

ВОДОСНАБЖЕНИЕ С ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ВОДОПОДГОТОВКОЙ

Жоружий П.Д., Жомутецкая Т.П.

Институт гидротехники и мелиорации НААНУ, Киев, Украина

Жоружий В.П., Василюк А.В.

Одесская академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина

Прошкин В.С.

Научно-производственное предприятие «Эпром Инжиниринг», Запорожье, Украина

Предложена технологическая схема и конструкции сооружений для обеспечения населения доброкачественной водой путем разделения водопроводной воды на техническую и питьевую, с получением дешевой технической воды и ее доочисткой

ВОДОПОСТАЧАННЯ З ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЮ ВОДОПІДГОТОВКОЮ

Жоружий П.Д., Жомутецька Т.П.

Інститут гідротехніки і меліорації НААНУ, Київ, Україна

Жоружий В.П., Василюк А.В.

Одеська академія будівництва і архітектури, Одеса, Україна

Прошкін В.С.

Науково-виробниче підприємство «Епром Інжиніринг», Запоріжжя, Україна

Запропоновано технологічну схему і конструкції споруди для забезпечення населення доброякісною водою шляхом розділення водопровідної води на технічну та питну, з отриманням дешевої технічної води та її доочищенням

WATER WITH DECENTRALIZED WATER TREATMENT

Khoruzhii P.D., Khomutetska T.P.

Institute of hydro engineering and land reclamation NAAS, Kiev, Ukraine

Khoruzhii V.P., Vasiluk A.V.

Odessa State academy of building and architecture, Odessa, Ukraine

Proshkin V.S.

Scientific-Production Enterprise «EPROM Engineering», Zaporozhye, Ukraine

Proposed flow chart and the design of facilities for providing the population with safe water by separation of tap water to technical water and drinking water, with getting a cheap technical water and its subsequent posttreatment

Обеспечение населения Украины доброкачественной питьевой водой является одной из приоритетных задач социально-экономической политики государства. Ухудшение экологической ситуации в стране, неэкономное расходование воды, устаревшие технологии ее очистки требуют новых концептуальных подходов в питьевом водоснабжении.

Централизованное питьевое водоснабжение на 75% осуществляется из поверхностных водных источников, возрастающее загрязнение которых и неэффективная работа водопроводных очистных сооружений создают серьезную проблему получения качественной питьевой воды.

На водоочистных станциях воду для всех нужд очищают до качества питьевой, в то время как для питьевых целей ее расходуется не более 10–15%. Достичь экономного использования ресурсов можно лишь при условии усовершенствования технологиче-

ских схем водопроводов и технической эксплуатации сооружений, интенсификации их работы, коренного улучшения учета и контроля подачи и реализации воды. Себестоимость воды увеличивается с ростом затрат на ее добывание, подготовку и транспортирование. Уменьшение этих затрат повышает экономические показатели системы водоснабжения.

Основными мероприятиями по сокращению технологических потерь воды и других ресурсов в цепи от водного источника до потребителей являются:

- забор воды наилучшего качества в водном источнике (в центральной части по глубине водоема);
- применение водозаборно-очистных сооружений с целью предварительной очистки воды непосредственно в водном источнике и предупреждение транспортирования загрязнений из крупных взвешенных веществ на водоочистную станцию;
- применение новых эффективных и экономных технологических схем водоподготовки для интенсификации процессов очистки воды при уменьшении капитальных и эксплуатационных затрат (использование аэрации, биосорбции, сил гравитации, новых фильтрующих материалов);
- усовершенствование схем промывки водоочистных сооружений (уменьшение интенсивности и продолжительности промывки) и повторного использования промывных вод;
- усиление и реконструкция водоводов и водопроводных сетей, стабилизация напоров в них и поддержание их в течение суток на минимально необходимом уровне для уменьшения потерь воды из водораспределительных сетей;
- оптимизация совместной работы водопроводных сооружений для минимизации удельных затрат электроэнергии;
- экономическое стимулирование рационального и экономного использования водных ресурсов.

С целью ресурсосбережения задачу по обеспечению высокого качества питьевой воды при уменьшении общей стоимости системы водоснабжения из поверхностных водных источников и удельной стоимости очищенной воды можно решить в децентрализованной схеме водоснабжения путем разделения очищенной воды на техническую и питьевую. В такой системе подготовку технической воды ведут на головных сооружениях с расходом, который равняется общей производительности водопровода, а ее доочистку до качества питьевой осуществляют на локальных установках в местах потребления питьевой воды.

В новом ДСанПиН [1] приводятся гигиенические требования к питьевой воде для трех субъектов ее потребления: водопроводной воды; воды из колодцев и каптажей; фасованной воды. В этом нормативном документе гигиенические требования к питьевой воде из колодцев и каптажей по органолептическим показателям в 1,5 раза ниже в сравнении с требованиями к водопроводной питьевой воде, что создает облегченные условия для подготовки такой воды.

К технической воде децентрализованного хозяйственно-питьевого водопровода (ДХПВ) ставят такие основные требования:

- 1) по всем показателям качества она должна отвечать гигиеническим требованиям ДСанПиН [1] для воды из колодцев и каптажей;
- 2) иметь меньшую себестоимость.

Питьевую воду расходом Q_n готовят в местах ее потребления населением путем доочистки технической воды на дополнительных водоочистных установках. Таким образом, ДХПВ состоит из трех комплексов водопроводных сооружений (рис. 1): головных сооружений для забора, подготовки и подачи технической воды; водотранспортирующих и водораспределительных систем; установок для доочистки технической воды до питьевого качества и раздачи потребителям.

Поскольку гигиенические требования к технической воде менее жесткие, чем к водопроводной питьевой воде, то стоимость головных сооружений ДХПВ будет значительно меньше по сравнению со стоимостью таких сооружений централизованной системы водоснабжения (ЦСВ) такой же производительности.

Для уменьшения стоимости головных сооружений ДХПВ путем оптимизации конструктивных и технологичных параметров водопроводных сооружений предложены такие мероприятия [2-5]:

- 1) значительную часть примесей, которые находятся в сырой воде, задерживать непосредственно в водоеме, применяя водозаборно-очистные сооружения;
- 2) очистку воды осуществлять преимущественно биологическими методами (вместо химии максимально применять биологию);
- 3) использовать силы гравитации при восходящем движении воды на очистных сооружениях;
- 4) рационально использовать химические реагенты, применяя переменное коагулирование воды.

Такая технология может быть осуществлена по схеме, показанной на рис.2.

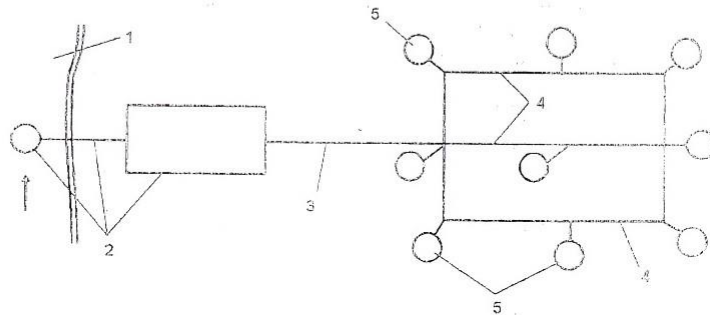


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема ДХПВ: 1 – поверхностный водоем (источник водоснабжения); 2 – комплекс сооружений в голове водопровода для забора, подготовки и подачи технической воды; 3 – водовод; 4 – водораспределительная сеть; 5 – установки для доочистки технической воды до питьевого качества и раздачи потребителям

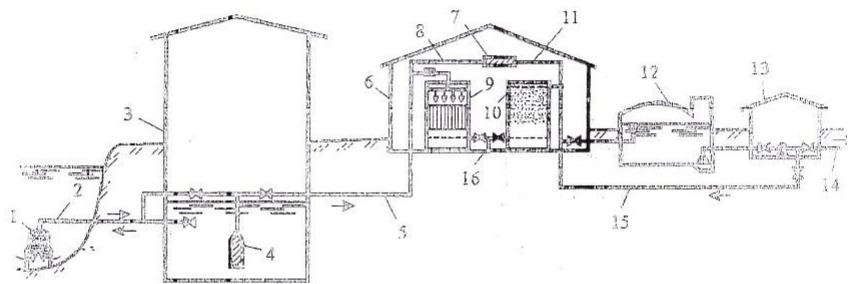


Рис. 2. Технологическая схема головных сооружений для забора поверхностных вод и подготовки технической воды: 1 – фильтрующий оголовок; 2 – самотечный трубопровод; 3 – береговой колодец; 4 – погружной центробежный насос; 5 – подача воды на очистную станцию; 6 – водоочистная станция; 7 – реагентный цех; 8 – подача реагентов для коагуляции воды; 9 – биореактор; 10 – контактный фильтр; 11 – подача гипохлорита натрия для обеззараживания воды; 12 – РЧВ; 13 – насосная станция 2-го подъема; 14 – подача воды потребителям; 15 – подача воды на промывку фильтров; 16 – канализационная труба

Поскольку в данное время происходит прогрессирующее загрязнение природных вод неочищенными или недостаточно очищенными стоками и поверхностные воды являются по существу слабо концентрированными сточными водами, то для очистки природных вод следует применять биологические методы, то есть те же подходы, что и для доочистки сточных вод.

Для интенсификации работы водоочистных сооружений при подготовке технической воды в системах ДХПВ предложено осуществлять такие мероприятия:

- аэрационная обработка исходной воды;
- рациональное использование химических реагентов для обработки воды;
- контактная коагуляция примесей воды в зернистой загрузке;
- начальная «зарядка» фильтров и рациональное дозирование коагулянтов;
- использование сил гравитации при восходящем движении скоагулированной воды через плавающую фильтрующую загрузку;
- очистка природных вод биологическими методами с помощью прикрепленных гидробактерий в биореакторах с тонковолокнистой загрузкой;

Аэрация воды способствует удалению углекислого газа, повышению pH воды, интенсификации процесса коагуляции с образованием хлопьев большей прочности и плотности, которые лучше задерживаются на водоочистных сооружениях. При аэрации воды происходит экономия коагулянта и улучшается качество очищенной воды по органолептическим показателям (запах, привкус, насыщение кислородом и т.п.).

Для эффективной биологической очистки воды должны выполняться такие условия:

- 1) система должна быть прямоточной;
- 2) все гидробактерии (микроорганизмы) должны быть иммобилизованными на нерастворимых в воде насадках (носителях);
- 3) следует создавать максимально возможную концентрацию микроорганизмов во всем объеме биореактора.

Для осуществления пространственной сукцессии микроорганизмов необходимо использовать фиксированные в аппарате насадки из тонких волокнистых материалов – нити, жгуты или насадки.

Таким образом, в нынешних условиях увеличения количества потребляемой воды, повышения требований к качеству питьевой воды и прогрессирующего загрязнения природных водоемов недостаточно очищенными сточными водами надежным и экономичным способом обеспечения населения доброкачественной водой является разделение водопроводной воды на техническую и питьевую. При этом должны соблюдаться также требования:

- 1) техническая вода должна иметь небольшую стоимость и отвечать гигиеническим требованиям ДСанПиН для воды из колодцев и каптажей;
- 2) питьевая вода готовится в местах ее потребления населением путем доочистки технической воды на дополнительных водоочистных установках, количество которых на водопроводной сети устанавливается технико-экономическими расчетами.

Доочистку технической воды до питьевого качества целесообразно осуществлять на установках системы микрофильтрации PALL ARIA (рис. 3), которые имеют следующие преимущества перед классическими системами очистки воды:

1. Компактность (небольшие расходы на строительство и содержание здания).
2. Низкое рабочее давление (0,5 – 3,0 атм.) и низкая энергоемкость (не более 0,15 кВт на 1 м³ получаемой воды).
3. Возможность работы системы в широком диапазоне pH, устойчивость к высокому содержанию окислителя в воде (например, содержание активного хлора – до 5 г/л).
4. Гарантированное удаление любых примесей с размером > 0,1 мкм, в том числе хлор-резистентных микроорганизмов (поскольку они имеют диаметр > 0,2 микрометров).

- радионуклидов и тяжелых металлов (поскольку они, как правило, «прикреплены» к частицам с размером $> 0,1$ мкм), целого набора низко- и высокомолекулярных соединений.
5. Гарантированное удаление из воды железа и марганца (после предварительного окисления) до остаточной концентрации 0,05 мг/л.
 6. Стабильность качества получаемой воды на протяжении всего срока эксплуатации системы (независимость от изменения концентраций загрязнений в исходной воде).
 7. Высокая степень автоматизации системы (независимость от «человеческого фактора»).
 8. Минимальное количество персонала, необходимого для ежедневного обслуживания системы, при любой ее производительности (1 человек, неполный рабочий день).
 9. Минимальное потребление химических реагентов и воды (2-3 %) на собственные нужды.
 10. Простота и удобство в обслуживании, доступность любой части системы (Системы позволяют промывать и заменять фильтрующие модули без прекращения подачи воды).

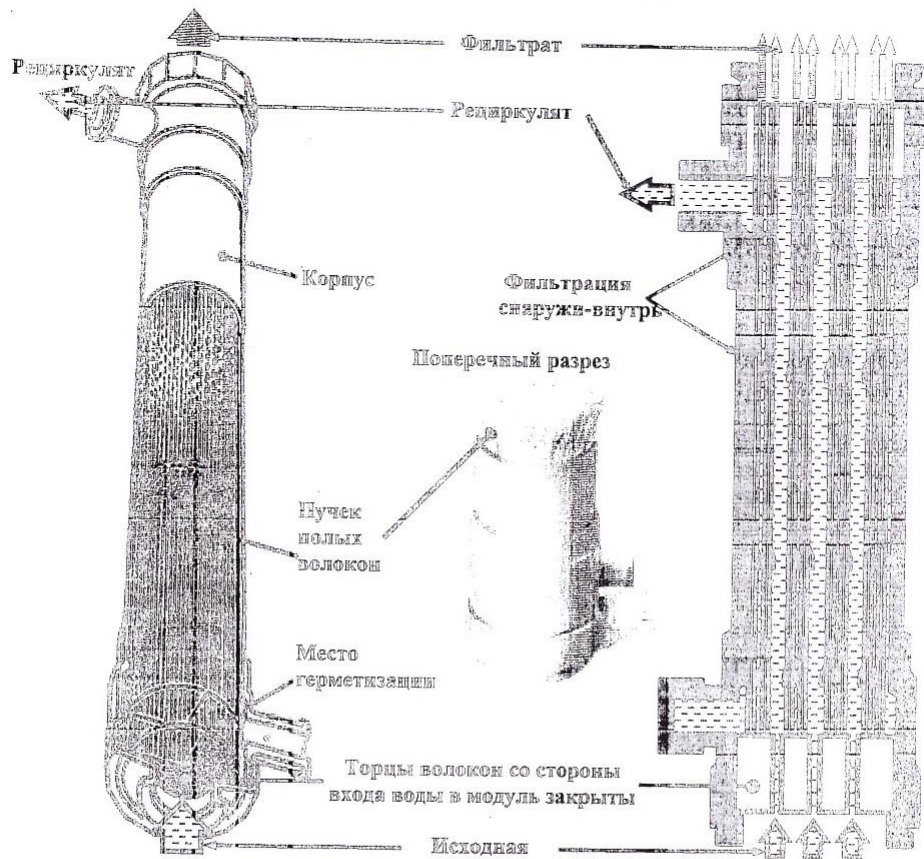


Рис. 3. Конструктивные особенности модуля Microsa системы PALL ARUA

Максимальное количество таких установок на водопроводной сети определяется по формуле:

$$n_{\max} = \frac{\Delta K}{K_y} + \frac{TW_p(\Delta C_1 - P\Delta C_2)}{K_y(1+e)^T} = A + BC,$$

где ΔK – уменьшение строительной стоимости головной водоочистой станции в ДХПВ по сравнению с ЦСВ; ΔC_1 – уменьшение себестоимости технической воды в ДХПВ по сравнению с себестоимостью очищенной воды в ЦСВ; ΔC_2 – дополнительные удельные затраты на доочистку технической воды до питьевого качества; K_y – стоимость одной установки; W_p – реализованное количество воды за 1 год; P – средняя величина потребления воды питьевого качества, в долях от общего водопотребления; e – норма прибыли или коэффициент дисконтирования; T – срок реализации проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСанПНІ 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом МОЗУ 12.05.2010 №400. Зареєстровано в МЮУ 1.07.2010 № 452/17747.
2. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
3. Водозаборно-очистные сооружения и устройства: Учебное пособие для студентов вузов/ М.Г.Журба, Ю.И.Вдовин, Ж.М.Гворова, И.А.Лушкин; под. ред. М.Г. Журбы. – М.:ООО «Издательство Астрель»; ООО «Издательство АСТ», 2003 – 569 с.
4. Душкин С.С. Современные методы очистки воды и пути их интенсификации// Коммунальное хозяйство городов// Респуб. научно-техн. сб., Вып. 45. – Киев, Техніка, 2002, с. 3-7.
5. Пвоздяк П.И. Микробиология и биотехнология очистки воды: Quo vadis? – Химия и технология воды. – 1988, – т.11, №9. – с.854 – 858.