

Рисунок 2 – Зависимость зоны влияния струйного комплекса на оздоровление воздушного бассейна от его геометрических размеров.

Из графика видно, что зона влияния струйного комплекса изменяется от 0,3 до 9,5 га при изменении высоты струйного комплекса от 5 до 25 м и диаметра куполообразной жидкостной завесы в нижнем основании от 17 до 85 м.

Струйный комплекс предлагаемой конструкции может быть использован для оздоровления воздушного бассейна

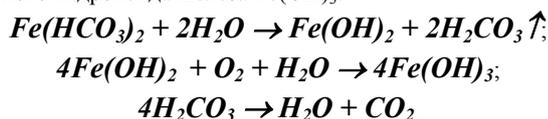
УДК 628.162

*Житенев Б.Н., Шеина Л.Е.*

## ПРОБЛЕМЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ

Основная масса воды для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд населения, предприятий пищевой промышленности и других субъектов хозяйствования Республики Беларусь забирается из подземных источников. Содержание железа в подземных водах Республики Беларусь колеблется в основном в пределах от 3 до 5 мг/дм<sup>3</sup>, но иногда достигает 12 мг/дм<sup>3</sup>, что значительно превышает ПДК = 0,3 мг/дм<sup>3</sup> [1].

В значительном количестве случаев железо содержится в формах, допускающих его удаление методом упрощенной аэрации с последующим фильтрованием, который является наиболее распространенным способом кондиционирования подземных вод в условиях Республики Беларусь. При аэрации двухвалентное железо переводится в трехвалентное, которое гидролизует с образованием малорастворимого и выпадающего в осадок гидроксида железа. В большинстве подземных водоисточников Республики Беларусь железо присутствует в виде гидрокарбонатов Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, которые подвергаются гидролизу с образованием гидроксида двухвалентного железа Fe(OH)<sub>2</sub>, который затем легко окисляется до трехвалентного гидроксида железа Fe(OH)<sub>3</sub>.



Для обезжелезивания подземных вод применяются и другие менее распространенные методы, но почти во всех случаях основным компонентом образующегося при этом осадка является гидроксид железа Fe(OH)<sub>3</sub>.

крупных городов, охлаждения воды в системах оборотного водоснабжения, обработки воздуха в системах вентиляции, а также в качестве аэратора большой производительности на очистных сооружениях. Положительное влияние на качество образования куполообразных жидкостных экранов оказывают сильноразбавленные водные растворы полимеров.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков В.М., Строкач П.П. Защитный водяной колпак. Сельское хозяйство Белоруссии, Минск, 1979, № 1.
2. Новиков В.М., Строкач П.П., Зинович С.К. Исследование деструкции полимеров в сильно разбавленных водных растворах. Химия и химическая технология. – Минск, «Высшая школа», выпуск 13, 1978.
3. Новиков В.М., Строкач П.П. Исследование электропроводности сильно разбавленных растворов карбоксиметилцеллюлозы. Наука и техника в городском хозяйстве. Респуб. введ. сборник. Выпуск 38., Киев, «Будівельник», 1978.
4. Новиков В.М., Строкач П.П. Датчик для измерения концентрации полимера в водных растворах. Информационный листок. № 234 – Брест, 1977.

При фильтровании через зернистый слой вода, содержащая двухвалентное железо и растворенный кислород, способна выделять железо на поверхности зерен загрузки, образуя каталитическую пленку из ионов и окислов двухвалентного и трехвалентного железа. В качестве фильтрующей загрузки могут быть использованы кварцевый песок, дробленый и недробленый керамзит, колотый гранитный щебень и другие. Но, как правило, вид фильтрующего материала при использовании метода упрощенной аэрации для обезжелезивания практически не оказывает влияния на эффективность работы обезжелезивающих фильтров из-за постепенного обволакивания зерен загрузки каталитической пленкой, при этом со временем образуются практически одинаковые окатанные зерна фильтрующего слоя, и выравнивается их плотность [2].

Одновременно с образованием пленки на поверхности зерен фильтрующей загрузки в межпоровом пространстве происходит накопление рыхлого осадка гидроксида железа, который необходимо периодически удалять из фильтрующего слоя. Для этого используется обычная промывка загрузки восходящим водяным или водовоздушным потоком. В процессе регенерации фильтрующего слоя образуются промывные воды. Доля воды, расходуемой для промывки, достаточно велика и, в зависимости от качества исходной воды и типа фильтра, может достигать 10...15% от общего расхода очищаемой воды. Промывные воды, образующиеся в процессе регенерации, характеризуются высоким содержанием железа. Концентрация ионов железа в промывных водах колеблется в пределах 100...600 мг/л. Основным компонентом осадка, об-

*Житенев Борис Николаевич.* Доцент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

*Шеина Людмила Евгеньевна.* Аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

разрушающегося при осветлении промывных вод, является трехвалентное железо в форме хлопьевидного гидроксида железа.

В соответствии с действующими СНиП 2.02.04 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [3] промывные воды следует направлять в отстойники. Продолжительность отстаивания промывных вод надлежит принимать для станций безреагентного обезжелезивания – 4 часа, для станций реагентного обезжелезивания – 2 часа [3]. После отстаивания промывная вода направляется в «голову» сооружений, где смешивается с исходной водой и проходит повторную очистку. Большая часть взвеси выпадает в осадок в течение 20 – 35 мин. после начала отстаивания. При этом остаточная концентрация железа в осветленной воде составляет 25...35 мг/дм<sup>3</sup> [2]. Дальнейшее снижение остаточной концентрации замедляется. После истечения рекомендуемого СНиП 2.02.04 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [3] времени отстаивания концентрация железа в промывной воде еще слишком велика. На практике при применении данной схемы наблюдаются затруднения в работе водопроводных станций. При возврате таких вод в «голову» снижается продолжительность фильтроцикла из-за высокого содержания соединений железа и взвешенных веществ. Это является основной причиной отказа в повторном использовании промывных вод. В большинстве случаев сооружения, предусмотренные для отстаивания, выключаются из технологического цикла и не используются.

Таким образом, при эксплуатации станций обезжелезивания воды методом упрощенной аэрации просматриваются две проблемы:

- проблема обработки промывных вод до качества, позволяющего направлять их в голову сооружений, при исключении негативного воздействия на основной технологический процесс обезжелезивания воды;
- проблема обработки осадка, образующегося при обработке промывных вод.

В настоящее время применяются еще несколько методов удаления промывных вод станций обезжелезивания. Одним из них является сброс промывных вод после отстаивания или без него в прилегающие естественные или искусственные овраги, котлованы и т.п. Основным недостатком этого способа является отрицательное воздействие на природную среду, происходит загрязнение почвы, подземных и поверхностных вод соединениями железа.

Промывные воды станций обезжелезивания, расположенных в канализованных районах могут быть сброшены на городские канализационные очистные сооружения (КОС) это вызывает необходимость увеличения пропускной способности КОС, повышает опасность засорения сетей, а также приводит к поступлению несвойственного для сооружений биологической очистки загрязнителей в виде соединений железа. Кроме этого требуются затраты на строительство водоотводящих сетей большого диаметра, способных принять залповый сброс при промывке. Данный способ неприемлем для удаления промывных вод станций расположенных за пределами населенных пунктов.

Второй проблемой эксплуатации станций обезжелезивания является проблема обезвоживания и утилизации осадка. В настоящее время наиболее распространенным является метод обезвоживания на фильтрующих площадках, основание кото-

рых выполняется из песка фракций 0,5...1 мм. Гранулометрический состав осадков характеризуется большим содержанием мелких фракций с размером основной массы частиц менее 0,002 мм. При длительном хранении осадка гидроксид железа подвергается старению и переходит из аморфного состояния в кристаллическое. Хлопья осадка укрупняются, что приводит к пористости осадка и улучшению его водоотдающей способности. Благодаря этому удаляется основная часть воды, содержащаяся в осадке. Так влажность осадка снижается с 98 до 50...60% в течение двух недель, при этом толщина слоя уменьшается с 0,3 м до 0,05...0,06 м. Недостатком указанного способа является низкая скорость процесса, что требует значительных земельных ресурсов [2]. Многие станции обезжелезивания располагаются в черте города, что ограничивает применение этого метода обезвоживания из-за недостатка свободных площадей. В случае устройства площадок за пределами городской застройки требуются большие затраты на транспортировку осадка.

В настоящее время известен способ удаления осадков промывных вод путем обезвоживания на вакуум-фильтрах и фильтр-прессах, однако этот метод не нашел пока широкого применения на станциях обезжелезивания воды.

Таким образом, наиболее часто используемым способом удаления промывных вод станций обезжелезивания, расположенных за границами района канализования является сброс их без очистки в прилегающие естественные или искусственные овраги, котлованы и т.п., в результате оказывается отрицательное воздействие на природную среду, происходит загрязнение почвы, подземных и поверхностных вод соединениями железа. В условиях Республики Беларусь около 3000 тонн железа ежегодно сбрасывается в окружающую среду. При высоком росте темпов водопотребления в условиях дефицита чистой воды существует необходимость создания оборотного водоснабжения за счет повторного использования очищенных промывных вод фильтровальных сооружений. Интенсификация процесса очистки промывных вод является актуальной задачей, решение которой позволит предотвратить загрязнение окружающей среды соединениями железа, уменьшить количество свежей воды, забираемой из подземных источников в результате повторного использования промывных вод.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 10-124 – РБ – 99 «Вода питьевая».
2. Любарский В.М. Осадки природных вод и методы их обработки. – М.: Стройиздат, 1980.– 128 с.
3. СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»
4. Журба М.Г., Приемышев Ю.Р., Чекрышов А.В. Обработка и удаление промывных вод водопроводных очистных станций // Водоснабжение и санитарная техника, №6, 2001. - с. 2-6.
5. Мельцер Г.И. Фильтровальные сооружения в коммунальном водоснабжении. – М.: Стройиздат, 1995.
6. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978.– 160 с.
7. Рапорт Я.Д., Титанов Ю.И. Применение водовоздушной промывки при обезжелезивании воды фильтрованием // Водоснабжение и санитарная техника, №8, 1997. - с. 20-21.