

# РАЗРАБОКА МАЛОГАБАРИТНОЙ МЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ ДООЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ЧАСТИЧНОЙ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ

*Чуракова А.С., Лазарев В.А.*

Уральский государственный экономический университет г. Екатеринбург,

Россия

[nastya.churakova.1998@mail.ru](mailto:nastya.churakova.1998@mail.ru)

**Аннотация.** рассмотрена проблема качества питьевой воды, проблема доочистки воды центрального водоснабжения; изучены современные способы очистки воды; проведен отбор проб исходной и очищенной водопроводной воды; на основании анализа разработана малогабаритная установка очистки питьевой воды с частичной деминерализацией; приведен анализ показателей качества и безопасности проб исходной и очищенной водопроводной питьевой воды в точке водоподведения в лаборатории кафедры пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета; установлено, что показатели органолептической оценки проб исходной водопроводной и очищенной воды оказались идентичными, что говорит о соответствии исходной водопроводной воды, подаваемой в лабораторию требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01; водородный показатель изменился с  $7,5 \pm 0,2$  до  $6,4 \pm 0,2$ ; показатель железа (Fe, суммарно) уменьшился с  $0,110 \pm 0,025$  до менее  $0,1$ ; замеры общего солесодержания исходной и конечной воды с помощью TDS-метра показали, что в исходной воде в разных пробах концентрация растворенных веществ суммарно достигала от 180 до 220 мг/л.; в подготовленной воде эта концентрация снизилась до 20-25 мг/л, при норме – не более 50 мг/л, что показывает о снижении общей минерализации.

**Ключевые слова:** питьевая вода, анализ воды, очистка, обратноосмотическая мембрана, фильтр, деминерализация.

## DEVELOPMENT OF SMALL-MOUNTED MEMBRANE INSTALLATION OF DRINKING WATER DOSAGE CLEANING WITH PARTIAL DEMINERALIZATION

*Churakova A., Lazarev V.*

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

**Abstract.** the problem of drinking water quality, the problem of additional water treatment of central water supply; modern methods of water treatment; sampling of initial and purified tap water was carried out; On the basis of the analysis, a small-sized drinking water purification plant with partial demineralization was developed; analysis of quality and safety indicators of samples of initial and purified tap water at the point of water supply in the laboratory of the Department of Food Engineering of the Ural State Economic University; it was established that the indicators of organoleptic evaluation of samples of the initial tap and purified water were identical, which indicates the compliance of the initial tap water supplied to the laboratory with the requirements of SanPiN 2.1.4.1074-01; the hydrogen index changed from  $7.5 \pm 0.2$  to  $6.4 \pm 0.2$ ; the iron index (Fe, total) decreased from  $0.110 \pm 0.025$  to less than 0.1; measurements of the total salt content of the initial and final water by means of a TDS meter showed that in the initial water in various samples the concentration of dissolved substances reached a total of 180 to 220 mg / l .; in the prepared water, this concentration decreased to 20-25 mg / l, with the norm - not more than 50 mg / l, which indicates a decrease in total mineralization.

**Key words:** drinking water, water analysis, water treatment, reverse osmosis membrane, filter, demineralization.

В последние годы на предприятиях пищевых производств, особенно в крупных городах, остро стоит проблема водоподготовки, так как в технологию производства большинства продуктов питания входит чистая вода, соответствующая определенным требованиям. К сожалению, качество воды из водопроводной сети, зачастую оставляет желать лучшего, а это влияет не только на вкус производимых продуктов, но и на показатели качества и безопасности продуктов питания, а, следовательно, и на здоровье человека.

Загрязнения вод делятся на физические, химические, биологические и тепловые. [6,7]

Для устранения влияния вышеперечисленных загрязнений воду необходимо очищать, используя различные методы:

- механические,
- биологические,
- химические,
- физико-химические [8].

Данные методы позволяют довести качество воды до требований ГОСТ Р – 57164-2016[1].

К сожалению, даже хорошо подготовленная вода поступает к потребителю по трубам, физическое состояние которых оставляет желать лучшего. В воду попадает ржавчина и другие, не менее вредные для здоровья человека микроэлементы.

Поэтому, в настоящее время актуальность приобретает дополнительная очистка воды непосредственно потребителем или предприятием пищевых производств. Самым популярным способом доочистки воды являются фильтры. Для получения питьевой воды первой категории используют ступенчатые системы фильтрования воды высшей степени очистки с мембранной фильтрацией – системы обратного осмоса, фильтры с ультрафильтрационной мембраной, нано-фильтры. Стоит выделить систему обратного осмоса, так как она способна очистить воду от таких загрязнений как: соли тяжелых металлов, пестициды, гербициды, нитраты, вирусы и бактерии. В методе обратного осмоса основным фильтрующим элементом является обратноосмотическая мембрана, на которой происходит глубокая очистка воды.

На основании анализа современных методов водоподготовки, на кафедре пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета было принято решение разработать и собрать малогабаритную мембранную установку доочистки водопроводной питьевой воды для лабораторных нужд.

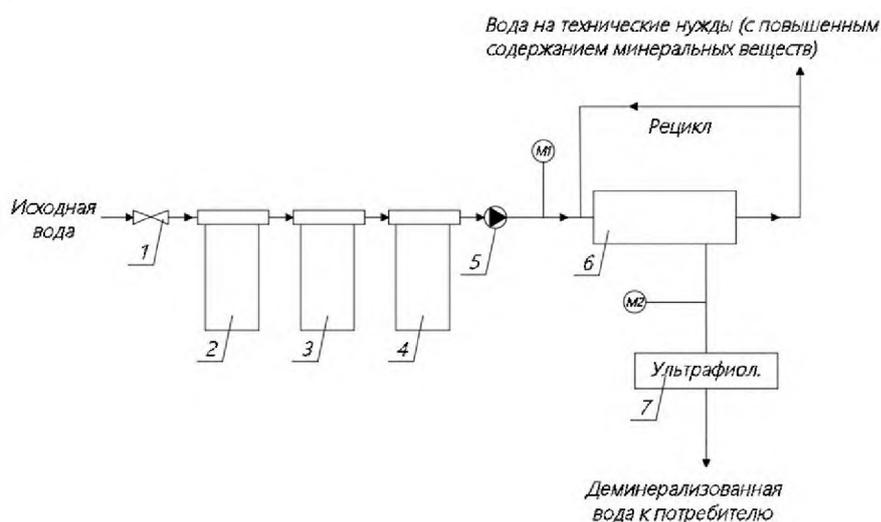


Рисунок 1 - Устройство и принцип работы установки для доочистки питьевой водопроводной воды

Через кран 1 исходная водопроводная вода попадает в фильтр грубой очистки 2, он избавляет воду от глины, извести, хлора, ржавчины, песка и других инородных компонентов. В нашей установке это картридж Pentek P25 Slim Line 10", где Slim Line 10" – это типоразмер фильтрующих картриджей и модулей.

Затем вода поступает в угольный фильтр продольного потока 3, в котором основным рабочим веществом является активированный уголь в картридже Pentek GAC-10 Slim Line (внутренний картридж). На этой стадии вода избавляется от неприятного запаха, неестественного цвета, а также от различных микроорганизмов.

После этого вода подается в фильтр тонкой очистки 4 с картриджем Pentek P5 Slim Line 10", где остаются все мелкодисперсные загрязнения.

Далее с помощью насоса 5 для повышения давления Atoll UP-7000 вода поступает в мембрану 6 filmtec 1812-50.

С помощью обратноосмотической мембраны происходит частичная деминерализация, в результате получается два потока – концентрат и пермеат. Концентрат – это вода с повышенным содержанием минеральных веществ, которую можно использовать для технических нужд, или повторно пустить на очистку через мембрану (рецикл). Второй поток (пермеат) – это доочищенная и частично деминерализованная вода со сниженным количеством ионов растворенных соединений.

На финальном этапе с помощью ультрафиолетовой лампы 7 "Sterilight" осуществляется бактерицидное воздействие на возможные вирусы и бактерии, содержащиеся в воде.

После этого вода поступает к потребителю.

С целью оценки показателей качества и безопасности очищенной воды был проведен отбор проб исходной и очищенной водопроводной воды в лаборатории «Технологические машины и оборудование» кафедры пищевой инженерии в соответствии с ГОСТ 31861 – 2012[2], ГОСТ 31942 – 2012[3], ГОСТ Р 56237 – 2014[4] (ИСО 5667 – 5: 2006)» в термоконтейнер при температуре +4°C.

Пробы были отправлены в Филиал Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области в Чкаловском районе города Екатеринбурга, городе Полевской и Сысертском районе».

Были получены следующие результаты лабораторных испытаний.

Таблица 1 – Органолептический анализ проб воды

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	запах	балл	0	2	ГОСТ 3351 -74
2	привкус	балл	0	2	ГОСТ 3351 – 74
3	цветность	градус	менее 5	20	ГОСТ 31868 – 2012
4	мутность	ЕФМ	менее 1	2,6	ГОСТ 3351 - 74

Показатели органолептической оценки проб исходной водопроводной воды и очищенной воды, приведенные в таблице 1, оказались идентичными, что говорит о соответствии исходной водопроводной воды, подаваемой в лабораторию требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. гигиенические требования к обеспечению безопасности систем холодного водоснабжения» [5].

Таблица 2 – Количественный химический анализ проб воды

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,0015	0,2	ГОСТ 31951-2012
2	Водородный показатель (рН)	ед.рН	6,4±0,2	6-9	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
3	Окисляемость перманганатная	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	менее 0,25	5	ПНД Ф 14.1:2:4.154-99
4	Марганец (Mn, суммарно )	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,01	0,1	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98
5	Железо (Fe, суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,1	0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98

Количественный химический анализ воды, представленный в таблице 2 показывает, что водородный показатель изменился с 7,5±0,2 (в таблице не приведено) до 6,4±0,2. Это говорит о том, что исходная водопроводная вода имела слабо выраженную щелочную реакцию, возможно, в результате каких-то воздействий на станции водоподготовки. После дополнительной очистки на собранной мембранной установке реакция стала более кислой и приблизилась к норме.

Показатель железа (Fe, суммарно) изменился с 0,110±0,025 до менее 0,1, что говорит о частичной деминерализации. Также нами были проведены замеры общего содержания исходной и конечной воды с помощью прибора солемера (TDS-метра), где TDS (Total Dissolved Solids) – концентрация растворенных веществ, (мг/л). В исходной воде в разные дни концентрация растворенных веществ суммарно достигала от 180 до 220 мг/л. В очищенной воде эта концентрация уменьшилась до 20-25 мг/л, при норме – не более 50 мг/л. Показатели биологического исследования, приведенные в таблице 3 оказались идентичными как у исходной, так и у конечной очищенной воды. В обоих случаях патогенных микроорганизмов обнаружено не было.

Таблица 3– Биологические исследования воды

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	Общее микробное число	КОЕ/мл	0	50	МУК 4.2 1018-01
2	Общие колиформные бактерии	бактерий в 100 мл	не обнаружено	отсутствие	МУК 4.2 1018-01
3	Термотолерантные колиформные бактерии	бактерий в 100 мл	не обнаружено	отсутствие	МУК 4.2 1018-01

Разработана малогабаритная установка, позволяющая очищать водопроводную воду в полном соответствии с действующими государственными стандартами в области качества и безопасности питьевой воды, с ее частичной деминерализацией.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности.
2. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
3. ГОСТ 31942-2012. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа.
4. ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
6. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию. Учебное пособие, 2006., 162 с.
7. Научно-образовательный портал о системах очистки воды. Методы и способы очистки воды [http://www.oil-filters.ru/water\\_cleaning\\_methods.php](http://www.oil-filters.ru/water_cleaning_methods.php)
8. Обзор способов и методов очистки питьевой воды <http://lifezone.su/obzor-sposobov-i-metodov-ochistki-pitevojj-vody/>