

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ВОДОПОДГОТОВКИ  
НА ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ  
ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Тихмянова М.В.**

**Научный руководитель – доцент Морозов В.Б.**

*Тульский государственный университет*

Проблема некачественной воды, используемой для питьевых целей и для приготовления продуктов питания, актуальна для Тульской области и вызывает серьезные опасения, т.к. может стать основным фактором ухудшением состояния здоровья населения и фактором, сдерживающим социально-экономическое развитие области.

По данным результатов лабораторного контроля в порядке государственного санитарного надзора, по Тульской области не соответствует требованиям санитарных правил 1,7 % проб питьевой воды по микробиологическим показателям. Однако из-за неудовлетворительного санитарного состояния водозаборных сооружений, зон санитарной охраны источников водоснабжения, отсутствия или неэффективного обеззараживания подаваемой населению питьевой воды удельный вес неудовлетворительных проб питьевой воды по микробиологическим показателям выше среднеобластного показателя. Этому также способствует неудовлетворительного состояния разводящей сети в Ефремовском (3,4%), Каменском (4,9%), Белевском (2,6%), Дубенском (3,2%), Одоевском (5,15), Щёкинском (6,6%), Тепло-Огарёвском (8,1%), Арсеньевском (2,2%), Венёвском (2,6%) и Ленинском (6,8%) районах области

Подземные водоносные горизонты на территории Тульской области характеризуются повышенным содержанием железа (до 10 мг/л), стронция стабильного (до 14 мг/л), солей жёсткости (до 17 мг-экв/л) и высокой минерализацией. Вода имеет неблагоприятные органолептические (чаще вкусовые) свойства.

В связи с этим, особое внимание уделяется воде, используемой на пищевых и перерабатывающих предприятиях, так как их водоснабжение осуществляется путём присоединения к централизованной системе водопровода, а при его отсутствии – обходятся внутренним водопроводом с водозабором из артезианской скважины, колодцев, каптажей. При условии неудовлетворительных показателей питьевой воды авторы ввели термин «Пищевая вода», которая используется на пищевых и перерабатывающих производствах и удовлетворяет более жёсткие требования к качеству, нежели предусматривает содержание СанПиН 2.1.4.1074-01. Качество воды в системах водоснабжения этих предприятий должно отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого и нецентрализованного водоснабжения.

Многие предприятия Тулы и области используют в своём производстве систему фильтрации для улучшения качества воды и улучшения вкусовых свойств производимых продуктов.

С целью достижения нормативного уровня по показателям пищевой воды, в состав системы водоподготовки предложено включить следующие блоки:

1. *Фильтр грубой очистки* – защита последующего оборудования от абразивного износа;

2. *Автоматический фильтр осветления и обезжелезивания воды* – обезжелезивание исходной воды (для защиты ионообменной смолы и увеличения срока ее действия), уменьшение цветности, мутности, улучшение органолептических свойств воды;

3. *Автоматический фильтр умягчения* - умягчение воды как освобождение её от избытка солей кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ионообменным способом;

4. *Фильтр финишной очистки AQF 20* – защита последующего оборудования;

5. *Обратноосмотическая установка «RO-1-HF»* – для доведения воды до высшего качества стандарта Швейцарии. На установке вода проходит молекулярную очистку на мембранах Dow (США), при этом вода практически полностью (до 96-98%) освобождается от сухого остатка (сульфатов, нитратов, хлоридов и т.д.);

6. *Бактерицидная установка ОВОД-1* – ультрафиолетовое обеззараживание воды.

Проходя последовательно данные стадии, исходная вода очищается от взвешенных частиц, солей жёсткости, железа и сухого остатка; происходит улучшение органолептических свойств и обеззараживание воды. На выходе из системы пищевая вода гарантированно имеет показатели, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к воде СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода».

Ступени очистки рассматриваемого комплекса

*Первая ступень* очистки представляет собой фильтр грубой очистки Honeywell F76S ¾ (Германия). Он предназначен для защиты последующего водоочистного оборудования от повреждений, возникающих из-за проникновения инородных тел, таких как: частицы сварки, уплотнительные материалы, металлическая стружка, ржавчина и т.п. Это продлевает срок службы последующего оборудования, установленного после фильтра грубой очистки и предотвращает преждевременный выход оборудования из строя.

Фильтр оснащён сменным фильтрующим элементом из нержавеющей сетки с размером ячейки 100 мкм. Сменный фильтрующий элемент разделён на две области. В процессе фильтрации только в большой нижней области, по направлению снаружи

внутри протекает вода, малая, верхняя область не контактирует с нефльтрованной водой. При открытии шарового крана для обратной промывки, весь сменный фильтрующий элемент вдавливаются вниз так, что прекращается подача воды к внешней стороне нижней области. Одновременно открывается проток воды через верхнюю область. Вода, необходимая для промывки фильтрующего элемента, протекает через верхнюю область фильтра и затем через нижнюю область фильтра, по направлению изнутри наружу, т.е. обратная промывка выполняется фильтрованной водой. При закрытии шарового крана сменный фильтрующий элемент автоматически возвращается в рабочее состояние.

У фильтров, выполненных по технологии Double Spin, имеются турбинные лопатки, которые обеспечивают вращение воды и благодаря этому приводят ротор на верхнем сите во вращательное движение. Расположенный внутри импеллер вымывает на точках пересечения с ротором прилипшие на верхнем сите частицы.

Для обеспечения автоматической обратной промывки в качестве вспомогательного оборудования фильтр грубой очистки Honeywell F76S  $\frac{3}{4}$  комплектуется автоматической сброса инфильтрата в дренаж Z11A.

Частота промывки определяется в ходе эксплуатации, интервал между обратными промывками зависит от степени загрязнения исходной воды и имеет регулируемые промежутки времени от 4 минут до 3 месяцев.

*Вторая ступень* – автоматический фильтр осветления и обезжелезивания HF/WS-EI/OB

После очистки от грубых механических примесей вода поступает на фильтр обезжелезивания, удаление из воды взвешенных веществ и соединений железа осуществляется путем фильтрования через слой зернистых минералов.

а) В нижнюю часть фильтра засыпается кварцевый щебень, обеспечивающий равномерное распределение потока по сечению фильтра фракционного состава 2-5 мм.

б) Основную нагрузку в процессе фильтрования от цветности и коллоидного железа воспринимает алюмосиликатный сорбент AG: фракции размером 1 – 3 мм для одного фильтра. Сорбент задерживает вещества слизисто-органического происхождения, обладает большой грязеемкостью, т.е. способен задерживать большое количество примесей. Обладает высокой химической стойкостью.

Соединения металлов, являющиеся результатом окисления, осаждаются в межзерновом пространстве загрузки и легко отфильтровываются обратным током воды.

Для осуществления процесса фильтрации предлагается использовать автоматический фильтр осветления и обезжелезивания HF/WS-EI/OB. Он представляет собой скорый напорный фильтр, загруженный сыпучим материалом. Корпус фильтра выполнен из композитного материала, дренажная система и обвязка фильтров из высокопрочного пластика. Восстановление фильтрующей способности установки осуществляется путём периодической промывки слоя фильтрующего материала обратным потоком исходной воды. Фильтр снабжен автоматическим управляющим электронным клапаном Water Specialist E1 Control Valve Manual (США), представляющий собой основной центр управления, обеспечивающий направление и регулирование всеми режимами фильтра. Управляющий клапан способен распределять потоки в нужных соотношениях

для регенерации по промывке сорбента. Управляющий клапан имеет ряд преимуществ: возможность обработки больших потоков воды (до 20 м<sup>3</sup>/час).

В режиме очистки вода поступает во вход блока управления, двигаясь сверху вниз в корпусе, проходит через фильтрующую среду, очищаясь от тех или иных типов загрязнений, проходит через «поддерживающий» слой, через щели нижнего распределителя попадает в центральный стояк и поднимаясь по нему, попадает на выход в управляющем блоке. В режиме обратной промывки вода двигается вниз по центральному стояку, проходит через щели распределителя, поднимается вверх через фильтрующую среду, заставляя её расширяться на 20 – 40% и вместе с загрязнениями через дренажный выход блока управления, сбрасывается в канализацию.

*Третья ступень* – автоматическая установка умягчения HF//WS –E1/U

Удаление из воды катионов жёсткости (т.е. кальция и магния) осуществляется в процессе ионного обмена, а именно, методом натрий-катионирования при пропускании исходной воды через слой ионообменной смолы. В результате обменных реакций из обрабатываемой воды удаляются ионы Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, а в обрабатываемую воду поступают ионы Na<sup>+</sup>, анионный состав воды при этом не изменится.

Осуществлять метод натрий-катионирования предлагается на установке умягчения. Установка состоит из корпуса фильтра, блока управления и бака-солерастворителя. Корпус фильтра изготовлен из литого полимера, упрочнённого стекловолокном. Подача воды осуществляется по центральному распределительному стояку с щелевым распределителем на конце, устанавливаемым вертикально внутри фильтра. Объём загрузки смеси в адсорбер составляет не менее 66% объёма абсорбера. Адсорбер снабжён верхним дренажным устройством с размером щели не более 0,3 мм. Фильтр снабжён автоматическим блоком управления. Он изменяет направление потока воды, задавая тем самым различные режимы работы.

*Четвёртая ступень* очистки представляет собой картриджный фильтр финишной очистки AQF 20. Фильтр оснащён картриджем механической очистки на основе гофрированного полипропиленового полотна с размером ячейки 10 мкм. Предназначен для защиты последующего оборудования от повреждений, возникающих из-за проникновения инородных тел (частицы загрузки и т.п.). Это продлевает срок службы систем, установленных после фильтра, и предотвращает их преждевременный выход из строя. Частота замены картриджа определяется в ходе эксплуатации. Размер пор картриджа 5 – 10 мкм. Производительность при использовании полипропиленовых картриджей – 6,0 мм; высота фильтра – 500 мм.; диаметр – 140 мм; присоединительная резьба (вход и выход) – 1 дюйм. Потеря давления при максимальной производительности – 0,4 бар.

*Пятая ступень* – обратноосмотическая система очистки воды «RO-1-HF».

В обратноосмотическую установку входят:

1. Мультипатронный фильтр с картриджами 5 мкм в количестве 2 шт.
2. Мембранная установка, включающая непосредственно мембраны, корпус для них, насос высокого давления, расходный бак и дозатор ингибитора;

Для устойчивой работы системы давление на входе должно быть не менее 0,2 МПа. Производительность установки по очищенной воде (пермеат) принята равной 1,0 м<sup>3</sup>/час. Потребность в исходной воде с учетом сброса концентрата составляет

1,5 – 2,0 м<sup>3</sup>/час. Расчётная температура воды для установок обратного осмоса составляет 20-25 °С. При снижении температуры на 1 градус производительность установки уменьшается на 3 – 5%, что соответственно увеличивает сброс концентрата.

Система полностью агрегатирована и подключается к трубопроводу умягчённой воды. Обессоливание воды на установке R/O-1.0 основано на принципе обратного осмоса, т.е. отделения пресной воды от минерализованной через полупроницаемую мембрану под давлением выше осмотического (баромембранный процесс), которое для заданных условий и типа применяемых мембран составляет 10 – 12 кгс/см<sup>2</sup>.

Получаемая опреснённая вода освобождается от ионов растворенных солей, мембраны задерживают бактерии и вирусы.

*Шестая ступень* – бактерицидная установка ОВОД-1.

Бактерицидная установка ОВОД-1 предназначена для обеззараживания воды до нормативов, соответствующих требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» по микробиологическим и паразитологическим показателям. Как известно, ультрафиолетовым называется электромагнитное излучение в пределах длин волн от 10 до 400 нм. В современных УФ-устройствах применяют волны 253,7 нм. Он представляет собой металлический корпус, внутри которого находится бактерицидная лампа. Она, в свою очередь, помещается в защитную кварцевую трубку. Вода омывает кварцевую трубку, обрабатывается ультрафиолетом и, соответственно, обеззараживается.

Бактерицидная установка состоит из корпуса, выполненного из нержавеющей стали. Внутри корпуса в кварцевой трубе крепится бактерицидная лампа. Установка комплектуется блоком управления, в котором размещены электроэлементы питания и управления лампой. Эффективная доза облучения – не менее 16 мДж/см<sup>2</sup>. При ресурсе работы ультрафиолетовой лампы (Philips) – не менее 8000 час (по регламенту МУ 2.1.4.719-98).

Предложенный автоматизированный комплекс водоподготовки на пищевых и перерабатывающих предприятиях Тульской области позволяет обеспечить соответствие требованиям к воде для питья и хозяйственных нужд, и дополнительным требованиям, связанным со специфическими условиями отрасли (для транспортировки, мойки, обработки сырья и приготовления продукта, и главное – для получения воды, входящей в состав продукта и применяемой для заключительной его обработки).