



Рисунок 5 – Концентрации основных загрязнений (взвешенные вещества, БПК₅, ХПК и аммонийный азот) средние в год за период 1986–2011 гг.

Выводы

Величины изменения расходов притока сточных вод за месяц, как максимальные, минимальные, так и средние, на очистные сооружения подтверждают, что, начиная с 2006 г. до 2009 г., происходит значительное снижение объемов водоотведения, а затем выравнивание с небольшим понижением.

Характерные значения суточных поступлений сточных вод на очистные сооружения можно принять: минимальное – 60, среднее – 80 и максимальное – 120 тыс. м³.

Показатели состава сточных вод свидетельствуют (что ожидаемо), что со снижением объемов водоотведения произошло увеличение концентраций по взвешенным веществам с 270 до 300 мг/л и БПК₅ – с 220 до 320 мгО₂/л.

Значительное увеличение величины ХПК с 350 до 600 мгО₂/л можно связать со снижением доли сточных вод хозяйственно-бытового назначения и, наоборот, увеличением поступления производственных стоков.

Таким образом, эксплуатацию очистных сооружений необходимо корректировать с учетом полученных результатов по изменению количества и состава сточных вод.

УДК 628.161.2:546.72 (043.3)

В.Д. ЮШЕНКО, Т.А. ПОДСАДНИК, Е.С. ВЕЛЮГО

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
г. Новополоцк

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Technological plans of iron's removal in small establishments and settlements. Using of simplified aeration method in sand filters. Application of rapid filters with activated carbon for iron's removal from water.

Обеспечение населения качественной питьевой водой является приоритетной социальной проблемой Республики Беларусь, выполнение которой направлено на достижение главной цели – улучшение и сохранение здоровья населения и в целом – безопасности нации.

Водоснабжение населенных мест в Республике Беларусь осуществляется из подземных источников, санитарно-гигиеническое состояние которых на действующих водозаборах в основном отвечает нормативным требованиям [1], но на более 80 % из

их наблюдается прежде всего повышенное содержание в воде железа, которое оказывает негативное влияние на организм человека.

Системы водоподготовки, принимаемые для городов, являются безнапорными (за исключением) и включают, кроме станций обезжелезивания, еще и сборные резервуары, промывные устройства, насосную станцию второго подъема и т. д., что требует их квалифицированной эксплуатации и обслуживания.

Но, если вопросы снабжения водой в крупных и средних населенных пунктах Республики во многом решены, то для малых населенных пунктов они находятся далеко не в лучшем состоянии и обостряются с каждым годом.

Для малых автономных систем, забирающих воду из одиночных скважин, как правило, используется напорная схема подачи воды к потребителю, состоящая из скважин, установок (узлов) обезжелезивания воды, напорно-регулирующие емкости одонапорные баки или башни) и водопроводная сеть. Отсутствие резервуаров чистой воды, насосных станций второго подъема значительно упрощает общую систему водоснабжения.

Для удаления железа из подземных вод в Республике Беларусь наибольшее распространение получили аэрационные методы. Практически повсеместно применяется этот упрощенный аэрации с последующим фильтрованием в напорном или безнапорном вариантах [2]. Он является наиболее изученным и рекомендуется для применения при содержании железа в исходной воде до 10 мг/л (в том числе двухвалентного железа — не менее 70 %), pH — не менее 6,8, окислительно-восстановительный потенциал — более 100 мВ, щелочность — более 2 моль/л; содержание сероводорода — не более 0,5 мг/л.

Если в воде присутствует железо в органических формах, а также совместно с арганцем и растворенными газами, то применение аэрации отдельно или совместно сильными окислителями, коагулянтами может быть неэффективным, вследствие низкого значения величины pH артезианских вод и трудно окисляемым кислородом воздуха, веществ.

В этом случае одним из современных направлений, повышающих эффективность урбции железа в системе фильтров очистных сооружений, является применение биохимических способов очистки питьевых подземных вод с использованием железобактерий, иммобилизованных в непрерывном режиме. При прохождении воды через слой носителя содержащееся в ней двухвалентное железо под воздействием железобактерий превращается в нерастворимые соединения трехвалентного железа, которые выносятся наружу. Данный способ позволяет в непрерывном режиме и с высокой эффективностью обрабатывать большие объемы воды [2].

Анализируя работу существующих систем водоснабжения в малых населенных пунктах, можно выделить две наиболее встречающиеся системы водоснабжения.

Первая система: артскважины (как правило, 1 рабочая и 1 резервная), установка безжелезивания, водонапорная башня и водопроводная сеть. Эта система является наиболее характерной и простой.

Установка обезжелезивания расположена после скважины. Фильтры загружены зарцеваемым песком. Аэрация воды производится с помощью эжекторов (общий на установку или каждый на отдельный фильтр), если общий напор подачи воды в башню не превышает 0,6 МПа. В противном случае используются компрессорная установка смесительная вставка. Обогащенная кислородом воздуха вода поступает в фильтрующую загрузку, зерна которой покрыты ранее образовавшейся каталитической пленкой, состоящей из окислов железа. В результате сложных автокаталитических физико-химических процессов в толще фильтрующего материала происходит обезжелезивание воды — окисление растворенного двухвалентного железа и выделение

его гидроокиси на поверхности зерен и в поровом пространстве загрузки. При этом потери напора в фильтре возрастают и достигают предельных величин, принятых 0,08 МПа, которые и определяют продолжительность фильтроцикла в целом. При условии расположения водонапорной башни около установки обезжелезивания, промывка фильтров производится водой из бака башни, в котором, в данном случае, кроме регулирующего объема хранится и запас промывной воды.

Вторая характерная система включает несколько отдельно стоящих артскважин, работающих напрямую в разводящую сеть с использованием общей водонапорной башни или с отдельными водонапорными баками, установленными в павильоне скважин. Эта система является наиболее сложной при удалении из воды железа. Для каждой артскважины необходимо предусмотреть свою локальную установку обезжелезивания, подающей воду в общую систему водоснабжения, что часто является невозможным. Как правило, решают следующим образом: определяют основные скважины, расположенные рядом, производят их переключение на общий трубопровод и располагают единую установку обезжелезивания, оставляя остальные скважины в резервном состоянии. Для промывки фильтров в одном здании с фильтрами предусматривают сборный резервуар и установку промывных насосов.

Как показывает практика использования напорных установок обезжелезивания малой производительности, эффективность удаления железа в них часто является неудовлетворительной.

Причина может заключаться в эксплуатации самих установок и многообразии форм железа, содержащихся в воде. Кроме этого, вода может содержать большой спектр веществ и соединений, установить влияние которых на процесс обезжелезивания достаточно сложно, а иногда и невозможно, особенно в условиях принятой действующей конструкции установки.

Но наиболее часто низкая эффективность установок обезжелезивания обусловлена их эксплуатацией без учета особенностей режима малых объемов водопотребления.

При малом водопотреблении (от нескольких сотен до 1000 м³/сут.) трудно обеспечить постоянную и равномерную подачу воды на фильтры из скважин. Перерыв в подаче воды из скважин на фильтры может составлять порядка нескольких часов (особенно в ночное время), в результате чего происходит нарушение самого процесса обезжелезивания по методу упрощенной азрации. То есть при длительном контакте с воздухом вода обогащается кислородом с повышением окислительного потенциала дисперсной системы, что приводит к образованию значительной части минерализованной формы гидрооксида железа, которая отступает в фильтрат, т.к. песчаная загрузка ее не задерживает. В результате этого остаточная концентрация общего железа в фильтрате может превышать нормативное значение (0,3 мг/л). Также возникают постоянные проблемы с удалением избыточного воздуха из фильтров с песчаной загрузкой, и вполне вероятно, что фильтрация воды происходит в полузаотопленной загрузке, а это также снижает эффективность их работы.

Очевидно, в таких случаях нужно использовать активные фильтрующие материалы. Например кокс или активированные угли типа АГ-3, БАУ или СК (сульфоуголь), которые задерживают железо в различных формах [3].

По сравнению с кварцевым песком обезжелезивание в фильтрах с угольной загрузкой более эффективно из-за наличия значительной активной поверхности зерен частиц и особенности механизма воздействия этих частиц с гидрооксидом железа полученного после его окисления кислородом воздуха. Еще одним отличием от процессов, происходящих в песчаной загрузке, является то, что углем могут задерживаться не только гелевидные, но и минерализованные формы гидрооксида железа, при этом продолжительность контакта воды с воздухом не ограничивается и образован

каких-либо относительно прочных структур является маловероятным. Это происходит вследствие того, что уголь не обладает полярностью, как песок, поэтому задержание железистых соединений на его поверхности происходит прежде всего за счет дисперсных сил межмолекулярного притяжения. Нельзя исключать и донорно-акцепторное взаимодействие, вследствие чего происходит взаимодействие кулоновских сил. Кроме этого, угли являются отличными сорбентами.

Данные материалы не получили широкого применения для обезжелезивания воды при большом водопотреблении из-за высокой стоимости по сравнению с кварцевым песком. Однако при малых мощностях происходит нивелирование их стоимости и применение угольных материалов, ввиду их большого технологического преимущества по сравнению с кварцевым песком, уже вполне оправдано.

Обезжелезивание воды на активированных углях, как и при обычном фильтровании, следует рассматривать в виде суммарного результата двух процессов: адгезии (прилипания) и суффозии (отрыва), что характеризует автомодельную область работы фильтра. Тот факт, что при окончании защитного действия фильтров и ухудшении качества фильтрата предельные значения напора еще не наступили, свидетельствует о том, что зерна угольной загрузки обладают более развитой структурной поверхностью, чем песок. Загрязнения распределяются более равномерно по всей высоте этого материала, в то время как при песчаной загрузке они накапливаются только в верхних слоях, что приводит к быстрому росту потерь.

Способ обезжелезивания подземных вод фильтрованием с использованием активированных углей доказал высокую эффективность очистки и внедрен более чем на 30 объектах.

Одновременно с более полным удалением железа при промывке фильтров уменьшается ее интенсивность, и, следовательно, объем промывной воды, а за счет отличных сорбционных свойств угля, при необходимости, происходит также улучшение органолептических свойств обрабатываемой воды.

Таким образом, в условиях периодичной работы скважин и резкого режима при малом водопотреблении обезжелезивание воды более эффективно происходит на фильтрах с угольной загрузкой, чем на песчаной. При этом более эффективен вариант установки фильтров после водонапорной башни и их работа в условиях задержания любых форм железа после длительного контакта воды с воздухом.

На основании исследований рекомендуются следующие данные для расчета и проектирования угольных фильтров: скорость фильтрования до 20 м/ч (при форсированном режиме до 25 м/ч); интенсивность промывки 6–10 л/с м², продолжительность промывки 7–10 мин, продолжительность фильтроцикла – не менее 7 суток. То есть, продолжительность фильтроцикла и скорость фильтрования в фильтрах с угольной загрузкой по сравнению с песком увеличивается в 2–3 раза.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы: СанПиН 10-124 РБ 99 // Сборник санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению / Минздрав РБ. – Минск, 2003. – 112 с.
2. Седлухо, Ю.П. Роль биологических процессов в технологиях очистки подземных вод / Ю.П. Седлухо, М.И. Лемеш // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2008. – № 1. – С. 5–9.
3. Ющенко, В.Д. К вопросу обезжелезивания воды для малых населенных пунктов / В.Д. Ющенко, Т.А. Подсадник // Труды БГТУ. – 2010. – № 7. – С. 244–249.