

УДК 628.16

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ВОДЫ

**Бусарев А.В., Селюгин А.С., Шешегова И.Г., Нуруллин Ж.С., Гареев Б.М.**  
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,  
Казань, e-mail: kgasu.viv@gmail.com

Настоящая статья посвящена получению экологически чистой воды для обеспечения здоровья населения и производства экологической продукции. В статье представлены качественные характеристики экологически чистой воды, полученные путем изучения влияния показателей качества воды на состояние здоровья людей. На основании этих характеристик разработана установка подготовки экологически чистой воды. В состав данной установки входят: озонатор, смеситель, контактная камера, скорые фильтры с зернистой загрузкой первой ступени, адсорбционные фильтры, скорые фильтры второй ступени, ионатор серебра, резервуары, насосы, запорно-регулирующая арматура, а также трубопроводы. Экологически чистая вода может быть получена из воды питьевого качества. Установка подготовки экологически чистой воды производительностью 5 м<sup>3</sup>/сут внедрена в лечебно-оздоровительном комплексе г. Казани. На основе экологически чистой воды может быть получена лечебная (талая) вода.

**Ключевые слова:** экологически чистая вода, установка экологически чистой воды, лечебная вода, талая вода, струйный смеситель, мембранный разделитель

## SOME ASPECTS OF THE PREPARATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY WATER

**Busarev A.V., Selyugin A.S., Sheshegova I.G., Nurullin Z.S., Gareev B.M.**  
Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: kgasu.viv@gmail.com

This article is devoted to obtaining clean water to ensure the health of the population and production of ecological products. The article presents the qualitative characteristics of the clean water obtained by studying the influence of water quality on the health of people. On the basis of these characteristics designed unit for preparation of ecologically pure water. The structure of this machine is supplied with the ozone generator, a mixer, contact chamber, fast filters with granular loading of the first stage, adsorption filters fast filters of the second stage, the ionator silver, tanks, pumps, valves, and pipelines. Environmentally friendly water can be obtained from water of potable quality. Plant for the preparation of environmentally friendly water capacity of 5 m<sup>3</sup>/day implemented in medical complex Kazan. On the basis of ecologically pure water can be obtained by treatment of (melt) water.

**Keywords:** environmentally friendly water, installation of clean water, medicinal water, ice water, jet mixer, a membrane separator

Задача обеспечения населения качественной водой стоит чрезвычайно остро, так как некачественная питьевая вода оказывает отрицательное действие на здоровье человека и способствует развитию заболеваний инфекционной и неинфекционной этиологии. Для снабжения населения высококачественной водой необходима экологически чистая вода (ЭЧВ).

Исследования, проведенные на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) совместно с кафедрой коммунальной гигиены Казанского государственного медицинского университета, позволили создать концепцию ЭЧВ [1], согласно которой экологически чистой водой может считаться вода питьевая, которая имеет качественные показатели, отвечающие требованиям СанПиН [6] с некоторыми добавлениями и изменениями (таблица).

При создании концепции экологически чистой воды изучалось влияние качественных показателей питьевой воды по СанПиН [6] на здоровье людей. На основе данной концепции в КГАСУ была разработана установка подготовки экологически чистой воды (УЭЧВ). Технологическая схема УЭЧВ представлена на рис. 1.

В состав установки подготовки экологически чистой воды входят: смеситель 1, озонатор 2, контактная камера конструкции КГАСУ 3, скорые фильтры первой ступени 4, адсорбционные фильтры 5, скорые фильтры второй ступени 6, ионатор серебра 7, резервуар чистой воды 8, емкости промывной воды 9 и 10, насосы Н-1, Н-2 и Н-3, запорно-регулирующая арматура, а также соединительные трубопроводы.

Исходная вода под давлением 0,8–1,0 МПа подается в смеситель 1, представляющий собой эжектор. Озоно-воздушная смесь поступает в смеситель 1 от озонатора 2.

## Требования к качеству воды

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина параметра	
			СанПиН 2.1.4.10.74-01	Экологически чистая вода
1	Запах	баллы	2	1
2	Привкус	баллы	2	1
3	Цветность	град	20	10
4	Мутность	мг/л	1,5	0,5
5	Активная реакция среды pH		6–9	6,5–8,5
6	Коли-индекс	мг/л	3	отсутствует
7	Сухой остаток	мг/л	1000	200–400
8	Окисляемость перманганатная	мг/л	5	3–4
9	Жесткость общая	мг-экв/л	7	5
10	Фенольный индекс	мг/л	0,25	отсутствует
11	Железо общее	мг/л	0,3	0,2
12	Марганец	мг/л	0,1	0,05
13	Хром (Cr <sup>6+</sup> )	мг/л	0,05	отсутствует
14	Сульфаты	мг/л	500	250
15	Хлориды	мг/л	350	50
16	Нефтепродукты	мг/л	0,3	отсутствует
17	Алюминий	мг/л	0,5	0,1
18	Медь	мг/л	1,0	0,6
19	Полифосфаты	мг/л	3,5	1,0
20	Цинк	мг/л	5,0	0,5
21	Барий	мг/л	0,1	0,05
22	Бор	мг/л	0,5	0,1
23	Ртуть	мг/л	0,0005	отсутствует
24	Молибден	мг/л	0,25	0,1
25	Кадмий	мг/л	0,001	0,005
26	Мышьяк	мг/л	0,05	0,01
27	Свинец	мг/л	0,03	отсутствует

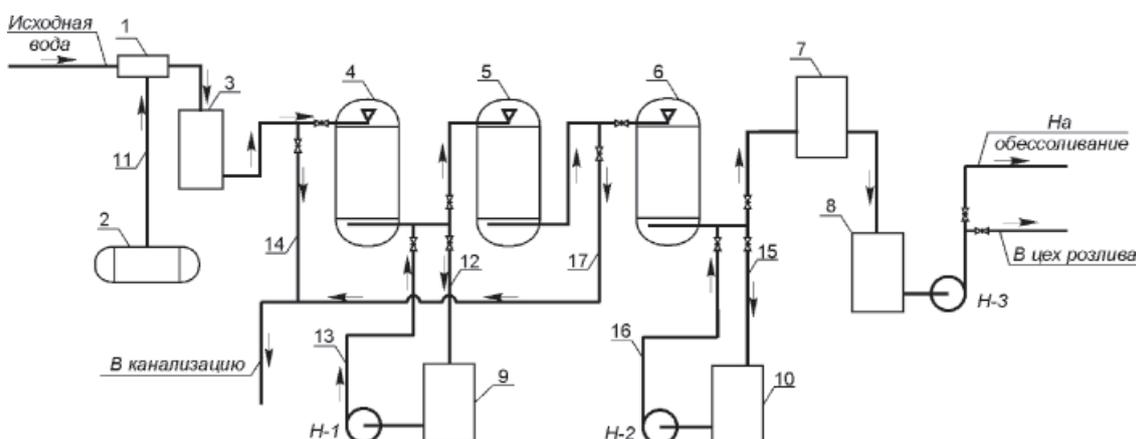


Рис. 1. Технологическая схема установки подготовки экологически чистой воды

При производстве озона обычно используется атмосферный воздух, который перед подачей его в озонатор необходимо очистить от пыли, осушить и охладить [4], что усложняет эксплуатацию озонаторов. В составе УЭЧВ предусмотрено

использование озонатора с тихим разрядом, который потребляет значительно меньше энергии, чем другие аппараты для производства озона. Воздух, подаваемый в такой озонатор, не требует осушки и охлаждения [4].

Под избыточным давлением вода из смесителя 1 поступает в динамическую контактную камеру 3, в которой происходит контакт озона с загрязнениями, содержащимися в обрабатываемой воде, что ведет к их окислению. Контактная камера 1 (рис. 2) представляет собой резервуар, внутри которого располагается струйный элемент 2. Вода на обработку в контактную камеру подается по трубопроводу 3, а озono-воздушная смесь – по трубопроводу 4. Струйный элемент 2 представляет собой цилиндр с перфорированной боковой поверхностью с диаметром отверстий 10–20 мм [3].

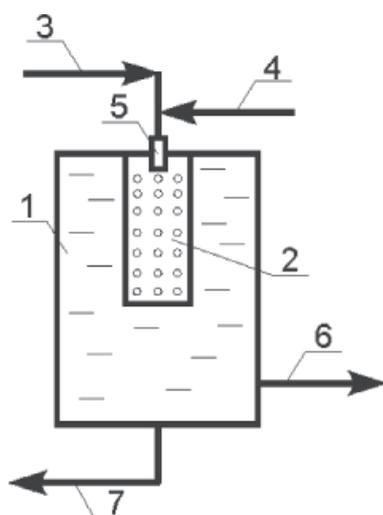


Рис. 2. Схема контактной камеры конструкции КГАСУ

Вода поступает в струйный элемент 2 через приточный патрубок 5. Конструкция струйного элемента такова, что вода, двигаясь в турбулентном режиме, распространяется вдоль его оси и образует в нем прямой и обратный потоки. Вследствие разрежения, создаваемого струей, вода из верхней части смесителя, через отверстия в верхней части струйного элемента, поступает в его внутреннюю полость. Через отверстия, расположенные в нижней части струйного элемента, вода выдавливается в пространство вокруг него. Таким образом, при установившемся движении в струйном элементе образуются прямой и обратный потоки, а также внешний рецикл [3]. В каждом из потоков жидкость внутреннего и внешнего рецикла, вода движется в турбулентных режимах с различной интенсивностью турбулентных пульсаций [3], что способствует ускорению процессов перемешивания, а также улучшает контакт озона с загрязнениями, находящимися в воде.

Из контактной камеры вода, обработанная озоном, отводится по трубопро-

воду 6. Опорожнение контактной камеры производится по трубопроводу 7.

Из контактной камеры 3 (рис. 1) вода поступает в скорые напорные фильтры I ступени 4, загруженные кварцевым песком [1]. Промывка фильтров производится фильтратом, для чего часть очищенной воды по трубопроводу 12 подается в емкость 9, из которой фильтрат насосами Н-1 по трубопроводу 13 подается на промывку фильтров 4. Отработанная промывная вода из фильтров по трубопроводу 14 отводится на сооружения очистки промывных стоков. После фильтров I ступени вода подается в напорные адсорбционные фильтры 5, загруженные активированным углем. Регенерация фильтрующей загрузки не предусмотрена – отработанный активированный уголь направляется на утилизацию.

После адсорбционной очистки вода передается на фильтры II ступени 6. Промывка фильтров II ступени производится фильтратом, для чего часть очищенной воды по трубопроводу 15 подается в емкость 10, из которой фильтрат насосами Н-2 по трубопроводу 16 подается на промывку фильтров 6. Отработанная промывная вода из фильтров по трубопроводу 17 отводится на очистку.

После фильтров II ступени 6 очищенная вода подвергается обеззараживанию в ионаторах серебра 7 и затем отводится в резервуар чистой воды 8, из которого насосом Н-3 подается в цех розлива или на установку обессоливания.

В качестве исходной воды для получения ЭЧВ может быть использована питьевая вода, соответствующая требованиям СанПиН [6].

Полученная экологически чистая вода может бутилироваться, а также использоваться для производства лечебной (талой) воды или дистиллята для нужд фармакологической промышленности. Для этого экологически чистая вода подвергается обессоливанию [1], которое может осуществляться на установке с мембранными разделителями, представляющими собой одну из разновидностей нанотехнологий [2]. Для обессоливания экологически чистой воды применяются мембранные разделители с размерами пор не более  $10^{-10}$  м [2, 5].

Установка для обессоливания ЭЧВ (рис. 3) состоит из емкости 1, обратноосмотической обессоливающей установки 2, насоса Н-1, соединительных трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры [2].

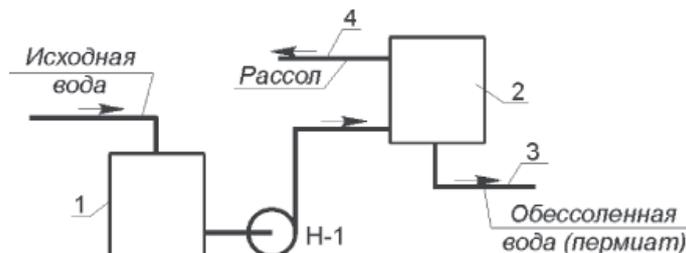


Рис. 3. Технологическая схема установки для обессоливания ЭЧВ

Экологически чистая вода из емкости 1 насосом Н-1 подается на мембранную установку обессоливания 2. Обессоленная вода отводится по трубопроводу 3, а рассол – по трубопроводу 4.

Лечебную (талую) воду получают путем последовательного замораживания и оттаивания обессоленной экологически чистой воды. Лечебные свойства талой воды связаны с ее особой молекулярной структурой, благоприятно влияющей на живые организмы, а также с отсутствием в ней молекул дейтериевой «тяжелой» воды [1].

Установка подготовки экологически чистой воды производительностью 5 м<sup>3</sup>/сутки (УЭЧВ-5) была внедрена в лечебно-оздоровительном комплексе ОАО «Татэнерго» (г. Казань) [1].

Изготовление установок ЭЧВ различной производительности может быть налажено серийно на машиностроительных предприятиях Российской Федерации. Бутилированная экологически чистая вода поможет решить вопросы водоснабжения тех населенных пунктов, где имеются проблемы с водой питьевого качества.

#### Список литературы

1. Адельшин А.Б., Бусарев А.В., Селюгин А.С. Установка для получения экологически чистой воды // сборник материалов 1-ого международного конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань: ОАО «Казанская ярмарка», 2010. – С. 77–78.
2. Адельшин А.Б., Бусарев А.В., Селюгин А.С., Хисамеева Л.Р. К вопросу применения нанотехнологий в системах водоснабжения и водоотведения // Известия КГАСУ. – 2009 – № 2(12). – С. 217–222.

3. Адельшин А.Б., Потехин Н.И. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения струйно-отстойных аппаратов: монография. – Казань: КГАСА, 1997. – 207 с.

4. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Самойлович В.Г. Озонирование в процессах очистки воды. – М.: Изд-во Делпринт, 2007. – 400 с.

5. Сайед С., Тарек С., Дейкстры И., Моерман С. Определение оптимального режима работы капиллярных нанофильтрационных элементов при очистке сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения. – 2008. – № 3. – С. 33–47.

6. СанПиН 2.1.4.10.74-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

#### References

1. Adelshin A.B., Busarev A.V., Selyugin A.S. Ustanovka dlya polucheniya ekologicheski chistoy vody // sbornik materialov i mezhdunarodnogo kongressa «Chistaya voda. Kazan». Kazan: ОАО «Kazanskaya yarmarka», 2010. pp. 77–78
2. Adelshin A.B., Busarev A.V., Selyugin A.S., Khisameeva L.R. K voprosu primeneniya nanotekhnologiy v sistemakh vodosnabzheniya i vodootvedeniya // Izvestiya KGASU, 2009. no. 2(12). pp. 217–222.
3. Adelshin B. A., Potekhin N.I. Intensifikatsiya oчитki neftesoderzhaschikh stochnykh vod na osnove primeneniya struynno-otstoynnykh apparatov: monografiya. Kazan: KGASA, 1997. 207 p.
4. Draginsky V.L., Alekseeva L.P., Samoilovich V.G. Ozonirovanie v protsessakh oчитki vody. M.: Izd-vo Deliprint, 2007. 400 p.
5. Sayed S., Tarek S., Dijkstra I., Moerman C. Opredelenie optimalnogo rezhima raboty kapilyarnykh nanofiltratsionnykh elementov pri oчитki stochnykh vod // Voda i ekologiya: problema i resheniya, 2008. no. 3. pp. 33–47.
6. SanPiN 2.1.4.74-01. Pitevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pitevogo vodosnabzheniya. Control kachestva. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. M.: Federalnyy tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2002. 103 p.