каналов практически не отличаются.

Биотестирование водопроводной воды большинства городов региона показало ее высокую токсичность. Использование населением такой воды для питьевых целей и приготовления пищи недопустимо. Требуется тщательный подбор способов обработки воды для доведения ее качества до питьевой кондиции.

Целенаправленные исследования, проведенные с 1986 г. в Аральском регионе подтвердили преобладающую роль водного фактора в состоянии здоровья населения. Наряду с микробным фактором на заболеваемость большое влияние оказывает химический фактор, который кроме упомянутых выше заболеваний вызывает онкопатофизиологию и кариес зубов, приводит к крупным дефектам беременности, рождению уродов и умственно неполноценных. Отмечается высокая смертность, особенно детская.

Для решения проблемы обеспечения населения Аральского региона питьевой водой прежде всего следовало определить для городского и сельского населения источники воды. В рассматриваемом регионе слабо исследованы подземные воды глубоко залегающих напорных горизонтов (300 и более метров). Как правило, они характеризуются высокой минерализацией (10 - 30 г/л) и дебитом 10 - 15 л/сек. Строительство водозаборов с использованием этих горизонтов требует больших затрат времени и денежных средств. Стоимость водозабора производительностью 400 м³ воды в сутки со станцией приготовления питьевой воды на базе дистилляционной установки составила 9200 тыс. долларов (здесь и далее стоимость затрат указывается в долларах США), а стоимость 1 литра продукции, т.е. питьевой воды (без доставки потребителю) составила 2,3 цента.

Учитывая столь высокую стоимость, а также и то обстоятельство, что подземные воды глубоких горизонтов недостаточно изучены (нет исчерпывающей количественной и качественной оценки запасов), их использование следует отнести на более отдаленный срок и рассмотреть их

taken from lenses and canals.

Biотesting of water sampled from majority of municipal water pipelines in the region has revealed its high toxicity. This water is inadmissible for drinking purposes and cooking. It demands a variety of treatment methods to be applied to bring it to the drinking condition.

Purposeful studies started in the year 1986 in the Aral region have confirmed the predominant role of the water factor in the people's health. Alongside with the microbe factor of great importance is the chemical factor which, apart from the mentioned diseases, causes oncopathology, dental caries, serious pregnancy defects, monstrianity and birth of mentally deficient children. A high mortality rate, among children in particular, is observed.

The potable water problem in the Aral region may be solved first of all by identification of appropriate water sources for both urban and rural population. Deep confined aquifers (at a depth of 300 m and downward) have been poorly studied in the region in question. As a rule, they are characterized by high content of salts (10 to 30 g/l) and productive capacity between 10 and 15 l/s. Construction of water intakes to use these aquifers takes much time and is capital-intensive. The cost of an intake for a capacity of 400 m³ of water per day incorporating a distiller-based station for conditioning of potable water amounted to 9200 thou U.S. Dollars (here and forth the costing process involves US Dollars) while production cost of one liter i.e. potable water (without water transportation to on user), came to 2.3 cents.

Because of the high cost and considering the fact that deep-seated subsurface water aquifers have been understudied (there is no comprehensive qualitative and quantitative inventory evaluation), it seems reasonable to postpone their exploitation to a distant future and to consider their treatment (desalination) at membrane plants (reverse osmosis or electro dialysis plants). The merit of these

обработку (опреснение) на мембранных установках (обратноосмотических или электродиализных).

Преимущество вод этих горизонтов состоит прежде всего в том, что они хорошо защищены от антропогенных загрязнений. Использование дистилляции для приготовления питьевой воды имеет смысл, при наличии дешевого источника топлива и особенно, когда речь идет о приготовлении большого объема питьевой воды. Примеров решения проблемы в таких условиях немало. Так, на полуострове Мангышлак построена АЭС с реактором на быстрых нейтронах трехцелевого назначения: тепло для выработки электроэнергии, тепло для приготовления дистиллята из воды Каспийского моря и воспроизводство ядерного топлива. Но, чтобы получить питьевую воду, дистиллят следует обогатить комплексом химических компонентов (солями, углекислотой, микроэлементами и т.д.) Также приходится поступать и при опреснении воды способами ионного обмена, обратного осмоса и электродиализа.

В рассматриваемом случае проблема приготовления питьевой воды осложняется тем, что вода источников содержит такие загрязнения, от которых очистить воду сложно и дорого. Вот почему за последние 20 лет в мировой практике типичным является движение за экономию воды в коммунальном и промышленных секторах (устранение утечек, переход на экономные бытовые приборы и арматуру, оборотные и замкнутые системы и, наконец, добровольное ограничение потребления). Особое внимание уделяется использованию воды в быту. Потребность человека в воде складывается из:

биологической - питье, приготовление пищи;

санитарно-гигиенической - умывание, ванна, душ, удаление загрязнений с продуктов питания, мытье посуды, промывка унитазов;

хозяйственной - стирка, уборка жилья и др.

На основании данных исследований точная потребность человека в воде составляет (в л/сутки):

aquifers lies first of all in the fact that they are well protected from man - made contamination.

Employment of distillation for preparation of drinking water makes sense when there is a cheap fuel source and in particular when a large volume of potable water is required. There are many examples of the problem solution under similar conditions. For instance, an atomic power plant has been constructed with a fast reactor on the Mangyshlak peninsula to achieve the following three targets: heat for electric power generation, heat for preparation of distillate from the Caspian Sea water and for nuclear fuel conversion.

For conditioning potable water. However, distillate should be enriched with a certain number of chemical components (salts, carbonic acid, microelements, etc.)

The same should be done with respect to water desalination when methods of ion exchange, reverse osmosis and electro dialysis are involved.

In our case the problem of potable water preparation is aggravated by the fact 5 that source water contains such contaminants, which make water treatment too difficult and expensive.

That is the reason why it is a common thing in the world practice for the recent twenty years to take measures to save water in domestic and industrial sectors (leakage stoppage, use of water - saving household appliances, accessories, recycling and closed systems and, finally, voluntary constraint of consumption).

Special attention is focused on water use in domestic sector. Human requirements in water are summed up from the following:

- biological requirement - drinking, cooking
- sanitary-hygienic requirement - wash, bath, shower, dirt removal from foodstuffs, dish washing, w.c. pan flushing
- domestic requirement - laundering, tidying up, etc.

According to study data the daily human requirement (l/day) in water is as follows :

ТАБЛИЦА 1.

питьевые нужды	2.0	в т. ч. питьевого качества	2.0
приготовление пищи	4.65	- " -	4.65
мытьё посуды	10.70	- " -	2.50
умывание и чистка зубов	11.0	- " -	0.75
душ, ванна	26.60	- " -	-
стирка	19.20	- " -	-
сmyвной бачок	31.40	- " -	-
уборка жилья и др.	5.80	- " -	-
всего	111.35		10.0

TABLE 1.

drinking needs	2.0	incl. of drinkable quality	2.0
cooking	4.65	ditto	4.65
dish washing	10.70	ditto	2.50
washing oneself and teeth brushing	11.0	ditto	0.75
bath, shower	26.60	ditto	-
laundrying	19.20	ditto	-
flush tank	31.40	ditto	-
tidying up, etc.	5.80	ditto	-
Total	111.35		10.0

Для жаркого климата расход воды на питьевые нужды увеличивается до 8 литров, а расходы на ванну и душ - на 25 %.

Таким образом получается, что из подаваемых системами коммунального водоснабжения объемов воды только 10-15 % требуется доводить до питьевой кондиции. Такой подход позволяет:

- сократить в 5-10 раз инвестиции на усиление барьерной роли действующих систем водоподготовки и строительство новых очистных сооружений;
- на порядок снизить расходы реагентов;
- значительно сократить сроки строительства очистных сооружений;
- при использовании источников воды с ограниченными запасами пресной воды защитить их от истощения.

Учитывая это в мировой практике все шире стали применять отдельные системы водоснабжения, одна из которых подает потребителю воду питьевой кондиции, а другая - не питьевую воду. В СССР такие системы получили название -дуплексных. В

For hot climate water consumption for drinking needs rises to 8 liters and for bath and shower - to 25 % .

So as it is evident from the above only 10 to 15 % of water supplied for domestic needs ought to be brought to a drinking condition.

- Such an approach makes it possible
- to cut down investments (by 5 to 10 times) planned for strengthening of the barrier role of the operating water treatment systems and construction of new treatment plants
 - to use agents by an order of magnitude lesser
 - to considerably shorten the time for construction of treatment plants
 - to prevent depletion of limited fresh water resources.

The above considerations are the reason of broad use of separate water supply systems in the world practice: one - for supply of drinking water and another - for supply of nonpotable water.

In the USSR these systems were called

1989 г. были изданы нормативы и пособия по применению этих систем водоснабжения в регионах, испытывающих количественный и качественный дефицит водных ресурсов. Для Аральского региона строительство duplexных систем является оптимальным решением проблемы обеспечения населения питьевой водой.

Учитывая, что главной составляющей кризиса в этом регионе является водный фактор, в 1990 г. развернулись работы по строительству систем водоснабжения городских и сельских поселений региона.

В комплексной программе реализации мер по решению проблемы обеспечения населения региона питьевой водой были выделены сверхсрочные, к которым относится, в частности, создание комплекса оборудования по приготовлению питьевой воды, с учетом качества поверхностных и подземных вод Аральского региона.

В основу принятой технологической схемы приготовления питьевой воды положены процессы окисления органических и неорганических веществ озоном, удаление образующейся твердой фазы путем фильтрования через песчаный фильтр, сорбция органических веществ на активированном угле и снижение сухого остатка на мембранном аппарате. Далее коррекция показателей качества воды, таких как привкусы и запахи, а также фторирование и обеззараживание (бактерицидные лампы или гипохлорит). Используемые до настоящего времени технологические процессы водоподготовки достаточно хорошо апробированы практикой. Воплощенные в традиционных технических решениях они выглядят громоздко, дорого обходятся в строительстве и эксплуатации. Сооружения водоподготовки строятся годами. Решение проблемы снабжения населения питьевой водой растягивается на недопустимо долгие сроки.

Предлагаемое решение предусматривает не только высокое качество конечного продукта - питьевой воды, но и автоматизацию всех процессов, задействованных в технологической схеме приготовления питьевой воды, а также максимальную индустриальность (полная заводская готовность) и, конечно, высокую техническую и санитарногигиеническую надежность. Главное - эффективно и в предельно сжатые сроки можно решить задачу обеспечения

duplex. In 1989 standards and manuals were issued as guidelines for application of these water supply systems in regions suffering from quantitative and qualitative water deficiency.

For the Aral region construction of duplex systems is the optimum solution of water supply problem.

Taking into consideration the fact that the main component of the crisis in this region is the water factor, large - scale construction of urban and rural water supply systems spread widely here in 1990. The comprehensive program of activities aimed at muting the requirements in potable water was drawn up with special emphasis on those activities which should be urgently implemented. Among them is installation of a set of equipment required for conditioning of potable water with due regard for quality of surface and subsurface water available in the Aral region.

Oxidation of organic and nonorganic substances by ozone, removal of solids employing sand filtration, sorption of organic substances on activated carbon and reduction of dry residue on a membrane device are those processes which form basis of potable water conditioning scheme. They are followed by correction of water quality indices, including taste and odors and also fluorination and disinfection (germicidal lamps or hypochlorite).

Technological processes of water treatment practiced until now have passed a long probation. When realized in traditional technical designs they look cumbersome, are expensive in both construction and operation. Treatment plants are being constructed for years. Water problem solution is dragging on for an inadmissibly long period of time.

The proposed decision suggests not only high quality of the final product (potable water), but also automation of all processes involved in conditioning of potable water plus maximum industrialization (full factory availability) and, finally, high technical and sanitary hygienic reliability. The main thing is efficient and quick provision with potable water of all people living in regions of ecological disaster. The described technology for treatment of potable water may be applied

питьевой водой жителей регионов экологического бедствия. Для приготовления питьевой воды, по описанной выше технологии, предлагается использовать разработанные ПО "Совинтервод" мобильные установки, в которых используются серийно выпускаемые блоки и оборудование различного назначения и различной производительности. Блоки выбираются в соответствии с данными анализа воды источника и соединяются в комплекс - установку по приготовлению питьевой воды (УППВ) соответствующей производительности.

В настоящее время можно заказывать УППВ производительностью 2,15 и 25 /сутки. Наличие УППВ производительностью 2,15 и 25 /сутки практически позволяет оперативно решать проблему обеспечения питьевой водой населенные пункты с числом жителей от 200 человек до 50 тыс. человек. Так, например, для обеспечения города с населением 45 -50 тыс. человек достаточно установить 20 блоков УППВ производительностью 25 питьевой воды в сутки, а для населенного пункта с числом жителей 300 - 500 человек целесообразно смонтировать 2 - 3 блока УППВ производительностью по 2/ сутки. Блоки этой производительности могут быть использованы для решения проблемы снабжения водой и таких объектов, как детские учреждения, больницы, пансионаты, санатории, гостиницы и др. Блоки УППВ производительностью 15 и 25 /сутки можно использовать и в одиночку, для обеспечения населенных пунктов с числом жителей соответственно 1300 - 1500 человек и 2300 - 2600 человек.

Как показывают проведенные ПО "Совинтервод" проработки, для широкого применения УППВ необходимо иметь для обработки подземных и поверхностных вод различного качества восемь блоков, в том числе:

- блок осветления и обесцвечивания (ОО)
- блок окисления и сорбции (ОК и СО)
- блок обессоливания (опреснения) (ОП)
- блок дезодорации (ДЕ)
- блок фторирования (Ф)
- блок обесфторирования (ОФ)
- блок обеззараживания гипохлоритом натрия (ОБГ)
- блок обеззараживания бактерицидными лампами (ОБЛ)

Имея анализ воды источника можно при помощи набора технологических блоков

using mobile plants developed by SOVINTERVOD Company which consist of blocks, produced in lots, and equipment intended for different purposes and having different production capacity. Blocks are chosen in accordance with water sampling data and then assembled into a set, namely a water treatment plant (WTR) of adequate production capacity.

At present there are available plants with a capacity between 2.15 and 25³ /day.

This enables water supply of settlements with population numbering 200 and 50 thou people. Thus, for instance, to provide towns with water with population between 45 and 50 thou people it is sufficient to install 20 blocks of the plant with a capacity of 25³ of potable water per day and for settlements numbering 300 or 500 people it is reasonable to install two or three blocks with a capacity of 2³ /day.

Blocks of this capacity may be used for water supply to children's institutions, hospitals, hotels , boarding houses, sanatoria, etc. Blocks producing 15 and 25³ /day may be used individually to supply water to settlements with populations relatively 1300 to 1500 and 2300 and 2600 people.

According to the SOVINTERVOD studies it is necessary to have for a wide use eight blocks which are capable of conditioning surface and subsurface water of different quality. They include :

- clarification and decoloration block (1)
- oxidation and sorption blocks (ОК СО)
- desalination block (3)
- deodorization block (4)
- fluorination block (5)
- defluorination block (6)
- block of disinfection by hypochlorite (7)
- block of disinfection by germicidal lamps (8)

Having sampling data at hand it is possible by selecting blocks of appropriate capacity

соответствующей производительности и в необходимом количестве спроектировать станцию приготовления питьевой воды для данного объекта.

Ниже в таблице приведены ориентировочные стоимости технологических блоков различного назначения (цены франко - завод).

and in the required number to design a treatment plant for the given object.

Tabulated below are estimated prices of processing blocks intended for different purposes (f.o.b. mill prices).

ТАБЛИЦА 2.

Наименование технологических блоков для комплекса	Шифр блока	Стоимость блока тыс. долларов	Производительность /сутки
Приготовления питьевой воды	2	15	25
Блок осветления и обесцвечивания ОО	2.3	7.7	11.2
Блок окисления и сорбции ОКиСО	3.6	12.8	17.6
Блок обессоливания ОП	6.5	16.0	22.0
Блок дезодорации ДЕ	0.6	2.1	2.9
Блок фторирования Ф	1.2	1.6	2.1
Блок обесфторирования ОФ	1.0	1.8	2.3
Блок обеззараживания гипохлоритом натрия ОБГ	0.8	2.8	3.4
Блок обеззараживания бактерицидными лампами ОБЛ	0.4	1.4	2.1

TABLE 2.

Block for Block water treatment	Block designation	Block price, '000 US Dollars		
		Production capacity, — ³ /day		
		2	15	25
Clarification and decoloration block		2.3	7.7	11.2
Oxidation and sorption block		3.6	12.8	17.6
Desalination block		6.5	16.0	22.0
Deodorization block		0.6	2.1	2.9
Fluorination block		1.2	1.6	2.1
Defluorination block		1.0	1.8	2.3
Block of disinfection by hypochlorite		0.8	2.8	3.4
Block of disinfection by germicidal lamps		0.4	1.4	2.1

Для наиболее распространенных случаев контейнерные станции приготовления питьевой воды (УППВ - К) из воды поверхностного источника, который характеризуется высокой мутностью и цветностью, а также наличием превышающих ПДК фенолов, нефтепродуктов, солей тяжелых металлов и недостатком фтора будут монтироваться из следующих блоков: ОО, ОК и СО, ДЕ, Ф и ОБГ.

Такая станция производительностью 15 /сутки (УППВ -15К), смонтированная в двух контейнерах размером 3,0 x 6,0 м будет стоить 34,8 тыс. долларов, в т.ч. стоимость контейнеров -4,8 тыс.долларов и монтаж оборудования -3,0 тыс. долларов. Стоимость приготовления 1 питьевой воды составит 0,27 доллар. При этом следует учитывать, что применение УППВ позволяет отказаться от большого штата обслуживающего персонала, т.к. в их устройстве заложен высокий уровень автоматизации всех процессов, связанных с приготовлением питьевой воды. Станция для приготовления питьевой воды из подземного, хорошо защищенного горизонта, характеризующегося повышенной минерализацией (до 6 г/л) и превышением ПДК по фтору, будет монтироваться из следующих блоков: ОП, ДЕ, ОФ и ОБЛ.

For typical cases we can recommend container - type treatment stations to be used for conditioning surface water characterized by high degree of turbidity and color and also by presence of phenols in excess of MPC, oil products, salts of heavy metals and by shortage of fluorine. These plants may be completed from the following blocks : (1),(2), (4),(5),(7).

Such type of the plant with a capacity of 15 —³ /day assembled in two containers, 3.0 x 6.0 m in size, costs 34.8 thou U.S. Dollars, including cost of containers - 4.8 thou US Dollars and cost of equipment assembly - 3.0 thou US Dollars.

Treatment price of one —³ would be 0.27 US Dollars. It is worth mentioning that the plant capabilities would allow a small number of attending personnel since its design suggests a high of automation of all processes associated with conditioning of potable water. Blocks (3),(4),(6),(8), and are recommended for the plants intended treatment of drinking water abstracted from a well - protected aquifer, characterized by increased salt content (up to 6 g/l) and content of fluorine exceeding the MPC.

Стоимость ее в контейнерном исполнении (один контейнер размером 3,0 х 6,0 м) составит 24,3 тыс. долларов, в том числе стоимость контейнера 2,4 тыс. долларов и монтаж оборудования 2,0 тыс. долларов. Себестоимость приготовления 1 питьевой воды в этом случае составит 0,29 долларов. Для условий Аральского региона, где природные воды сильно загрязнены токсичными веществами, УППВ будет состоять (для подземных вод) из блоков ОКИСО, ОП, ДЕ, Ф, ОБЛ.

Станция контейнерного типа с УППВ производительностью 25 /сутки будет стоить 94,5 тыс. долларов (франко - завод изготовитель). Себестоимость приготовления 1 питьевой воды составит 0,68 долларов. Учитывая необходимость срочного решения проблемы обеспечения населения региона питьевой водой, в программе, разработанной ПО "Совинтервод", предусматривается реализация мероприятий в две очереди. В первую очередь население обеспечивается питьевой водой по норме 5 л на человека. Из этого расчета подбирается количество и параметры УППВ. В тех населенных пунктах, где действуют водопроводы, УППВ ставится на разводящей сети. Жители получают воду из автоматов, установленных в специальных павильонах, которые имеют емкости под питьевую воду объемом 3 - 5. Питьевая вода доставляется к этим павильонам автоцистернами. Объем инвестиций на реализацию срочных мер по обеспечению питьевой водой населения зоны экологического бедствия, по описанной выше схеме, составит 20,0 долларов на 1 жителя.

Муниципальные власти устанавливают цену на питьевую воду с расчетом приемлемого срока окупаемости. При сроке окупаемости 5 лет цена за 1 литр воды будет в пределах 0,01 доллара.

Очевидно, что эти цены плюс гарантия санитарно-гигиенической надежности качества и бесперебойность снабжения питьевой водой позволяют сделать вывод, что это решение является оптимальным в сложившихся условиях. Пост-зленная цель - кран питьевой воды в каждой квартире, это должно быть политикой государства и не только в зонах экологического бедствия. Дуплексные системы могут решаться, как в

A container-type plant (size of one container - 3.0x6.0m) is priced as 24.3 thou US Dollars including container price as 2.4 thou US Dollars and cost of installation operations as 2.0 thou US Dollars.

Production cost of tone—³ of potable water will be equal in this case to 0.29 US Dollars.

For conditions of the Aral region, where natural water is severely contaminated with toxic substances the water treatment plant will consist (for subsurface water) of blocks (2), (3), (5), (8).

A container type station with a plant production being 25—³/day would cost 94.5 US Dollars (f.o.b. mill price). Production cost of one—³ of potable water would come to 0.68 US Dollars.

Due to urgent necessity in meeting people's demand in drinking water the program developed by the SOVINTERVOD Company envisages implementation of planned measures in two stages.

During the first stage people will be provided with potable water at a ration of 5 l per capita. This will serve as a basis for defining the number and parameters of the treatment plant. Where water pipelines are in operation the treatment plant will be installed at a place of branching. Inhabitants will get water from a water-flow proportioners to be installed in special premises which admit potable water 3-5—³/tanks. Water to these premises will be transported in water trucks. According to the described scheme the size of capital investments required for implementation of urgent measures aimed at provision of local population with potable water will be 20.0 US Dollars per one inhabitant.

It is common practice for municipal authorities to set price for potable water proceeding from the acceptable pay-back period. When this period is 5 years long price of one liter of water will be about 0.01 US Dollars.

It is quite possible that these prices plus guaranteed sanitary hygienic quality and continuous supply of potable water are good reasons to conclude that this decision is the optimum one under existing conditions.

The goal to have water cock in each apartment should be the policy of the government and not only with respect to the zones of ecological disaster.

варианте централизованном, т.е. с единым комплексом приготовления питьевой воды, строительством разводящей сети и с вводами в дома и каждую квартиру или в варианте децентрализованном с УППВ в каждом микрорайоне города. Этот вариант рекомендуется для больших населенных пунктов, имеющих разводящие сети большой протяженности, в которых ухудшаются органолептические свойства воды.

В первом варианте затраты средств на 1 жителя (при норме 10 л питьевой воды) составят 300 долларов, а во втором - 260 долларов.

В больницах, детских учреждениях, учебных заведениях, гостиницах, санаториях, пансионатах, предприятиях, учреждениях рекомендуется монтировать автономные УППВ соответствующей производительности. Предлагаемый путь решения проблемы снабжения питьевой водой населения целесообразен не только для условий экологического бедствия, он может быть рекомендован и в случаях необходимости повышения эффективности действующих систем водоснабжения и строительства новых, т.к. имеет следующие преимущества:

- в короткий срок население зон бедствия может быть обеспечено питьевой водой;
- максимально используются чистые источники воды и в т.ч. с высокой минерализацией;
- значительно снижаются затраты на реконструкцию действующих систем;
- затраты на эксплуатацию водопроводного хозяйства снижаются в 1,5 - 2 раза.

И главное преимущество - рекомендуемые технологии приготовления питьевой воды и сами дуплексные системы являются экологически чистыми.

Duplex systems may be either centralized, i.e. with an unified treatment facilities, branching network and water service pipes in the houses and in each apartment or decentralized with the water treatment plant provided in each microdistrict. The latter is recommended for large settlements which have long branching networks and where organoleptic properties undergo deterioration.

In the first case expenses on one inhabitant (at a ration of 10 liters of potable water per capita) will equal 300 US Dollars and in the second case - 260 US Dollars.

In hospitals, children's institutions, educational establishments, hotels, sanatoria, boarding houses, enterprises it is recommended to have independent water treatment plants of the required production capacity.

The proposed decision is efficient not only for areas of ecological disaster.

It will suits for the cases when the necessity arises in improvement of efficiency of the existing water supply systems and in construction of new ones as it has the following advantages :

- provision of the people in the regions of ecological disaster with potable water within a short period of time.
- maximum use of local water sources including those with high salt content
- substantial economy of expenses on rehabilitation of systems in operation
- reduction of expenses on water pipeline maintenance by 1.5 or 2 times.

And the main thing is that the recommended technology and duplex systems are ecologically pure.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УФ-
ИЗЛУЧЕНИЯ В КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМАХ
ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ
КОММУНАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ И
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

*Хайлов Евгений Георгиевич, Минприрода
России Скурлатов Юрий Иванович, чл.-корр.
РАЕН, д.х.н., Штамм Елена
Валентиновна, д.х.н., Институт химической
физики РАН*

Традиционные системы очистки коммунально-промышленных сточных вод предусматривают наличие локальных систем очистки промстоков перед сбросом их в общий коллектор, а также трехступенчатую систему очистки смешанных сточных вод на станциях аэрации. Центральное место при этом занимает биологическая очистка смешанных стоков активным илом. Микроорганизмы активного ила "настроены" на биохимическое усвоение, в первую очередь, легкоокисляемых растворенных веществ и подвержены токсикации со стороны ксенобиотиков. Таким образом, возникает проблема токсичности смешанных сточных вод, поступающих на биологическую очистку. Токсичность может определяться как химическим составом сбрасываемых в общий коллектор промстоков, так и вторичными химико-биологическими процессами, протекающими при транспортировке и механической очистке смешанных сточных вод.

В частности, в городских и промышленных сточных водах обнаруживаются вещества с выраженными восстановительными свойствами, обладающие токсичностью в отношении водных организмов с интенсивным водообменом с внешней средой. Эти вещества лишь частично задерживаются в аэротенке и без принятия специальных мер по их окислительной детоксикации поступают в природный водоем. Последствия сброса сточных вод без их детоксикации могут оказаться для водной экосистемы поистине катастрофическими. Изменением окислительно-восстановительного баланса природной водной среды под влиянием сброса недоочищенных сточных вод объясняется, например, резкое сокращение воспроизводства осетровых рыб на Волге, начавшееся после ввода в середине 70-х

PERSPECTIVES OF UV-LIGHT APPLICATION
IN THE COMPLEX SYSTEMS OF MUNICIPAL-
INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL WASTE WA-
TERS PURIFICATION

*Khailov Eugeni G, Ministry of environmental
protection and natural resources, Russia,
Skurlatov Yuri I., Dr. Sci.,
Shtamm Elena V., Dr.Sci., Institute of
Chemical Physics, Russian Academy of sci-
ences, Moscow, Russia*

Traditional schemes of municipal-industrial waste waters purification provides for local physical-chemical systems of industrial waters purification and biological purification of mixed waste waters by active sludge. Microorganisms of the active sludge adapt to utilize of easy-oxidizable organic substances. They are undergone to effects of toxication from xenobiotics. So there is the problem of toxicity of mixed industrial-municipal waste waters that enter to biological treatment. The toxicity can be determined both chemical composition of local industrial waste waters and secondary chemical-biological processes during transportation and purification of mixed waters.

In particular, in the municipal waste waters the substances with significant reducing properties are detected possessing of toxicity in relation to aquatic organisms which have intensive water exchange with aquatic environment. Only some of these substances are delayed by active sludge. Without additional oxidative treatment of waste waters after their biological purification this reductive toxicants will be thrown off into natural water bodies. Consequences can be catastrophic for aquatic ecosystems. For example enormous death of sturgeon larva in Volga-river was began as a result of redox-toxication of aquatic medium since 1976 when biological purification stations for the biggest cities waste waters put into operation.

In this paper we consider the possibilities of UV-light using for purification of local industrial waste waters, mixed municipal-industrial and agricultural ones. It is shown, that

годов в строй сооружений биологической очистки в крупных городах Волжского бассейна. В докладе рассматриваются возможности использования УФ-излучения в очистке локальных промстоков, смешанных коммунально-промышленных и сельскохозяйственных, в частности, дренажных сточных вод. Показано, что под действием УФ-излучения происходит частичное разрушение трудноокисляемых органических соединений, детоксикация и интенсификация процесса последующей биохимической очистки сточных вод. Влияние УФ-излучения на сточные воды на разных стадиях их очистки многофакторно: наряду с бактерицидным эффектом в результате фотолиза растворенных в сточной воде органических и неорганических веществ образуются электроновозбужденные частицы, свободные радикалы, пероксид водорода. Распад пероксида водорода в сточной воде сопровождается образованием вторичных свободных радикалов, вовлечением кислорода и растворенных в воде ионов металлов в цепные радикальные процессы окисления загрязняющих веществ. На каждый г.э.кв. образовавшегося (распавшегося) пероксида водорода на окисление органических веществ в сточной воде потребляется около 10 г.э.кв. кислорода. При этом происходит детоксикация стока в отношении как лабораторных тест-организмов, так и микроорганизмов активного ила.

Особое внимание в докладе уделяется использованию УФ-излучения для обеззараживания и доочистки сточных вод после их биологической очистки - взамен хлорирования (и озонирования). Обсуждаются современные тенденции в развитии технологии УФ-очистки локальных и смешанных сточных вод, в том числе в комбинации с другими физико-химическими и биологическими методами. Обоснован вывод о перспективности разработки водопогружных УФ-реакторов каркасно-модульного типа на базе ртутных ламп низкого давления.

under UV-irradiation the detoxication of mixed waste waters before their biological purification is occurred. Also the partial destruction of hardly-oxidizable organic compounds and intensification of following biological purification of waste waters are observed. Special attention is paid to using of the UV-irradiation for desinfection and additional purification of waste waters after their biological purification instead of chlorination or ozonation processes.

The effects of UV-irradiation on waste waters on different steps of their purification are numerous. Apart from the bactericide effects in the result of photolysis of dissolved in waste waters organic and inorganic substances the electronic-excited molecules and free radicals and accompanying them hydrogen peroxide are formed. The decomposition of hydrogen peroxide in waste waters results in secondary free radicals formation, involving of dioxygen and dissolved metal ions for chain radical processes of oxidative destruction of pollutants. One molecule of hydrogen peroxide decomposed in waste waters is accompanied approximately by ten molecules of dioxygen uptake for free radical oxidation of organic substances. The redox-detoxication of mixed industrial-municipal waters is occurred in relation to both laboratory test-organisms and microorganisms of active sludge.

Modern tendencies in the development of technology of the UV-treatment of local and mixed waste waters are discussed in the paper, including the combinations with other physical-chemical and biological methods of water purification. The conclusion about perspective of the working out water-immersed UV-reactors by cassette module type on the base of the mercury low-pressure lamps is substantiated.

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Хайлов Евгений Георгиевич,
Министерство охраны окружающей среды
и природных ресурсов Российской
Федерации,
Фрог Борис Николаевич, Московский
государственный строительный
университет, доцент, к.т.н.*

Оценка работы очистных сооружений в отношении улучшения качественных показателей подаваемой потребителю воды показывает, что пока единственным способом, обеспечивающим повышение ее качества, является усиление реагентной обработки (т.е. увеличение доз обычно применяемых реагентов и увеличение их ассортимента).

Предлагаемые нами методы интенсификации процессов коагуляции и фильтрации носят безреагентную направленность и в дальнейшем будут называться инженерно-физическими методами.

При аэрационной обработке воды не требуется реагентного хозяйства и отпадает необходимость решения проблем регенерации фазы-носителя, за исключением, может быть, проблемы рекупрации озонозодушной смеси при озонировании.

Мы предлагаем схему (рис.1), являющуюся результатом систематизации исследований о влиянии аэрации на обрабатываемую воду. Схема показывает физические процессы, происходящие при аэрационной обработке, а также воздействие этой обработки на очистные процессы.

Ниже приведены результаты анализа изменений, которые происходят в обрабатываемом объеме воды при аэрационной обработке. Во-первых, наблюдается изменение вязкости системы газ-жидкость, так как чисто жидкая фаза заменяется водовоздушной эмульсией. При этом из-за падения вязкости при одинаковых скоростях движения эмульсии и воды число Рейнольдса (Re) увеличивается. Поэтому в случае аэрации воды в смесителе усиливается действие перемешивающих устройств - будь то механическое или гидравлические смесители. Кроме того, движение газовых пузырьков усиливает турбулентность жидкой фазы, что является дополнитель-

METHODS OF WATERSUPPLY TREATMENT PLANTS INTENSIFICATION

*Eugeniy G.Khailov, Ministry of Environment
and Natural Resources of Russian Federation
Boris N. Frog, Moscow University of Civil
Engineering, professor*

Water treatment plants operation evaluation to improve qualitative characteristics of water supplied to a consumer demonstrates

that the single method providing its qualitative rise is the intensification of reagent treatment (that is to say the increasing portions usually applied and their variety).

The elaborations of coagulation and filtration processes suggested are non-reagent and further they will be called engineering physical methods in this paper.

In aeration water treatment reagent facilities are not necessary, hence, the phase - carrier regeneration problem hasn't to be solved, excepting the problem of ozone-air mixture recombination when ozonizing.

We suggest a scheme being a result of systematization of aeration influence on water treated data. Water treatment scheme suggested (Fig. 1) makes it possible to systematize available data of aeration influence on water to be treated and description of effects used.

The results of analysis changes which take place in water volume treated when forming gas bubbles are given below. First, viscosity changes of gas-liquid system are being observed, since entirely liquid phase is being replaced for water air emulsion. Due to viscosity fall at the same rates of emulsion and water motion Reinoldth number (Re) is increasing. Therefore, in case of water aeration in a mixer the action of mixing parts gets intensifying, whether it's mechanical or hydraulic mixer. Furthermore, gas bubbles motion contributes to a liquid phase turbulence which being an additional factor of mixing improves mass transportation processes in a system. For example, water saturation with 1 mm gas bubbles makes

ным фактором перемешивания, улучшающим процессы массопереноса в системе.

Например, насыщение воды газовыми пузырьками размером 1 мм при соотношении объема газа и воды, равном 0,3, примерно на 50% снижает вязкость системы. Соответствующее увеличение числа Re равноценно увеличению скорости течения воды вдвое. Определенно, в частности, что уменьшение продолжительности полного перемешивания в 2 раза приводит к уменьшению продолжительности отстаивания (на 15-20%) и увеличению плотности осадка.

При создании в системе границы раздела газ-жидкость образуется так называемая поверхностная фаза воды, по своим свойствам резко отличающаяся от свойств объемной фазы. Образующаяся при флотации пена, если ее не удалять, является источником вторичного загрязнения воды. При аэрации процесс пенообразования еще более усиливается. Объем пены возрастает минимум в десятки раз, способствуя удалению загрязнений на величину до 10%, а по таким компонентам, как нефтепродукты и ПАВ, - до 25%. Аэрационная обработка воды, включающая метод флотации, позволяет сократить продолжительность пребывания воды в отстойнике до 0,5 ч.

Трудности в реализации этого процесса на крупномасштабных сооружениях, не позволяющие отказаться ни от одного из основных процессов очистки, вынуждают ограничиться введением аэрационной обработки в смесителях и флотации после отстойника перед фильтром.

В результате введения процессов фильтрации-флотации производительность фильтров станции увеличивается до 24% при диспергировании газовых пузырьков размером 50-100 мкм и отношении объема диспергированного газа к воде 10%; при тех же условиях эксплуатации фильтра мутность на выходе его уменьшается до 30%. Это позволяет рассматривать флотационную обработку воды после отстойников как один из возможных методов оптимизации работы отстойников и фильтров.

При создании границы раздела газ-жидкость в системе возникает явление массопереноса, заключающееся в абсорбции газов, например, кислорода и озона, из газовой фазы, и десорбции углекислоты

system viscosity as lower as 50%, the ratio of gas to water volume being equal to 0,3. The corresponding rise of number Re is equal to double water stream rate increase. It is particularly determined that 2 times full mixing duration decrease results in reducing of settlement duration (15-20%) and of increasing sediment density.

When forming a border section of gas-liquid in a system a so-called water surface phase is created which differs in their properties from the properties of volume phase. The foam being formed in flotation is a source of secondary water pollution. Therefore its removal is required. While aerating foam formation process is further intensifying. Foam volume is growing at least ten times, contributing to pollution removal up to 10%, as for such components as oil products and SAS up to 25%. Aeration water treatment including floatation method makes it possible to reduce the duration of water staying in a settle tank till 0,5 h.

The difficulties of the process realization at large-scale structures, which don't allow to refuse any of the general treatment stages make to introduce floatation just after a settle tank before a filter. Floatation improves the filter operation conditions.

As a result of filtration-floatation processes introduction plant filters efficiency grows to 24% when dispersing gas bubbles of 50-100 mcm and the ratio of dispersed gas to water being equal to 10%. Under the same conditions of filter usage its turbidity at the outlet is reduced by 30%. Thus, floatation water treatment after settlers can be considered one of the possible methods of optimizing settlers and filters operation.

When forming a border section of gas-liquid in a system a phenomena of mass transport appears. It consists in adsorbing gases (oxygen and ozone, for instance) from a gas phase and desorbing

и летучих органических веществ из жидкой фазы.

Процессы абсорбции кислорода и десорбции веществ, обуславливающих наличие запаха, подробно исследовались при испытании системы механической аэрации в аэраторе производительностью 10 тыс. куб.м в сутки. Определенно, что в реальных условиях аэрирования можно ожидать снижения запаха воды, как минимум, на 1 балл.

Детальное рассмотрение процесса гидролиза, происходящего при коагулировании воды, показывает, что углекислота имеет тенденцию концентрироваться в объеме образующихся хлопьев, ухудшая соответственно условия их осаждения. Борьба с этим - удаление ее из области кристаллизации гидроокиси. Эксперименты показывают, что, чем раньше по отношению к моменту ввода коагулянта проводить аэрацию, тем полней эффект ее влияния на плотность взвеси. Начало аэрации через 5 минут после ввода коагулянта несколько ухудшает процесс осаждения взвеси. Наиболее эффективно проведение аэрации непосредственно в момент ввода коагулянта. Аэрация при указанных выше параметрах аэрационной системы в момент начала коагулирования московской воды позволила сократить продолжительность отстаивания взвеси примерно на 25%. Более того, эксперименты по совместному действию механического перемешивания (был использован турбинный смеситель производительностью 10 тыс.куб.м в сутки) и аэрации показали, что концентрация углекислоты во всем объеме воды за счет снижения ее в зонах, примыкающих к поверхности кристаллов гидроокиси, возрастает через 20 с после начала перемешивания на 20% по сравнению с концентрацией в момент ввода коагулянта и начала перемешивания. Таким образом, если основная задача аэрирования улучшение параметров взвеси, можно ограничиться кратковременным аэрированием в смесителе (30 с), если стабилизация, то продолжительность аэрирования должна быть увеличена до 5-10 мин.

Оценка результатов экспериментальной проверки аэрационного способа интенсификации работы водопроводных сооружений позволяет классифицировать его как интенсифицирующий комплексный подход к проблеме улучшения качества питьевой

carbon acid and volatile organic substances from a liquid phase.

The oxygen absorption and substances desorption processes causing fumes were thoroughly examined while testing mechanical aeration system in an aerator (100 th.m/ 24 h capacity).It was determined that under natural aeration conditions water fume reduction by 1 unit is to be expected that will simplify the operation of ozonizing plant.

Detail consideration of hydrolysis process shows that carbonacid tends to be concentrated in a volume of flakes growing thus aggregating. The conditions of their settlement. To avoid it it's necessary to remove it from hydroxide crystallization section. The experiments proved the earlier with regard to the moment of coagulator introduction the aeration is carried on, the greater effect of its influence on suspension density is. The beginning of aeration 5 later coagulator introduction makes the process of suspension settlement a bit worse. The most effective is the aeration being carried immediately at the moment of coagulator introduction. Under the parameters of aeration system mentioned above aeration at the start point of Moskvoretskay water coagulation allowed to cut the suspension settlement duration approximately to 25%.Furthermore, experiments on combined operation of mechanical mixing (turbine mixer of 10th m / 24 h capacity was used) and aeration showed that carbonacid concentration in a whole water volume due to its lowering in the zones adjoining hydroxide crystals surface grows in 20 sec later after the beginning of mixing to 20% compared to concentration at coagulator introduction moment and beginning of mixing.

Thus, if the main goal is to improve suspension properties one can do no more than short aeration in a mixer (30 sec), if a goal is stability, the aeration duration has to be increased to 5-10 min.

The experiment data evaluation of testing an aeration intensification method of water-piped structure operation makes it possible

воды на действующих и проектируемых станциях.

Для осветления, обесцвечивания и реagenтного умягчения воды обычно применяются осветители со взвешенным осадком.

Недостатками этих аппаратов являются:

1. Возможные нарушения процесса и эффекта работы при колебаниях производительности и температуры воды.
2. использование значительной части объема аппарата над взвешенной контактной средой в качестве защитной зоны и для дополнительного осветления воды в свободном объеме по методу обычного вертикального отстаивания в условиях недостаточно благоприятного турбулентного режима.

Устройство и процесс работы рассматриваемого аппарата (рис.2), интенсифицирующего технологию очистки воды состоит в следующем: вода с реагентами вводится тангенциально в нижнюю конусообразную часть аппарата, что позволяет создать вращательное движение по всей высоте зоны хлопьеобразования вплоть до расположенных над ней специальных конструкций (8). Это способствует повышению эффективности хлопьеобразования.

Указанные специальные конструкции имеют наклонное под углом 45-градусное размещение. В нижней их части расположена перфорированная плоскость (III). При движении воды через отверстия этой плоскости над ней из струй воды выделяются, под действием центробежных сил, создаваемых спиральной, вращающейся структурой струи, а также вследствие концентриционной и турбулентной диффузией, взвешенные вещества.

Расчетная скорость движения воды в отверстиях принята равной 0,45 м/с исходя из условий избежания необратимого разбивания хлопьев взвеси и для создания в струе центробежных сил, достаточных для выделения из нее взвешенных примесей. При этом скорость перемещения взвеси за пределы струи под действием центробежной силы будет превышать скорость гравитационного осаждения примерно в 120 раз.

Выходящие за пределы струй твердые частицы осаждаются на глухие (неперфорированные) участки плоскости (III) и затем перемещаются по ней в виде осадка к окнам в стенке шламоотделителя.

to classify it as a complex facilitating approach to a problem of potable water quality at operating and designed plants.

For the purpose of clarifying, bleaching and reagent softening of water the clarifiers with suspended sediment are usually used.

The disadvantages of these devices are:

1. Possible violation of the process and operation effect at capacity and water temperature changes,
2. The application of the most part of device volume above the suspended contact media as a protective zone and for additional clarifying water in a free volume by means of conventional vertical settlement under insufficient favourable turbulent conditions.

The structure and operation process of a device examined with the help of complex technology of water treatment (Fig.2) consists in the following: water and reagents are introduced tangentially in a lower conic part of a device that makes possible to produce rotating motion along the height of flakes formation zone reaching special structures located above. It increases the efficiency of flakes formation.

The special structures mentioned above are located at inclination angle 45 .At their lower part perforated plate III is placed. When water flowing through this plate holes suspended substances of water streams are remained on it. Their removal out of the streams into zones between streams is a result of centrifugal forces formed by stream spiral rotating structure and due to concentration and turbulent diffusion.

Rated velocity of water motion in holes is assumed to be equal to 0,45 m/sec to avoid suspension flakes irreversible breakdown and to form centrifugal forces in a stream sufficient extraction of suspended admixtures. Thus, the velocity of suspension motion beyond stream limits under the action of centrifugal force will exceed the velocity of gravitation sedimentation by 120.

Solid particles going out of stream limits are settled on a blind (non-perforated) zone of plate III and then travel along it as a sediment to the windows of a slam separator wall. The movement is a result of an inclined

Перемещение происходит вследствие наклонного положения плоскости и усиливается ее микровибрациями, возникающими под влиянием вихреобразного движения струй через отверстия. Одновременно происходят дегидратация и уплотнение осадка.

После рассмотренной первой стадии очистки вода поступает через окна в плоскости (II) у периферии аппарата в разделенное на секции пространство между плоскостями (II) и (I). Деление этого пространства вертикальными стенками на секции выполнено с целью создания гидравлических параметров секционных потоков, приближающих режим их движения к ламинарному. В то же время при относительно малых числах Рейнольдса макропульсации скоростей в потоке имеют незначительную величину, не препятствующую осаждению взвеси, но способствующую ее взаимному контактированию и укрупнению.

Секции имеют небольшую высоту, что благоприятно для осветления воды методом отстаивания (гравитационным методом). По пути движения воды из верхней зоны секции через разгрузочные отверстия в плоскости (I) производится постепенное удаление отстоянной (осветленной) воды в пространство над этой плоскостью.

Осадок, выпадающий в секциях, движется по их наклонному дну в одну сторону с потоком воды, что создает более благоприятные условия для их взаимодействия по сравнению с ячеистыми (ярусными) отстойниками, в которых осадок и вода движутся в противоположных направлениях. К тому же рассматриваемое секционное устройство по сравнению с ярусным значительно проще по конструкции и дешевле и имеет большие преимущества по надежности равномерного водораспределения.

Разгрузочные отверстия и окна в плоскости (I) для выхода осветленной воды из боковых секций блока сконструированы и размещены таким образом, чтобы на плоскости (I) оставались глухие участки для осаждения на них взвеси из зоны, расположенной между этой плоскостью и верхней дренажной решеткой аппарата. В этой зоне происходит окончательное доосветление воды в наклонном потоке в качестве третьего этапа ее обработки после камеры хлопьеобразования. Осадок, выпадающий на указанные глухие участки плоскости (I), сползает к стенке шламодели-

position of the plate and it is intensified by the plate's vibration caused by the influence of vortex stream motion through the holes. At the same time dehydration and sediment consolidation take place.

After the 1st stage of treatment considered above water flows through windows of plate II of a device outlying area into a space between plates II and I divided into sections. The division of the space by vertical walls into sections is made to form hydraulic parameters of section streams, approximating their motion regime to laminar through unlike the latter it's a transition regime. At the same time Reinoldth numbers being comparatively small, velocity micropulsation in a stream is insufficient, thus it doesn't prevent suspension sedimentation but intensifies its mutual interacting and getting coarse.

The section have little height, that's favourable for clarifying water by sedimentation method (gravitation method). While water flowing from the upper zones of the section through discharge holes in plate I a removal of clarified water into a space above the plate is carried on.

Sediment settling down in sections travel along their inclined bottom in one direction with water stream creating more favourable conditions for their interaction compared with cell (storied) sedimentation tanks in which sediment and water travel in opposite directions. Unlike section arrangement mentioned above a storied one is much simpler in its structure, cheaper and has more advantages in safety of uniform water distribution.

Discharge holes and windows in plate I for clarified water outlet from lateral sections of a block are designed and arranged in such a way that blind areas for suspension sedimentation from a zone between this plate and upper drainage device grille remain on plate I. In this zone final clarification of water in an inclined stream is carried on. It is the 3rd stage of water treatment after a flake formation tank sediment settling on blind parts of plate I slips down to the wall of a

теля и удаляется через устроенные в ней окна.

Данный комплекс технологических и конструктивных решений рассчитан на получение следующих результатов:

1.высокого эффекта очистки воды при увеличенной по сравнению с существующими конструкциями аппаратов удельной производительности (в куб.м в час на 1 куб.м объема аппарата);

2.предотвращения нарушений процесса и эффекта работы аппарата в случае колебаний его производительности и температуры воды, достигаемого посредством диафрагмирования потока отверстиями в плоскости (III) над вращающейся контактной средой в камере хлопьеобразования и трехкратного изменения направления движения потока воды с вертикального на наклонный с оптимальными для каждой стадии процесса гидравлическими параметрами.

В связи с этим при достижении предельно допустимых концентраций задерживаемых веществ в обработанной воде преждевременное отключение фильтра на регенерацию (промывку) зависит главным образом от состояния гидродинамической обстановки в пристеночной зоне, а именно: от количественной и качественной характеристик потока, движущегося в ней.

Как показывает анализ литературных источников и патентной информации, отсутствие ясной физической картины и целенаправленных теоретических исследований

slamseparator and is removed through windows built in it.

The very complex of technological and constructive solutions is considered to obtain the following results:

1.High effect of water treatment provided specific efficiency (m h/ 1 m of designed volume) is increased compared with existing devices structures;

2.Prevention of process and effectiveness of device operation violation in case of its efficiency and water temperature changes caused by diaphragmation on flow by holes in plate I above the rotating contact media in flake formation tank and 3 multiplied change of water flow direction from vertical to an inclined with optimal hydraulic parameters for each stage of a process.

посвященных этому вопросу, определяет безуспешность существующих технических решений ликвидации пристеночной аномалии конструктивным путем.

С целью устранения отмеченных недостатков в работе зернистых фильтров нами был разработан принципиально новый способ фильтрования, потребовавший внесения изменений в существующую конструкцию напорного аппарата вертикального типа и, в частности, монтажа дополнительного кольцевого дренажного устройства большого сопротивления (рис.3).

МОДИФИКАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Большое влияние электрическое поле оказывает на кинетику и результаты процесса образования и осаждения коагулянта на поверхности частиц зернистой загрузки фильтра. Образованная в этом поле модифицирующая пленка зерен загрузки обладает вдвое большей силой адгезии, чем при отсутствии поля. Как следствие этого достигается эквивалентный рост массового содержания твердой фазы в осадке, образованном на поверхности зерен удаленными из воды примесями. В результате соответственно уменьшается удельный объем осадка и снижаются темпы роста гидравлических сопротивлений и гидравлического

GRANULAR FILTER CHARGE MODIFICATION IN ELECTRIC CURRENT.

Electric current effects kinetics and the results of coagulant formation and sedimentation on surface of granular charge filter particles much more. Modifying granular charge film formed in the current has adhesion ability twice as much than in current absence. As a result an equivalent increase of mass containment of solid phase in sediment formed on the surface of granules by admixtures retained from water is achieved. It results in specific sediment volume correspondingly decreasing and rate of hydraulic resistance and hydraulic inclination in a charge getting lower. It causes filter mud capacity, filter cycle duration and periods

уклона в загрузке. В итоге примерно вдвое увеличиваются грязеемкость фильтра, длительности фильтроциклов и периоды между повторными модификациями загрузки фильтра, а это в свою очередь влечет за собой соответствующее уменьшение расхода реагентов на модификацию загрузки фильтров, а также расходов воды и электроэнергии на промывку фильтров. Следует отметить весьма важное значение приведенных в таблице 1 изменений величин - массового содержания твердой фазы в осадке на зернах фильтрующей загрузки в порах фильтра.

Для наглядности в таблице 1 приведены данные о максимальных, минимальных и средних значениях сил адгезии зерен фильтрата и массового содержания твердой фазы в осадке в порах загрузки.

ТАБЛИЦА 1

Силы адгезии в динах				Массовое содержание твердой фазы г/мл				Примечания
Макс.	Мин.	Сред.	Мак/мин	Макс.	Мин.	Сред.	Мак/мин	
3.88	1.19	2.54	3.26	0.88	0.25	0.57	3.52	С электролитом
2.33	0.53	1.43	4.4	0.53	0.12	0.22	4.41	Без электролита

TABLE 1

Adhesion forces in dynes				Mass containment of solid phase				Note
Max.	Min.	Av.	Max/min	Max.	Min.	Av.	Max/min	
3.88	1.19	2.54	3.26	0.88	0.25	0.57	3.52	in electric current
2.33	0.53	1.43	4.4	0.53	0.12	0.22	4.41	out of electric current

Приведенные в таблице данные свидетельствуют также о более резком изменении рассмотренных параметров в случае без электрополя, что доказывает эффективность воздействия последнего и на стойкость, прочность и большую длительность сохранения эффекта модификации в случае с электрополем.

При всех условиях есть основания рас-

between remodifications of filter charges raising twice as much. The latter brings to correspondingly decreasing of reagent consumption for both filter charge modification and water and electricity consumption for filter washing.

Mention should be given to a very important value variation mass containment of solid phase in sediment of filtration charge granules in filter pores (Table 1). Gradual cycle by cycle decreasing testifies activity and adhesion ability values of filtration charge modification getting lower. At the same time the adhesion forces undoubtedly effect the process of physical parameters changes and suspension structure in charge pores before suspension immediate interacting with granules surface. It is proved by great radius of granules adhesion forces action (45 mcm) compared with micellar and colloidal phase of substances excreted out of a reagent when modifying charge and with clay particles sizes (10 mcm) settled down on a modifying film.

In Table 1 data of maximum and minimum average values of filtrate granules adhesion forces and mass containment of solid phase in sediment of charge pores.

The table data show more radical change of the particular parameters in case of electric current presence. It proves the effective influence of the latter on resistance, strength and greater duration of modification effect conservation in case of electric current.

Gradual cycle by cycle decreasing of the duration of the latter and filtration charge

считывать на то, что при работе фильтров производственного масштаба можно получить значительно больший эффект в отношении всех параметров процесса фильтрации.

При работе на моделях была использована суммарная потеря напора около 1000 мм. В производственных условиях можно использовать напор в 2000-3000 мм. Большое значение при этом будет иметь меньшее влияние пристеночного эффекта на работу фильтра, поскольку окончание фильтроцикла происходило по качеству очищенной воды. К тому же на фильтрах производственного масштаба можно использовать метод борьбы с пристеночным эффектом, сводящими отрицательное влияние последнего на работу фильтра к минимальным размерам. При этом вместе с указанным увеличением предельных потерь напора возрастает тесно связанное с ним количество задерживаемой за фильтроцикл примесей воды, т.е. грязеемкость фильтра, а следовательно, и длительность фильтроцикла. Возможно также увеличение допустимого исходного содержания механических примесей в очищенной воде, т.е. расширение сферы применения фильтров с модифицированной загрузкой без необходимости сооружения предварительных отстойников с непрерывной обработкой воды коагулянтами в значительных дозах. Это имеет весьма большое технико-экономическое значение.

Новый метод повышения эффективности и экономичности работы фильтров с зернистой загрузкой состоит в модификации загрузки растворами реагентов в электрическом поле.

Испытания показали, что данный метод по сравнению с обычной реагентной модификацией дает следующий эффект: вдвое увеличивает силы адгезии зерен загрузки, длительность фильтроциклов загрузки; вдвое снижает расход реагентов, промывной воды и электроэнергии (на эксплуатацию фильтров).

Установлены основные технические параметры метода, могущие служить исходными данными для проектирования и эксплуатации водоочистных сооружений.

Применение метода рекомендуется без коагулирования и предварительного отстаивания при мутности исходной воды до 100-150 мг/л.

В результате экспериментальных и теоретических исследований составлена при-

mud capacity observed in the experiments may be explained by the following way. When filter charge reverse washing after each cycle partial destruction and removal of modifying films from granules surface take place. Negative films effect on adhesive forces, their partial screening by residual water admixture deposits not being washed out, their getting old, i.e. film activity decrease in functioning due to time can't be excluded. However, under every condition one can rely on much greater effect in every parameter of filtration process being achieved when production scale filter operating. In the course of model experiments total loss of head (about 1000 mm) was used. At practice one can use head of 200-300 mm. Less influence of wall adjoining effect on a filter operation will be very important since filter cycle completion dealt with treated water quality. Besides, at industrial filters method of wall adjoining affect control can be used which reduces negative influence of the latter on a filter operation to a minimum. While increasing maximum loss of head noted above the quantity of water admixtures retained for filter cycle gets growing, i.e. filter mud capacity and, hence, filter cycle duration. It is possible to raise an assumed initial containment of mechanical admixtures in treated water, i.e. expanding modified charge filters application without constructing preliminary settlers of continuous water treatment by sufficient portions of coagulants. It is of great technical and economic significance.

New method of increasing efficiency and economy of granular charge filters operation consists in modification of charge by reagent solutions in electric current.

The tests proved that the suggested method compared with conventional reagent modification gives the following effect: it increases charge granules adhesion forces and charge filter cycle duration twice as much, decreases reagent, washing water and electricity consumption twice as much (for filters maintenance).

The basic technical characteristics of the method which can be considered as initial data for designing and maintaining of water treatment plants are determined. It's recommended to apply this method without coagulating and preliminary settling when water turbidity is 100-150 mg/l.

Due to experimental and theoretical re-

мерная феноменология природы и механизма процессов, создающих эффективные свойства пленки зерен загрузки в электрическом поле, позволяющая судить о закономерностях процессов.

С учетом весьма значительных сил адгезии модифицированной загрузки гипотезируется возможность оптимизации очистки воды от микропримесей и комплексных органико-минеральных веществ, что представляет собой одну из нерешенных в настоящее время проблем.

searches approximate phenomenology of character and process mechanisms forming effective properties of granules charge in electric field is made. It helps to understand objective laws of the process.

Taking into account rather sufficient adhesion forces of modified charge the possibility of water treatment from microadmixtures and combined organic mineral substances is being hypotized. It is one of an unsolved problems nowadays.



РИС.1 Схема влияния аэрации на процессы очистки воды

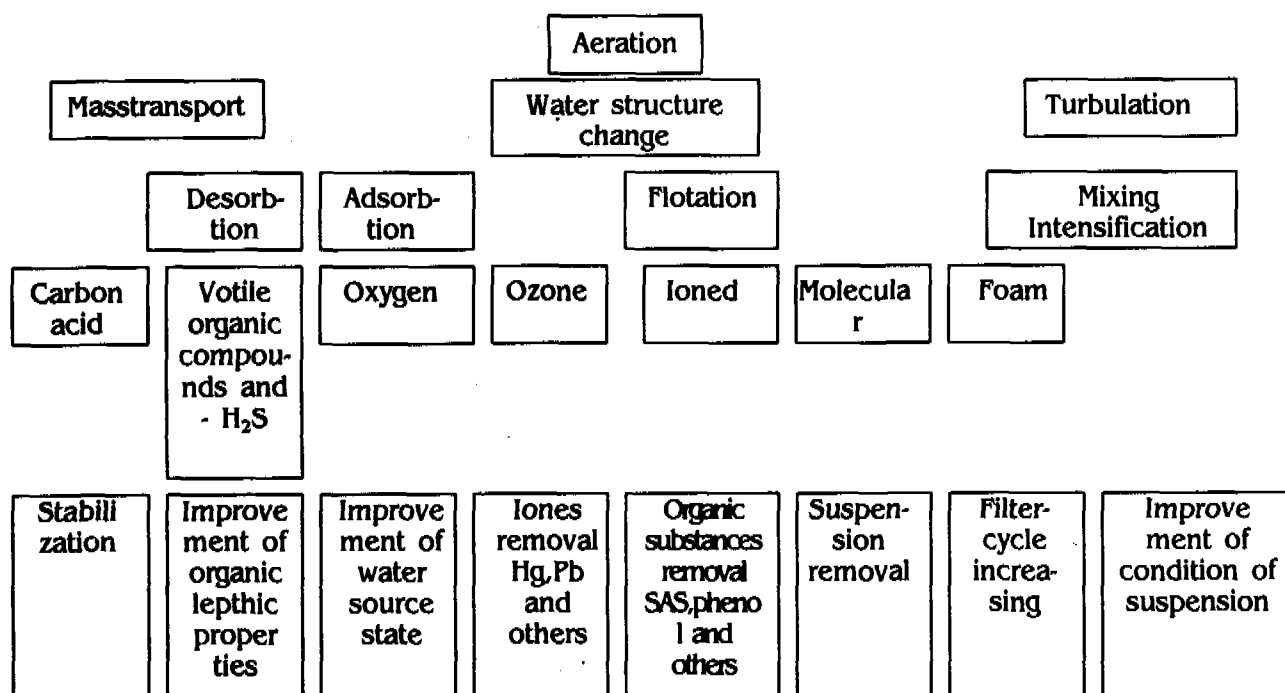


FIG.1. Water treatment scheme in aeration

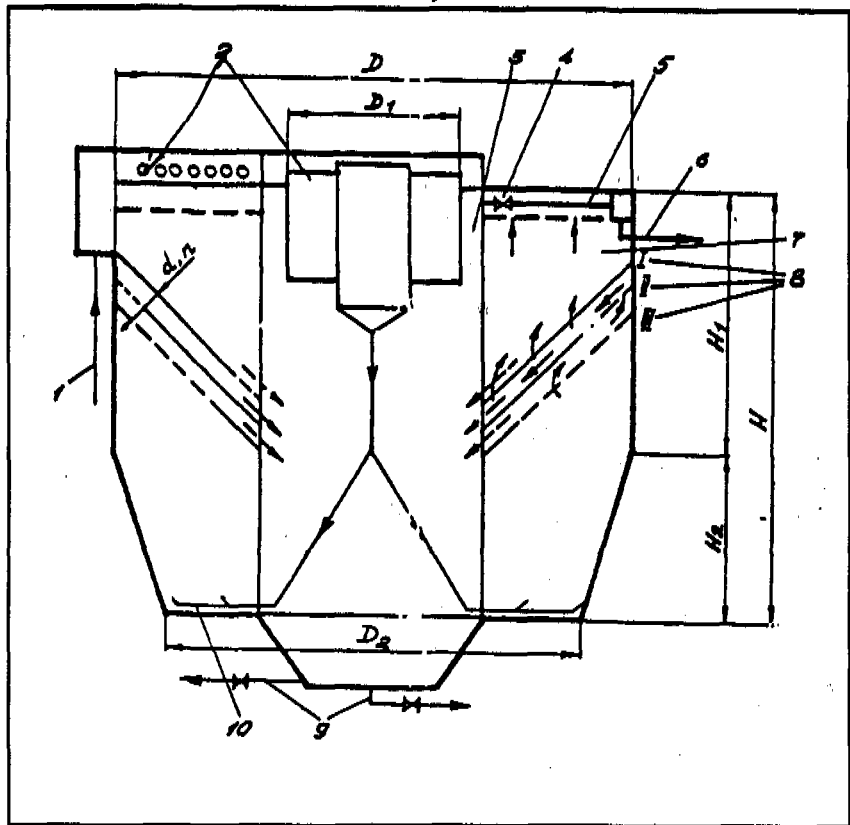


РИС.2. Технологическая схема аппарата с комплексной технологией очистки воды:

- 1-подвод очищаемой воды с реагентом;
- 2-газоотделитель;
- 3-шламоуплотнитель;
- 4-регулятор расхода воды из шламоуплотнителя;
- 5,6-отвод очищенной воды из аппарата;
- 7-кольцевая (основная) зона аппарата;
- 8-конструкция для очистки воды комплексом технологических методов;
- 9-удаление осадка из шламоуплотнителя;
- 10-устройства для тангенциального распределения по зоне 7 аппарата воды, идущей от газоотделителя 2

- FIG.2. Technoligical sheme of a device with water treatment complex technology
- 1-Inlet of water to be treated with reagent;
 - 2-gasseparator;
 - 3-slamconsolidator;
 - 4-regulator of water consumption from a slamconsolidator;
 - 5,6-treated water outlet;
 - 7-circular (main) zone of a device;
 - 8-a structure of water treatment by a several technological methods;
 - 9-sediment removal out of slamconsolidator;
 - 10-parts for tangential distribution of water flowing from a gasseparator 2 throudl zone 7

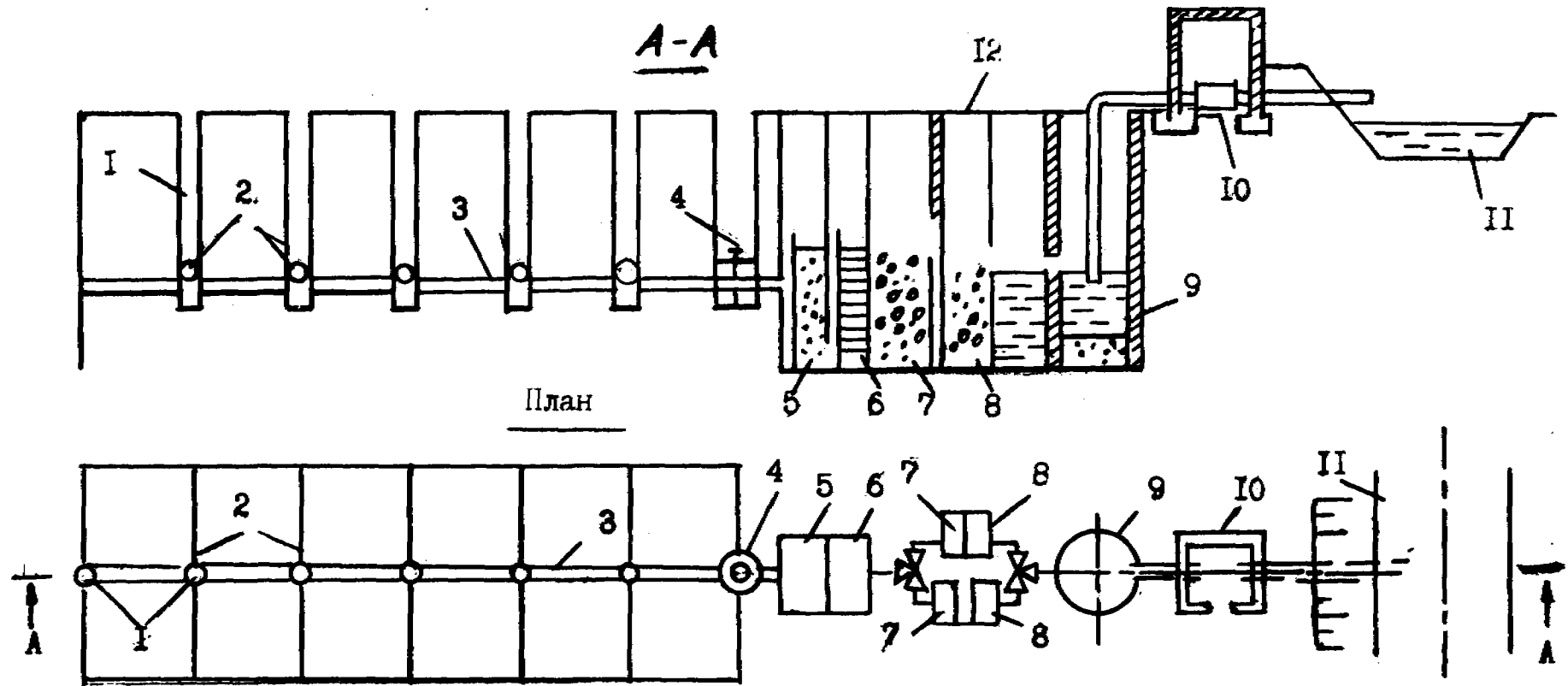


Схема дренажной системы с технологическим узлом по обессоливаю дренажных вод методом ионного обмена: 1 - смотровые колодцы; 2 - горизонтальные дрены; 3 - коллектор; 4 - регулятор расхода; 5 - фильтр грубой очистки; 6 - фильтр с естественными сорбентами; 7 - катионит; 8 - анионит; 9 - дополнительная емкость; 10 - насосная станция; II - оросительный канал; 12 - деминерализационная галерея

Хайнер Нобис-Вихердинг, дипломированный инженер.

В водоснабжении уже несколько лет констатируется явное снижение потребления воды в частных хозяйствах, промышленности и в общественной сфере. Причины этой тенденции различны. В качестве важнейших моментов можно назвать осознанное отношение к ресурсу "вода" во многих слоях населения, удорожание стоимости воды и платы за утилизацию сточных вод, а также совершенствование водосберегающих технологий. В промышленной сфере правительственными и административными мерами сброс сточных вод в общественную канализацию и водоемы облагается дополнительными налогами, зависящими от степени загрязнения, так что ввод водосберегающих технологических процессов был необходим по финансовым причинам и для обеспечения конкурентноспособности.

Представляется весьма сомнительным, что целью водохозяйственного предприятия в сфере общественного водоснабжения является экономное отношение потребителей к воде. При более близком рассмотрении становится очевидным, что уменьшение потребления воды имеет определенные пределы. Существует дефицит качественных водных ресурсов. Инвестиции в подготовку качественной питьевой воды и очистку сточных вод сказываются на увеличении стоимости воды для потребителя.

В последнее время в сфере санитарной техники были разработаны и внедрены различные водосберегающие технологии. В Технических правилах для систем питьевого водоснабжения TRWI, DIN 1988 с 1988 года предъявляется требование, чтобы каждая такая система обеспечивала экономное использование питьевой воды. Тем самым уже в стадии планирования строительства архитектор, инженер и монтажники должны предусмотреть технические меры для рационального использования питьевой воды.

Кроме того, обсуждаются некоторые альтернативные концепции водоснабжения, которые связаны с использованием дождевой воды и очищенных бытовых сточных вод для смыва в туалетах. Эти способы находятся еще в стадии апробации. При этом предъявляются высокие требования к тех-

HEINER NOBIS-WICHERDING, licensed eng.

In the field of water supply for some last years one may witness steady decrease of water use at private households, in industry and in commercial sphere. The causes of this tendency are quite different. As the primary one it may be named the conscious attitude to the water as a resource, which formed in the broad layers in population, the cost rise for portable and reject water disposal, and improvement of water saving technologies.

In the industrial sphere due to government and administration measures to discharge reject water in the municipal sewerage and in water bodies means to pay additional taxes which depends upon degree of a pollution. So it was necessary to put in operation water saving technologies due to financial and competition reasons.

It seems to be very doubtful the aim of the waterworks in the field of commercial water use to be the users' efficient attitude to the water use. More detailed consideration reveals the limit to water use. There is a deficit of high quality water resources. Investment in high quality water treatment and sewage disposal results in rise of water cost to users.

In the recent time new technologies have been developed for sanitary engineering. The standard TRWI, DIN 1988 for water supply and disposal systems which require each such system to provide effective portable water use. So already at the planning of a construction the architect, engineer and builder must specify some technical measures for rational portable water use.

Also some alternative concepts for water supply are discussed which associated to the usage of rain waters and the purified sewerage for flushing of the toilets. At the present time they are being approved. High requirements therewith are imposed on the

нике, эксплуатационникам и потребителям, а также к обеспечению санитарного состояния. При стремлении сократить потребление воды необходимо также учитывать и значении надежности водоснабжения. Технические и санитарные требования к водосберегающим конструкциям не могут противоречить требованиям надежного обеспечения питьевой водой.

В докладе, также, наряду с водосберегающими технологиями, рассматриваются аспекты надежности водоснабжения, которые имеют значение при устройстве в зданиях водосберегающим систем питьевого водоснабжения.

equipment, on the operational staff and the user and also on sanitary conditions.

Striving for water savings it is necessary to take into consideration the significance of water supply reliability. Technical and sanitation requirement on water saving systems should not contradict to sustained portable water supply.

The present paper along with water saving technologies considers the reliability problems of the water supply, having significance for creation of portable water saving system for buildings.

*Хейкки Вихури, магистр,
Руководитель программы*

Международный информационный центр (МИЦ) является независимой некоммерческой организацией. Она связана и ее поддерживают Правительство Нидерландов, Программа развития ООН (ЮНВП), Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ), Всемирный банк и Всемирная организация здравоохранения. Для последней МИЦ действует в качестве Центра сотрудничества по программе «Общинное водоснабжение и улучшение санитарных условий жизни».

Цель этого центра заключается в том, чтобы обеспечить в развивающихся странах и во вновь образовавшихся независимых государствах доступность и возможность использования знаний и информации относительно водных проблем, очистки сточных вод и окружающей среды

Его деятельность включает расширение возможностей для организационной деятельности в области информации, обмен имеющейся информацией и знаниями, получение и распространение новых знаний по приоритетным направлениям. Вся деятельность этого центра проводится в сотрудничестве с организациями в развивающихся государствах, с организациями ООН, донорами, действующими на двусторонней основе, банками для развития и неправительственными организациями.

Основным направлением в деятельности организации является общинно-ориентированный подход по отношению к системам водоснабжения и канализации в сельской местности и на городских территориях, на которых проживает население с низким уровнем доходов, к участию в этой работе представителей местного самоуправления и к санитарному просвещению, к роли женщин, к эксплуатационным системам, к организации восстановления и защиты окружающей среды.

Квалифицированный персонал по разным отраслям знания обеспечивает поддержку в этих вопросах при помощи реализации де-

*Heikki Wihuri, M.Sc.,
Programme Officer*

IRC is an independent, non-profit organization. It is supported by and linked with the Netherlands Government, UNDP, UNICEF, the World Bank and WHO. For the latter it acts as a Collaborating Centre for Community Water Supply and Sanitation.

The Centre aims to ensure the availability and use of appropriate knowledge and information in the water, sanitation and environment sector in developing countries and the newly independent states.

Activities include capacity development for information management, exchange of available knowledge and information, and development and transfer of new knowledge on priority issues. All activities take place in partnership with organizations in developing countries, United Nations organizations, bilateral donors, development banks and non-governmental organizations.

Emphasis in programme activities is on community-based approaches including rural and low-income urban water supply and sanitation systems, community participation and hygiene education, the roles of women, maintenance systems, rehabilitation and environmental management.

The multi-disciplinary staff provides support through development and demonstration projects, training and education, publications, documentation services, general information dissemination as well as through advisory services and evaluation.

монстрационных проектов и проектов развития, обучения и повышения квалификации, издательской деятельности, предоставления технической документации и распространения информации общего характера, а также за счет оказания консультационной помощи и проведения экономических расчетов.

Обсуждение в настоящем докладе фокусируется на роли общин в деле улучшения систем водоснабжения (скважины, колодцы, обустроенные водоисточники, простые водопроводные системы и т.д.).

Повышение роли общин водопользователей является способом повышения экономической эффективности, увеличения надежности, гарантирования живучести за счет возложения большей ответственности за эксплуатацию и содержание водопроводных и канализационных систем на самих пользователей. Это также является подходом, который может обеспечить решение более широких проблем, включающих: недостаточный уровень здоровья и других элементов благосостояния; неравномерное распределение улучшенных систем и создаваемых ими выгод и преимуществ; излишняя стоимость; недостаточно высокий статус женщин в этой области; очевидно невысокий уровень самообеспеченности; выбор уровня технологии и эксплуатации, который не удовлетворяет требованиям общины.

Община не имеет возможности управлять такими системами при дефиците автономности и полномочий для принятия решений. Можно выделить три основных компонента общинного управления: ответственность, полномочия и контроль.

В целом уже достигнут консенсус о том, что основными отличительными чертами общинного управления являются:

- Община имеет прямой доступ к управлению и контролю за принятием решений.
- Община несет определенную ответственность за покрытие издержек.
- Община принимает ответственность за эксплуатацию системы водоснабжения.

Там, где наряду с современными институтами власти существуют традиционные системы властных полномочий, они всегда в той или иной мере дают почувствовать свое присутствие. Программы развития зачастую игнорируют этот факт и тем подвергают себя опасности.

Частым невидимым фактором, влияющим на эффективность общинного управления является наличие харизматических лидеров, мобилизующих энтузиазм членов общины и

The discussion in this paper focuses on the roles of communities in managing improved water supply systems (wells, boreholes, protected springs, simple piped supplies, etc.).

An enhanced management role for user communities is a way of increasing cost effectiveness, improving reliability, and ensuring sustainability by placing a larger share of the responsibility for operating and maintaining water and sanitation systems in the hands of the users themselves. It is also an approach which may provide solutions to broader problems: Insufficient achievement of health and other benefits; inequitable distribution of improved systems and benefits; excessive costs; insufficiently prominent roles for women; apparently low levels of self-reliance; and technology and service level choices which do not match community demand.

It is not possible for the community to manage the system without having significant autonomy and decision-making powers. The three basic components of community management can be defined as responsibility, authority, and control.

There is a general consensus that, the distinctive features of community management are that:

- The community has direct management and decision-making control.
- The community is committed to contributing towards covering costs.
- The community accepts responsibility for running the system.

Where traditional authority systems exist alongside modern institutions they are always likely to make their presence felt to some degree or another. Development programmes often ignore this at their peril.

An often unseen factor in the effectiveness of community management is the influence of charismatic leaders in mobilizing community enthusiasm and interest in undertaking man-

их заинтересованность в принятии на себя ответственности за управление. Динамичный лидер может помочь сплочению членов общины и определить для них общую цель. Сплоченность общины вовсе не означает, что данная община всегда должна действовать гармонично и мирным образом. Споры и дискуссии, если они должным образом организованы и разрешаются, могут фактически способствовать дальнейшему сплочению, создавая важный источник законности местных организационных положений. Конкуренция за право использования водного источника может оказаться положительной силой в общине, которая усилит стремление к возложению обязанностей по управлению на самих себя. Однако, как оказывается на практике, это работает только в том случае, когда уже существуют адекватные и легитимные, законные и полномочные властные структуры, способные установить очевидные рамки, в которых могут быть разрешены возникающие споры.

Не смотря на то, что общины способны взять на себя значительную долю ответственности по управлению, всегда в некоторой степени в этот процесс должно быть вовлечено соответствующее правительственное учреждение. В будущем принципиальная роль такого учреждения должна будет заключаться в оказании общинам помощи в управлении такими системами.

Управление водным хозяйством в более широком смысле также подразумевает, что правительство всегда будет иметь верховные полномочия в вопросах сохранения и правильного использования национальных ресурсов и обеспечения выполнения национальных стандартов, относящихся к вопросам народного здравоохранения.

До сих пор нет ясности в вопросе о том, каковы верхние потенциальные границы ответственности, которую может принять на себя община. Главный пробел в современных знаниях и практической деятельности заключается в отсутствии системного анализа функционирования общинных систем управления и связанной с этим невозможности выявить наиболее эффективный способ усиления способности общины осуществлять управление в этой сфере.

agement tasks. A dynamic leader can help to pull a community together and create a common purpose. Community cohesion does not mean that communities always need to act in an harmonious and peaceful way. Arguments and disputes, if properly regulated and resolved, can actually serve to strengthen cohesion by providing an important source of validation for local management rules. Competition for water resources can be a positive force in a community in strengthening willingness to manage. This only appears to work, however, when there is an adequate and legitimate legal and authority framework to provide clear boundaries within which disputes can be settled if and when they arise.

Although communities are able to take on a very substantial share of management responsibility, agency involvement will always be required to some degree. The principal agency role in the future will be that of facilitating management by communities.

Water management on a broader scale also means that governments will always have an overall responsibility to ensure that national resources are protected and properly used, and national public health standards maintained.

The true potential of communities to take a higher degree of management responsibility is not yet known. The absence of systematic analyses of the performance of community managed systems, and the associated identification of the most effective approaches to strengthen community management capacity, represent major gaps in current knowledge and practice.

The agencies providing direct support to communities also need to strengthen their own capacities to provide the necessary support.

Учреждения, оказывающие общинам непосредственную помощь в организации системы управления, также нуждаются в укреплении своих собственных возможностей.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Цели общинного управления
3. Что такое общинное управление?
4. Общины как традиционные организаторы систем водоснабжения
5. Местные органы общинного управления
6. Общинная эксплуатация и содержание систем
7. Общинное финансирование
8. Планирование и общинное управление
9. Мониторинг и оценка
10. Пределы общинного управления
11. Создание возможностей для общинного управления
12. Эффективность общинного управления
13. Заключение
Литература

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Заявление конференции в Нью Дели
- Таблица 2. Цели общинного управления
- Таблица 3. Основные компоненты общинного управления
- Таблица 4. Характеристики общинного управления
- Таблица 5. Описание задач общинного водохозяйственного комитета
- Таблица 6. Условия, необходимые для общинного управления

1. ВВЕДЕНИЕ

Общины занимались управлением своими водными ресурсами в течение столетий. В изменившихся условиях современного мира, однако, возникли новые проблемы и новые вызовы, которые требуют новых решений. Они включают: поиск наиболее адекватной формы местных организаций; повышения квалификации в деле разрешения проблем как на уровне общин, так и на уровне правительственных учреждений; создание финансовой и иных управленческих систем и построение местной системы эксплуатации и содержания водохозяйственных систем.

CONTENTS

1. Introduction
2. The goals of community management
3. What is community management?
4. Communities as traditional managers of water supply systems
5. Local organization for community management
6. Community operation and maintenance
7. Community financing
8. Planning and community management
9. Monitoring and evaluation
10. The limits of community management
11. Building capacity for community management
12. The effectiveness of community management
13. Conclusions
References

BOXES

- Box 1. The New Delhi statement
- Box 2. Goals of community management
- Box 3. Basic components of community management
- Box 4. Characteristics of community management
- Box 5. Task description for a community water committee
- Box 6. Preconditions for community management

1. INTRODUCTION

Communities have been managing their water systems for hundreds of years. In the changing circumstances of the modern world, however, new problems and challenges have arisen which require new solutions. These include: finding the most appropriate forms of local organization; strengthening problem-solving skills in both communities and agencies; establishing financial and other management systems, and building local capacity for operation and maintenance.

Если способность общины к управлению будет еще больше усилена, потребуются новые инструменты и методы. Они должны быть основаны на детальном знании современной способности общин к управлению и ограниченности, которую необходимо преодолеть при дальнейшем усилении этой способности.

2. ЦЕЛИ ОБЩИННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Изменение терминологии от участия общин в управлении к непосредственному общинному управлению становится особенно очевидным начиная приблизительно с середины 1980-х годов (см. Williamson, 1983; Wood, 1983; Briscoe and de Ferranti, 1988), то есть с того периода, когда программа Международного десятилетия питьевого водоснабжения и очистки сточных вод (1981–1990) набрала обороты. К концу этого десятилетия общинное управление твердо было поставлено на повестку дня включением соответствующего пункта в четыре основополагающих принципа для развития этого сектора экономики на 1990-е годы, которые были сформулированы в Заявлении конференции в Нью-Дели (см. Табл. 1).

Усиление роли общин водопользователей делается очевидным, поскольку способом увеличения экономической эффективности, повышения надежности и гарантирования живучести становится возложение все большей доли ответственности за эксплуатацию и содержание систем водоснабжения и канализации на самих водопользователей. Это, также, является подходом, который может обеспечить решение более широких проблем, включающих: недостаточный уровень здоровья и других элементов благосостояния; неравномерное распределение улучшенных систем и создаваемых ими выгод и преимуществ; излишняя стоимость; недостаточно высокий статус женщин в этой области; очевидно невысокий уровень самообеспеченности; выбор уровня технологии и эксплуатации, который не удовлетворяет требованиям общины. Общинное управление является потенциальным средством достижения основных целей программ развития. См. Табл. 2.

If community management capacity is to be further enhanced, new tools and methods will be required. These need to be based on a detailed knowledge of the current management capacities of communities, and the constraints to be overcome in further strengthening them.

2. THE GOALS OF COMMUNITY MANAGEMENT

The shift in terminology from community participation to community management became increasingly apparent from about the middle of the 1980s (cf. Williamson, 1983; Wood, 1983; Briscoe and de Ferranti, 1988), as the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (1981–90) gathered momentum. By the end of the decade, community management was placed firmly on the agenda by its inclusion as one of four guiding principles for sector development in the 1990s outlined in the New Delhi Statement. see Box 1

An enhanced management role for user communities is seen as a way of increasing cost effectiveness, improving reliability, and ensuring sustainability by placing a larger share of the responsibility for operating and maintaining water and sanitation systems in the hands of the users themselves. It is also an approach which may provide solutions to broader problems, including insufficient achievement of health and other benefits; inequitable distribution of improved systems and their benefits; excessive costs; insufficiently prominent roles for women; low levels of self-reliance; and choices of technology and service level which do not match community demand. Community management is a potent vehicle for achieving a broad range of development goals. see Box 2

Governments have often proved unable to cope with the recurrent cost and manpower implications of operating and maintaining new systems, leaving communities little choice but to take on these responsibilities themselves or abandon them altogether. Community management is thus seen as a means of achieving more efficient, sustainable, and cost effective water supply development. This coincides with the present emphasis on the role of the government as a facilitator instead of being a provider.

TABLE 1. The new delhi statement

In September, 1990, hundreds of delegates from around the world gathered in New Delhi, India, to attend a Global Consultation on Safe Water and Sanitation for the 1990s. The purpose of the meeting was to review the achievements of the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, and point to directions for further development in the 1990s. The meeting ended with the issuing of a statement identifying four guiding principles for sustainable water and sanitation development:

1. Protection of the environment and safeguarding of health through the integrated management of water resources and liquid and solid wastes.
2. Institutional reforms promoting an integrated approach and including changes in procedures, attitudes and behaviour, and the full participation of women at all levels in sector institutions.
3. Community management of services, backed by measures to strengthen local institutions in implementing and sustaining water and sanitation programmes.
4. Sound financial practices, achieved through better management of existing assets, and widespread use of appropriate technologies.

организациями, однако принимать управляющие решения она может только при значительной степени автономии и наличии властных полномочий.

Три основных компонента общинного управления могут быть определены как ответственность, властные полномочия и контроль (см. Табл.3).

Переход на общинное управление это больше, чем простой выбор между двумя противоположными подходами – сверху вниз или снизу вверх: «Это скорее результат партнерского сотрудничества между общиной и правительством, в котором ни одна из сторон не доминирует и каждая понимает и принимает свою роль» (McCommon et al, 1990). Основные характеристики общинного управления представлены в Табл.4.

Жесткая связь между общинным управлением и общинным финансированием непосредственно связана с правом собственности самой общины на усовершенствованную систему водоснабжения (Briscoe and de Ferranti, 1988; McCommon et al, 1990; UNDP, 1990a; UNDP/World Bank, 1991). Было высказано предложение считать, что общинное управление только тогда имеет смысл, когда община готова принять на себя хотя бы часть эксплуатационных издержек.

«В системах, управляемых общинами, пользователи сами выявляют и мобилизуют ресурсы. Община, которая не желает использовать для этой цели имеющиеся в ее распоряже-

The three basic components of community management can be defined as responsibility, authority, and control see Box 3.

Choosing community management is more than a simple choice between a top-down or bottom-up approach: «Rather, it is the outcome of a collaborative partnership between the community and the government in which neither is dominant and each understands and accepts its role.» (McCommon et al, 1990). The basic characteristics of community management are summarized in Box 4.

A strong link made between community management and community financing, closely related to the ownership of improved water supply systems by communities themselves (Briscoe and de Ferranti, 1988; McCommon et al, 1990; UNDP, 1990a; UNDP/World Bank, 1991). It has been suggested that community management only makes sense if communities are also prepared to meet at least part of the running costs.

«In community-managed systems, users identify and mobilize resources. A community that is unwilling to use its available resources, however limited, for this purpose or that is unwilling to obtain them from elsewhere, can hardly be in control of its system.» (McCommon et al, 1990).

The idea that community ownership is a precondition of effective community management raises complex issues, though «sense of

Часто оказывается, что правительства не способны справиться с ростом стоимости и ограничениями по рабочей силе, накладываемыми на эксплуатацию и содержание новых систем водоснабжения и канализации, оставляя общинам мало вариантов для выбора, практически единственным из которых является добровольное возложение ответственности за эти вопросы на самих водо-

пользователей или прекращения деятельности в этом направлении вообще. Таким образом общинное управление представляется наиболее эффективным, надежным и экономичным способом развития систем водоснабжения. Это совпадает и с современным смещением акцента на роль правительства, которое становится помощником, а не поставщиком.

ТАБЛИЦА 1. Заявление конференции в Нью-Дели

В сентябре 1990 г. сотни делегатов со всего мира собрались в Нью-Дели (Индия), чтобы принять участие во Всемирной конференции по безопасности водоснабжения и очистки сточных вод на 1990-е годы. Целями этой встречи являлись оценка достижений Международного десятилетия питьевого водоснабжения и очистки сточных вод и определение направлений развития на 1990-е годы. Это совещание закончилось принятием заявления, в котором были сформулированы четыре основных принципа для развития надежных систем водоснабжения и очистки сточных вод:

1. **Защита окружающей среды и обеспечение здоровья населения за счет единого управления водными ресурсами и жидкими и твердыми отходами.**
2. **Реформа системы управления, способствующая единому подходу и включающая изменение в процедурах, отношениях и поведении, а также широкому привлечению женщин к работе на всех уровнях в учреждениях этого сектора экономики.**
3. **Общинное управление коммунальными службами, поддержанное мерами по усилению местных органов власти в вопросах создания и реализации программ развития систем водоснабжения и канализации.**
4. **Надежное финансовое положение, которое достигается за счет улучшения управления существующими системами и расширенного использования новейших технологий.**

3. ЧТО ТАКОЕ ОБЩИННОЕ УПРАВЛЕНИЕ?

Общинное управление это нечто большее, чем простое участие общины в том, что «подчеркивает принадлежащие общине полномочия принимать решения относительно тех источников водоснабжения или их компонентов, над которыми они властны распоряжаться или над которыми разделяют ответственность...» (Wijk, 1989). Община имеет возможность участвовать в программах развития систем водоснабжения, запроектированных и создаваемых сторонними

3. WHAT IS COMMUNITY MANAGEMENT?

Community management is more than mere community participation in that it «emphasizes the communities' own decision-making power over those water supplies or components for which they hold or share responsibility...» (Wijk, 1989). It is possible for a community to participate in a water supply improvement programme designed and controlled by an outside agency, but it can only manage if it has significant autonomy and decision-making powers.

ТАБЛИЦА 2. Цели
общинного управления

TABLE 2. Goals of community
management

Целями общинного управления являются:	The goals of community management are to:
<ul style="list-style-type: none"> * Повышение надежности системы. * Повышение достигнутого уровня здоровья населения и его благосостояния. * Способствовать расширению демократии и равенства в делах, касающихся проектов развития. * Способствовать повышению роли женщин. * Гарантировать выбор более подходящих технологий и уровня обслуживания. * Снижение расходов соответствующих правительственных агентств за счет более хорошего использования местных ресурсов, знаний и умений местных жителей. * Создание у общины уверенности и способности предпринимать дальнейшие усилия по развитию своей системы. 	<ul style="list-style-type: none"> * Improve system reliability. * Improve the attainment of health and other benefits. * Promote greater democracy and equity in the development process. * Promote a more prominent role for women in development. * Ensure more appropriate choices of technology and service level. * Reduce the costs to agencies of improvements by making better use of local resources, skills and knowledge. * Build community confidence and capacity to undertake further development activities. <p>(Sources: Cox and Annis, 1982; Dworkin, 1982; Whyte, 1984; van Wijk and Visscher, 1987; UNDP/World Bank, 1988; McCommon et al, 1990; UNDP, 1990b; Narayan-Parker, 1990; Franceys, 1991; Indonesia-Australia Development Cooperation Programme, 1991; Renard, 1991).</p>

ним, хотя и ограниченные, ресурсы, или же не желает получать их из других источников, вряд ли способна контролировать свою систему» (McCommon et al, 1990).

Идея о том, что собственность в руках общины является предварительным условием эффективного общинного управления, поднимает множество вопросов, хотя «чувство собственника» часто используется при оценках проектов и программ в качестве индикатора решимости общины (например, см. Mukherjee, 1990). В некоторых случаях община не настаивает на признании своего права собственности на систему водоснабжения по одной простой причине, заключающейся в том, что с точки зрения закона они не имеют права собственности. Однако самый важный вопрос отнюдь не звучит как: «Кто владеет конкретной системой?», а просто: «Кто несет ответственность за нее?» (Wood, 1983). Многие производственные предприятия управляются менеджерами, которые не владеют этими предприятиями, однако которые, тем не менее, принимают

ownership» is often used in project and programme evaluations as an indicator of community commitment (for example, see Mukherjee, 1990). In some cases, communities may not perceive themselves as the owners of systems for the very good reason that from a legal standpoint they do not have ownership rights. However, the important question is not so much «who owns the system?» as «who is responsible for taking care of it?» (Wood, 1983). Many business enterprises are run by managers who do not own them, but who nevertheless accept responsibility for their success or failure. Even when communities do acknowledge ownership of a water supply system, they may not always feel that they are in control of it.

Community management, like community participation, can take many forms, (cf. White, 1981) ranging, for example from low-cost management of simple dugwells and boreholes in Sierra Leone, Togo, and Kenya, through more complex management systems for piped schemes in Malawi and Guatemala, to relatively sophis-

на себя ответственность за их успех или неудачу. Даже в тех случаях, когда общины признают свое владение системой водоснабжения, они отнюдь не всегда чувствуют, что контролируют ее.

Общинное управление, как и общинное участие, может принимать различные формы (White, 1981), начиная, например, с устройства недорогих скважин и колодцев в Того, Сьерра-Леоне и Кении, через более сложные системы управления водопроводными сетями в Малави и Гватемале и кончая относительно еще более сложными местными водопроводными ассоциациями в сельскохозяйственных районах США, Финляндии и Швейцарии (McCommon et al, 1990; Katko, 1991; Heijnen, 1990). Необходимость в общинном управлении подразумевает не только то, что

ticated local water associations in rural areas of the United States, Finland and Switzerland (McCommon et al, 1990; Katko, 1991; Heijnen, 1990). Community management need not imply that communities must take care of everything (or necessarily pay the full costs). The idea of partnership allows scope for a sharing of responsibilities between agencies communities.

общины должны ежедневно заботиться обо всем сами (или по необходимости оплачивать полную сумму всех издержек). Идея партнерства дает простор для различных вариантов разделения ответственности между правительственными учреждениями и общинами.

ТАБЛИЦА 3. Основные компоненты общинного управления

<p>Ответственность: Община берет полностью под свою ответственность и принимает на себя обязательства по обслуживанию системы.</p> <p>Властные полномочия: Община имеет законное право на принятие решений относительно системы от имени пользователей.</p> <p>Контроль: Община способна выполнять принятые ею решения и определять их результат.</p>

TABLE 2. Basic components of community management

<p>Responsibility: The community takes on the ownership and attendant obligations of the system.</p> <p>Authority The community has the legitimate right to make decisions regarding the system on behalf of the users.</p> <p>Control: The community is able to carry out and determine the outcome of its decisions.</p> <p>Source: McCommon et al, 1990.</p>

Будет или нет управлять община своей собственной системой водоснабжения, гораздо легче увидеть на практике, чем пытаться определить это теоретически. Отличительными чертами общинного управления являются:

- * Община управляет непосредственно и контролирует процесс принятия решений.
- * Община принимает на себя обязанность возмещать издержки.
- * Община принимает на себя полную ответственность за эксплуатацию системы.

Whether or not a community is really managing its water supply system is much easier to see in practice than to define in theory. The distinctive features of community management are that:

- * The community has direct management and decision-making control.
- * The community is committed to contributing towards covering costs.
- * The community accepts responsibility for running the system.

**ТАБЛИЦА 4. Характеристики
общинного управления**

**TABLE 4. Characteristics
of community management**

<p><u>Община принимает решения по:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* выбору технологии* уровню обслуживания* форме местной организации* использованию регулирующих правил* механизму финансирования <p><u>Община несет ответственность за:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* эксплуатацию и ремонт* регулирование использования* организацию местного управления* финансирование <p><u>Община владеет системой водоснабжения</u></p>	<p><u>Community decides on:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* technology choice* service level* form of local organization* use regulations* financing mechanism <p><u>Community responsible for:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* maintenance and repair* regulation of use* local management organization* financing <p><u>Community owns the system:</u></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Во многих проектах и программах общины играют важную роль в эксплуатации и содержании, а также в выполнении иных работ. Если какие-либо элементы процесса принятия решений, частичного возмещения издержек и принятия на себя ответственности отсутствуют, трудно сказать, что в этих случаях община действительно управляет системой от своего собственного имени. Общинное управление подразумевает перенос большей части полномочий непосредственно на саму общину. Это имеет огромное значение для дальнейшего развития этого сектора экономики в будущем. В частности, это подразумевает, что отношения между общинами и поддерживающими их правительственными учреждениями развиваются в сторону отношений партнерства.

4. ОБЩИНЫ КАК ТРАДИЦИОННЫЕ ОРГАНИЗАТОРЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Хотя общинное управление недавно было представлено как новый подход, организация водопользования общинами далеко не новое дело; общины управляли своими водными ресурсами в течение тысячелетий.

Обычным делом являются установившиеся правила, регулирующие доступ к источникам воды и соглашения о надлежащем использовании различных водных источников. Во многих государствах традиционные

In many projects and programmes, communities play important roles in performing basic operation and maintenance, and other tasks. If the elements of decision-making, contributions to covering costs, and acknowledged responsibility are missing, however, it is difficult to say that they are truly managing the system on their own behalf. Community management means transferring greater authority and control to communities. This has significant implications for the way in which sector development proceeds in the future. In particular, it implies the development of the relationship between supporting agencies and communities into one of partnership.

4. COMMUNITIES AS TRADITIONAL MANAGERS OF WATER SUPPLY SYSTEMS

Although community management has recently been promoted as a new approach, the management of water supplies by communities is nothing new; communities have managed their own water supplies for thousands of years.

Rules for regulating access to water sources and agreements on appropriate uses for different sources, are commonplace. In many countries today, traditional water sources are subject to similar locally developed manage-

источники воды регулируются подобными выработанными в местных условиях правилами, которые иногда находятся вне национальной регулирующей системы, а иногда включаются в нее. Общины заключают иногда явные, а иногда и неявные соглашения, определяющие использование (питьевая вода, водопой сельскохозяйственных животных, санитарные нужды и стирка одежды, орошение и т.д.) воды различных водоисточников (скважины, родники, ручьи, реки, запруды и т.д.) или воды из разных мест одного и того же источника воды (вдоль берега реки или озера). Многие из этих решений выработаны женщинами, которые в течение долгого времени играли чрезвычайно важную роль в регулировании водопользования (Wijk-Sijbesma, 1985).

Новые системы водоснабжения, привнесенные извне, часто формируют новые требования к общинам и требуют новых подходов к успешному общинному управлению. Национальное экономическое и социальное развитие может также подорвать существовавшие до этого системы управления, основанные на общинном принципе, и снизить их эффективность и адекватность в новых условиях.

Там, где традиционные системы властных полномочий сосуществуют одновременно с современными системами власти, они всегда в той или иной мере дают почувствовать свое существование. Программы развития зачастую игнорируют этот факт, подвергая себя тем самым опасности. Признание существования этих систем власти и их учет там, где это возможно, поиск путей для их интегрирования, а не

5. МЕСТНЫЕ ОРГАНЫ ОБЩИННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Хотя значение традиционной практики управления и местного лидерства часто признается, общая тенденция заключается в признании того, что новые технологии в водоснабжении требуют новых местных форм управления ими. Общинное управление может охватывать широкий круг возможных вариантов управления – от уровня индивидуального или дворового хозяйства до формальных общинных водохозяйственных советов (Wijk-Sijbesma, 1981; McCommon

et al, 1990). The degree of autonomy of local organizations and the national regulatory framework. Communities often come to explicit or implicit agreements that define uses (drinking, livestock watering, clothes and body washing, irrigation, etc.) for water from different sources (wells, springs, streams, rivers, dams, etc.), or at different locations at the same source (along a river bank, or on a lake shore). Many of these decisions are made by women, who have long played a crucially important role in the management of water use (cf. Wijk-Sijbesma, 1985).

New water supply systems imported from outside often make new demands on communities and require new approaches for successful community management. National social and economic developments can also undermine pre-existing community-based management systems and reduce their appropriateness and effectiveness in new settings.

Where traditional authority systems exist alongside modern institutions they are always likely to make their presence felt to some degree or another. Development programmes often ignore this at their peril. Acknowledging the presence of these systems and, where possible, seeking ways to integrate them, rather than setting up new ones which may lead to conflict or resistance, is an important first step towards the development of effective local management organizations.

создания новых, которые могут вызвать появление конфликтов и сопротивление, является первым важным шагом к развитию эффективных местных организаций, осуществляющих управленческие функции.

5. LOCAL ORGANIZATION FOR COMMUNITY MANAGEMENT

Although the significance of traditional management practices and local leadership are often acknowledged, the general trend is to assume that new water supply technologies require new forms of local organization to manage them. Community management can cover a broad range of options, from individual or household level management to formal community water boards (cf. Wijk-Sijbesma, 1981; McCommon et al, 1990). The degree of autonomy of local organizations

et al, 1990). Степень автономности местных организаций также может варьироваться в значительных пределах, когда в одних случаях они оказываются тесно связанными с формальными местными органами власти, а в других действуют в значительной мере неформально (Wijk-Sijbesma, 1981). Уровень организации (от индивидуального домовладения и выше) может оказать существенное влияние на успех общинного управления.

Наиболее общий подход, который используют правительства и организации-доноры, заключается в том, что они требуют от общины создать местный комитет, который бы занялся координацией управления новыми системами водоснабжения и очистки сточных вод на местном уровне. В некоторых случаях форма таких местных организаций может быть жестко определена (Anderson, 1990).

В некоторых случаях местные органы управления могут быть созданы непосредственно для управления системами водоснабжения либо необходимые меры должны быть предприняты уже существующими организациями, занятыми вопросами общего развития территорий (Wijk-Sijbesma, 1981). Какой подход лучше, зависит от местных условий, а решение по этому вопросу принимает непосредственно сама община в соответствии с определенными принципами концепции общинного управления. При правильном выборе, соответствующем местным условиям, многоцелевые общинные организации оказались весьма эффективными.

Часто встречающимся невидимым фактором, определяющим эффективность общинного управления, является харизматический лидер, который мобилизует энтузиазм общины и ее заинтересованность в осуществлении управленческих решений. Энергичное лидерство оказалось решающим фактором в успехе местных ассоциаций водопользователей в Финляндии (Katko, 1991).

Динамичный лидер может также способствовать сплочению членов общины и определить для них общую цель. Сплоченность общины является другим важным фактором, который может оказать существенный вклад в успех общинного управления. Однако, сплоченность отнюдь не означает, что общины всегда будут действовать гармонично и мирным образом. Споры и дискуссии, если они должным образом организованы и разрешаются, могут фактически способ-

can also vary considerably, with some being closely tied to formal local government institutions and others being much more informal (Wijk-Sijbesma, 1981). The level of organization (from individual household upwards) may have an important influence on the success of community management.

The most common approach by government and donor agencies is to require communities to establish committees to coordinate local management of new schemes. In some cases, the form of these local organizations is very closely defined (Anderson, 1990).

In some cases, local management organizations may be established specifically to run the water system, or the necessary tasks be undertaken by existing general development organizations (Wijk-Sijbesma, 1981). Which is the more appropriate depends on local circumstances, and, according to the principles implied by the community management concept, should be decided by the community itself. Under the right circumstances, multi-posed community organizations have proved to be highly effective.

An often unseen factor in effective community management is the influence of charismatic leaders in mobilizing community enthusiasm and interest in undertaking management tasks. Energetic leadership has been a decisive factor in the success of local water associations in Finland (Katko, 1991).

A dynamic leader can also help to pull a community together and create a common purpose. Community cohesion is another important factor contributing to the likelihood of successful community management. However, cohesion does not mean that communities always need to act in an harmonious and peaceful way. Arguments and disputes, if properly regulated and resolved, can actually serve to strengthen cohesion by providing an important source of validation for local

ствовать дальнейшему сплочению, создавая важный источник законности местных организационных положений (Vincent, 1990). Конкуренция за право использования водного источника может оказаться положительной силой в общине, которая усилит стремление к возложению обязанностей по управлению на самих себя. Однако, как оказывается на практике, это работает только в том случае, когда уже существуют адекватные законные и полномочные властные структуры, способные установить очевидные рамки, в которых могут быть разрешены возникающие споры.

Большинство организаций-доноров предпочитают, что общинные водохозяйственные организации были бы избраны демократическим путем и представляли все интересы, имеющие место в общине (отсюда, например, вытекает выдвигаемое многими требование о включении в эти организации женщин). Однако во многих общинах отсутствуют демократические модели избрания представителей, на которых основаны указанные пожелания, поэтому представляется трудным быстро подстроиться под такие требования (Coreil and Beaudoin, 1989).

Функции, осуществляемые местными органами управления, могут варьироваться в широких пределах в зависимости от согласованного распределения обязанностей между правительственным учреждением и данной общиной. В Табл.5 приводятся описания типичных задач, стоящих перед деревенским водохозяйственным комитетом. Этот список является кратким, но даже и в таком виде он дает представление о том, что стоящие задачи относятся к самым различным специальностям. Такие модели требуют, чтобы члены подобного комитета вели переговоры от имени общины, координировали и осуществляли технические и управленческие действия, аккредитовали финансовые и административные дела, способствовали хорошей эксплуатации системы водоснабжения и регулярно связывались с общиной и отчитывались перед ней. Создание у общины способности брать на себя такие ответственные задачи является основной функцией правительственных учреждений, вовлеченных в эту деятельность (McCommon et al, 1990; Yacoob, 1990; Yacoob and Rosensweig, 1991).

Кроме обладания определенным уровнем квалификации местные органы управления требуют для осуществления возложенных на них обязанностей соответствующего призна-

management rules (Vincent, 1990). Competition for water resources can be a positive force in a community in strengthening its willingness to manage. This only appears to work, however, when there is an adequate legal and authority framework to provide clear boundaries within which disputes can be settled when they arise.

Most donor agencies prefer that community water organizations are democratically elected and represent all interests within the community (hence, for example, the insistence of many that women be included). Many communities, however, lack the democratic model of elected representation on which this insistence is based, and find it difficult to quickly adjust to such demands (Coreil and Beaudoin, 1989).

The functions performed by local management organizations can vary considerably, depending upon the agreed division of responsibility between the agency and the community. Box 5 gives a typical task description for a village water committee. The list is brief, but even so the tasks described cover a broad range of skills. Such models require committee members to negotiate on the community's behalf, coordinate and administer technical and managerial tasks, keep accurate financial and administrative records, promote good use of the water system, and regularly communicate and report back to the community. Building the capacity of communities to undertake these responsibilities is a major support task for agencies (cf. McCommon et al, 1990; Yacoob, 1990; Yacoob and Rosensweig, 1991).

As well as having an adequate skills base, local management organizations also require proper recognition and the legitimate authority to perform their functions. If governments want community-based organizations to take management responsibilities, they must back them with the force of law (Feachem et al, 1978).

ния и предоставления им легитимных властных полномочий. Если правительство имеет желание, чтобы местные организации, основанные на общинном принципе, брали на себя ответственность за принятие управленческих решений, они должны помочь им силой закона (Feachem et al, 1978).

ТАБЛИЦА 5 Описание задач общинного водохозяйственного комитета.

TABLE 5. Task description for a community water committee

- * Представление общины в переговорах с правительственными учреждениями.
- * Организация денежного или иного вклада общины в строительство, а также в эксплуатацию и содержание системы.
- * Организация должной эксплуатации и содержания, включая инспекцию ремонтными службами.
- * Аккуратное ведение документации по всем выплатам и расходам.
- * Способствовать эффективному использованию и поддержанию новых систем в хорошем санитарном состоянии.
- * Регулярно собирать заседания соответствующего комитета для обсуждения и принятия решений по различным вопросам, процедурам и проблемам.
- * Регулярно информировать общину обо всех решениях и отчитываться о доходах и расходах.

- * To represent the community in contacts with the agency
- * To organize contributions by the community, in cash or kind, towards construction, and towards operations and maintenance
- * To organize proper operation and maintenance, including supervision of caretakers
- * To keep accurate records of all payments and expenditures
- * To promote hygienic and effective use of the new facilities
- * To hold regular committee meetings to discuss and decide on issues, procedures, and problems
- * To inform the community regularly about decisions and to report on revenues and expenditures

Source: IRC, 1991.

6. ОБЩИННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ СИСТЕМ

Самым ясным показателем успеха общинного управления является высокий уровень содержания систем водоснабжения самими пользователями. Подход, основанный на общинном управлении, подразумевает, что все большая доля ответственности за эксплуатацию и содержание систем водоснабжения будет перекладываться на плечи водопользователей. Во многих случаях роль общин в эксплуатации и содержании таких систем ограничена просто уходом за источниками воды и это означает, что пользователи мало что могут предпринять, за исключением простых защитных мер, чтобы минимизировать разрушение таких объектов; однако общины могут быть способны на гораздо большее (CINARA, 1990).

6. COMMUNITY OPERATION AND MAINTENANCE

The clearest indicator of the success of community management is the extent to which water systems are kept in good working order by the users. A community management approach implies that far greater responsibility for operation and maintenance will fall on the shoulders of the users. In many cases, community roles in operation and maintenance are limited to simple care of water points and it is assumed that users can do little more than undertake protective measures to minimize breakdowns; however, communities may be capable of much more (CINARA, 1990).

Как и для других аспектов общинного управления, соответствующая поддержка необходима для того, чтобы в полном объеме раскрылись возможности общины в области управления ее собственными источниками водоснабжения. Такая поддержка может включать:

- * Должную подготовку персонала для выполнения технических задач.
- * Разработку подходов, которые позволили бы общине повысить ее способности в деле разрешения проблем и умения извлекать из этого необходимые уроки.
- * Верный выбор технических решений с целью максимизации числа задач, которые могут решать члены общины самостоятельно.
- * Разработку простых и эффективных средств контроля, позволяющих всей общине иметь доступ к результатам и улучшать показатели собственной деятельности.

Как отметила Рабочая группа ВОЗ по эксплуатации и содержанию (WHO, 1990a), диапазон вопросов, которые возникают при эксплуатации и содержании общинных систем водоснабжения, чрезвычайно широк, а внимание, уделяемое эксплуатации и содержанию, далеко от того уровня, которого они заслуживают. Если усиление общинного управления будет рассматриваться как цель, этот аспект приобретет даже еще большее значение. Предварительным условием этого должно являться ясное понимание и точная документальная фиксация того, что община может в данный момент и анализ того, как возможности общины, могут быть в дальнейшем усилены.

7. ОБЩИННОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ

Зависимость между общинным управлением и общинным финансированием чрезвычайно важна. Дискуссии о вовлечении общин в программы развития водоснабжения часто рассматриваются как средство компенсации затрат и снижения стоимости (Baum and Tolbert, 1985). Однако другие авторы (Andersson, 1989) указывают и на иные причины, поощряющие общинное управление, например усиление полномочий

As with other aspects of community management, adequate support is required to ensure that the full potential of communities to manage their water supply is developed. This includes:

- * Proper training in the performance of technical tasks.
- * The development of approaches which allow communities to strengthen their problem-solving skills and learn from experience.
- * Appropriate technical design to maximize the number of tasks which can be done by community members themselves.
- * The development of simple but effective monitoring tools to allow communities to assess and improve their own performance.

As the WHO Working Group on Operation and Maintenance has noted (WHO, 1990a) the range of issues to be addressed in strengthening the operation and maintenance of community water supplies is very broad, and operation and maintenance has not yet been given the serious attention it deserves. If increased community management is adopted as a goal, this aspect will assume even greater importance. A prerequisite will be a clearer understanding and documentation of exactly what communities are currently capable of, and an analysis of how community capacities can be further strengthened.

7. COMMUNITY FINANCING

The relationship between community management and community financing is highly important. Discussions of community involvement in water supply programmes have often seen this as a means of cost recovery and cost reduction (cf. Baum and Tolbert, 1985). Although others (cf. Andersson, 1989) are quick to point to other reasons for encouraging community management, such as community empowerment and greater self-reliance, com-

общины и большая уверенность в собственных силах, причем общинное финансирование рассматривалось как индикатор целеустремленности и способности общины возложить на себя ответственность по управлению водоснабжением и как предварительное условие успеха в этом деле (например, Dworkin, 1982; Briscoe and de Ferranti, 1988; McCommon et al, 1990; UNDP, 1990b; UNDP/World Bank, 1991).

Общинное финансирование усовершенствованных систем водоснабжения является сложной проблемой (Evans, 1992). Свое влияние оказывают многочисленные факторы, причем среди наиболее важных находятся достижение выгод и преимуществ, способность и желание общины оплачивать сервисные услуги. Настойчивое требование, чтобы общины вносили максимально возможный вклад в компенсацию эксплуатационных издержек, а также возложение на общины ответственности за содержание инженерных систем, является предварительным условием сдвига в подходах от исходящего из того, что подают, к ориентированному на удовлетворение потребности в воде.

На практическом уровне общинное финансирование может быть осуществлено различными способами (Wijk-Sijbesma, 1989). Вне зависимости от конкретного выбора, фаза процесса развития способностей, по-видимому, потребует оказания общинам помощи в создании эффективного механизма управления финансами и постановки бухгалтерского учета. В то же самое время, сами по себе общины играют важную роль в определении наиболее адекватных подходов. Для успешного общинного финансирования отсутствуют общие правила, поэ-

8. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБЩИНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Для повышения шансов на успех, община должна быть привлечена к реализации проекта развития на как можно более ранних этапах. Если общины непосредственно привлекаются к разработке проектов создания новых систем и решению вопросов, связанных с их эксплуатацией, значительно повышается вероятность того, что реализация таких проектов действительно удовлетво-

community financing has been seen as both an indicator of community willingness and capacity to take on management responsibilities, and as a precondition for success (for example: Dworkin, 1982; Briscoe and de Ferranti, 1988; McCommon et al, 1990; UNDP, 1990b; UNDP/World Bank, 1991).

Community financing of improved water supply systems is a complex issue (Evans, 1992). A wide range of factors are involved, with the achievement of benefits and the ability and willingness of communities to pay for services being among the more important. The insistence that as far as possible communities should contribute towards the costs of services, as well as taking management responsibility for them, is a precondition for the transition from a supply- to a demand-driven approach to basic service provision.

On a practical level, the options for community-based financing are broad (Wijk-Sijbesma, 1989). Whichever one is chosen, part of the process of capacity building is likely to require support to communities in developing effective financial management and accounting procedures. At the same time, communities themselves have a major role to play in identifying the most appropriate approaches. Successful community financing is far from universal and remains a major challenge. The assertion that community management makes no sense without community financing also needs further investigation.

тому связанные с ним проблемы остаются наиболее важными. Утверждение, что общинное управление без общинного финансирования лишается смысла, по-прежнему требует дальнейшего исследования.

8. PLANNING AND COMMUNITY MANAGEMENT

To improve the prospects for success, community involvement should begin as early as possible in project development. If communities are directly involved in planning new schemes and deciding how they are to be run, the chances are much better that the development will meet their own felt needs (cf. Briscoe and de Ferranti, 1988; Narayan-Parker, 1990; Franceys, 1991; IRC, 1991;

рит их насущные нужды (Briscoe and Ferranti, 1988; Narayan-Parker, 1990; Franceys, 1991; IRC, 1991; Rondinelli, 1991). Были предприняты попытки разработать методiku более тесного привлечения общин к разработке планов, однако в этом вопросе еще многое предстоит выяснить.

В то же самое время крайне важно осознать, что правительства пожелают передать часть ответственности общинам очень не скоро после того, как системы будут построены. Во многих таких случаях общины практически не привлекались к разработке соответствующих проектов и нет ясности относительно того, как это можно преодолеть. Необходимы дальнейшие исследования для того, чтобы оценить относительную важность привлечения общин к планированию для обеспечения конечного успеха, а также для определения того, что необходимо для передачи общинам управления в тех случаях, когда этого не было.

9. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА

Если общины должны взять на себя большую долю ответственности, важным моментом в определении необходимых для этого возможностей является разработка программы соответствующего мониторинга и средств оценки состояния. Мониторинг и оценка состояния правительственными учреждениями зачастую относятся главным образом к количественным и техническим вопросам развития систем, их эксплуатации и содержания. Даже когда применяется более широкий подход, собранная информация может быть пригодна для использования только самим учреждением. У общин имеются свои собственные требования к информации, чтобы она позволила им осуществлять управленческие функции.

В настоящее время осознана необходимость в новых подходах к техническим характеристикам мониторинга систем и к эффективности общинного управления и активно ведется разработка таких средств (см. например, Narayan-Parker, 1990). Это представляет собой новую важную область для разработки базы знаний и ее апробации.

Rondinelli, 1991). Attempts are being made to develop techniques to involve communities more closely in planning, but there is still a lot to learn.

At the same time, it is important to recognize that governments may wish to pass management responsibilities to communities long after schemes have been built. In many such cases, communities have had little or no involvement in project planning, and little is yet known as to how this can be overcome. Further study is needed to assess the relative importance of community involvement in planning in ensuring long-term success, and to determine what is required to hand over management to communities when this has not taken place.

9. MONITORING AND EVALUATION

If communities are to take on greater management responsibilities, an important part of establishing the necessary capacity is the development of suitable monitoring and evaluation tools. Agency monitoring and evaluation is often predominantly concerned with quantitative and technical aspects of scheme development, operation, and maintenance. Even when a broader approach is taken, the information collected is often of use primarily to the agency. Communities have their own requirements for information to enable them to carry out their management functions.

The need for new approaches to monitoring scheme performance and the effectiveness of community management on a continuous basis has been recognized, and the development of such tools is being actively pursued (see, for example, Narayan-Parker, 1990). This is an important new area for further knowledge base development and testing in the field.

10. ПРЕДЕЛЫ ОБЩИННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Хотя общины способны взять на себя значительную долю ответственности в области управления, вовлеченность правительственного учреждения в той или иной степени всегда будет необходима. В будущем главной ролью правительственного учреждения станет оказание помощи общинам (Briscoe and de Ferranti, 1988). При этом могут быть использованы и некоторые меры, устанавливающие адекватные законодательные и политические рамки для подготовки персонала, обеспечение того, что запасные части будут доступны непосредственно на местном уровне.

В более широком смысле управление водным хозяйством подразумевает, также, что правительства всегда будут иметь верховную ответственность за обеспечение сохранности и правильного использования национальных ресурсов и поддержания на должном уровне национальных стандартов здравоохранения. Кроме того, осуществление некоторых технически сложных операций, например, обслуживание сложного технологического оборудования для очистки воды или мониторинг качества воды также могут оказаться вне пределов возможностей общины. Однако что же представляют собой эти пределы конкретно, еще предстоит выяснить. В некоторых районах общины показали, что они самостоятельно могут осуществлять сложные технические операции от своего собственного имени.

11. СОЗДАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ ОБЩИННОГО УПРАВЛЕНИЯ

По своей сути создание условий для общинного управления подразумевает передачу опыта общинам, что позволит им самостоятельно осуществлять управленческие функции. Это включает условия для технического обучения выполнению рутинных функций по эксплуатации и обслуживанию технических систем, обучению методам финансового контроля, основные положения того, как разработать и создать местную систему мониторинга и оценки и так далее. Хотя это самый начальный уровень создания необходимых условий, он является чрезвычайно важным. «... в большинстве случаев общины не имеют соответствующих ква-

10. THE LIMITS OF COMMUNITY MANAGEMENT

Although communities may be able to take on a substantial share of management responsibility, agency involvement may always be required to some degree. The principal agency role in the future be that of facilitating management by communities (cf. Briscoe and de Ferranti, 1988). This can involve anything from establishing suitably supportive legal and policy frameworks, to providing skills training and ensuring that the necessary spare parts are locally obtainable.

Water management on a broader scale also means that governments will always have an overall responsibility to ensure that national resources are protected and properly used, and national public health standards maintained. Certain technical requirements, such as the maintenance of sophisticated water treatment works or the monitoring of water quality, may also be beyond the capacity of communities to perform. What these limits are, however, remains to be seen. Communities in some places have proved themselves able to carry out sophisticated technical tasks on their own behalf.

11 BUILDING CAPACITY FOR COMMUNITY MANAGEMENT

At its most basic capacity building for community management refers to the transfer of skills to communities to enable them to perform management tasks. This includes the provision of technical training for routine operation and maintenance tasks, financial control methods, guidance on how to develop and implement community monitoring and evaluation systems, and so on. Though very basic, this level of capacity building is extremely important. «...in most cases, communities do not have the skills or training to make wise decisions about system development or to undertake system management.» (Yacoub, 1990). Although there is evidence to suggest

лификации и подготовки, чтобы принимать мудрые решения по вопросам развития систем водоснабжения или для того, чтобы осуществлять управление такими системами.» (Yasoob, 1990). Хотя существуют свидетельства, позволяющие предположить, что многие общины обладают высокой квалификацией, тем не менее существует и консенсус о том, что надежная поддержка руководителей на общинном уровне является важным требованием. Вийк отметил: «... когда изменения ограничиваются передачей ответственности местным органам власти и пользователям без методов работы и средств разрешения проблем, общинное управление если что и даст, то лишь очень мало для обеспечения нормального функционирования, использования и санитарного состояния.» (Wijk, 1989).

Усиливающийся акцент на управление, а не на участие, привел к развитию инновационных и привлекательных методик создания условий для общинного управления, в которых упор делается на развитие способностей к обучению и разрешению проблем, а не на простую передачу технического опыта. В качестве примеров можно привести методы «Усиления роли женщин в службах водоснабжения и улучшения условий окружающей среды» (PROWESS), разработанные при участии Программы развития ООН (Srinivasan, 1990; Narayan-Parker, 1990), а также подход, основанный на разделении ответственности и разработанный организацией «CARE International» для Африки и повсеместного применения (CARE 1988; CARE 1990).

МИЦ в настоящее время активно работает в распространении подобных подходов, например, за счет постоянно оказываемой поддержки общинным проектам водоснабжения и очистки сточных вод в Гватемале и Гондурасе, которые финансируются Германским банком развития «KfW».

Был определен основной набор предварительных условий для успешного общинного управления.

Этот список без сомнения будет совершенствоваться по мере накопления опыта общинного управления. Тем не менее он позволяет подчеркнуть важность таких элементов концепции общинного управления как финансирование, полномочия и контроль. Способность к общинному управлению не обязательно означает, что роль государственных учреждений уменьшится.

that many communities do have high skill levels, there is nevertheless a consensus that basic support to community managers is an important requirement. As Wijk has noted: «...when change is limited to shifting responsibilities to local authorities and users, without working methods and means to match, community management will make little or no difference to sustained functioning, use and hygiene.» (Wijk, 1989).

The growing emphasis on management, rather than participation, has led to the development of innovative and more participatory capacity-building methodologies that place the emphasis on developing learning and problem-solving abilities rather than simply transferring technical skills. Examples include the methods developed through the UNDP - supported Promotion of the Role of Women in Water and Environmental Sanitation Services (PROWESS) project (Srinivasan, 1990; Narayan-Parker, 1990), and the participatory approaches developed by CARE International in Africa and elsewhere (CARE, 1988; CARE, 1990).

IRC is currently actively involved in promoting such approaches, for example through support currently being given to community water and sanitation projects in Guatemala and Honduras financed by the German development bank KfW.

A basic set of preconditions have been identified for successful community management. This list will undoubtedly be further refined as experience with unity management approaches grows. In the meantime, however, it serves to underline the importance of responsibility, financing, and control as elements of the community management concept. It also shows that community management does not necessarily mean a diminished role for supporting agencies. Community management capacity needs to be built and supported. Agencies may not, therefore, have less to do than before, but will instead need to concentrate on new and different inputs. In this sense, they will have to build new capacities of their own, as well as assisting in building capacity in communities.

In the version given in the background paper for the New Delhi conference (UNDP, 1990a), the list of preconditions was divided into two parts. Six of the preconditions (demand, willingness to take responsibility, willingness to invest, empowerment, institutional capacity,

Необходимо развивать и поддерживать способность общин к управлению, поэтому соответствующее государственное учреждение будет иметь работы не меньше, чем прежде, но теперь необходимо будет сконцентрироваться на новой и разнообразной информации. В этом смысле такие учреждения будут должны развивать свои новые собственные возможности, а также помочь развитию аналогичных возможностей общины.

В подготовительных материалах конференции в Нью-Дели (UNDP, 1990a) этот список был разделен на две части. Шесть условий (потребность, стремление взять ответственность на себя, стремление к инвестициям, получение полномочий, способности управлять и эксплуатировать систему водоснабжения, а также наличие людских ресурсов) были определены как необходимые предварительные условия на общинном уровне. Остальные четыре условия (обеспечение информации, уровень технологии и обслуживания, политические условия и внешняя поддержка) рассматривались в качестве факторов, способствующих созданию условий, «дающих возможность» процветания общинного управления. В то же время, хотя концепция партнерства предполагает, что общины и государственные учреждения

and availability of human resources) were identified as preconditions at the community level. The remaining four (provision of information, technologies and service levels, policy framework, and external support services) were seen as factors contributing to the creation of suitable «enabling environment» in which community management can flourish. While the partnership concept suggests that both agencies and communities should work together at all levels, it seems clear that the creation of the enabling environment is principally an agency responsibility. Adequate support to communities to prepare them for management roles is indispensable, both in terms of skills development and proper information.

должны работать совместно на всех уровнях, представляется очевидным, что создание условий, «дающих возможность» является прежде всего обязанностью соответствующего государственного учреждения. Адекватная поддержка общин для подготовки их к осуществлению управленческих функций является также необходимым условием как в смысле повышения квалификации, так и в смысле предоставления соответствующей информации.

ТАБЛИЦА 6. Условия, необходимые для общинного управления.

- * У общины должна быть потребность в улучшенной системе водоснабжения.
- * В распоряжении у общины должна быть информация, необходимая для принятия обоснованных решений.
- * Технология и уровень обслуживания должны соответствовать нуждам и потребностям общины, а также возможностям общины финансировать, управлять и содержать.
- * Община должна осознанно делать свой выбор и должна стремиться взять на себя ответственность за систему.
- * Община должна быть готова вкладывать деньги в капитальные затраты и компенсировать эксплуатационные издержки.
- * Община должна получить полномочия принимать решения в отношении контроля над инженерной системой.
- * Общинные организации должны быть способны управлять развитием и эксплуатацией системы.
- * Община должна обладать людскими ресурсами для обеспечения функционирования соответствующих органов.
- * Должны существовать политические рамки, способствующие поддержке общинного управления.
- * Правительства, доноры и частный сектор должны обеспечить общине эффективную внешнюю поддержку (включая обучение, техническое консультирование, кредит, строительство, подрядчиков и т.д.)

TABLE 1. Preconditions for community management.

- * There must be community demand for an improved system.
- * The information required to make informed decisions must be available to the community.
- * Technologies and levels of service must be commensurate with the community's needs and capacity to finance, manage, and maintain them.
- * The community must understand its options and be willing to take responsibility for the system.
- * The community must be willing to invest in capital and recurrent costs.
- * The community must be empowered to make decisions to control the system.
- * The community should have the institutional capacity to manage the development and operation of the system.
- * The community should have the human resources to run these institutions.
- * There should be a policy framework to permit and support community management.
- * Effective external support services must be available from governments, donors, and the private sector (training, technical advice, credit, construction, contractors, etc.).

Source: McCommon et al, 1990.

12. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩИННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Эффективность общинных организаций в осуществлении управленческих функций варьируется в широких пределах (Cox and Annis, 1982; Mukherjee, 1990; Black, 1990). Пределы, в которых общины самостоятельно определяют форму местных управленческих органов, могут иметь важное влияние на их успех. Исследование деятельности местных водохозяйственных комитетов в Латинской Америке показывает, что те из них, которые были созданы на местном уровне, оказались более эффективными, чем те из них, которые были учреждены сверху (Espejo, 1989). В то же самое время, не всегда можно оставлять общины вариться в собственном соку, поскольку это может оказаться не лучшим способом защитить интересы наименее влиятельных членов общины и обеспечить равенство (Evans, 1990).

Успех местного управления водным хозяйством может быть отнесен за счет многих факторов. Среди них можно выделить следующие: самостоятельная плата общины за собственное водоснабжение (Dworkin, 1982; UNDP/World Bank, 1991); дефицит воды (и возникающая вследствие этого потребность в воде) (Yacoob and Rosensweig, 1991); рост

12. THE EFFECTIVENESS OF COMMUNITY MANAGEMENT

The effectiveness of community organizations in undertaking management tasks varies considerably (cf. Cox and Annis, 1982, Mukherjee, 1990, Black, 1990). The extent to which communities themselves determine the form which local management organizations take may have an important impact on their success. A study of water committees in Latin America found that those that were locally developed, rather than being imposed from outside, were the most effective (Espejo, 1989). At the same time, leaving committees entirely to their own devices may not always be the best way to protect the interests of less powerful members of the community and ensure equity (Evans, 1990).

Success in local water management has been attributed to many factors. These include: that communities are paying for their supplies (Dworkin, 1982, UNDP/World Bank, 1991); the scarcity (and hence felt need) of water in the area (Yacoob and Rosensweig, 1991); the growth of an active and central role for women in decision making and control (Wijk-Sijbesma, 1985; Wijk-Sijbesma and Bolt, 1991); the community's awareness that if they do not take care of their own water supplies nobody else is

активности и центральная роль женщин в принятии решений и контроле за их исполнением (Wijk-Sijbesma, 1985; Wijk-Sijbesma and Bolt, 1991); осознание общиной того, что если они сами не станут сами заботиться о своем водоснабжении, то скорее всего никто этим не будет заниматься (Black, 1990); степень осознания необходимости и стремление общины обеспечить здоровые условия жизни и получить иные выгоды и преимушества (WHO, 1990b).

Возложение на себя управленческих функций требует от общины определенных затрат (как времени, так и ресурсов), а это может повлиять на стремление и способность общины осуществлять их. Общины могут, также, быть незаинтересованы брать на себя ответственность за управление, если они не смогут заранее увидеть, что они получат какие-либо выгоды (Evans, 1992).

Широкий диапазон переменных, влияющих на успешность такого предприятия, ясно указывает, что перспективные подходы вероятно не будут пригодными, поскольку подходящие стратегические планы и рамки должны быть разработаны, чтобы позволить обеспечивающим учреждениям принять информацию и отреагировать на местные условия. Для того, чтобы быть эффектив-

13. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективы успешного общинного управления оказались вполне многообещающими. Высокий уровень квалификации и способностей был продемонстрирован общинами при эксплуатации как традиционных, так и усовершенствованных систем водоснабжения. Хотя многие общины продемонстрировали наличие необходимого потенциала для принятия на себя ответственности, как концепция общинное управление еще требует серьезного теоретического обоснования. Во многих случаях общины принимают на себя неполную ответственность за эксплуатацию усовершенствованных систем водоснабжения и не оплачивают или оплачивают лишь частично стоимость их строительства и содержания. Они лишь частично осуществляют контроль над ними.

likely to (Black, 1990); and the extent to which communities have an awareness and desire for the health and other benefits to be obtained (WHO, 1990b).

Taking on management tasks has cost implications (in both time and resources) for communities that will affect both their willingness and ability to perform them. Communities may also be unwilling to take on management responsibilities if they are unable to see in advance what the cost implications are likely to be (Evans, 1992). The broad range of variables influencing success clearly indicates that prescriptive approaches are unlikely to be appropriate, but that suitable strategies and frameworks need to be developed which will allow supporting agencies to adapt and respond to local conditions. To be effective, it is important that such approaches are developed in close collaboration with communities, and through the agencies working most closely with communities themselves.

ным, важно, чтобы такие подходы разрабатывались в тесном сотрудничестве с общинами и чтобы государственные учреждения работали в тесном контакте непосредственно с самими общинами.

13. CONCLUSIONS

The prospects for successful community management appear to be quite promising. High levels of skill and ability are being displayed by communities in taking care of both traditional and improved water supply systems. Although many communities display the necessary potential to take management responsibilities, community management as an approach is still very much at a theoretical stage of development. In many cases, communities do not accept full responsibility for improved water supply systems, pay little or nothing for their construction and upkeep, and have little real control over them.

The true potential of communities to take a higher degree of management responsibility is not yet known. The absence of systematic analyses of the performance of community

До сих пор нет ясности в вопросе о том, каковы верхние потенциальные границы ответственности, которую может принять на себя община. Главный пробел в современных знаниях и практической деятельности заключается в отсутствии системного анализа функционирования общинных систем управления и связанной с этим невозможности выявить наиболее эффективный способ усиления способности общины осуществлять управление в этой сфере.

Продвижение вперед требует проведения работ на нескольких направлениях. Они включают накопление практического опыта и извлечение из него необходимых уроков, создание более широкой базы знаний, а также разработки и испытания усовершенствованных стратегий, средств и методов для дальнейшего развития способности общин к управлению и помощи учреждениям в осуществлении необходимых изменений, чтобы обеспечить эффективную поддержку процесса развития таких способностей.

Хотя накоплено уже достаточно много знаний и практического опыта, они еще рассеяны и единая картина еще не создана. Много новых методов и средств было разработано с целью усиления роли общин во внедрении усовершенствованных систем водоснабжения. Эти знания и опыт необходимо объединить и продолжить их дальнейшую разработку в тесном непосредственном сотрудничестве с общинами с целью выработки согласованной стратегии, направленной на дальнейшую поддержку общинного управления. Учреждения, оказывающие общинам непосредственную помощь в организации системы управления, также нуждаются в укреплении своих собственных возможностей оказывать такую помощь. Детальное изучение практического опыта общинного управления в области водного хозяйства, предпринятое по возможности государственными учреждениями, оказывающими поддержку общинам, представляется настоятельно необходимым в виду возрастающей потребности во введении общинного управления. Эта потребность должна быть увязана с разработкой и испытанием новых

managed systems, and the consequent failure to identify the most effective approaches to strengthening community management capacity, represent major gaps in current knowledge and practice.

Moving forward will require work on several fronts. These will include the building up of more practical experience from which lessons can be learned, the establishment of a wider knowledge base on which to build, and the development and field testing of improved strategies, tools, and methods to further build management capacity in communities, and to assist agencies in making the necessary adjustments to provide effective support to the capacity building process.

Although much knowledge and experience is already available, it is generally scattered and an integrated picture has yet to be built up. Many innovative tools and methods have also been developed to strengthen community roles in sustaining water supply improvements. These need to be pulled together, and further developed, in close collaboration with communities themselves in order to devise coherent strategies to give further support to community management. The agencies providing direct support to communities also need to strengthen their own capacities to provide the necessary support. Detailed studies of community management experience in the field, undertaken as far as possible by locally-based support agencies, are urgently needed to cope with the increased call for community management. These need to be linked to the development and testing of new methods and tools to strengthen both the willingness and ability of communities to manage water supply systems, and improve the capacity of agencies to provide the necessary support.

методов и средств усиления как готовности, так и возможности общин осуществлять управление системами водоснабжения, а также увеличению способности государственных учреждений обеспечить общинам поддержку в этих вопросах.

ICWE (1992). The Dublin Statement. International Conference on Water and the Environment, Dublin, Ireland, 26-31 January, 1992.

Indonesia-Australia Development Cooperation Program (1991). Sustainable development through community participation. Rural water supply and sanitation project, Lombok, Indonesia, 1985-91. Jakarta, Indonesia.

IRC (1988). Community participation and women's involvement in water supply and sanitation projects. A compendium paper. IRC Occasional paper Series No.12. The Hague, The Netherlands.

IRC (1991). Partners for progress. An approach to sustainable piped water supplies. IRC Technical Paper Series No.28. The Hague, The Netherlands.

Katko, T.S. (1991). Paying for water in developing countries. Tampere University of Technology publication series no. 74, Tampere, Finland.

Common, C., Warner, D., Yohalem, D. (1990). Community management of rural water supply and sanitation services. UNDP/World Bank Water and Sanitation Discussion Paper Series No.4, WASH Technical Report No.67. Washington D.C., USA.

Mukherjee, N. (1990). People, water, and sanitation. What they know, believe and do in rural India. National drinking water mission, New Delhi, India.

Narayan-Parker, D. (1990). Taking the pulse for community management in water and sanitation. PROWWESS/UNDP, New York, USA.

Renard, Y. (1991). Institutional challenges for community-based management in the Caribbean. Nature and resources, Vol.27, No.4.

Rondinelli, D.A. (1991). Decentralizing water supply services in developing countries: factors affecting the success of community management. Public Administration and Development.

Srinivasan, L. (1990). Tools for community participation. A manual for training trainers in participatory techniques. UNDP/PROWWESS, New York, USA.

UNDP (1990a). Background paper. Global Consultation on Safe Water and Sanitation for the 1990s. New Delhi, India.

UNDP (1990b). The New Delhi statement. Global Consultation on safe water and sanitation for the 1990s, 10-14 September, 1990.

UNDP (1991). The Delft declaration. Statement of the UNDP symposium: A Strategy for Water Resources Capacity Building, June 3-5, 1991. Delft, The Netherlands.

UNDP/World Bank (1988). Water and sanitation: toward equitable and sustainable development. A strategy for the remainder of the decade and beyond. Washington D.C., USA.

UNDP/World Bank (1991). Seven West African case studies of community management of rural water supply. Mimeo, Regional Water and Sanitation Group, West Africa. Abidjan, Cote D'Ivoire.

Vincent, L. (1990). The politics of water scarcity: irrigation and water supply in the mountains of the Yemen Republic. ODI, London, England.

White, G., Bradley, D., White, A. (1972). Drawers of water. Domestic water use in East Africa. Chicago, USA.

White, A. (1981). Community participation in water and sanitation. Concepts, strategies and methods. IRC Technical Paper Series No.17. The Hague, The Netherlands.

WHO (1990a). Proceedings of the meeting of the operation and maintenance working group. Geneva, 19-22 June, 1990. Vol.1: report of the meeting. WHO, Geneva, Switzerland.

WHO (1990b). Water supply and sanitation. Handbook of financial principles and methods. Geneva, Switzerland.

Whyte, A.V. (1984). Community participation: neither panacea nor myth. In Bourne, P. (ed). Water and sanitation: economic and sociological perspectives. USA.

Wijk-Sijbesma, C. van (1981). Participation and education in community water supply and sanitation programmes. IRC Technical Paper Series No.12 (2nd revised edition). The Hague, The Netherlands.

Wijk-Sijbesma, C. van (1985). Participation of women in water supply and sanitation. Roles and realities. IRC Technical Paper Series No.22. The Hague, The Netherlands.

Wijk-Sijbesma, C. van (1989). What price water? User participation in paying for community-based water supply. IRC Occasional Paper Series No.10. The Hague, The Netherlands.

Wijk-Sijbesma, C. van, Bolt, E. (1991). Women, water, sanitation. Annual abstract journal, No.1. IRC/PROWWESS/UNDP/NORAD. The Hague, The Netherlands.

African Development Bank (1990). Strategy for the 1990s. Paper presented at the Africa Water Supply and Sanitation Sector Conference, Abidjan, May 10–11, 1990.

Allen, R.E., ed. (1990). The concise Oxford dictionary of current English. 8th edition. Oxford, England.

Andersson, I. (1989). Rural water supply development in the context of economic crisis and structural adjustment. Part 1. Waterlines, Vol.8, No.2, October 1989.

Andersson, I. (1990). Rural water supply development in the context of economic crisis and structural adjustment. Part 2. Waterlines, Vol.8, No.3, January, 1990.

Baum, W.C., Tolbert, S.M. (1985). Investing in development. Lessons of World Bank experience. Washington D.C., USA, and Oxford, England.

Birks, J.S. (1984). The falaj: modern problems and some possible solutions. Waterlines, Vol.2, No.4.

Black, M. (1990). From handpumps to health. The evolution of water and sanitation programmes in Bangladesh, India and Nigeria. UNICEF, New York, USA.

Blokland, M., Boot, M., Al Radi, A.H. (1990). Report of the 1990 Yemeni-Dutch evaluation mission. Draft. Dhamar, Yemen, and Delft, The Netherlands.

Briscoe, J., De Ferranti, D. (1988). Water for rural communities. Helping people help themselves. World Bank, Washington D.C., USA.

CARE (1988). Promoting sustainable community managed water supply and sanitation improvements. Final report of the African water workshop. Nairobi, Kenya.

CARE (1990). Community management enhancement workshop. May 16–17, 1990. Sohag, Egypt.

CINARA (1990). Evaluación de sistemas de abastecimiento de agua con plantas de tratamiento administrado por comunidades. Cali, Colombia. Centro Inter-Regional de Abastecimiento y Remoción de Agua.

Cleaver, F. (1991). Maintenance of rural water supplies in Zimbabwe. Waterlines, Vol.9, No.4, April 1991.

Coreil, J., Beaudoin, J. (1989). An evaluation of the participatory process in CARE/Rwanda Byumba Southeast water project. WASH field report No.267. Arlington, VA., USA.

Cox, S., Annis, S. (1982). Community participation in rural water supply. Grassroots Development, Vol.6, No.1.

Donnelly-Roark, P. (1987). New participatory frameworks for the design and management of sustainable water supply and sanitation projects. WASH Technical Report No.52, PROWESS Report No.50. Washington D.C., USA.

Dworkin, D. (1982). Community water supply evaluation summary. Conference working paper. USAID, Washington D.C., USA.

Espejo, N. (1989). Water committees in Latin America: tasks and training. IRC mimeo. The Hague, The Netherlands.

Evans, P. (1990). Review of water supply situation and associated issues in Herero Region, Namibia. Mimeo, UNICEF. Windhoek, Namibia.

Evans, P. (1992). Paying the piper. An overview of community financing of water supplies. IRC Occasional Paper Series No.18. The Hague, The Netherlands.

Feachem, R., and others (1978). Water, health and development. An interdisciplinary evaluation. London, England.

Franceys, R. (1991). Community management. Technical Brief No.30, Waterlines, Vol.10, No.2.

Hannan-Andersson, C. (1990). The challenge of measuring gender issues in water and sanitation. Paper presented at the workshop «Goals and indicators for monitoring and evaluation of water supply and sanitation», Geneva, Switzerland.

Heijnen, Han (1990). Aspects of Sustainability in a Swiss Village Water Supply Scheme. Aquasan Workshop 1990. Rotschuo, Switzerland

Horst, A. van der (1990). An inventory of water supply and sanitation schemes constructed by support rural water supply department project. Dhamar, Yemen.

Wijk, C. van (1989). Community management and sustainable water supply in developing countries. Paper presented at Water Sector Day, The Hague, The Netherlands.

Wijk, C. van, Visscher, J.T. (1987). Hand-pump projects: avoiding neglect. *World Water*, May 1987.

Williamson, J.R. (1983). Towards community-managed drinking-water schemes in Nepal. *Waterlines*, Vol.2, No.2.

Wood, W.E. (1983). Who will look after the village water supply? *Waterlines*, Vol.2, No.2.

Yacoob, M. (1990). From users to managers: community involvement in water-supply and sanitation projects. *Waterlines*, Vol.9, No.1.

Yacoob, M., Rosensweig, F. (1991). Community management: processes for scaling up. WASH Technical report series, final draft for review. Arlington, VA., USA.

Yacoob, M., Walker, J. (1991). Community management in water supply and sanitation projects - costs and implications. *Aqua*, Vol.40, No.1, pp.30-34.

ЧЕМВИРОН КАРБОН КОРП.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО
АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ
МИКРОЗАГРЕЗНИТЕЛЕЙ

Бретт Лесли Пинкер, доктор химии.

Гранулированный активированный уголь (ГАУ) имеет уникальную пористую структуру, поэтому общая площадь его поверхности весьма велика. Эта поверхность позволяет адсорбировать большое количество органических составов. Сокращается содержание веществ, формирующих вкусовые и цветовые качества воды, подобных и уменьшается количество искусственных составов, включая пестициды, подобных. Снижается содержание хлорированных растворителей, подобных трихлорэтилену, а также составов, имеющих запах, таких как бензин. Активированный уголь способен уменьшить количество естественных органических соединений, подобных гулиновым веществам, содержащихся в воде и требующих применения таких средств как. Гранулированный активированный уголь успешно выступает в качестве буфера, устраняющего высокую концентрацию этих составов. В дополнение к вышесказанному, гранулированный активированный уголь может быть реактивирован. Этот процесс включает в себя нагрев угля в специальных высокотемпературных печах. В результате достигается восстановление адсорбирующих качеств до уровня, сходного с первоначальным. Это также решает проблему устранения отходов.

CHEMVIRON CARBON
THE CONVERSION OF
SAND FILTERS TO GRANULAR ACTIVATED
CARBON

*Brett Leslie Pinker, B. ENG. (hons) in
Chemical Engineering, Application Engineer*

Granular activated carbon can be used for the replacement of sand in existing rapid gravity filters.

This process, proven in practice over 20 years results in removal of many adsorbable compounds like those forming tastes and colours.

As well as the adsorption of these compounds, no reduction and sometimes an improvement in filtration performance for both backwash frequency and turbidity removal will result.

Generally any sand filter working satisfactorily can be converted to granular activated carbon.

Minor modifications may be required for the backwash flowrate as the lower density of carbon results in a larger bed expansion.

The conversion can be carried out very quickly without the long time delays and capital costs required for an additional adsorption system.

МЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Поворов А.А., к.т.н.,
директор НИИ «Мембранная технология»,
г. Владимир, Россия.*

Бурное развитие научно-технического прогресса в последние десятилетия привело к столь же быстрому загрязнению природных вод, в первую очередь, поверхностных водоемов, являющихся основными источниками для получения питьевой воды, и, как следствие, к значительному повышению затрат на подготовку водопроводной воды.

В промышленно развитых странах разработаны и внедрены новые прогрессивные технологии водоподготовки, такие как адсорбция, электродиализ, обратный осмос, озонирование и др. К сожалению, в России вся обработка воды основана на фильтровании через песчаные фильтры и ее последующем хлорировании. Реже применяется обработка коагулянтами, озоном, аммиаком, более прогрессивные технологии, указанные выше, являются редкостью.

Снять остроту проблемы обеспечения питьевой водой высокого качества основной части населения в период экологического кризиса в стране могло бы, на наш взгляд, как увеличение выпуска бытовых водоочистителей и бутилированной воды, так и организация производства установок коллективного пользования, которые можно было бы установить в больницах, школах детских садах и т.д., а также в отдельных микрорайонах и небольших поселках, где сложилась острая ситуация с питьевой водой. Финансирование таких работ целесообразно проводить из местных или федерального бюджетов. При этом 1 л чистой питьевой воды будет в 8–20 раз дешевле, чем в бытовых водоочистителях или бутилированная вода.

Одним из перспективных направлений в области водоподготовки является в настоящее время мембранная технология, особенно с использованием нанофильтрационных и низконапорных обратноосмотических мембран. Причем для получения качественной питьевой воды из солоноватых вод

MEMBRANE TECHNOLOGICS FOR DRINKING WATER PRODUCTION

*A.A.Povorov, Cand. Sc.,
NPP «Membrane Technology» director,
the town of Vladimir, Russia.*

Rapid technical progress during the last decades resulted in natural water contamination and primarily that of surface reservoirs which are the main sources for drinking water production, as a consequence expenditures for tap water treatment have been increased.

New advanced water treatment technologies such as adsorption, electrodiagnosis, ozonization, reverse osmosis, et.al have been developed and introduced in industrially developed countries. Unfortunately, only sand filters treatment followed by chlorination is used in Russia for water treatment. Treatment with coagulants, ozone and ammonia is applied rarely as for advanced technologies mentioned above their application is a real rarity.

Domestic membrane tap water cleaners and bottled drinking water productions increase as well as organisation of production of public services membrane plants for hospitals, schools, kindergartens, for some micro-areas and small settlements during ecological crisis seem, in our opinion, to solve the problem of supply people with high quality drinking water. Financing is reasonable to realize from local or federal budgets. In this case 1 l of produced product water is 8–20 times as cheap as that of produced with tap water cleaners or bottled water.

Membrane technologies, especially those with nanofiltration and low pressure-driven reverse osmosis membranes are a promising trend of water treatment. The production cost 1 m³ of high quality product water processed from brackish water (up to 5 g/l) is 1.6–2.5 times as low as that processed by conventional technologies such as electrodiagnosis, ion exchange, distillation. It results primarily from nanofiltration processes low operating pressure and low pressure-driven reverse osmosis (max. 16 bar). In addition,

(до 5 г/л) себестоимость 1 м³ воды в 1,6–2,5 раза меньше, чем при использовании традиционных технологий, таких как электролиз, ионообмен, дистилляция. В первую очередь это связано с низким рабочим давлением процессов нанофильтрации и низконапорного обратного осмоса (не более 16 атм). Кроме того, данные процессы экологически чистые, поскольку расход реагентов на мойку и дезинфекцию мембран минимален.

В настоящее время в НПП «Мембранная технология» разработаны мембранные бытовые приборы производительностью от 6 до 14 л/ч и установки для коллективных пользователей производительностью от 50 до 10000 л/ч.

Мембранные бытовые приборы для получения питьевой воды «Ручеек-1», снабженные ультрафильтрационной мембраной, и «Ручеек-2», снабженные нанофильтрационной мембраной, предназначены для очистки воды в домашних условиях от микрофлоры, взвешенных частиц, пестицидов, солей тяжелых металлов и других вредных примесей.

«Ручеек-11» и «Ручеек-21» являются усовершенствованными моделями мембранных бытовых приборов типа «Ручеек-1» и «Ручеек-2», в которых достигнута корреляция солевого состава воды.

Мембранные установки для коллективных пользователей типа «Ручеек» разработаны для медицинских учреждений, школ, детских садов, пионерских лагерей, предприятий общественного питания и предназначены для получения высококачественной питьевой воды.

Стационарные мембранные установки производительностью от 1 до 100 м³/час предназначены для снабжения водой небольших поселков и микрорайонов, особенно в районах с повышенной минерализацией воды.

these processes are extremely environment-friendly as for washing and disinfection of membranes minimum reagents is consumed.

Domestic membrane tap water cleaners of 6–14 l/h output and public services plants of 50–10000 l/h output have been developed at NPP «Membrane Technology».

«Ручеек-1» domestic membrane tap water cleaner equipped with an ultrafiltration membrane and «Ручеек-2» equipped with a nanofiltration membrane eliminate microflora, suspended particles, pesticides, heavy metal salts and other harmful contaminants.

«Ручеек-11» and «Ручеек-21» are advanced models of «Ручеек-1» and «Ручеек-2» domestic membrane tap water cleaners where correlation for water salt content is attained.

«Ручеек-4,(5),(6)» public services membrane plants have been developed for hospitals, kindergartens, pioneer camps, restaurants and cafes to provide them with high quality drinking water.

Stationary membrane plants with 1–10m³/h output permit to provide water for small settlements and micro-areas especially those with high water mineralization.

ПОДГОТОВКА ДЛЯ МАГАНИЗИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БЕРЛИНЕ

*Герхард Радке, дипломированный
инженер*

ТЕЗИСЫ

Ключевые слова: водоснабжение - маганизирование подземных вод - технология подготовки поверхностных вод - инфильтрация.

Ввиду благоприятных гидрогеологических условий для обеспечения снабжения Берлина питьевой водой уже свыше 100 лет пользуются подземными водами. Однако все более интенсивный отбор грунтовых вод берлинскими предприятиями водоснабжения и насосными установками кустарных и промышленных предприятий, а также их откачка для поддержания уровня грунтовых вод при подземном строительстве привели к сильному снижению уровня грунтовых вод в период с 1950 по 1975 годы.

Чтобы вновь выровнить и в будущем поддерживать баланс подземных вод, в качестве меры было запланировано сооружение систем искусственного пополнения их запасов (маганизирование). Для этой цели у многих водопроводных насосных станций были построены сооружения для очистки поверхностных вод. Вода забирается из рек Гавель и Шпрее, подготавливается через технологические ступени: коагулирование - осаждение - фильтрация, и подводится к водоносному слою через бассейны инфильтрации воды в глубокие слои почвы, каналы, озера и пруды. Очистка искусственных инфильтрационных бассейнов производится механически с помощью передвижных механизмов.

Оптимизация технологии подготовки поверхностных вод к маганизированию позволила увеличить объем инфильтрации до свыше 50 миллионов кубических метров в год, что составляет около 20 процентов от всего количества забора грунтовых вод, забираемых для питьевых нужд. Искусственное пополнение запасов подземных вод тем самым стало одной из главных основ современного, а также будущего долгосрочного обеспечения снабжения Берлина безупречной питьевой водой.

PREPARATION OF SURFACE WATER FOR GROUNDWATER RECHARGE IN BERLIN

*by Gerhard Radke, Dipl.-Engineer Berlin
Water Plant*

SUMMARY

Key words: water supply - groundwater recharge - surface water processing technics - infiltration.

Thanks to the favorable hydro-geological conditions groundwater has been used for drinking water supply of Berlin for more than 100 years. However the growing water mining intensity by water supply, domestic and industrial pumping plants as well as pump-downs of the groundwater table during underground construction have led to dramatic aquifer exhausting within the period from 1950 up to 1975.

To make the underground water balance even and keep it so for the future construction of artificial groundwater recharge systems was provided. Special constructions for surface water purification have been built at many of the water supply pumping plants. The water taken in from the rivers Havel and Spree has to follow technological treatment stages: coagulation - sedimentation - filtration, before feeding the aquifer through artificial infiltration basins, ditches, lakes and ponds. Silt clearance off the basins is being done mechanically by mobile equipment.

Optimization of surface water preparation technology for ground water recharge provided an increase of infiltration volume more than 50 million cubic meters of water per year that makes up about 20 % of the potable ground water consumption. Thus artificial ground water recharge has become one of the basic measures of the current and future long-term high-quality potable water supply of Berlin.

*Ремез В.П., к.т.н.,
главный специалист российско-канадского
СП «Компомет Кентек»*

В СП «Компомет Кентек» по патенту WO 93/12876 разработана технология получения композиционных сорбентов типа «ФЕЖЕЛ» на основе так называемой «берлинской лазури», представляющих собой гранулы древесной целлюлозы, покрытые слоями сорбирующего вещества. Эти материалы обладают специфичностью и высокой селективностью к ряду радионуклидов и тяжелых металлов, имеют хорошую кинетику извлечения и устойчивы в широком диапазоне pH. Технология получения позволяет синтезировать материалы с различными техническими характеристиками (сорбционная емкость, толщина сорбирующего слоя, размер гранул) в зависимости от поставленной задачи.

Сорбенты типа «ФЕЖЕЛ» могут найти применение в следующих отраслях промышленности и экологии.

ОЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Фильтрующие элементы на основе сорбента «ФЕЖЕЛ» могут найти применение в бытовых установках для очистки питьевой воды от изотопов цезия, свинца, таллия, мышьяка и некоторых других тяжелых металлов.

Сорбент относится к 5 классу токсичности (практически не токсичный) и к 4 классу опасности (малоопасный), может храниться несколько лет без изменения свойств.

В 1991 году СП «Компомет Кентек» совместно с УПО «Сорбент» г.Пермь организовали выпуск бытовых фильтров типа «РОСА», содержащих активированный уголь и сорбент «ФЕЖЕЛ», для очистки питьевой воды от радиоактивных и стабильных изотопов цезия, таллия, марганца, фенола, бензаперена, бора, активного хлора, нитратов, нитритов, пестицидов и других вредных компонентов, при производительности до 100 л/час.

*V.P. Remez,
Senior Expert,
JV «Compomet Cantec»*

The extensive use of atomic energy, nuclear weapon tests, and, especially, disaster at the Chernobyl nuclear power plant have resulted in environmentally widespread radioactive isotopes which present serious ecological risks, show hard beta and gamma radiations and have long-lasting half-lives.

Russian-Canadian joint-venture «Compomet Cantec» was setup in 1991 in Ekaterinburg, Russia. Our firm promotes introduction of state-of-the-art technologies for synthesis and utilization of advanced composite sorbents in radioecology, nuclear power engineering, purification of drinking water and aqueous solutions of radioactive isotopes. JV «Compomet Cantec» is a holder of the patent WO 93/12876 «A way of producing composite sorbents», the priority of December 24, 1991. The patent has been applied for in eleven industrially developed countries.

JV Campomet Cantec's sorbents and technologies now find the following applications:

1. Drinking water purification;
2. Rapid analysis of the aqueous solutions and food products for radionuclides;
3. Veterinary preparations for agricultural products free from cesium isotopes;
4. Treatment of wastewaters and process liquors from nuclear power plant.

At the JV «Compomet Cantec», a process has been developed to produce «Fezhel» (patent WO 93/12876) – type composite sorbents based on ferric ferrocyanide and representing granules of wood cellulose coated with layers of a sorbing matter. These materials are both specific and highly selective to a variety of radionuclides, have good recovery kinetics and are stable over a broad pH range. The manufacturing process enables materials to be synthesized with various performance

В 1992 году СП «Компомет Кентек» освоило производство фильтров коллективного пользования «РОСА-СУПЕР» мощностью от 250 до 800 /час, предназначенных для больниц, школ, столовых и офисов.

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА РАДИОНУКЛИДЫ

Анализируемая проба (вода, молоко и т.п.) объемом 1-1000 л фильтруется через колонку с сорбентом со скоростью 1-1,5 л/мин, масса сорбента 1-50 г. Степень извлечения цезия не менее 95%. После концентрирования проводят гамма-спектрометрирование образца. Сорбент можно спрессовать с целью придания удобной для измерения формы.

Использование сорбента позволяет повысить чувствительность анализа до 10000 раз, при этом радиохимические примеси, присутствующие в растворе не мешают проведению анализа. Легко организовать анализ десятков тысяч образцов.

С применением сорбента типа «ФЕЖЕЛ» (торговая марка «АНФЕЖ») были проведены экспресс-анализы природных вод 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС, вод Белоярского водохранилища и молока, полученного в одном из хозяйств Гомельской области, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС, а также вод р. Енисей в районе г. Красноярск-26.

В настоящее время сорбент «АНФЕЖ» используется на Днепровской водопроводной станции г. Киев, в НПО «Припять» г. Чернобыль, в Уралгидромете Екатеринбург и других организациях. Методика концентрирования радионуклидов цезия с помощью сорбента «ФЕЖЕЛ» согласована Методической секцией Межведомственной комиссии по радиационному контролю природной среды при Госкомгидромете СССР.

characteristics (sorptive capacity, sorption layer thickness, granule size) depending on the task to be done.

The «Fezhe» sorbents may find application in the following branches of industry and pollution control sectors.

DRINKING WATER PURIFICATION

Filter elements based on the «Fezhe» sorbent may find application in household devices for purifying potable water of isotopes of cesium, lead, thallium and some other heavy metals.

The sorbent is relevant to the toxicity class 5 (practical ly non-toxic) and the hazard class 4 (low-hazardous) and can be stored for several years without properties being changed.

In 1991, JV «Compomet Cantec» together with Ural Production Merger «Sorbent» of Perm' have launched the output of «Rossa» - type household filters, containing active coal and «Fezhe» sorbent, for cleaning potable water out of radioactive and stable isotopes of cesium, thallium, manganese, phenol, benzopyrene, boron, active chlorine and other polluting constituents.

RAPID ANALYSIS OF THE AQUEOUS SOLUTIONS AND FOOD PRODUCTS FOR RADIONUCLIDES

The sample to be analyzed (water, milk and the like) of 1-1000 l volume is filtered through sorbent column at the rate of 1-1,5 l/min, mass of the sorbent being 1-50 g. The recovery level of cesium is not less than 95%. Once concentrated, the sample underwent gamma spectrometry. The sorbent may be pressed in order to get an easy-to-measure shape. Employing the sorbent improves analyses sensitivity by as a high as 10000 times, with radiochemical contaminants present in the liquor do not hindering the analysis. Analysis of tens of thousands samples can be easily made this way. Using the «Fezhe» («Anfezh») sorbent, rapid analyses were carried out of natural waters in the 30 km zone around the Chernobyl nuclear plant, waters of Beloyarka artificial lake and milk produced by a farm in

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ АЭС

Испытания, проведенные на Калининской (1986 г.), Ровенской (1988 г.), Запорожской (1988–1991 г.г.) и Балаковской (1992 г.) АЭС показали, что «ФЕЖЕЛ» эффективно извлекает из технологических растворов АЭС (кислые регенераты БОУ и СВО, трапные воды, раствор бассейна выдержки ТВЭЛов) радионуклиды цезия, кобальта и марганца.

В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ ОПРЕДЕЛЕН РЕСУРС РАБОТЫ СОРБЕНТА «ФЕЖЕЛ»:

- для кислых регенератов БОУ он составляет не менее $10000 \text{ м}^3/\text{м}^3$;
 - для трапных вод – не менее $1000 \text{ м}^3/\text{м}^3$.
- Коэффициент очистки по радионуклидам цезия достигает 2000.

Использование сорбента позволяет получать радиохимически чистые борные соединения из кубовых остатков, образующихся при упарке трапных вод АЭС типа ВВЭР, что приводит к снижению образования на АЭС высокорadioактивных твердых отходов. Фильтры с сорбентом «ФЕЖЕЛ» включены в технологический проект АЭС повышенной безопасности нового поколения «НП-ВВР 1000».

В настоящее время действует полупромышленная установка по синтезу сорбентов производительностью до 100 т/год.

the Gomel region hurt by the Chernobyl accident as well as waters of nissey river near Krasnoyarsk-26.

The «Anfezh» sorbent is currently used on the Dnepr water supply plant in Kiev, at the R&P Merger «Pripyat» in Chernobyl, at the Ural Institute of Hydrometeorology in Ekaterinburg and elsewhere.

The technique for concentrating cesium radionuclides with the «Fezhel» sorbent has been approved by the regulatory section at the Interagency Commission on Environmental Radiation Control to the Russian State Committee on Hydrometeorology.

VETERINARY PREPARATIONS FOR AGRICULTURAL PRODUCTS FREE FROM CESIUM ISOTOPES

The «Fezhel» («Bifezh») sorbents may be applicable as veterinary additives to the animal feed to prepare net animal products. With this being daily (during two weeks) introduces along with feed in doses 10–20 g/head for sheep and 30–60 g/head for cow, the preparation causes radiocesium in animal products to reduce down to Health egulation levels (in muscular tissues by 12–13 times, in internals by 25–90 times, in ilk by 10–20 times).

Comparative tests of the «Bifezh» sorbent, conducted in Bryansk and Gomel regions with bolouses currently used in Europe to remove sium radionuclides from milk and containing ferric ferrocyanide too (made in Germany-Norway), have indicated that «Bifezh» is two-three times more effective then boluses.

The preparation has been tested in laboratory animals at the Institute for Biophysics to the RF Healthcare Department in natural conditions for sheep and cow (in some arears of Bryansk region, Byelorussia and Ukraine struck by the Chernobyl disaster) and is allowed for use by the Agricultural Department of Russia.

**ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ, НЕ СОДЕРЖАЩЕЙ
ИЗОТОПОВ ЦЕЗИЯ**

Возможно применение сорбентов типа «ФЕЖЕЛ» (торговая марка «БИФЕЖ») в качестве ветеринарных добавок в корма сельскохозяйственных животных с целью получения чистой продукции животноводства. При ежедневном, в течение двух недель, введении с кормом в дозах 10–20 г/гол. овцам и 30–60 г/гол. коровам препарат вызывает снижение до санитарных норм (в мышечной ткани в 12–13 раз, во внутренних органах – в 25–90 раз, в молоке – в 10–20 раз) содержания радиоцезия в продуктах животноводства.

Сравнительные испытания сорбента «БИФЕЖ», проведенные в Брянской и Гомельской областях, с применяемыми в настоящее время в Западной Европе для удаления радионуклидов цезия из молока болюсами, содержащими ферроцианид железа (производство Германия-Норвегия), показали, что использование «БИФЕЖ» в два-три раза более эффективно, чем при применении болюсов.

Препарат испытан на лабораторных животных Института биофизики Минздрава РФ, в натуральных условиях на овцах и коровах (в районах Брянской области, Белоруссии и Украины, пострадавших от Чернобыльской аварии) и разрешен к применению Министерством сельского хозяйства России.

**TREATMENT OF WASTEWATERS
AND PROCESS LIQUORS
FROM NUCLEAR
POWER PLANT**

«FezheL» efficiently retrieves radionuclides of cesium, cobalt and manganese from process liquors of nuclear plants (acid regenerates from ion-exchange filters, trapped waters, liquor of the pond for delaying fuel elements), as has been shown by tests carried out at Kalinin (1986), Rovno (1988), Zaparozhye (1988–1991) and Balakovo (1992) nuclear plants. In the tests, operational life of the «FezheL» sorbent was determined:

- it constitutes for acid regenerates min 10000 m³/m³;
- for trapped waters – min 1000 m³/m³.

Decontamination factor in radionuclides amounts to 2000.

The use of sorbent allows radiochemically pure boron chemicals to be made from still-residues resulting from evaporation of trapped waters from WWER-type nuclear power plants, thus leading to fewer high-level radioactive solid wastes on the nuclear plants. Filters with the «FezheL» sorbent are included in the engineering design for «NG-WWR 1000» better safety new generation nuclear plants.

Presently, a pilot plant to synthesize sorbents is in current operation with production amounting to 100 tones/yr.

We are open to effective cooperation with any potential partner. Should the need arise, we could send commercial samples of sorbents to our customers.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

*В.С. Ромейко,
фирма «Наяда», Москва
В.Г. Баталов,
А.О. «Антикор», Новосибирск*

ТЕЗИСЫ

Трубопроводы являются системами жизнеобеспечения всего живого на Земле, развитие и состояние их существенным образом оказывает влияние на здоровье людей и экономическое развитие общества. С учетом перемещения воды и продуктов ее переработки трубопроводы, при условии их надежности и долговечности, практически в каждой стране составляют самую мощную и эффективную транспортную систему.

Многие трубопроводы водоснабжения и водоотведения, проложенные на территории б. СССР, характеризуются высокой металлоемкостью, плохо защищены от коррозии и зарастания внутренней поверхности, что приводит к большим потерям транспортируемого продукта, снижению пропускной способности, экологическому загрязнению литосферы Земли, часто становятся причиной отравления и распространения инфекционных заболеваний.

Для повышения эксплуатационной надежности и долговечности трубопроводов необходимо обеспечить применение для нового строительства и восстановления изношенных систем водоснабжения и водоотведения главным образом неметаллических труб и металлических труб с надежным защитным покрытием внутренней и наружной поверхности труб.

Необходимо незамедлительно принять и реализовать комплекс организационно-технических и нормативно-правовых мероприятий.

UNCREASED ECOLOGICAL SAFETY AND TECHNICAL REABILITY OF PIPELINES

*V.S. Romeiko,
firm «NAYADA», Moscow
V.G. Batalov,
A.O. «Anticor», Novosibirsk*

ABSTRACTS

Pipelines are vital systems for all living creatures on the Earth. Their development and condition considerably influence people's health and economic development of the society. Practically in every country pipelines make up the most powerful and efficient transportation system taking into account the migration of water and products of its processing and on condition of their reliability and long lifetime.

A lot of pipelines of water supply and water drainage laid on the territory of the former USSR are characterized by high metal capacity, poor prevention from corrosion and contamination of the internal surface thus resulting in great losses of transported production, lower pipeline capacity, ecological pollution of the Earth's lithosphere and causing poisoning and spreading of infectious diseases.

For increase pipeline maintenance and long lifetime mainly both non-metallic and metallic pipes with a reliable protective coating for internal and external surfaces of the pipes should be used to construct new pipelines and to restore worn out systems of water supply and water drainage.

It's necessary to take and realize a complex of immediate organisational-technical and legislative measures.

*Рубайло А.И., к.ф.-м.н.,
Павленко Н.И., к.х.н.,*

*Институт химии природного
органического сырья СО РАН,*

*Научно-производственное
предприятие «Химэкс».*

Бубенцов В.Н., к.т.н.,

Красноярский филиал НИИ Водгео,

Мочалов И.П., к.т.н.,

Якунин Ю.В., к.т.н.,

Производственное управление

ВКХ г.Красноярск

Основой хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Красноярск являются коммунальные водозаборы, пять из которых инфильтрационного типа и один открытого.

Реально осуществляемый контроль за качеством питьевой воды не позволяет иметь достаточно полную информацию о наиболее опасных для здоровья населения химических компонентах, круг которых непрерывно расширяется. В связи с этим в 1991-93 гг. были предприняты физико-химические и биологические исследования по 82 показателям качества, большинство из которых измерялись впервые. Основными принципами проведения работ являлись:

- измерение химических показателей преимущественно I и II класса опасности,
- повышение достоверности измерен как за счет межлабораторной калибровки анализов, так и за счет применения высокочувствительных методов,
- пробоотбор в наиболее неблагоприятные периоды загрязнения водоемного источника.

Всего изучено более 400 проб воды как водоемного источника (р.Енисей) и его притоков вблизи города, так и водопровода, в которых проведено более 30 тысяч измерений показателей качества воды.

В результате исследований на основе полученного массива данных

- впервые проведена интегральная оценка качества питьевой воды на всех коммунальных водозаборах г.Красноярск по органолептическим, санитарно-токсикологическим и микробиологическим параметрам,

*Rubaylo A.I., cand of phys.-mat.sci.,
Pavlenko N.I., cand. of ch.sci.,*

*Institute of Chemistry
of Natural Organic Materials,*

*Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences,*

*Research and Industrial
Amalgamation «Khimex»*

Bubentsov V.N., cand. of tech.sci.,

*Krasnoyarsk Department of Research Insti-
tute VODGEO.*

Mochalov I.P., cand.of tech.sci.,

Yakunin Yu.V., cand. of tech.sci.

*Production Management of water-sewerage
municipality of Krasnoyarsk*

The base of economical-drinkable water supply in Krasnoyarsk are municipal water taking constructions, five of which are of infiltration type and one is open.

Actual control of drinking water doesn't give full enough information on the most dangerous chemical components for population health, the range of components constantly enlarging. In this connection in 1991-93 physical-chemical and biological investigations have been undertaken considering 89 quality indices, most of which were measured for the first time. The main principles for the work conduction were the following ones:

- chemical indices were measured mainly for the first and the second classes of danger;
- trustworthiness of measurings was improved both owing to interlaboratory calibration of analyses and thanks to methods of high sensitivity;
- samples were taken during the most unfavourable periods of water source pollution.

On the whole over 400 water samples have been studied. They were taken both from the water source (the Enisei river) and its tributaries near the city and from the water pipe. Over 30 thousand measurements of water quality indices have been carried out.

- выяснены показатели, критичные для качества потребляемой воды и требующие усиленного контроля,
- показано наличие сезонной динамики значений ряда показателей качества воды и отмечено некоторое улучшение качества воды в 1993 г. в сравнении с 1991 и 1992 гг., обусловленное спадом промышленного производства и уменьшением стоков.

Сформулированы предложения и рекомендации, включая мониторинг и технические мероприятия технологии подготовки питьевой воды с учетом как реального состояния дел, так и перспектив развития водопроводного хозяйства г. Красноярска. Одна из основных рекомендаций – необходимость перехода на озонирование воды хозяйственно-питьевого назначения.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема совершенствования контроля качества питьевой воды является одной из основных в системе охраны здоровья населения и защиты окружающей среды. Это обусловлено как постоянно фиксируемыми фактами интенсивного загрязнения водисточников стоками различных предприятий, содержащих опасные для людей компоненты, так и многочисленными данными об ущербе здоровью населения из-за потребления недоброкачественной воды. На конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.) на это обращалось особое внимание.

В системе контроля качества воды основное значение имеет мониторинг, позволяющий выявлять вредные компоненты, вводить параметры постоянного наблюдения, контролировать нормируемые токсиканты, выполняя таким образом регистрирующие и профилактические функции.

В рамках международных организаций активно осуществляется работа по совершенствованию Руководства по контролю качества питьевой воды (ВОЗ) (1), предусматривающая возможность получения сопоставимых и достоверных результатов анализов, проводимых различными лабораториями, внедрение прогрессивных методов контроля. Несмотря на то, что в нашей стране

As a result of investigations based on the obtained data:

- for the first time integral evaluation of the quality of drinking water has been made for all municipal water taking constructions in Krasnoyarsk by organoleptic, sanitary-toxicological and microbiological parameters;
- there have been revealed indices, critical for the quality of water being consumed and demanding double control;
- seasonal dynamic of some indices of water quality has been found and some quality improvement has been noted as compared to 1991 and 1992, resulting from the industrial fall down and sewage decrease.

There have been formulated suggestions and recommendations, including monitoring and technical measures of drinking water preparing technology with regard both to actual state of affairs and to perspectives of water-pipe economy in Krasnoyarsk. One of the main recommendations is the necessity to pass to the ozonization of water for economic-drinking purposes.

INTRODUCTION

The problem of drinking water quality control improvement is one of the main in the system of health defence and environment protection. It is conditioned by constantly observed facts of intensive pollution of water sources by sewages of different enterprises, containing dangerous for people components and by numerous data on health damage owing to drinking of poor water. UN conference held on the problem of environment and development (Rio de Janeiro, June 1992) paid to it special attention.

In the system of water quality control monitoring is of great importance as it gives the opportunity to reveal harmful components, to introduce parameters of permanent observation, to control normalized toxicants, thus fulfilling registering and prophylactic function.

Within the bounds of international organizations improvement of management of drinking water quality control (World Health Organization) (1) has been actively carried out, giving the opportunity to obtain comparable and true

планируются работы по пересмотру Государственного стандарта по питьевой воде с учетом мирового опыта, реально существующая на местах система контроля качества воды не отвечает требованиям международной организации по стандартизации (ИСО).

В связи с изложенным выше и учетом особенностей, присущих региону, в 1991–93 гг. начаты исследования питьевой воды г. Красноярска по существенно расширенному от обычно контролируемых списку загрязнителей и с учетом международного опыта в проведении измерения показателей качества воды. Основные принципы и некоторые результаты исследований рассмотрены в настоящем сообщении.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОИСТОЧНИКА И КОММУНАЛЬНЫХ ВОДОЗАБОРОВ Г. КРАСНОЯРСКА

Основой коммунального водоснабжения населения г. Красноярска являются шесть водозаборных сооружений, пять из которых инфильтрационного типа расположены на островах р. Енисей на удалении 4–6 км друг от друга в порядке оо. Казачий, Отдыха, Посадный, Татышев, Н.-Атамановский вниз по течению реки. Шестой водозабор (Гремячий Лог) – открытого типа и расположен между водозаборами о. Казачий и о. Посадный.

Выше г. Красноярска по течению р. Енисей примерно в 30 км от города расположено водохранилище Красноярской ГЭС, являющееся громадным резервуаром пресной воды с усредненным качественным составом и количественным соотношением микропримесей. Дополнительное загрязнение реки экотоксикантами происходит под действием сброса сточных вод поселков, расположенных на р. Енисей и его притоках ниже плотины, г. Дивногорска и техногенного воздействия самого г. Красноярска.

ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ

Основная цель исследования заключалась в получении достаточно полной и достоверной информации о качестве питьевой воды коммунальных водозаборов г. Красноярска, включая наиболее неблагоприятные периоды года – паводки.

results of poor analyses, made in different laboratories and to introduce progressive monitoring methods. Despite the fact that in our country it is planned to review state standards for drinking water taking into account the world experience, practically existing system of water quality control doesn't meet the demands of ISO Technical committee.

In view of the facts stated above and with regards to the peculiarities, typical of the region, in 1991–93 there have been started investigations of drinking water in Krasnoyarsk according to the list essentially enlarged in comparison with the usually controlled pollutants and considering international experience in water quality measuring. The main principles and some investigation results have been considered in the present paper.

CHARACTERISTIC OF WATER SOURCE AND MUNICIPAL WATER TAKING CONSTRUCTIONS IN KRASNOYARSK

Municipal water supply of the population in Krasnoyarsk is based on six water taking constructions five of which are of infiltration type and they are situated on the islands of the Enisei river in 4–6 km from one another in the following sequence: the Kazatchy, Otdykha, Posadny, Tatyshev, N-Atamanovsky islands down the river. The sixth water taking construction (Gremyachy Log) is of open type and is situated between the islands of Kasatchy and Posadny.

Up the Enisei river approximately in 30 km from the city there is the water reservoir of Krasnoyarsk Hydroelectric station, being the huge fresh water tank with the average qualitative composition and quantitative ratio of micro impurities. Additional river pollution by ecotoxicants takes place under the action of sewage coming from villages, situated on the Enisei river and its tributaries down the dam, Divnogorsk town and technogenic influence of Krasnoyarsk itself.

PRINCIPLES AND APPROACHES

The main purpose of the study was to obtain full and true information about the quality of drinking water from municipal water taking

Основные принципы, заложенные в программу проведения работ, заключались в следующем:

- получить информацию о наиболее вредных для здоровья населения токсикантах (преимущественно I и II класса опасности) в соответствии международными и российскими руководствами (2-4);
- повысить степень надежности и достоверности измеряемых количественных показателей.

На первом этапе работ 1991-92 гг. были запланированы широкие поисковые исследования с измерением максимального числа параметров качества воды, количество которых составляло 72. В 1993 г. программа уточнена и систематические измерения проводились по 45-57 параметрам для одной точки пробоотбора.

ПРОБООТБОР И ИЗМЕРЕНИЯ

ПРОБООТБОР

Отбор проб воды проводился как на выходе из водозаборных сооружений (кран хлораторной), так и из открытых водоемов водонисточника (р.Енисей) в месте забора воды на всех коммунальных водозаборах. С целью получения информации о фоновых значениях пробы отбирались также в Красноярском водохранилище и на крупных притоках р. Енисей в зоне санитарной охраны г. Красноярска.

На первом этапе исследований периодичность отбора проб составляла в среднем 1 раз в месяц.

На втором этапе работ наряду со среднемесячным графиком отбора проб в периоды весеннего (апрель-июнь) и осеннего (октябрь) паводков проведены 3 пятидневных цикла исследований с ежедневным отбором проб.

Отбор, доставка и хранение проб воды на микробиологические и санитарно-токсикологические исследования проводились в соответствии с существующими требованиями.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

В соответствии с ГОСТ 2874-82 (3) контроль за качеством питьевой воды, осуществляемый учреждениями и организациями,

constructions of Krasnoyarsk, including the most unfavourable periods of the year - high floods.

The main principles, put into the program were as follows:

- to obtain information about the most harmful toxicants for people's health (mainly I and II class of danger) according to international and Russian guidances (2-4);
- to increase the degree of reliability and trustworthiness of the quantitative indices being measured.

On the first stage in 1991-92 broad preliminary investigations have been planned with the measurement of maximal quantity of water quality parameters, the number of which was 72. In 1993 the program has been made more exact and systematic measurements have been carried out by 45-57 parameters for one place of sample selection.

SAMPLE SELECTION AND MEASUREMENTS

SAMPLE SELECTION

Selection of water samples has been carried out both at the exit of water taking constructions (chlorinated) and from open pools of water source (the Enisei river) at places where water is taken at all municipal water taking constructions. In order to obtain information about background values the samples have been taken also at Krasnoyarsk reservoir and at large tributaries of the Enisei river in the zone of Krasnoyarsk sanitary defence.

On the first stage of research the samples have been taken with the average periodicity once a month.

On the second stage together with the average shedule of sample taking during the periods of spring (april-june) and autumn (october) high floods 3 five-day investigational cycles have been carried out with daily samle selection.

Selection, delivery and storage of water samples for microbiological and toxicological investigations has been carried out in accordance with the existing demands.

CHOICE OF INDICES AND THEIR MEASUREMENT

According to National Standard 2874-82 (3) drinking water quality control, fulfilled by organizations and establishments, responsible

в ведении которых находятся централизованные системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, проводят в пределах перечня показателей, указанных в названном документе и согласованных с органами санитарно-эпидемиологической службы. Приведенный в (3) перечень включает в себя 26 параметров, из которых:

7 – относится по своей природе к общим (запах, вкус, цветность, мутность) и физико-химическим (рН, жесткость, сухой остаток), определяющим органолептические свойства воды;

17 – к химическим (ионы, неметаллы, металлы, органика), определяющим токсикологические и органолептические свойства,

2 – к микробиологическим.

Из 17 химических компонент, нормируемых в (3), лишь 1 относится к I классу опасности и 7 – ко II классу.

С другой стороны перечень нормируемых показателей, приведенный в СанПиН 4630–88 (4) включает в себя около 1400 наименований и практически не пригоден в качестве директивного документа для осуществления контроля в современных условиях.

Поэтому список измеряемых параметров по сравнению с (3) был существенно расширен и включал в себя 89 наименований, из которых:

17 – относились к группе общих и физико-химических показателей;

64 – к группе химических показателей;

8 – к группе микробиологических показателей.

Из 64 химических показателей 43 относятся к неорганическим и 21 к органическим компонентам. Список неорганических компонент практически исчерпывает установленные на настоящее время международные и российские нормативы по токсикологическому и органолептическому признакам. В нем находятся все элементы и ионы, имеющие I (3), II (23) и III классы опасности в соответствии с перечнем в (4).

Из органических компонент два – бенз(а)-пирен и линдан относятся к I классу опасности, 5 (хлорорганические производные) ко II, остальные (ряд пестицидов, фенолы, нефтепродукты и др.) – к III и IV.

В процессе выполнения исследований количество систематически измеряемых общих параметров было существенно умень-

for centralized systems of economic-drinking water supply, is carried out within the range of indices, stated in this document and coordinated with the organs of sanitary-epidemiological control. The range of indices in (3) includes 26 parameters:

7 – of which are by their nature the general ones (odour, taste, color, turbidity) and physical-chemical (pH, hardness, dry residue), determining organoleptic water properties;

17 – ones concern chemical parameters (ions, non-metals, metals, organics), determining toxicological and organoleptic properties;

2 – parameters are microbiological.

From 17 chemical components, normalized in (3), only 1 is related to the first class of danger and 7 to the second class.

On the other hand the range of normalized indices, given in National Sanitary Rules and Standards 4630–88 (4) includes about 1400 names and is practically useless as directive document for control in modern conditions.

Therefore the list of parameters under measurement as compared to (3) was essentially enlarged and included 89 names:

17 – of which were related to the group of general and physical-chemical indices;

64 – ones were from the group of chemical indices;

8 – parameters were of microbiological nature.

Among 64 chemical indices 43 ones concern inorganic components and 21 ones relate to organic ones. The list of inorganic components practically settles existing nowadays international and Russian standards of toxicological and organoleptic indices. It includes all the elements and ions, having I (3), II (23) and III (12) classes of danger in accordance with the list in (4).

Among the organic components two ones, benz(a)pyrene and hexachlorocyclohexane, are of the first class of danger, five ones (chlorine organic derivatives) relate to II class of danger and the rest ones (some pesticides, phenols, oil products and others) relate to III and IV classes of danger.

In the course of investigations the quantity of systematically measured general parameters

шено. Лишь эпизодическому контролю подвергались также компоненты, содержание которых не превышало порога чувствительности аналитических методов, применяемых в данной работе, и имеющего значения на уровне 0,1–0,2 ПДК.

Микробиологические измерения проводились в постоянном режиме.

Одни и те же пробы анализировались параллельно тремя различными лабораториями по идентичным показателям, что позволило получить достаточно надежные и достоверные данные о количестве химических токсикантов в воде, ее микробиологических, паразитологических и органолептических показателях.

Одновременно, в целях контроля правильности результатов анализа, лабораториям-исполнителям представлялись искусственно приготовленные из стандартных образцов водных растворов ионов металлов и неметаллов смеси, имитирующие состав Енисейской воды.

Определяющим условием при выборе метода анализа для измерения концентраций химических веществ являлись его высокая на уровне 0,1–0,2 ПДК чувствительность и минимальная погрешность. Применяемые аналитические методики аттестованы государственным стандартом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На поисковом этапе работ (1991–92 гг.), который проводился в течении 12 месяцев, изучено более 200 проб воды по 72 показателям, получен большой массив данных, позволивший, обобщив результаты исследований, скорректировать программу дальнейших исследований.

Наиболее существенный объем информации получен по химическим показателям. В целом можно отметить определенную корреляцию между временем отбора проб и значениями концентраций экотоксикантов в пробах: в весенний и осенний периоды заметно повышается частота превышений ПДК и увеличиваются средние значения концентраций измеряемых показателей.

Критический анализ полученных результатов позволил сделать по выполненным в 1991–92 гг. исследованиям следующие замечания :

was essentially decreased. Also components the content of which didn't exceed the threshold of sensitivity of analytical methods used in the present work and having the values of maximally permissible concentrations (MPC) about 0.1–0.2 have been controlled only episodically.

Microbiological measurements have been carried out constanly.

One and the same samples have been analysed in three different laboratories by the identical indices allowing to obtain true and reliable enough data on the quantity of chemical toxicants in water, its microbiological, parasitological and organoleptic indices.

Simultaneously in order to control the results of analysis, executive laboratories were given mixtures, artificially prepared from the standard samples of water solutions of metal and non-metal ions simulating the composition of Enisei water.

The main condition when selecting the analysis technique for measurement of concentrations of chemical substances is its high sensitivity (about 0.1–0.2 MPC) and minimal error. The applied analytical methods have been certified by the commission of state standards.

RESULTS AND DISCUSSION

During the preliminary stage of study (1991–92) lasting 12 months, over 200 water samples have been studied according to 72 indices. There have been obtained a great number of data, allowing to summarize investigational results and to correct the program of further investigations. The most information has been obtained for chemical indices.

On the whole the definite correlation between the time of sample selection and the values of ecotoxicant concentrations in them can be noted: in spring and autumn periods the frequency of exceeding of MPC is noticeably increased and mean concentration values of measured indices are enlarged.

The critical analysis of the obtained results allowed to make the following remarks for the investigations of 1991–92:

- Недостаточная достоверность результатов измерений, обусловленная отсутствием межлабораторной калибрации и, в ряде случаев, низкой чувствительностью используемых методик. Невозможность в связи с этим получения корректной интегральной характеристики качества воды.

- Отсутствие данных по ряду экотоксикантов I и II класса опасности таких как таллий, вольфрам, литий, теллур, висмут, сурьма и др.

- Малое количество данных по критическим параметрам в наиболее неблагоприятные периоды года.

Наиболее оптимальным решением на 1993 г. стало выполнение следующих задач:

- Провести кратковременный ежедневный мониторинг в периоды весеннего и осеннего загрязнения воды р. Енисей.

- Ограничить список измеряемых показателей, включив в него минимальное количество общих показателей, стандартные микробиологические измерения, ранее выявленные (1991-92 гг.) критические экотоксиканты и ранее не измеряемые химические элементы и ионы I и II класса опасности.

- Измерять концентрации экотоксикантов независимо и параллельно не менее, чем в двух различных лабораториях.

- Использовать методы количественного измерения показателей, имеющих минимальную чувствительность как правило, на уровне не выше 0,1 - 0,2 ПДК.

ОБЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В 1993 г., определялись: запах, мутность, цветность, БПК, ХПК, окисляемость, растворенный кислород, активный хлор и фитопланктон.

Из полученных данных следует, что по сравнению с 1991-92 гг. качество воды в 1993 г. по ряду показателей улучшилось. Особенно это заметно по цветности воды. Если в р.Енисей в 1991-92 гг. среднее значение цветности составило 16,2 град, то в 1993 г. - 12,4 град и, соответственно, в водозаборах 8,8 и 4,5 град.

Отдельные показатели качества воды имеют явно выраженный сезонный характер. Так ХПК по нашим данным в конце апреля составляет 13-17 мгО₂/л и снижается в октябре до 1,5 - 2,5 мгО₂/л. Окисляемость

Insufficient trustworthiness of measuring results, conditioned by the absence of interlaboratory calibration and, in some cases, low sensitivity of used methods. In this connection, impossibility to obtain correct integral characteristic of water quality.

Data absence for the number of ecotoxicants of I and II classes of danger such as thallium, tungsten, lithium, antimony and others.

- Small data quantity by critical parameters in the most unfavourable year periods.

The most optimum decision for 1993 was fulfillment of the following problems:

- To carry out short daily monitoring during spring and autumn water pollution in Enisei. To restrict the list of systematically measured indices, including minimal quantity of general indices, standard microbiological measurements, revealed (1991-92) critical ecotoxicants and not earlier measured chemical elements and ions of I and II classes of danger.

- To measure ecotoxicant concentrations independently and parallel in not less than two different laboratories.

- To use methods of quantitative measurements of indices having minimal sensitivity about 0.1-0.2 MPC.

GENERAL INDICES

In 1993 it were measured: odour, turbidity, colour, biological oxygen consumption, chemical oxygen consumption, oxidation, dissolved oxygen, active chlorine and phytoplankton.

From the obtained data it follows that as compared to 1991-92 water quality in 1993 has been improved for the number of indices. It is especially seen for water colour. If in the Enisei river in 1991-92 the mean colour value made up 16.2 degrees, in 1993 - 12.4 degrees and in water taking constructions 8.8 and 4.5 degrees respectively.

Some indices of water quality have strongly pronounced seasonal character. Thus chemical oxygen consumption according to our data in the end of April makes up 13-17 mgO₂/l and decreases in October to 1.5-2.5 mgO₂/l. Water

воды в течение весенне-летнего периода сохраняется на одном уровне – 3,5–4,5 мгО₂/л и только в осенне-зимний период снижается до 1,5–2,5 мгО₂/л.

Содержание фитопланктона в реке резко возрастает в весенний период и в конце мая – начале июня достигает максимальных значений. Наибольшая концентрация фитопланктона в наших исследованиях зафиксирована в реке у водозаборов о. Казачий – 6541 кл/мл и «Гремячий Лог» – 6826 кл/мл.

Исследования качества воды в Красноярском водохранилище показало, что по мутности, цветности, ХПК, БПК, окисляемости она примерно соответствует воде в р. Енисей у водозаборов. Из сказанного можно сделать вывод о том, что по рассматриваемым показателям город имеет фоновое загрязнение воды. Не отмечено снижение количества фитопланктона с увеличением глубины отбора пробы, хотя известно, что процесс образования планктона интенсивнее происходит ближе к поверхности.

В целом мутность воды р. Енисей довольно низкая и, в основном только в весенний период превышает значение ПДК для воды хозяйственно-питьевого назначения. Несмотря на это, ясно видно, что эффективность очистки воды по этому показателю значительно выше на островных водозаборах, забирающих подрусловую воду из скважин, чем из открытого источника. Если среднее значение эффекта очистки воды по мутности на островах составляет 85–90% и только на о. Татышева 60%, то на НФС «Гремячий Лог» всего лишь 23%.

Заметна также более высокая эффективность работы островных водозаборов по отношению к фитопланктону. Среднее значение эффективности очистки воды на островах составляет 80–90%, а на НФС «Гремячий Лог» – 65%. По другим общим показателям эффективность очистки воды на НФС «Гремячий Лог» также ниже, чем на островных водозаборах. Так, в среднем снижение показателя БПК составляет 41,6%, ХПК – 6,8%, окисляемости – 33,6% на подрусловых водозаборах, а на НФС «Гремячий Лог» БПК – 22,1%, окисляемости – 19,4%, значение ХПК возрастает.

oxidation during spring-summer period remains on one and the same level 3.5–4.5 mgO₂/l and only in autumn-winter period decreases to 1.5–2.5 mgO₂/l.

The highest phytoplankton concentration in our investigations has been fixed in the river at the water taking constructions of Kazatchy island – 6541 kl/ml and Gremyachy Log – 6826 kl/ml.

The investigations of water quality in Krasnoyarsk reservoir showed that according to turbidity, colour, chemical oxygen consumption, oxidation it is approximately corresponding to the water of Enisei at water taking constructions. From the above stated it can be concluded that by the considered indices the city has background water pollution. Phytoplankton quantity didn't decrease when sample selection depth was increased, though the process of plankton forming is known to be more intensive nearer to the surface.

On the whole water turbidity in Enisei is low enough and generally only in spring MPC is increased for the water of economical-drinking purpose. In spite of it the effectiveness of water purification by this index is seen to be considerably higher at the island water taking constructions, taking water from wells under the river-bed. If the mean value of water purification effect by turbidity makes up 85–90% and only on Tatyshchev island 60%, at the pump-filtration station Gremyachy Log it is only 23%.

The high effectiveness of island water taking constructions relative to phytoplankton is noticeable. The mean value of water purification effectiveness on islands makes up 80–90% and at the station Gremyachy Log – 65%.

According to the other general indices water purification effectiveness at the station Gremyachy Log is also lower than at the island water taking constructions. Thus, biological oxygen consumption is averagely decreased by 41.6%, chemical oxygen consumption 6.8%, oxidation 33.6% at the water taking constructions under the river bed and at the station Gremyachy Log biological oxygen consumption – 22.1%, oxidation – 19.4%, the value of chemical oxygen consumption increases.

По своей природе измеряемые параметры были разбиты на следующие группы: ионные компоненты, неметаллы, металлы и органические вещества.

ИОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В соответствии с данными 1991–92 гг. ионные компоненты, имеющие, как правило, III и IV класс опасности, в воде источника водоснабжения (р. Енисей) и питьевой воде в критических концентрациях (исключая соли кремния) не содержатся. Поэтому измерения этой группы компонентов в соответствии с программой не проводились. Измерялась концентрация лишь АНИОНА CN⁻, относящегося ко II классу опасности и систематические измерения по которому ранее не проводились. Наши данные показывают, что содержание цианид-иона находится ниже предела обнаружения.

НЕМЕТАЛЛЫ

Из списка неметаллов все относятся ко II классу опасности по санитарно-токсикологическому признаку. Из них ранее систематически измерялись селен и мышьяк, которые по результатам 1991–92 гг. были отнесены к критическим показателям. Кремний измерялся лишь в анионных компонентах – силикатах калия и натрия, а не в валовом содержании. Висмут, сурьма и теллур систематически измерялись впервые.

Высокая чувствительность метода измерения позволила определить концентрацию БОРА во всех пробах. Его содержание составляло от 0,0008 до 0,062 долей ПДК. Концентрации ВИСМУТА и ТЕЛЛУРА в воде были ниже аналитических пределов их обнаружения, которые составляли 0,01 и 0,1 ПДК соответственно. Несколько иная ситуация для СУРЬМЫ, чувствительность метода определения которой составляла 0,03 ПДК. Концентрации этого экотоксиканта находились иногда выше предела обнаружения (в 27 пробах из 206) и максимальное значение из всех значащих цифр составляло 0,152 ПДК. По этим четырем загрязнителям воды можно однозначно сделать вывод о том, что они не критичны для качества питьевой воды г. Красноярска.

В заметном противоречии с результатами исследований 1991–92 гг. находятся данные 1993 г. по МЫШЬЯКУ и СЕЛЕНУ. Оба эти

By their nature the measured parameters were divided into the following groups: ionic components, non-metals, metals, organic substances.

IONIC COMPONENTS

According to 1991–92 data ionic components having as a rule III and IV class of danger are not contained in the water and drinking water in critical concentrations (except of silicon salt). Therefore measurements of this group of components weren't made according to the program. It was measured only the concentration of CN⁻ anion, belonging to the second class of danger, systematic measurements of which weren't conducted earlier. Our data show that cyanide-ion content is under the detectable limit.

NON-METALS

Among the list of non-metals all of them are of the second class of danger by sanitary-toxicological index. Selenium and arsenic have been earlier systematically measured and by the results of 1991–92 attributed to critical indices. Silicon was measured only in anion components-potassium and sodium silicates, and not in gross content. Bismuth, antimony and tellurium were systematically measured for the first time.

The high sensitivity of measurements allowed to determine boron concentration in all samples. Its content made up from 0.008 to 0.062 fractions of MPC. Bismuth and tellurium concentrations in water were lower than analytical detectable limits which made up 0.01 and 0.1 MPC respectively. For ANTIMONY sensitivity of detecting method making up to 0.03 MPC, the situation was somewhat different. Concentrations of this ecotoxicant were sometimes above the detectable limit (in 27 samples from 206 ones) and maximal value of all significant figures made up 0.152 MPC. Proceed from these four water pollutants it can be undoubtedly concluded that they are not critical for drinking water of Krasnoyarsk.

Data of 1993 for arsenic and selenium are in noticeable contradiction with the investigation results of 1991–92. Both elements were

элемента попали в разряд критических параметров из-за превышений ими ПДК в 1991–92 гг., а мышьяк к тому же имел высокие среднегодовые концентрации (от 0,12 до 0,33 ПДК) в ряде точек пробоотбора, включая среднегодовое значение в 0,16 ПДК в питьевой воде, подаваемой из водозабора «Гремячий Лог». Наши данные, полученные по каждому из этих элементов в двух различных лабораториях и хорошо согласующиеся между собой, показывают, что ни в одной из 206 проб воды содержание селена не превышало аналитического предела его обнаружения, составлявшего 0,01 ПДК. По мышьяку в 4 пробах из 206 концентрации превышали аналитический предел обнаружения, составлявший для него 0,01 ПДК, показав максимальное содержание в речной воде – 0,12 ПДК, а в питьевой воде – 0,06 ПДК. Таким образом, по данным 1993г. селен и мышьяк не относятся к критическим показателям. Возникшее противоречие между результатами 1991–92гг. и 1993г. может быть обусловлено уменьшением концентраций этих элементов в воде за счет объективного фактора – спада промышленного производства и, соответственно, уменьшения промстоков, тенденция которого показана по данным статотчетности.

Наибольшее беспокойство из этой группы показателей вызывает КРЕМНИЙ, экотоксикант II класса опасности. Уже по данным 1991–92гг., когда впервые производились достаточно ограниченные (от 2 до 5 на водозабор) измерения концентраций силикатов, одной из распространенных групп соединений кремния, можно было констатировать заметное влияние их на интегральный показатель качества питьевой воды г. Красноярска, поскольку концентрации силикатов в хлораторных достигали значений в 0,3 ПДК при среднегодовых по водозаборах 0,20 – 0,25 ПДК. Поэтому в 1993 г. были проведены систематические измерения валового содержания кремния на всех водозаборах ПУВКХ как в источнике водоснабжения р. Енисей, так и в питьевой воде (краны хлораторных). Количество проб, в которых производились измерения, находится в интервале от 14 до 19 на каждую точку пробоотбора. Всего проведено 95 измерений в источнике водоснабжения р. Енисей. Среднегодовое значение концентрации составляет 0,8 ПДК при колебаниях от 0,39 до 2,8 ПДК, ПДК превышено 13 раз. Питьевая вода (кран

considered critical parameters because of their exceeding of maximally permitted concentrations in 1991–92 arsenic having also high average annual concentrations (from 0.12 to 0.33 MPC) in some places of sample selection including average annual value 0.16 MPC in drinking water coming from the water taking construction Gremyachy Log. Our data obtained for each of these elements in two different laboratories and having good agreement, show that not any one of 206 water samples contain selenium exceeding its analytical detectable limit which is equal to 0.01 MPC. As for arsenic, in 4 samples of 206 ones concentrations exceeded analytical detectable limit, which makes up for it 0.05 MPC and showed its maximal content 0.12 in river water and 0.06 in drinking water. Thus, according to 1993 data, selenium and arsenic are not critical indices. The contradiction between the results of 1991–92 and 1993 can be conditioned by the decrease of concentration of these elements in water owing to the objective factor – fall of industrial production and decrease of industrial sewage, respectively, the tendency has been shown in the data of statistical reports.

The most troubling index of this group is silicon, ecotoxicant of II class of danger. Data of 1991–92 when some limited measurements (from 2 to 5 for one water taking construction) of concentrations of silicates, one of the widespread groups of silicon compounds, allowed to state their noticeable influence on the integral index of drinking water quality in Krasnoyarsk, as silicate concentrations in chlorinating devices reached the value 0.3 MPC when average annual values at water taking constructions made up 0.20–0.25. Therefore in 1993 systematic measurements of gross silicon content at all water taking constructions have been carried out both in the water supply source of the Enisei river and in drinking water (chlorinating devices). The number of samples for measuring was from 14 to 19 for each place of sample selection. On the whole in the water supply source of Enisei 95 measurements have been accomplished. Average annual concentration makes up 0.8 varying from 0.39 to 2.8 MPC. MPC has been exceeded 13 times.

Drinking water contains on average silicon concentration 0.9 MPC, the values varying from

хлораторной) содержит в среднем за год 0,9 ПДК кремния с разбросом значений от 0,3 до 2,6 ПДК, а превышение ПДК за год произошло 31 раз. Следует отметить также особенность, заключающуюся в заметном относительном увеличении превышений ПДК в осенний период.

Таким образом, кремний чрезвычайно критичен как показатель качества воды, и контроль за его содержанием необходимо усилить.

МЕТАЛЛЫ

Особое внимание в исследованиях в 1993 г. было уделено металлам бериллию, ртути и таллию. Как из-за того, что эти металлы – единственные из элементов в периодической таблице, которые отнесены к наивысшему I классу опасности, так и потому, что по данным 1991–92 гг. бериллий и ртуть относились к критическим показателям.

ТАЛЛИЙ систематически измерялся впервые. Все 206 проб не показали содержания этого металла выше предела аналитического обнаружения, составлявшего 0,1 ПДК. Таким образом таллий не обнаружен ни в водоемочнике р. Енисей, ни в питьевой воде.

БЕРИЛЛИЙ из 100 проб питьевой воды был обнаружен в 13 с концентрациями от 0,01 до 0,05 ПДК. В р.Енисей, в его притоках и водохранилище в 29 пробах из 106 его содержание составляло от 0,015 до 0,25 ПДК. В остальных пробах концентрации имели значения ниже порога обнаружения, составлявшего 0,005 ПДК.

РТУТЬ была обнаружена в 47 пробах питьевой воды с концентрациями от 0,02 до 0,09 ПДК, а также в 57 пробах поверхностных вод с концентрациями от 0,02 до 0,19 ПДК. В остальных 102 пробах воды ртуть не фиксировалась при пороге аналитического обнаружения 0,02 ПДК.

Можно констатировать, что по бериллию и ртути, как и ранее по селену и мышьяку, не подтвердились высокие и сверхвысокие (превышающие ПДК) концентрации этих металлов. Так среднегодовые концентрации ртути в различных точках пробоотбора в 1993г. уменьшились по сравнению с 1991–92 гг. от 4,5 до 14 раз, а среднее значение по всем пробам примерно в 10 раз. Эти данные свидетельствуют о том, что ртуть и бериллий в 1993 г. не относились к кри-

0.3 to 2.6, MPC during the year has been exceeded 31 times. It should be noted the peculiarity, expressed in the noticeable relative increase of concentrations in autumn.

Thus silicon is extremely critical as the index of water quality and its content should be better controlled.

METALS

The special attention during investigations of 1993 was paid to metals of beryllium, mercury and thallium. It was both because these metals are the only ones in the periodical table, attributed to the highest class of danger I and because according to 1991–92 data beryllium and mercury were critical indices.

Thallium was systematically measured for the first time. All of 206 samples didn't show the content of its metal higher than its analytical detectable limit which was 0.1 MPC. So thallium was detected neither in water supply of Enisei, nor in drinking water.

Beryllium from 100 samples of drinking water was detected in 13 ones with the concentrations from 0.01 to 0.05 MPC. In the Enisei river its tributaries and water reservoir it was detected in 29 samples from 106 ones and its content was from 0.015 to 0.25 MPC. In other samples concentrations were below the detectable limit, which was 0.005 MPC.

Mercury was detected in 47 samples of drinking water with 0.02 to 0.09 MPC and also in 57 samples of surface waters with the concentrations from 0.02 to 0.19. In other 102 water samples mercury wasn't fixed at the limit of analytical detection of 0.02 MPC.

It can be stated that for beryllium and mercury as well as earlier for selenium and arsenic high and very high (exceeding MPC) concentrations of these metals were not confirmed. Thus average annual mercury concentrations in different places of sample selection in 1993 decreased as compared to 1991–92 from 4.5 to 14 times and mean value for all samples approximately 10 times. These data testify to the fact that mercury and beryllium in 1993 weren't critical indices that

тическим показателям, что может быть обусловлено и резким снижением производства, и благоприятными погодными условиями.

Из металлов II класса опасности измерение концентраций вольфрама, лития и ниобия производились впервые. Содержание НИОБИЯ не превышало во всех пробах аналитического предела обнаружения этого металла. ВОЛЬФРАМ был обнаружен в 2 пробах питьевой воды с концентрациями 0,08 и 0,16 ПДК и в 6 пробах поверхностных вод с концентрациями от 0,06 до 0,27 ПДК. В остальных пробах его содержание находилось ниже предела обнаружения.

Значащие цифры по концентрациям ЛИТИЯ получены всего в 40 пробах из 206 с интервалом значений от 0,02 до 0,29 ПДК, в том числе в 25 пробах из 100 в питьевой воде.

Концентрации СВИНЦА выше предела обнаружения (0,003 ПДК) измерены лишь в 25 пробах поверхностных вод и в 21 пробе питьевой воды при максимальном содержании 0,063 ПДК.

Данные показывают достаточно низкое среднее содержание АЛЮМИНИЯ как в питьевой воде, так и в р. Енисей в большинстве точек пробоотбора.

БАРИЙ, изучению содержания которого в питьевой воде ранее практически не уделялось внимания, имеет наиболее высокие и устойчивые среднегодовые значения концентраций из всех металлов I и II класса опасности на всех водозаборах г. Красноярска. Они все укладываются в интервал от 0,15 до 0,25 ПДК и дают наиболее весомый вклад (после неметалла кремния) в неорганическую часть интегрального показателя качества воды, хотя значений, превышающих ПДК, не было зафиксировано.

Железо, марганец, никель имеют III класс опасности. НИКЕЛЬ присутствует в пробах в основном на уровне тысячных долей значения ПДК.

ЖЕЛЕЗО имеет значения среднегодовых концентраций в воде водосточника на разных водозаборах от 0,07 до 0,25 ПДК.

Концентрации МАРГАНЦА, как правило, хорошо коррелируют с концентрациями железа для природных объектов. Среднее содержание этого элемента на водозаборах в течение года составляло для р. Енисей от 0,063 до 0,159 ПДК, а для питьевой воды – от 0,034 до 0,211 ПДК.

could be conditioned both by the sharp industrial fall down and by favourable weather conditions.

Among the metals of the second class of danger measurement of tungsten, lithium and niobium concentrations was carried out for the first time. Niobium content didn't exceed analytical detectable limit of this metal in all samples. Tungsten was detected in 2 samples of drinking water with 0.08 and 0.16 MPC and in 6 samples of surface waters with the concentrations from 0.06 to 0.27 MPC. In the rest samples its content was under the detectable limit.

Significant figures for lithium concentration have been obtained only in 40 samples from 206 ones with the interval in values from 0.02 to 0.29 MPC including 25 samples from 100 ones in drinking water.

PLUMBUM concentrations above the detectable limit (0.003 MPC) have been measured only in 25 samples of surface waters and 21 sample of drinking water at maximal content 0.063 MPC.

Data show low average aluminium content both in drinking water and in Enisei in most places of sample selection.

Barium, the content of which in drinking water wasn't earlier practically studied, has the highest and stable average annual concentration values among all metals of I and II classes of danger at all water taking constructions of Krasnoyarsk. They all are in the interval from 0.15 to 0.25 MPC and make the largest contribution (after silicon non-metal) to inorganic part of integral index of water quality though the values, exceeding MPC weren't fixed.

Iron, manganese and nickel have the third class of danger. Nickel is present in samples mainly in thousandths of MPC values.

Iron has the values of average annual concentrations in the water of water sources at different water taking constructions from 0.07 to 0.25 MPC. Manganese concentrations have as a rule good correlation with iron concentrations for natural objects. Mean content of this element at water taking constructions during the year made up for Enisei from 0.063 to 0.159 MPC and for drinking water from 0.034 to 0.211 MPC.

БЕНЗ(А)ПИРЕН – органический экотоксикант I класса опасности, обладающий сильными канцерогенными и мутагенными свойствами – имеет в соответствии с (4) самую низкую ПДК – 5 нг/л. О содержании бенз(а)пирена в воде водоемочника (р.Енисей) и питьевой воде различных водозаборов можно судить по среднегодовым концентрациям, приведенным в долях ПДК:

о.Казачий – 0,166 и 0,186, «Гремячий Лог» – 0,197 и 0,152, о. Отдыха – 0,240 и 0,336, о. Посадный – 0,189 и 0,155, о. Татышева – 0,341 и 0,162, о. Н.Атамановский – 0,177 и 0,201. Если сравнить средние по всем водозаборах значения концентраций за апрельскую, майскую и октябрьскую пятидневки, то можно отметить, что содержание бенз(а)пирена в речной воде осенью примерно в 2 раза ниже весенне-летних значений, а в питьевой воде – почти в три раза ниже.

Сравнение с данными 1991–92 гг. показывает, что в 1993 г. среднегодовые концентрации бенз(а)пирена заметно уменьшились на всех водозаборах как в речной, так и в питьевой воде. Уменьшилось с 12 до 1 и количество превышений ПДК.

Исследовалось содержание трех групп пестицидов:

Хлорорганические:

ГХЦГ (все формы изомеров), ДДТ, ДДД, ДДЭ;

Фосфорорганические:

карбофос, метафос, фозалон, фосфамид;

Триазеновые:

прометрин, симазин, атразин.

Содержания ПЕСТИЦИДОВ выше порога их обнаружения в воде нет. Справочно приведены пределы обнаружения пестицидов в долях ПДК :

–ГХЦГ–0,0005, ДДД–0,02, ДДЭ–0,001, карбофос – 0,0014, метафос – 0,005, фозалон – 0,02, фосфамид – 0,017, прометрин – 0,00003, атразин – 0,00014. Общий вывод – содержанием пестицидов в питьевой воде г.Красноярска с большим запасом можно пренебречь.

Ситуация с НЕФТЕПРОДУКТАМИ, судя по результатам, аналогична бенз(а)пирену как в речной, так и в питьевой воде. Отмечается повсеместное их уменьшение. Во многих пробах концентрации нефтепродуктов ниже предела их аналитического обнаружения, который составлял величину 0,17 ПДК. Среднегодовые значения концентраций не-

BENZ(A)PYRENE, being the organic ecotoxicant of the first class of danger and possessing strong cancerogenic and mutagenic properties, has the lowest MPC 5 ng/l (4). Benz(a)pyrene content in water of water source (Enisei) and drinking water of different water taking constructions can be judged by the average annual concentrations, given in the fractions of MPC:

Kazatchy island – 0.166 and 0.186; Gremyachy Log – 0.197 and 0.152; Otdykha island – 0.189 and 0.155; Tatyshcheva island – 0.341 and 0.162, N.Atamanovsky island – 0.177 and 0.201. If we compare average concentration values for all water taking constructions for April, May and October five-day periods, it can be noted that benz(a)pyrene content in river water in autumn is approximately twice lower than spring-summer values, and in drinking water almost three times lower. Comparison with 1991–92 data shows that in 1993 average annual benz(a)pyrene concentrations were noticeably decreased at all water taking constructions both in river and in drinking water. MPC exceeding fell down from 12 to 1 times.

Three pesticide groups have been investigated:

chlorine organic, phosphorus organic and triasenic ones.

PESTICIDES above concentration of 0.02 MPC weren't found in water.

The situation with oil products, judging by the results, is analogous to the one with benz(a)pyrene both in river and in drinking water. Their general decrease has been noted. In many samples the concentration of oil products is lower than the limit of their analytical detection, which is 0.17 MPC. Average annual values of concentration of oil products in river water at water taking constructions are in 0,06 to 0.167 MPC range and in drinking water from 0.03 to 0.325 MPC.

According to the results of phenol measurements in can be stated that they are detected everywhere in very large quantities. From 95 samples of river water exceeding of MPC is observed in 63 ones (67%). For drinking water statistical data is as follows: from 100 water samples exceedings have been noted in 54 (54%). The analogous situation was

фрепродуктов в речной воде на водозаборах колеблется в пределах от 0,06 до 0,167 ПДК а в питьевой воде – от 0,03 до 0,325 ПДК.

По результатам измерения ФЕНОЛОВ можно констатировать, что они обнаруживаются повсеместно и в очень больших количествах. Из 95 проб речной воды превышения ПДК наблюдается в 63 пробах (67%). Для питьевой воды статистика выглядит следующим образом: из 100 проб воды превышения отмечены в 54 (54%). Аналогичная ситуация имела место и в 1991–92 гг. Необходимо отметить, что этот показатель измерялся в разных лабораториях, но по одной и той же гостированной методике. Сама методика имеет очень низкую чувствительность и по своей природе не однозначна. Поэтому к результатам, полученным с ее помощью следует относиться по меньшей мере с большой осторожностью – она некорректна. Подтверждением последнего тезиса могут служить следующие факты. Нами методом газовой хроматографии проведены измерения крезоло (II класса опасности) – одной из часто встречающейся компоненты природных летучих фенолов. Результаты измерений в 47 пробах как речной, так и питьевой воды показывают, что содержание крезоло во всех пробах ниже 0,015 ПДК.

Учитывая ситуацию, сложившуюся с фенолами, считаем, что главной задачей для установления истинного положения вещей является применение современных и чувствительных методик анализа самого фенола и его производных.

Как бенз(а)пирен в мировой практике считается «индикатором» на содержание всей группы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), так и ХЛОРОФОРМ полагают «индикатором» смеси хлорированных органических продуктов, образующихся при воздействии хлора на содержащиеся в воде органические соединения при ее хлорировании молекулярным хлором.

Данные по концентрациям хлороформа были впервые получены в 1991–92 гг. В ряде проб питьевой воды, несмотря на ограниченное число измерений, зарегистрировано большое содержание хлороформа. Сам хлороформ относится к веществам II класса опасности, содержание его в речной воде по нашим измерениям не превышает аналитического предела обнаружения 0,015 ПДК. Поэтому измерения концентрации хлорофор-

in 1991–92. Note that this index has been measured in different laboratories, but using one and the same standard technique. The methods themselves have very low sensitivity and are not simple by their nature. Therefore the results obtained with their help should be treated at least very carefully—they are not correct. The last thesis can be confirmed by the following facts. Cresol having the second class of danger and being one of the frequently met components of natural volatile phenols, has been measured using gas chromatography. Measuring results in 47 samples both of river and drinking water show that cresol content in all samples is lower than 0.015 MPC.

Proceed from the situation arisen for phenols we consider that the problem for obtaining of true results is application of modern and sensitive techniques for analysis of phenol and its derivatives.

Like benz(a)pyrene which is considered the «indicator» showing the content of the whole group of polycyclic aromatic hydrocarbons, chloroform is considered the indicator of the mixture of chlorinated organic products formed at chlorine influence on organic compounds in water when it is chlorinated by molecular chlorine.

Data on chloroform concentration were obtained for the first time in 1991–92. The number of drinking water samples, despite the limited measurements, showed large chloroform content. Chloroform itself is the substance of the second class of danger, its content in river water according to our measurements doesn't exceed the analytical detectable limit 0.015 MPC. Therefore chloroform concentration measurements have been carried out only in chlorinating devices of water taking constructions. i.e. actually in drinking water, given to the city water pipe. On the whole 100 samples were taken. The number of measurements for each water taking construction was from 15 to 19 a year. Average annual chloroform content varies from 0.449 to 0.841 MPC for different water taking constructions, the average value for all constructions is 0.545. During the year 13 exceedings of MPC have been noted from 1.033 to 7.733 times, in April – 5, in May–June – 7, October – 1.

At considerable scattering of mean values in different water taking constructions in spring-summer period chloroform concentration is

ма производились только в кранах хлораторных коммунальных водозаборов, т.е. по существу в питьевой воде, подаваемой в городскую водопроводную сеть. Всего отобрано 100 проб. Число измерений, приходящихся на каждый водозабор, составляло от 15 до 19 за год. Среднегодовое содержание хлороформа колеблется от 0,449 до 0,841 ПДК для разных водозаборов при среднегодовом по всем водозаборам -0,545 ПДК. За год отмечено 13 превышений ПДК от 1,033 до 7,733 раз, из них в апреле - 5, мае-июне -7, октябре - 1.

При значительном разбросе средних значений между водозаборами в весенне-летний период в целом концентрации хлороформа в 3-4 раза выше, чем в осенний. Аналогичная тенденция наблюдалась и для концентраций бенз(а)пирена.

По результатам проведенных исследований можно однозначно констатировать, что из-за хлорирования воды только за счет хлороформа, образующегося при этом технологическом процессе водоподготовки, в питьевую воду вносится дополнительно в среднем более 0,5 ПДК экотоксиканта II класса опасности. После этого дополнительного загрязнения вода без очистки подается в городскую водопроводную сеть. Таким образом хлорирование воды, используемое для подавления биологических загрязняющих компонентов, существенно ухудшает санитарно-токсикологические показатели качества воды, что требует либо замены хлорирования на другой метод биологической очистки (например, озонирование), либо доочистки питьевой воды от хлорпроизводных органических веществ после хлорирования.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Качество воды р. Енисей по микробиологическим показателям в зоне санитарной охраны коммунальных водозаборов г. Красноярска относится к умеренной степени загрязнения - индекс загрязнения =1 Наибольшее микробиологическое загрязнение р. Енисей отмечается в весенний и осенний периоды года. Качество воды Красноярского водохранилища и рек Мана, Базайха в весенний период относится к допустимой степени загрязнения.

3-4 times higher than in autumn. Analogous tendency was also observed for benz(a)pyrene concentrations. According to the results of investigations it can be undoubtedly stated that because of water chlorinating only owing to chloroform, being formed at this technological process, drinking water additionally receives average over 0.5 MPC of ecotoxicant of the second class of danger.

After this additional pollution the water without purification goes to the city water pipe. So water chlorination, used in order to neutralise biological polluting components, essentially deteriorates sanitary-toxicological water quality indices, demanding either to change chlorination for some other method of biological purification (ozonation for example) or additional purification of drinking water from chlorine derivative organic substances after chlorination.

MICROBIOLOGICAL INDICES

Water quality of Enisei by microbiological indices in the sanitary zone of water taking constructions of Krasnoyarsk is of average pollution degree - pollution index is 1. The heaviest microbiological pollution of Enisei takes place in autumn and spring. Water quality in Krasnoyarsk water reservoir and the river Mana and Basaikha in spring is of permissible pollution degree.

The high degree of microbiological pollution is in the water of Kacha, pollution index is 2, annually pathogenes of intestinal infections are registered.

Relative quantity of non-standard analyses of drinking water (4 %) at water taking constructions after chlorinating is registered with not high coli-index 4.

There have been noted some cases, registering colifague in drinking water (3%) from water taking constructions at Otdykha and N-Atamanovsky islands, with satisfactory coli-index, indirectly indicating virus presence in water, testifying to unreliability of such disinfection as chlorinating.

К высокой степени микробиологического загрязнения относится вода р. Кача, индекс загрязнения =2, ежегодно регистрируются возбудители кишечных инфекций (сальмонеллез).

Удельный вес нестандартных анализов питьевой воды (4%) на водозаборах после хлорирования регистрируется с невысоким коли-индексом =4.

Отмечались случаи регистрации в питьевой воде (3%) с водозаборных сооружений о. Отдыха, о. П. Атамановский колифагов при удовлетворительных показателях коли-индекса, косвенно указывающих на присутствие вирусов в воде, что говорит о ненадежности такого метода обеззараживания, как хлорирование.

Исследование всех проб питьевой воды с коммунальных водозаборных сооружений не выявили патогенную микрофлору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показателей качества воды, проводимые на основных коммунальных водозаборах г. Красноярска в 1991–93 гг. позволили:

– в значительной мере повысить достоверность значений параметров, количественно характеризующих качество воды как за счет одновременного измерения их в различных аналитических лабораториях, так и за счет повышения чувствительности применяемых методов анализа;

– расширить список контролируемых экотоксикантов I и II класса опасности, практически завершив его по неорганическим компонентам;

– получить большой объем статистического материала, характеризующего качество воды в весенне-летний и осенний периоды за счет проведения нескольких серий ежедневных измерений;

– впервые провести интегральную оценку качества питьевой воды на всех коммунальных водозаборах г. Красноярска.

ИСТОЧНИКИ

1. Фомин Г.С., Ческис А.Б. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам.

CONCLUSION

Investigations of water quality indices, carried out at the main water taking constructions of Krasnoyarsk in 1991–93 allowed:

– to considerably improve trustworthiness of parameters, quantitatively characterizing water quality both owing to simultaneous measurement in different analytical laboratories and due to the increase of sensitivity of the applied technique,

– to enlarge the list of controlled ecotoxics of the first and the second class of danger, practically haven finished it for inorganic components,

– to obtain a great bulk of statistical material, characterizing water quality in spring-summer and autumn periods owing to several series of daily measurements,

– to carry out for the first time integral evaluation of the quality of drinking water at all Krasnoyarsk municipal water taking constructions.

REFERENCES

1. Fomin G.S., Cheskis A.B. Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety according to international standards. References under the ed. S.A. Podlena. – M: Publ. Gelikon, 1992 – 392 p.
2. Guidance for the control of drinking water quality. – World Health Organization, Geneva. Publ. Medicina, M: V.1, 1986; V.2, 1987; V.3, 1988.
3. Standard 2874–82. Drinking water. Hygienic demands and quality control.
4. SanPiN 4630–88. Sanitary rules and norms of defence of surface waters from pollution.

Справочник / Под ред. С.А.Подлены. – М.: Изд. «Геликон», 1992.– 392 с.

2. Руководство по контролю качества питьевой воды. – ВОЗ, Женева. Изд. «Медицина», М.: т.1. 1986, т.2. 1987, т.3. 1988.
3. ГОСТ 2874–82. «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».
4. СанПиН 4630–88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения».

TO THE PROBLEM OF RECOGNIZING AND
USING OF ACTIVATED AND EXTREMELY FRESH
WATER

*Rudnik Vjacheslav Alexandrovich, professor, dr.
of
geol.-miner. sci, Institute of Precambrian
Geology
and Geochronology of RAS*

*Sooslov Georgiy Innokentievich,
candidate of geol.-
ner. sci, 'Mine Company'*

Discovery of academician F.A.Letnikov of the capability of water heated higher than its critical temperature to keep thermal memory about dissolving is very important for the solution of problem of water supply of population. Existence of this kind of water, named by academician F.A.Letnicov activated water, may be expected within different rift structures and, in particular at the bottom of freshwater basins, where it has a juvenile nature. It seems that water of Baikal Lake, which has a juvenile supply, connected with rift structure of its bottom, may be activated to a great extent, and as a result may have a property of increased dissolving in respect of different substances, foreign to human organism. Together with the properties of 'vital' water, defined by its purification as a

result of filtration, water of Baikal Lake is unique and may be considered as a medicinal one, and is very important for the solution of the problem of water supply of the eastern part of the Earth.

In the light of mentioned above, methods of evaluation of genetic sources of fresh water and criteria of recognizing of activated water become very important.

Established during last years strong sources of Late Proterozoic age of extremely fresh water in the basin and at the bottom of Ladoga Lake, capacity of which is about 500 cubic meters per second, are capable to solve the problem of fresh water of unique purity not only for St.Petersburg but for countries of West Europe too. Extraction of this water and sale it to the western countries may help in solution of the economic problems, connected with reduction of industry and agriculture in Ladoga Lake area. According to mentioned above the problem of searching of new sources of juvenile water, which define the activated ingredient of Ladoga water is very important.

It should be noted that may be exactly this property of Ladoga water allowed to Valaam monks to name it 'vital' water.

All, mentioned above defines a new dimension in study of fresh water and especially its activated ingredient, connected with juvenile sources.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ
ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ИСТОЧНИКОВ УФ-
ИЗЛУЧЕНИЯ

*Скурлатов Юрий Иванович, д.х.н.,
чл. корр.РАЕН,
Штамм Елена Валентиновна, д.х.н.,
Институт химической физики РАН
Хайлов Евгений Георгиевич, Минприрода
России,
Васильев Герман Константинович, д.ф.н.,
Саратовских Елена Анатольевна,
к.х.н. Институт химической физики РАН
(Черноголовка)*

Бактерицидное действие УФ-излучения известно давно. УФ-излучение приводит также к образованию в обрабатываемой воде активных промежуточных частиц, в частности синглетного кислорода и свободных радикалов, участвующих в окислении растворенных в воде органических веществ. Под действием УФ-излучения происходит распад альдегидов и кетонов, гидроксиглирование ПАУ, дехлорирование ХОС, декарбонилирование органических кислот, окисление трудноокисляемых органических соединений. Особенно эффективны системы индуцированного окисления, основанные на совместном использовании УФ-излучения с озоном или/и пероксидом водорода. В докладе обсуждаются перспективы использования УФ-излучения в очистке воды из поверхностных водоемов взамен стадии первичного хлорирования. Проведен сравнительный анализ различных методов водоподготовки.

Показано, что УФ-обработка воды лишена недостатков, присущих озонированию: достигается более полное окисление органических соединений, образуются токсичные броматы и продукты окислительного сочетания хлорфенолов. Технологические преимущества УФ-излучения связаны с отсутствием капитальных затрат, относительно низкими эксплуатационными расходами, простотой и доступностью оборудования. Для обработки больших объемов воды предлагается использовать водопогружные УФ лампы в кассетном исполнении на базе ртутных ламп низкого давления. Представлены новые типы УФ-ламп с практически неограниченным ресурсом работы и возможностью увеличения доли жесткого ультрафиолета.

NEW APPROACH TO TECHNOLOGY OF PURIFICATION AND
DESINFECTION OF DRINKING WATER
BY USING UV-LIGHT SOURCES

*Skurlatov Yuriy I., Dr. Sci.,
Shtamm Elena V., Dr. Sci., Institute of
chemical physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
Khallov Eugenii G.,
Ministry for environmental protection and
natural resources, Moscow, Russia,
Vasiliev German K., Dr. Sci.,
Saratovskikh Elena A., Ph.D., Institute of sciences, Chernogolovka, Russia*

The bactericide effects of UV-irradiation is well-known. UV-irradiation result in also formation of singlet oxygen and free radicals, that participate in oxidation of dissolved organic substances in the water. Under UV-light the decomposition of aldehydes and ketons, hydroxylation of polyaromatic compounds, dechlorination of Cl-organic compounds, decarboxylation of carbonic acids and oxidation of hard-oxidizable organic compounds are occurred. The systems of induced oxidation based on using of UV-irradiation together with ozone or/and hydrogen peroxide are especially effective. In this paper the perspectives of using of UV-irradiation for purification and disinfection of drinking water from surface-sources instead of primary step of chlorination are discussed.

The comparative analysis of different methods of drinking water treatment is fulfilled. It is shown that UV-irradiation treatment has not the defects of ozonation. Under UV-light more complete oxidation of organic substances is reached, the toxic bromate and oxidation coupling of chlorophenol products are not formed. Technological advantages of UV-irradiation associate with absent of capital expenditures with relatively low operation expenses and with simple and susceptible equipment. For treatment of large volume of water to use water-immersed UV-sources in cassette packing on the base of low pressure mercury lamps is suggested. New types of UV-lamps with practically unlimited working time and high yield of hard UV-light are presented.

ПРОГРЕСС
В ФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ
ВОДЫ

*Тарнопольская М.Г.,
кандидат технических наук,
(МИУСорб),
Ковалева Н.Б.,
кандидат технических наук,
(ИПКОН РАН)*

В начале 70-х годов среди малометаморфизованных углей была обнаружена группа углей, названных мезопористыми. Особенность этих углей состоит в том, что их сорбционный объем представлен порами диаметром 3,5–4 нм и составляет 0,3–0,4 мл/г. Сорбционная емкость мезопористых углей по поверхностной адсорбции выше, чем у других ископаемых углей, и сорбционные процессы идут значительно быстрее. Эти качества позволяют использовать их для производства сорбентов очистки воды без дополнительной химической и термической обработки.

В настоящее время сорбент МИУ-С изготавливается предприятием «МИУ-Сорб» из мезопористых углей отечественного месторождения в виде трех фракций: МИУ-С (2–5 мм), МИУ-С2 (1–3 мм), МИУ-С3 (0,5–1 мм) согласно технических условий ТУ0320-001-17809450-94, ранее он изготавливался из донецких углей.

Проверка возможности использования МИУ-С для комплексной защиты водоемов показала целесообразность его применения для снижения в воде концентрации нефтепродуктов до 0,1–0,3 мг/л, фенолов с 0,5–1,0 до 0,02–0,03 мг/л, ионов металлов с 0,5–1,0 до 0,1–0,2 мг/л.

В настоящее время предприятием МИУ-Сорб ведется промышленное внедрение разработанной им технологии очистки воды от нефтепродуктов и взвешенных веществ в напорных металлических фильтрах, загруженных МИУ-С.

В процессе промышленного внедрения указанной выше технологии было установлено, что наиболее распространенные сегодня фильтры типа ФиП, ФОВ, ФСУ и др. имеют ряд особенностей, затрудняющих их эксплуатацию в процессах фильтрационной очистки воды.

PROGRESS
IN A FILTER CLEANING
OF WATER

*Dr. Tarnopolskaya M.G.
(MIU-Sorb),
Dr Kovaleva I.B.
(IPKON RAN)*

In the early 70-th a group of coal (called mesopored coals) was found. The characteristic feature of them consists in the fact that these coals sorption value is represented by pores 3,5–4 nm in a diameter and exceed 0,3 ml/g. The sorption capacity of mesopored coals is higher than other fossil coals. These qualities permit to use it for producing of sorbents without any chemical or heat treatment.

Now the sorbent MIU-S manufactures by enterprise MIU-Sorb from mesopored coals of Russian deposits in three types: MIU-S1 (2–5 mm), MIU-S2 (1–3 mm), MIU-S3 (0,5–1 mm).

The checking of the possibility of using MIU-S for complexes protection of water pools has demonstrated the advantage of it's using for reducing the concentration oils to 0,1–0,3 mg/l, phenol concentration from 0,5–1 mg/l to 0,1–0,2 mg/l.

Now the enterprise MIU-Sorb works under way filter plants for cleaning water from oils and suspended solids by MIU-S.

The enterprise MIU-Sorb has worked out and has checked in industrious conditions and has checked in industrials conditions the new design of filter by a diameter 1,4 m, a height 4 m.

This filter allows to:

- efficiency of the loading to be improved due to uniform distribution of water along filter section;
- to simplify loading and control over filter operation using bottom and upper hatches;
- to reduce area requirement of filter due to connection of all the distributors in the tray and front disposition of control valves.

Предприятием МИУ-Сорб была разработана и в настоящее время проверена в промышленных условиях новая конструкция напорного металлического фильтра диаметром 1,4м и высотой около 4м.

Вследствие снижения стоимости сорбента (в 2-5 раз ниже стоимости активированных углей) и уменьшения объема очистных сооружений в 1,5-2 раза (за счет использования прогрессивного оборудования) это оборудование и технология доступны для использования.

Предприятие «МИУ-Сорб» готово оказать необходимую помощь по привязке технологического процесса очистки воды сорбентом МИУ-С, его изготовлению, изготовлению фильтров МИУ-Сорб, монтажным и пусконаладочным работам.

Всю необходимую информацию можно получить по телефону/телефаксу 433-81-10 по адресу: 117571, Москва, а/я 23 «МИУ-Сорб»

Последние годы характеризуются значительным развитием исследовательских работ в области очистки воды фильтрацией.

Одно из наиболее значительных достижений – использование новых фильтрующих материалов, позволяющих одновременно извлекать из воды и растворенные и нерастворенные загрязнения.

Наиболее прогрессивный материал для загрузки фильтров обладает развитой структурой внутренних пор (для сорбции растворенных загрязнений), высокой прочностью (не истираться и не вымываться из фильтра в процессе очистки его от нерастворенных загрязнений), доступен для использования и значительно дешевле традиционно используемых для сорбции активированных углей.

Примером таких материалов является сорбент, изготавливаемый из мезопористых ископаемых углей.

В начале 70-х годов среди малометаморфизованных углей была обнаружена группа углей, названных мезопористыми. Особенность этих углей состоит в том, что их сорбционный объем представлен порами диаметром 3,5-4 нм и составляет 0,3-0,4мл/г. Сорбционная емкость мезопористых углей по поверхностной адсорбции выше, чем у других ископаемых углей, и сорбционные процессы идут значительно быстрее. Эти качества позволяют использовать их для

So price of sorbent MIU-S is in 2-5 times lower than activated carbons. It is very profitable to use abovementioned technology and installation which are produced MIU-Sorb Co.

MIU-SORB Co. is able to provide:

1. the technology itself;
2. ready filters with the medium;
3. medium MIU-sorbent itself;
4. help in start and adjust work.

For any further information please apply to: MIU-SORB Dr. Marina Tarnopolskaya, apt.127, 125. Vernadsky Prospekt, Moscow. 117571 Russia. Tel/Fax: (095) 433-81-10.

Last years are characterized by development of research works in the field of cleaning water by filter.

The most progressive filter's medium has as a large volume of entire pores (for sorption processes) as a mechanical and chemical durability for no polluting the cleaning water.

The example of such medium is a sorbent from mesopored coals.

In the early 70-th a group of coal (called mesopored coals) was found. The characteristic feature of them consists in the fact that these coals sorption value is represented by pores 3,5-4nm in a diameter and exceed 0,3ml/g. The sorption capacity of mesopored coals is higher than other fossil coals. These qualities permit to use it for producing of sorbents without any chemical or heat treatment.

It should be marked that mesopored coals are related to the noncoking coals and used usually as a fuel only. That's why they double use: when the coals had been used as a sorbent in used as a fuel.

Now the sorbent MIU-S manufactures by enterprise MIU-Sorb from mesopored coals of Russian deposits in three types: MIU-S1 (2-5mm), MIU-S2 (1-3mm), MIU-S3 (0,5-1mm).

производства сорбентов очистки воды без дополнительной химической и термической обработки.

Следует отметить, что мезопористые угли относятся к некоксуемым и обычно используются только в качестве топлива, что предопределяет их двойное использование: отработанный сорбент используется как топливо.

В настоящее время сорбент МИУ-С изготавливается предприятием «МИУ-Сорб» из мезопористых углей отечественного месторождения в виде трех фракций: МИУ-С1 (2-5мм), МИУ-С2 (1-3мм), МИУ-С3 (0,5-1мм) согласно технических условий ТУ0320-001-17809450-94, ранее он изготавливался из донецких углей.

Проверка возможности использования МИУ-С для комплексной защиты водоемов показала целесообразность его применения для снижения в воде концентрации нефтепродуктов до 0,1-0,3мг/л, фенолов с 0,5-1,0 до 0,02-0,03мг/л, ионов металлов с 0,5-1,0 до 0,1-0,2мг/л.

В настоящее время предприятием МИУ-Сорб ведется промышленное внедрение разработанной им технологии очистки воды от нефтепродуктов и взвешенных веществ в напорных металлических фильтрах, загруженных МИУ-С. Такие фильтровальные станции работают на трех московских предприятиях: Востряковском ДСК, фабрике «Ударница», АО «Крекер» (ниже представлены результаты контроля состава воды, проведенного арбитражной лабораторией Москомприроды), монтируются и подготавливаются к пуску в Москве для очистки ливневых вод и стоков от обмыва оборудования в Управлении механизации 41 и на Остаповских кустовых (для десяти предприятий) сооружениях, в Латвии на станции перекачки нефтепродуктов.

Применение оборудования и технологии «МИУ-Сорб» позволили добиться очистки воды от взвешенных веществ на 99%, а от нефтепродуктов на 85-90%, причем в области очень низких концентраций, близких ПДК. На фильтровальной станции локомотивного депо Москва-Сортировочная концентрация нефтепродуктов снижается с 4,1 до 0,25мг/л, на Ударнице - мезопористыми углями концентрация нефтепродуктов была уменьшена с 1,6 до 0,15мг/л, а последующее фильтрование этой воды через 2-х метровый слой активированного угля БАУ снизил

The checking of the possibility of using MIU-S for complexes protection of water pools has demonstrated the advantage of it's using for reducing the concentration oils to 0,1-0,3mg/l, phenol concentration from 0,5-1mg/l to 0,1-0,2mg/l.

Now the enterprise MIU-Sorb works under way filter plants for cleaning water from oils and suspended solids by MIU-S.

Such filter stations works at three Moscow plants are erected in three Moscow and Latvian plants.

Using the installation and the technology MIU-Sorb allows to react of cleaning water from oils on 85-90% and solids on 95% at least in the space of very low concentration such as limit permissible at the filter plant of locomotive depo.

The oil concentration was decreased from 4,1 to 0,25mg/l at the first plants from 1,6 to 0,15mg/l and the second from 0,8 to 0,12mg/l. Using the activated coal BAU supplied an additional decreasing only at 0,03-0,07mg/l.

So it is proved that using of sorbents MIU-S according to the technologic reglament MIU-Sorb practically permits LPC without activated coals (with account of standard mistake of the analytic control).

Besides the longtime industries researches opened that the time work of MIU-S sorbent up to the full burning was (only with using flash and lye regeneration more than 2 years.

The research of the mechanical, chemical durability, radiation and toxic safety. MIU-S which was produces from Russia coals demonstrated that there are no reasons forbidding the using these sorbents for cleaning drinking water.

The enterprise MIU-Sorb has worked out and has checked in industrious conditions and has checked in industrials conditions the new design of filter by a diameter 1,4m, a height 4m.

This filter allows to:

- efficiency of the loading to be improved due to uniform distribution of water along filter section;
- to simplify loading and control over filter operation using bottom and upper hatches;
- to reduce area requirement of filter due to connection of all the distributors in the tray and front disposition of control valves.

концентрацию еще на 0,03 мг/л, то есть только до 0,12 мг/л, на АО «Крекер» концентрация талого снега уменьшилась с 0,8 до 0,17 мг/л после фильтрации через МИУ-С украинского месторождения, и дополнительно до 0,12 после МИУ-С российского месторождения, после БАУ была достигнута концентрация 0,05 мг/л.

Таким образом сегодня доказано, что применение сорбентов МИУ-С в соответствии с технологическим регламентом «МИУ-Сорб» позволяет практически достичь без применения активированных углей уровень ПДК рыбохозяйственных водоемов (с учетом разрешаемой ГОСТом ошибки аналитического контроля в этой области).

Кроме того, длительные промышленные испытания показали, что срок службы МИУ-С в фильтре при использовании промывки этого материала и его щелочной регенерации по регламенту «МИУ-Сорб» составляет не менее 2-х лет.

Исследование сорбента МИУ-С, изготовленного из отечественного мезопористого сырья, на механическую и химическую стойкость и радиационную и токсикологическую безопасность показали, что для этого сорбента нет никаких противопоказаний для использования его в питьевом водоснабжении.

В процессе промышленного внедрения указанной выше технологии было установлено, что наиболее распространенные сегодня фильтры типа ФИП, ФОВ, ФСУ и др. имеют ряд особенностей, затрудняющих их эксплуатацию в процессах фильтрационной очистки воды.

Предприятием МИУ-Сорб была разработана и в настоящее время проверена в промышленных условиях новая конструкция напорного металлического фильтра диаметром 1,4 м и высотой около 4 м.

Этот фильтр позволяет с максимальным эффектом осуществлять технологические процессы (фильтрацию, обратную промывку и регенерацию) за счет новой конфигурации фильтра и использования усовершенствованных систем распределения воды по поперечному сечению фильтра.

Кроме того, за счет наличия легко открывающихся верхнего и нижнего люков упрощается процесс загрузки и перегрузки фильтрующего материала и контроль за работой распределительных устройств.

So price of sorbent MIU-S is in 2-5 times lower than activated carbons. It is very profitable to use abovementioned technology and installation which are produced MIU-Sorb Co.

MIU-SORB Co. is able to provide:

1. the technology itself;
2. ready filters with the medium;
3. medium MIU-sorbent itself;
4. help in start and adjust work.

For any further information please apply to: MIU-SORB, Dr. Marina Tarnopolskaya, apt.127, 125 Vernadsky Prospekt. Moscow, 117571, Russia.

Достоинством фильтров МИУ-Сорб является универсальное расположение входных и выходных патрубков, позволяющее использовать фронтальное расположение контрольно-измерительной аппаратуры.

В настоящее время этими фильтрами оборудовано несколько фильтровальных станций.

Все выше сказанное свидетельствует о том, что в настоящее время создана и готова к широкому промышленному использованию новая прогрессивная технология решения одной из глобальных задач экологии – защиты водоемов и питьевой воды от нефтепродуктов и при этом – без нанесения вторичного ущерба природе за счет химической или термической активации сырья.

Вследствие снижения стоимости сорбента (в 2-5 раз ниже стоимости активированных углей) и уменьшения объема очистных сооружений в 1,5-2 раза (за счет использования прогрессивного оборудования) это оборудование и технология доступны для использования.

Предприятие «МИУ-Сорб» готово оказать необходимую помощь по привязке технологического процесса очистки воды сорбентом МИУ-С, его изготовлению, изготовлению фильтров МИУ-Сорб, монтажным и пусконаладочным работам.

Всю необходимую информацию можно получить по телефону/телефаксу 433-81-10 или по адресу: 117571, Москва, а/я 23 «МИУ-Сорб».

*Тихонова Н.Е., к.ф.н.
АО «Новые русские
технологии»*

Одной из острейших проблем, связанных с водным хозяйством и водопользованием, является проблема комплексного планирования всей водохозяйственной деятельности. Учитывая многоотраслевой, многофункциональный характер использования водных ресурсов, без такого планирования невозможно их рациональное использование.

Комплексное планирование водохозяйственной деятельности может осуществляться на различных уровнях: региональном, областном, районном, локальном. Наиболее перспективным для отработки технологии планирования водопотребления на данном этапе представляется «сублокальный» уровень, т.е. уровень малого населенного пункта численностью до трех тысяч человек. Именно на этом уровне есть реальная возможность отследить все формы водопотребления и водопользования, отработать и состыковать технологические схемы циркуляции, очистки, регенерации и консервации воды различного функционального назначения с целью решения задач обеспечения экологической чистоты населенного пункта, оборотности водоснабжения, высокого качества питьевой, хозяйственно-бытовой и технической воды.

Эти задачи специалисты АО «Новые русские технологии» решают в рамках разработки проекта «Экополис» (экоустойчивых малых поселений), потребность в которых резко возросла в условиях «бума» загородного строительства, массового потока мигрантов, расселять которых предстоит преимущественно в сельских местностях, а также возрастания экологических требований к пансионатам, санаториям, домам отдыха и прочим рекреационным учреждениям. Разрабатываемый проект экоустойчивых поселений исходит из концепции их как целостных социобиоценозов. По аналогии с чисто природными системами, представляющими собой максимально замкнутые системы циркуляции вещества и энергии

*Tikhonova Natalia, D.P.,
Join-Stosk-Company «New Russian
Technologies»*

One of the main problems connected with the water industry and water consumption is the problem of all round planning of water management. Taking into consideration the great number of branches and functions of water resources usage it is impossible to consume water rationally without such planning.

There are several levels of all-round planning of water industry: regional, municipal, communal. The most perspective level for the creation of water consumption planning technology is «sublocal» level, i.e. the level of the small settlement with the population up to the 3 thousand of people. This level provides the opportunity to follow all types of water usage and water consumption, work out and connect the technological schemes of circulation, purification, regeneration and preservation of water with the different functions to solve the problem of the settlement ecological clearness, water supply circulation, high quality of drinking, technical and household water.

These tasks are solved by the «NRT» in the frames of the «Ecopolys» Project (Ecologically Stable Small Settlement). The need in such settlement grows constantly with the «boom» of suburban construction, mass scale of migration and the growth of ecological requirements to sanatoria, health centres, tourist camps etc. In the base of the ecologically stable settlement project is the concept of the integral sociobiocynosis. By analogy with the natural systems, which are the maximum closed substance and energy circulation systems with the great amount of intermediates in the chain of circulation the Project intends to create maximum closed ecosystem, in which the waste products of one type of activity are the raw materials for another.

с большим количеством промежуточных звеньев в цепи циркуляции, он предполагает создание в идеале максимально замкнутой экосистемы, где отходы одного вида деятельности являются сырьем для другого ее вида.

Система водопользования, являющейся элементом целостной экосистемы «Экополиса», строится на нескольких основных принципах:

1. Резкое сокращение водопотребления за счет специального водосберегающего оборудования для раздачи воды потребителю.

2. Внедрение технологий повторного использования воды после восстановления ее качества.

3. Диверсификация водотоков как по характеру загрязнений, так и по целевому использованию для оптимизации ее очистки и регенерации.

С целью реализации первого принципа уже разработаны новые виды оборудования, позволяющего резко сократить водопотребление, в том числе:

- душевая насадка, позволяющая сократить использование воды для мытья в 5 - 7 раз, доведя его в среднем до 2 литров на взрослого человека, и снижающая расход электроэнергии за счет малого давления в магистрали при сохранении уровня комфортности

- насадка на кран-смеситель с аналогичными характеристиками по сокращению водопотребления

- мини-сауна, легко монтирующаяся в стандартной ванной комнате, и обеспечивающая тепловой диапазон 30-100° С

- сухой биотуалет с системами сбора и временного раздельного хранения продуктов жизнедеятельности человека с оригинальной конструкцией и экологически безвредными консервантами для строений и помещений, не оборудованных стационарной канализационной системой, не требующий ни водо-, ни энергопотребления, и обеспечивающий получение высококачественного удобрения.

С учетом второго и третьего принципов, сформулированных выше, специалистами АО «НРТ» разработано несколько возможных схем водопотребления для населенных пунктов до трех тысяч человек. Первая из них ориентирована на поселок с разнообразными типами деятельности, расположенный вокруг непромышленного объекта, оборудо-

The system of water usage is the part of the integral «Ecopolys» ecosystem and based on the following main principles:

1. Sharp decrease of water consumption due to the special water saving equipment.

2. Introduction of technologies of water secondary use after its quality restoration.

3. Water flow diversification according to the type of contamination and further usage to optimise its purification and regeneration.

To realize the first principle NRT created the new type of equipment which allows to reduce water consumption.

There are:

- shower nozzle, which allows to reduce shower water 5 - 7 times, that makes two litres per one adult person and to cut power consumption due to the low pressure in the electric main keeping the level of comfort constant.

- faucet nozzle with the same parametres of water saving,

- mini-sauna, easily mounting in the standard bathroom and providing heat range 30-100°C,

- dry biotoilet with the systems of collection and temporary separated storage of human wastes; the toilet has the unique desing and ecologically harmless conservants and can be used in the buildings and apartments not provided with the stationary sewerage; it doesn't consume any water or power and allows to get chemically pure and very valuable fertilizer.

According to the second and third principles, mentioned above, the «NRT» specialists worked out several possible schemes of water consumption for the settlements with the population up to 3 thousand of people. The first scheme is desinged for the settlement with all types of human activity, which is situated around the non-industrial building and

ванный единой канализационной системой и очистными сооружениями. В рамках данной схемы предусматривается сбор всех жидких отходов в централизованную канализационную сеть, биологическая очистка в аэротенках, фильтрация, обеззараживание и слив в искусственные пруды для дополнительной биологической очистки. Подача воды на потребление осуществляется из этих прудов после специальной подготовки. Основными компонентами схемы централизованного водообеспечения такого поселка, включающего жилой комплекс, плавательный бассейн, предприятия общественного питания, бани, прачечные, мастерские, гаражи и химчистки, выступают: жироловушки, установка регенерации санитарно-бытовой воды, установка регенерации технической воды, станция очистки канализационных стоков (грубые фильтры, аэротенки, обеззараживатели, фильтры), станция нейтрализации сложных стоков (нефтепродукты, СПАВ и др.), биологические пруды, станция водоподготовки, установка подготовки и очистки воды бассейна, установка переработки тупиковых веществ.

Наряду с этой схемой в АО «Новые русские технологии» разработаны также схемы автономного водопотребления коттеджей, схемы водообеспечения с максимальной степенью замкнутости для вододефицитных местностей, системы регенерации воды вплоть до ее биологического оживления.

Самостоятельным направлением деятельности, обеспечивающим технологическую, аппаратную и организационную базу для реализации проекта «Экополис», выступает работа АО «Новые русские технологии» по подбору, доработке и увязке отдельных технологических и аппаратных схем в области регенерации, кондиционирования, консервирования и вторичного использования воды, контроля ее характеристик на всех этапах восстановления и использования в соответствии с отдельными заказами, ориентированными исключительно на проблемы водопользования.

Стоимостные характеристики и резервы систем зависят от конкретных эксплуатационных требований и выбранной схемы водопользования. Образцы оборудования, разработанного в АО «Новые русские технологии», а также предлагаемых им технологических решений представлены на технической выставке «Вода: экология и технология».

equipped with the common sewerage and purification system. Collection of all liquid wastes to the centralized sewerage, biological purification in the aerotanks, filtering, decontamination and placing them to the artificial water reservoirs for the complimentary biological purification are provided in the frames of this scheme. The customers get water from these reservoirs after the special preparation. The main components of this settlement centralized water supply scheme which includes dwelling-houses, swimming pool, cafes, saunas, laundries, dry cleaners, repair shops, are fat filters, sanitary water regenerator, technical water regenerator, sewerage purification station (rough filters, aerotanks, decontaminators, filters), complex wastes neutralization centre (oil products, synthetic superficially active substances (SSAS)), biological reservoirs, water preparation station, reservoir water preparation and purification device, final substances processing device.

Together with this scheme the Joint-Stock Company «New Russian Technologies» created the schemes of autonomous water consumption for cottages, schemes of water supply with maximum closed cycle for the water deficiency regions, the systems of water regeneration up to its biological revival.

The independent branch of activity, providing technological, technical and organizational basis for the «Ecopolys» Project realization is the «NRT» activity in the field of selecting, working out and connecting the separate technological and technical schemes in the sphere of water regeneration, conditioning, preserving and secondary use, water parameters control during the all stages of regeneration and usage according to the concrete demands.

The price and safety margins depend on the specified operation conditions and the chosen scheme of water consumption.

Technological processes and the samples of the equipment created by the «NRT» Joint-Stock Company can be seen in the technical exhibition «Water: Ecology and Technology».

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Толстопят А.П., с.н.с.,
Флеер Л. А., н.с.*

Днепропетровский госуниверситет

Существующее ныне положение с обеспечением населения питьевой водой катастрофическое. Фактически отсутствуют водоемы или источники, пригодные для непосредственного использования воды без предварительной очистки. Вместе с тем существующая система очистных сооружений, обеспечивающих население питьевой водой, практически не выдерживает все нарастающего давления техносферы.

Хлорирование, как метод обеззараживания, исчерпал себя и более того опасен, поскольку хлор при взаимодействии с отходами современных химических производств образует соединения, разрушающие генетическую структуру человека.

В промышленно развитых странах система водоочистки основана на методе озонирования воды, заменяющем хлорирование, что исключает негативные последствия последнего и обеспечивает высокое качество очистки.

При всех достоинствах озонирования этот способ не решает всех проблем, поскольку если при условии его широкой реализации как-то решается проблема водоснабжения больших городов, то тысячи сел, поселков и районных центров остаются в стороне. Следует также отметить, что реализация новой технологии водоподготовки на основе озонирования требует как больших капитальных затрат, так и больших энергозатрат на озонирование, при этом качество воды непосредственно у потребителя, расположенного за десятки километров от станции водоподготовки, не гарантируется. Последнее связано с изношенностью и низким качеством водопроводных сетей. Очевидно, что централизованное водоснабжение в принципе не может обеспечить воду высокого качества.

Кроме того экономически нецелесообразно добиваться высокого качества воды для всех бытовых потребностей человека, поскольку на пищевые нужды потребляется не более 1% - 2% от расходуемого объема. Известно, что в развитых странах питьевая вода готовится специально и предлагается потребителю в фасованном виде.

DEVELOPMENT OF A MODULAR DEVICE OF CLEARING OF A DRINK WATER

*Tolstopyat A.P.,
Fleer L.A.*

Dnipropetrovskiy State University

Situation existing at present with maintenance of the population by a drink water is very bad. Waters suitable for direct use without preliminary clearing are actually away water-reservoirs or sources. At the same time the existing system of clearing buildings, ensuring population drink water, does not practically maintain of pressure surrounding.

Use of Cl, as a method of rendering, has settled self and moreover is dangerous, as far as Cl at interaction with garbage of modern chemical manufactures will form connections, destroying genetic structure of person.

In industrial advanced countries the water-cleaning systems is based on a method ozonation of a water, substitute use of Cl, that excludes negative of a consequence the last and high quality of clearing provides.

At all ozonation advantages this way does not decide all problems, as far as if under condition of its wide realization a problem of a water-supply of large cities is decided, thousands has sited, settlements and regional centres remain in the party. It should also note, that the realization of new technology water-preparation on the basis ozonation requires as large capital costs, as large energy expenditure on ozonation thus the quality of a water directly at consumers, located for far from water-cleaning station, is not guaranteed. Last is connected with wear out and poor quality of water-supply networks. Obviously, that the centralized water-supply can not basically supply a water of high quality.

Moreover economically inexpedient to achieve high quality of a water for all household needs of the person, as far as on food need more 1% - 2% from spent volume is consumed not. It is known, that in advanced countries the drink water is prepared specially and is offered the consumer in a packed kind.

Изложенное показывает, что актуальным и перспективным направлением в решении задачи обеспечения населения питьевой водой является разработка модульных, по возможности индивидуальных устройств водоочистки различного уровня и назначения, рассчитанных на оснащение детских учреждений, больниц и т.п.

Авторами разработаны принципиальные основы нового малогабаритного устройства очистки воды. Работа устройства построена на эффекте флотации очищаемой воды озонированным воздухом. При этом в основу реактора-флотатора положены разработки и «ноу-хау» авторов, позволившие проводить флотирование микропузырьками воздуха, имеющих размеры в 10–100 раз меньше пузырьков воздуха, обычно реализуемых в этом процессе. Это позволяет, во-первых, резко поднять дисперсность флотируемых частиц – обеспечить очистку воды от примесей осаждаемых лишь длительным отстоем и обеспечить тем самым эффективное использование озона как для обеззараживания, так и для осветления очищаемой воды. Кроме того, применение озона для обработки воды содержащей соли тяжелых металлов ведет к их коагуляции и последующему осаждению. Флотирование микропузырьками позволяет таким образом очистить воду от этих примесей. Это позволяет также рассчитывать на очистку воды от радиоактивных микрочастиц.

Применение микропузырьков в описанной схеме водоочистки позволяет резко сократить размеры реактора-флотатора и на этой основе разработать компактное бытовое устройство очистки воды.

Известные ныне способы введения воздушно-озоновой смеси в жидкость основаны на различных приемах барботирования, образующиеся при этом пузыри имеют диаметр порядка нескольких миллиметров и увеличиваются по мере всплывания и вследствие коалесценции. Число Ar , определяющее неустойчивость смеси и скорость всплывания пузырьков в жидкости, прямо пропорционально диаметру пузыря в 3-й степени. Следовательно, уменьшение диаметра вводимого в жидкость пузырька позволяет увеличить время его пребывания в ней. Поскольку разработанный способ позволяет генерировать пузырьки порядка 50–100 мкм, то и число Ar будет на три порядка меньше, чем при барботировании, что стабилизирует газожидкостную смесь.

Stated shows, that urgent and perspective direction in the decision of a task of maintenance of the population a drink water is development modular, whenever possible individual devices water-cleaning of a various level and purpose, designed on equipment of children's institution, hospitals and ect.

Authors develop the basic bases of a new small-sized device of clearing of a water. The work of a device is constructed on effect flotation of a cleared water ozonation by the air. Thus in the basis flot-reactor development and «know-how» of authors, allowed to conduct flotation by means microbubbles the air, possessing sizes in 10–100 time less bubbles air, usually sold in this process are fixed. It permits, first, sharply to raise dispersion of flotation particles – to supply clearing of a water from impurity sedimenting only after a long ripe and to supply by this effective use ozon as for anti-ifection, as for cleaning of a cleared water. Besides application of ozon for processing of a water of heavy metals containing salts conducts to them merging and subsequent sedimentation. Flotation by means microbubbles permits thus to clean a water from these impurity. It permits also to calculate on clearing of a water from radioactive of microparticles.

The application microbubbles in the described circuit water-cleaning permits sharply to reduce the sizes flot-reactor, and on this basis to develop a compact household device of clearing of a water.

The ways known at present of the introduction of a air-ozon mix in a liquid are based on various receptions gas-blowing in water formed thus bubble have a diameter of the order of several mms and are increased on a measure come to the surfase and owing to merging. Number Ar , determining instability of mix and speed come to surfase of bubbles in liquid, is directly proportional to a bubble diameter in 3-rd degrees. Hence, the reduction of a diameter entered in a liquid bubble permits to increase time of its stay in it. As far as the developed way permits to generate bubbles of the order 50–100 mkm, and number Ar will be on three order less, than at gas-blowing in water, that stabilizes a gas-liquid mix.

Так как производительность существующих генераторов озона невысока и велика доля балластного газа, то использование его для флотирования повышает эффективность устройства.

Рассматриваемый метод газожидкостного смешения испытан на лабораторном макете смесителя, работающем в режиме эжекции газовой смеси для проверки эжекционных характеристик и качества смешения.

В таблице приведены характерные зависимости степени разрежения по эжектируемому газу, расходу газа и расходу несущей жидкости в зависимости от давления жидкости на входе в устройство.

As the productivity of existing ozon generators is low and is high share of a ballast gas, the use it for flotation increases efficiency of a device.

That method gas-liquid of mixture is tested on a laboratory breadboard model of a amalgamator, working in gas mix ejection mode for checking ejection characteristics and qualities of mixture.

In the table characteristic dependences of rarefaction degree on eject to a gas, charge of a gas and charge of a bearing liquid depending on pressure of a liquid on a enter in a device are adduced.

ДАВЛЕНИЕ ВОДЫ, атн	0,3 0,6 1,2 1,8 2,4 3,0 5,4
СТЕПЕНЬ РАЗРЕЖЕНИЮ, ат	0,08 0,13 0,5 0,55 0,7 0,86 0,95
РАСХОД ВОДЫ, л/ч	183 240 300 310 330 370 460
РАСХОД ЭЖЕКТИРУЕМОГО ВОЗДУХА, л/ч	65 130 230 350 500 750
PRESSURE OF WATERS, -5 Pa.10	0,3 0,6 1,2 1,8 2,4 3,0 5,4
RAREFACTION DEGREE, -5 Pa.10	0,08 0,13 0,5 0,55 0,7 0,86 0,95
CHARGE OF A WATER, л/ч	183 240 300 310 330 370 460
CHARGE OF THE EJECT AIR, л/ч	65 130 230 350 500 750

Для определения размера пузырьков газа использовалась жидкость с добавлением ПАВ, что позволяет заставить образцы на время, потребное для их микрофотографирования. Размер пузырьков газа в объеме для рассмотренного режима не превышал 100 мкм. При этом подача газа под разрежением обеспечивает меньший размер пузырьков.

For determination of gas bubbles size of a liquid with addition soap was used, that permits for fixed on a time, required for them microphotograph. Bubble size of a gas in volume for a considered mode did not exceed 100 mkm. Thus the submission of a gas under rarefaction provides smaller size of bubbles.

Существующие централизованные системы водоподготовки, основанные на использовании хлора, исчерпали себя и более того – становятся опасными, учитывая возможность взаимодействия его с непредельными углеводородами. Централизованное водоснабжение с использованием озона при сохранении существующих коммуникаций также не гарантирует качества подаваемой потребителю воды. Наиболее перспективным направлением в решении задачи обеспечения высокого качества воды непосредственно у потребителя является создание малогабаритной модульной станции водоподготовки и размещение ее у потребителя. Узким местом этой схемы является реактор газожидкостного смешения. Авторами разработана эффективная малогабаритная система газожидкостного смешения, основанная на динамическом взаимодействии подаваемой жидкости с газом, например, озоном. Взаимодействие реализуется в устройстве на специальном образе установленных сетках. При этом габариты реактора-смесителя могут быть существенно уменьшены. Последнее достигается за счет того, что устройство позволяет уменьшить в 10 – 100 раз размер пузырьков по сравнению с реализуемыми традиционными методами. Это позволяет также рассчитывать на очистку воды флотацией от неокисляемых микрочастиц, например, радиоактивных.

Existing centralized systems waterpreparation, based on use Cl, have settled self and moreover – become dangerous, taking into account a opportunity of interaction it with oorganic combinations. A centralized water-supply with use ozon at preservation of existing communications nor guarantees qualities to the submitted consumer of a water. The most perspective direction in the decision of a task of maintenance of high quality of a water directly at the consumer is creation of small-sized modular waterpreparation station and accomodation it at the consumer. Narrow place of this circuit is gas-liquid reactor of mixture. Authors develop a effective small-sized system gas-liquid of mixture, based on dynamic interaction of submitted liquid with gas, for example, ozon. The interaction will be realized in a device on a special image established grids. Thus the dimensions of a reactor-amalgamator can be essentially reduced. Last is reached because the device permits to reduce in 10 – 100 time of size bubbles in comparison with sold conventional methods. It permits also to calculate on clearing of a water flotation from of microparticles, for example, radiation.