

УДК 631.3:628.1:631.15

*С.С. Гусев, канд. техн. наук**Е.А. Улюкина, канд. хим. наук**Л.Л. Михальский, канд. техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

## **ВОДОПОДГОТОВКА НА ОБЪЕКТАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**О**bjectы агропромышленного комплекса (АПК), к которым относятся жилые поселки с административными, культурно-бытовыми, медицинскими и школьными зданиями, животноводческие комплексы, птицефабрики, теплицы, полевые станы, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, ремонтные предприятия, являются крупными потребителями воды различного качества. Вода используется для удовлетворения бытовых нужд (питье, приготовление пищи, гигиенические процедуры, отопление жилых помещений и т. п.), для производственных целей (мойка сельскохозяйственных машин и другой мобильной техники, полив полевых, садовых и огородных культур, поение скота и птицы, рыборазведение, питание паровых и водогрейных котлов различного назначения и т. п.), а также для обеспечения пожарной безопасности зданий. И если потребление воды для указанных целей определено действующими нормами проектирования СНиП 2.04.02–84\* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» или технологическими нормативами, то требования к качеству потребляемой воды имеют широкий диапазон значений показателей. Исключением являются требования к качеству питьевой воды, которые зафиксированы в СанПиН 2.1.4.10749–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды». Таким образом, вода, поступающая из источников водоснабжения и используемая для моечно-очистных операций, а также применяемая в животноводстве и растениеводстве, содержит достаточно много взвешенных твердых частиц. Помимо этого в воде содержатся вредные химические вещества органического и неорганического происхождения, микроорганизмы, в том числе и болезнетворные, продукты их жизнедеятельности и т. п. При этом достаточно четко сформулированные требования к массовому содержанию и гранулометрическому составу твердых частиц загрязнений, содержащихся в воде, применяемой для указанных целей в сельском хозяйстве, в известных авторам источниках отсутствуют. Поэтому требования к содержанию и размерам твердых частиц загрязнений в воде могут быть сформулированы в результате анализа конструкции соответствующих технических устройств, при эксплуатации которых эта вода применяется.

Качество применяемой воды непосредственно связано как с качеством выпускаемой продукции, так и эксплуатационными показателями технологического оборудования. Качество воды, используемой на предприятии, определяется источником водоснабжения и составом водоочистного оборудования, установленного на нем. Это оборудование, если оно имеется, типовое и не учитывает особенности качества воды источника водоснабжения. Этот факт, а также удаленность потребителя воды от станции водоподготовки и, соответственно, наличие протяженной распределительной системы приводит к тому, что используемая в технологическом процессе вода не отвечает требованиям данной технологии, а то и требованиям СанПиН 2.1.4.10749–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды».

В ряде регионов страны состояние питьевого водоснабжения может оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья населения. Основными причинами неудовлетворительного водоснабжения являются отсутствие зон санитарной охраны источников водоснабжения, дефицит мощностей сооружений водоочистки и обеззараживания воды, неудовлетворительное состояние распределительных сетей и отдаленность очистных сооружений от потребителей.

Обеспечение населения питьевой водой соответствующего качества лежит в плоскости реализации национальных проектов и является важной социально-экономической задачей. Особенно актуальным представляется снабжение качественной водой социально значимых объектов, к которым относятся детские сады, школы, больницы, дома отдыха, а также небольшие населенные пункты и производственные объекты. Характерным для таких объектов является необходимость установки устройств локальной водоочистки производительностью 1...20 м<sup>3</sup>/ч.

В качестве варианта решения указанной технической проблемы предлагается путь создания и внедрения на предприятиях отрасли локальных установок очистки воды, использующих универсальную и простую технологию. Такой технологией является озонсорбционная очистка [1]. Локальная водоподготовка и доочистка основана на том, что

атомарный кислород уничтожает бактерии, споры, вирусы, разрушает растворенные в воде органические вещества. Озонирование вод в сочетании с фильтрацией позволяет осуществить окисление и удаление из воды сложных органоминеральных комплексов, металлов ( $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ag^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  и др.). При озонировании минеральный состав, щелочность, активная кислотность воды остаются без изменений. Избыток озона в отличие от хлора не денатурирует воду. Озонирование обогащает воду кислородом, придавая ей вкус родниковой. Это позволяет использовать озон не только для обеззараживания, но и для дезодорации питьевой воды, удаления токсических органических веществ. Все эти процессы взаимосвязаны и протекают одновременно, что в определенной степени характеризует многообразие и неспецифичность действия озона. Среди процессов улучшения качества питьевой воды наиболее значимым с точки зрения профилактики эпидемических заболеваний является обеззараживание. Высокий бактерицидный и вирулицидный эффекты действия озона отмечаются при реальных для практики водоснабжения концентрациях 0,5...0,8 мг/л и экспозиции 10...12 мин.

Аппаратурное оформление предлагаемой базовой технологии представлено на рис. 1.

Работа установки производится в автоматическом режиме. Регенерация встроенного фильтра в зависимости от требований может быть выполнена как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Управление работой установки (электромагнитного клапана, озонатора, насосной станции) обеспечивается автоматически по сигналу от блока датчиков уровня.

Продукты окисления задерживаются засыпкой активированного угля, размещенного в контактном резервуаре. Активированный уголь использу-

ется для каталитического доокисления растворенных хлорорганических и органических соединений и некоторых продуктов озонлиза на поверхности угля. Как показывает практика, уголь в таком процессе не расходуется и не утрачивает своей каталитической активности, так как при подаче большого количества избыточного озона работает не как адсорбент, а как катализатор. Этот метод подходит для доочистки хлорированной водопроводной воды.

Основным преимуществом такого технического решения является безреагентность (не требуется использование реагентов в процессе работы, так как озон является наиболее сильным окислителем и генерируется из воздуха) и универсальность способа очистки. Осуществление многих производственных операций, связанных с использованием воды, предъявляет весьма высокие требования к ее чистоте. Это относится к использованию высоконапорных мониторинговых моющих машин при техническом обслуживании сельскохозяйственной техники, к применению устройств ниппельного типа при поении птицы, животных, к эксплуатации систем капельного орошения при возделывании сельскохозяйственных растений и т. п. Помимо механических загрязнений в виде твердых частиц (главным образом почвенной и атмосферной пыли) значительные затруднения при использовании перечисленных устройств вызывают растворимые в воде соли, которые, отлагаясь в калиброванных отверстиях, в подвижных зазорах между сопряженными деталями и т. п., вызывают зарастание проходных сечений. Такое положение приводит к сокращению или прекращению поступления воды в соответствующие рабочие зоны. Применяемые в настоящее время устройства для очистки воды, поступающей в моечные машины, оросительные системы и поильные приспособления не в полной мере обеспечивают требуемый уровень чистоты воды. Поэтому совершенствование очистки воды, используемой для технических и технологических целей в сельскохозяйственном производстве, является важной задачей и требует кардинального решения.

Особенностью озонсорбционной технологии очистки является возможность использования на стадии доочистки окисленной воды различных типов фильтров. Применение различных типов фильтрующих устройств позволяет получить качество воды с заданной степенью очистки при достаточно высоком уровне очистки базовой технологии. На рис. 2 представлена схема озонсорбционной очистки воды с выносным фильтром, в котором в качестве фильтрующего материала применены полимерные материалы, имеющие пространственно-глобулярную структуру (ПГС-полимеры) [2].

ПГС-полимеры отличаются весьма совершенной пористой структурой и узким распределением

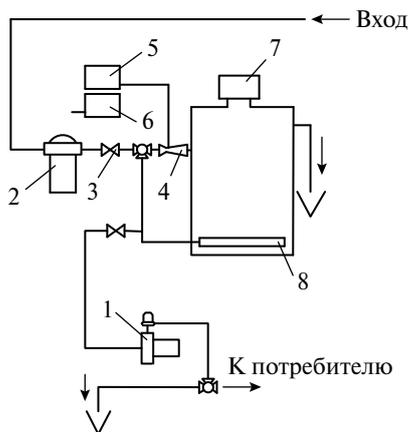


Рис. 1. Схема базовой технологии:

1 — насосная станция; 2 — фильтр от механических примесей; 3 — клапан с электроприводом; 4 — эжектор; 5 — генератор озона (озонатор); 6 — блок управления; 7 — деструктор озона; 8 — КФА (контактно-фильтровальный аппарат со встроенным фильтром)

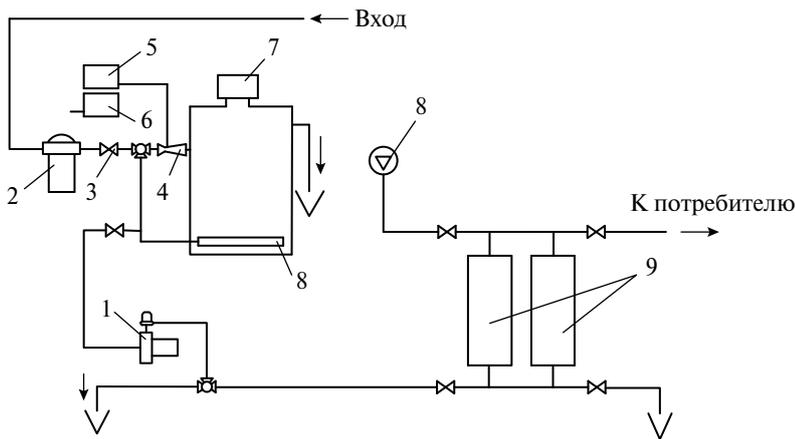


Рис. 2. Схема озонсорбционной очистки воды:

- 1 — насосная станция; 2 — фильтр предварительной очистки;  
3 — клапан с электроприводом; 4 — эжектор; 5 — блок управления;  
6 — генератор озона (озонатор); 7 — деструктор озона; 8 — компрессор;  
9 — установка фильтрационная модульная

пор по размерам  $\pm 10\%$ . Варьируя условия синтеза, получают большое разнообразие различных пористых структур: моно- и полидисперсных с различной укладкой микроглобул — от максимально плотной до разреженной. Наиболее широкое практическое применение нашли фильтроэлементы с размером пор от 5 до 20 мкм и пористостью 35...60%, работающие в режиме микрофильтрации. Степень очистки воды после доочистки на микрофильтрах повышается. Фильтроэлементы изготавливаются в виде цилиндрических картриджей с резьбовыми держателями на концах. Соединение картриджей между собой позволяют получить фильтр с заданной поверхностью и, соответственно, с заданной производительностью. Регенерация фильтроэлементов обеспечивается обратной промывкой (обратной отдувкой сжатым воздухом) или их комбинацией. Такое техническое решение позволяет существенно снизить расход воды на промывку — восстановление работоспособности фильтра. Согласно СНиП 2.04.02–84\* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» интенсивность промывки загрузки составляет 16...18 л/с м<sup>2</sup>.

На рис. 3 представлена схема озонсорбционной очистки с использованием в качестве выносного фильтра ультрафильтрационной мембраны [3].

Приведенные на рисунках схемы озонсорбционной очистки обеспечивают качество очищенной воды в соответствии с нормами СанПиН 2.1.4.10749–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды» и могут быть рекомендованы для

использования в системах водоподготовки. Однако технико-экономические показатели приведенных установок разнятся и позволяют, в зависимости от условий работы, произвести выбор системы очистки в пользу одного из представленных вариантов. В базовом варианте очистки воды фильтрование обработанных озонем загрязнений обеспечивается встроенной загрузкой из активированного угля, но при регенерации загрузки сбрасывается большое количество воды, что не всегда допустимо в условиях эксплуатации. При этом тонкость очистки определяется формой и размером гранул активированного угля.

Второй вариант исполнения рассматриваемой технологии очистки отличается от базового использованием на стадии доочистки обработанной озонем воды выносного фильтра из ПГС-полимера. В отличие от базового варианта практически полностью исключается сброс воды при регенерации фильтроэлементов и улучшается тонкость фильтрования. Увеличение стоимости очистки в целом, периодическое снижение расхода воды из-за отложений на фильтроэлементах и как следствие снижение комфортных условий водопотребления, а также необходимость замены фильтроэлементов накладывают на применение данного варианта исполнения определенные ограничения.

При применении в качестве аппарата доочистки ультрафильтрационной мембраны приводит к появлению дополнительных емкостей и насоса подачи очищенной воды к потребителю. При определенном улучшении качества очищенной воды и расширении возможности очистки воды в широком диапазоне загрязнений такой вариант построения технологии очистки требует технико-экономического обоснования.

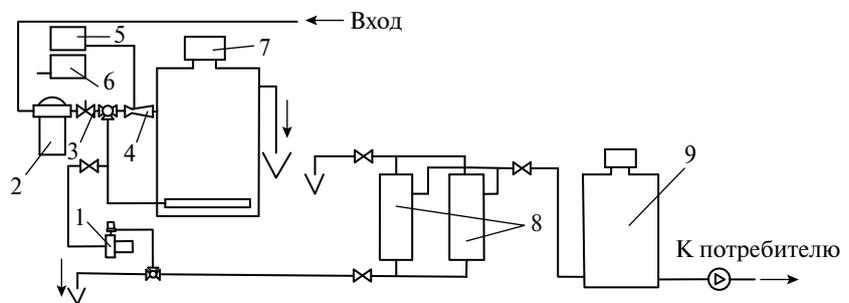


Рис. 3. Схема озонсорбционной очистки с использованием мембраны:

- 1 — насосная станция; 2 — эжектор; 3 — клапан с электроприводом;  
4 — фильтр от механических приводов; 5 — блок управления;  
6 — генератор озона (озонатор); 7 — деструктор озона;  
8 — ультрафильтрационная мембрана; 9 — резервуар чистой воды

Таким образом, выбор метода очистки воды является не столько техническим решением, а в большей степени технико-экономическим обоснованием.

#### Список литературы

1. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требования санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559–96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем

питьевого водоснабжения. Контроль качества» на водопроводных станциях при очистке природных вод. — М.: ГУП «ВИМИ», 2000. — 92 с.

2. Любман, Н.Я. Полимерные и ионообразующие фильтрующие элементы / Н.Я. Любман, Г.К. Имангазиева, А.И. Усков // Цветные металлы. — 1986. — № 6. — С. 42–46.

3. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б.Е. Рябчиков. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 328 с.

УДК 631.312

*С.И. Старовойтов, канд. техн. наук*

*В.Н. Блохин*

*Н.Н. Чемисов*

Брянская государственная сельскохозяйственная академия

*Е.С. Старовойтова*

Российский университет дружбы народов

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДЕФОРМАТОРА НА ОСНОВЕ МКЭ

В выражениях В.П. Горячкина, Н.В. Щучкина, Г.Н. Синеокова, В.В. Кацыгина [1] выходным значением является тяговое усилие, геометрические параметры представлены размерами поперечного сечения пласта, динамичность воздействия отражена квадратом скорости или скоростью распространения напряжений, деформационность почвы учтена коэффициентом деформации, почва как объект обработки выражена через угол внешнего трения, показатели плотности и твердости.

Существуют также теоретические модели, описывающие взаимодействие рабочего органа с почвой, где выходным параметром является размер тела скольжения, работа сил резания, напряженно-деформированное состояние обрабатываемого пласта [2–5].

Перспективным методом расчета напряженно-деформированного состояния почвенного пласта является метод конечных элементов [6]. Реализацией данного метода может быть или определение силы тяги, или процент содержания частиц определенного размера. При динамическом нагружении [2] почву можно считать условно упругой средой. И данное обстоятельство позволяет представлять объект обработки модулем упругости первого рода  $E$  и коэффициентом Пуассона  $\mu$ .

Модуль упругости первого рода при динамическом нагружении малой интенсивности цилиндрического почвенного образца среднесуглинистой почвы ненарушенной структуры определялся на основании методики А.С. Кушнарёва [5]:

$$E = -47\,998,895\omega^2 + 1\,520\,917,783\omega - 7\,734\,389,949, \quad (1)$$

где  $\omega$  — значение абсолютной влажности почвы.

Для определения коэффициента Пуассона  $\mu$  использовался специально разработанный стенд и созданная компьютерная программа.

Стенд состоит из силовой и измерительной частей. В силовую часть входят механизмы нагружения и контроля нагрузки, поршень, опирающийся на роликовые опоры. Наличие роликовых опор, которые скользят по направляющим, позволяют поршню оказывать воздействие на пласт в вертикальной плоскости. Измерительная часть представлена оптическими датчиками, размещенными на панели. В качестве оптических датчиков используются компьютерные мыши с высокой степенью разрешения, которые фиксируют перемещения ряда узловых точек. В свою очередь панель крепится к подвижной боковине, которая шарнирно связана с корпусом силовой части.

Программа состоит из нескольких файлов. Первый файл — драйвер, который размещен поверх стандартного драйвера устройства и служит непосредственно перехватчиком и разделителем всех манипуляторов. Второй файл — программа, которая обрабатывает данные о перемещении точек и их записывает. Принцип действия компьютерной программы основан на перехвате данных о движении точек напрямую с драйвера устройства. Это позволяет получить максимально точные показания, независимые от разрешения экрана и те-