

внутреннего трения и модуля деформации. Это обусловлено присутствием рыхлых агрегатов из флокул, имеющих слабые связи друг с другом, поскольку их взаимодействие происходит через прослойку жидкой фазы.

Таблица 2 – Реологические и деформационные свойства глинисто-солевой дисперсии

Характеристика	Содержание флокулянта (мг/г твердой фазы)				
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Предельное напряжение сдвига P , МПа	14,3	16,8	18,9	19,3	15,2
Сцепление C , кПа	5,5	6,7	7,2	7,3	6,0
Угол внутреннего трения φ , град	16,7	19,5	21,5	22	17,2
Модуль деформации E , МПа	6,1	8,0	8,2	8,3	7,8

Продукт, образующийся в процессе переработки глинисто-солевых дисперсных отходов калийного производства содержит соли калия (8-10 %) и натрия (14-16 %), обладает структурой, позволяющей гранулировать его, в том числе, с добавками порошкообразных и пылевидных минеральных удобрений – (калийных, фосфорных, азотных), торфа, сапропеля. Разработанная технология позволяет полностью переработать многотоннажный отход калийного производства, который является в настоящее время источником загрязнения окружающей среды, открывает возможности получения новых видов удобрений и использования глиносодержащих побочных продуктов калийного производства.

УДК 628.16.

И.В. Войтов¹, С.А. Иванов², П.М. Гудинович², В.Л. Еловик²

¹Белорусский государственный технологический университет

²УП «Полимерконструкция»

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СЛОЖНЫХ ПО СОСТАВУ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ДЛЯ НУЖД ХОЗЯЙСТВЕННО- ПИТЬЕВОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

***Аннотация.** Для источников водоснабжения с сложным составом исходной воды важно учитывать все факторы влияющие на состав оборудования. Необходимо обоснованно реализовывать технологические решения позволяющие на дополнительных ступенях очистки значительно снижать затраты на реагенты и электроэнергию.*

I.V. Voitov¹, S.A. Ivanov², P.M. Gudinovich², V.L. Elovik²

¹Belarusian State Technological University

²UE "Polymerkonstruktsiya"

FEATURES OF PREPARATION OF COMPLEX COMPOSITION OF ARTESIAN WATERS FOR THE NEEDS OF DOMESTIC DRINKING AND INDUSTRIAL WATER SUPPLY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

***Abstract.** For water supply sources with a complex composition of the source water, it is important to take into account all factors affecting the composition of the equipment. It is necessary to reasonably implement technological solutions that make it possible to significantly reduce the cost of reagents and electricity at additional stages of purification.*

В более чем 70% эксплуатируемых подземных источников вода не соответствует требованиям, предъявляемым к воде питьевого качества по содержанию железа. Не редко на водозаборах встречается и превышение предельно допустимых концентраций по марганцу. Так же все чаще фиксируются подземные воды, где помимо высоких концентраций железа и марганца встречаются высокие концентрации аммиака и перманганатной окисляемости. Не редко такие воды сопровождаются повышенной цветностью.

Повышенные концентрации железа, марганца и аммиака негативно влияют не только на здоровье человека, но и на эксплуатацию сетей водоснабжения, промышленного оборудования, котлового оборудования, бытовой техники и пр. Так же при высоких показателях концентраций аммиака, цветности и перманганатной окисляемости в значительной степени усложняются технологические схемы и состав оборудования которые необходим для обеспечения предприятий водой требуемого качества, что в свою очередь повышает капитальные и эксплуатационные затраты.

Несмотря на широкий выбор технологий очистки подземных вод [1,2] от соединений железа и марганца далеко не все могут обеспечивать требуемую степень очистки в условиях наличия высоких концентраций аммиака и перманганатной окисляемости, обеспечить низкие эксплуатационные затраты, высокую эффективность и надежность. Некоторые методы и вовсе не могут применяться в

качестве стандартных и их использование возможно в случаях необходимости получения воды более высокого качества.

Повышенные концентрации аммиака в исходной воде могут угнетающе влиять на работоспособность станций водоподготовки, предназначенных для удаления из исходной воды железа и марганца. Чаще всего это проявляется в недостатке в обрабатываемой воде растворенного кислорода с учетом стандартных способов аэрации. А высокие показатели перманганатной окисляемости могут свидетельствовать о высоком содержании органических соединений, которые чаще всего не удаляются при использовании аэрационных безреагентных методов водоподготовки.

Учитывая состав исходной воды все возможные факторы и риски при реализации станций водоподготовки для обработки сложных по составу подземных вод очень важно уделить должное внимание технологическим изысканиям непосредственно у источника водоснабжения. Важно опробовать несколько возможных вариантов технологических схем для возможного сравнительного анализа эксплуатационных затрат. Это позволит выбрать оптимальную технологическую схему, исключить ошибки при проектировании, а также реализовать технологическое оборудование, обеспечивающее требуемую степень очистки и высокую надежность.

Одним из вариантов технологических схем при обработке сложных по составу подземных вод безнапорные станции с плавающей загрузкой. Такие станции могут быть одно- и двухступенчатые. Первые включают приемную камеру и фильтры с плавающей загрузкой. Они рекомендуются при относительно не сложном составе обрабатываемой воды, но требующей усиления аэрационно-дегазационных процессов.

Двухступенчатая схема состоит из нескольких блоков, включающих биореактор и три-четыре самопромывных фильтров с плавающей загрузкой. Такая схема рекомендуется при сложном составе подземных вод (низкое значение рН, высокая окисляемость, наличие аммония, высокое содержание железа, CO₂, и др.). На первой ступени обеспечивается интенсивная управляемая аэрация и дегазация поступающей воды, развитие биопленки на поверхности полимерной загрузки и биологическое окисление и удаление основной массы железа.

На второй ступени происходит доокисление двухвалентного железа и удаление выносимых из биореактора продуктов биоокисления [3-6].

Все корпусные элементы, загрузка и коммуникации станций такого типа выполняются из полимерных конструкционных

материалов с отдельными элементами из нержавеющей стали. Отсутствие промежуточных перекачек, промывных насосов, химических реагентов и полная автоматизация технологических процессов обеспечивают уникально низкое удельное энергопотребление ($0,5 - 2 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$) и минимальные эксплуатационные затраты. Объем промывных вод не превышает 1-1,2% от объема очищаемой воды.

Для станций водоподготовки с высокими концентрациями железа, аммиака, перманганатной окисляемости и цветности необходимо рассматривать комбинированные многоступенчатые технологические схемы [7], необходимо учитывать применение реагентов и при необходимости окисление различных органических и неорганических элементов озоном. Так для одного из промышленных предприятий в Витебской области для обработки артезианской воды с концентрациями железа 7-8 мг/л, аммония 9-10 мг/л, перманганатной окисляемости 12-13 мгО/л и цветности 60-70 градусов предложена многоступенчатая технологическая схема: безнапорная колонна с слоем «сухой» фильтрации – напорный скорый фильтр – озонатор – сорбционный угольный фильтр.

Данная технологическая схема позволяет значительно снизить концентрации железа, мутности, окисляемости и аммиака в обрабатываемой воде, а также позволяет значительно сократить требуемую дозу озона на окисление остаточных концентраций органических соединений и аммиака, так как генерация озона очень энергозатратный процесс.

Для источников водоснабжения с сложным составом исходной воды важно учитывать все факторы влияющие на состав оборудования. Необходимо обоснованно реализовывать технологические решения позволяющие на дополнительных ступенях очистки значительно снижать затраты на реагенты и электроэнергию. Для успешной реализации подобных объектов недостаточно производить только технологические расчеты, важно проверить в действии несколько вариантов технологических схем для определения наиболее оптимального и эффективного варианта.

Список использованных источников.

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

2. Михневич Э. И. Пропольский Д. Э. Анализ методов обезжелезивания воды и условия их применения // Мелиорация. 2017. № 2. С. 59 – 65.
3. Седлуха С.П., Софинская О.С. Биологический метод очистки подземных вод от железа // Вода и экология: проблемы и решения. – 2001. №1 – С. 13-21.
4. Седлухо Ю.П., Иванов С.А., Еловик В.Л. Биологическая очистка подземных вод от железа, марганца и сероводорода – опыт Беларуси // Вода Magazine – 2016, №7(107) – С. 10-15
5. Седлухо Ю.П. Влияние аэрационно-дегазационных процессов на свойства подземных вод и технологии их биологического обезжелезивания и деманганации // Вода. – 2012, №7-8(181).
6. Журба М.Г. и др. Биохимическое обезжелезивание и деманганация подземных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006, №9. – С. 17-23.
7. Degremont. Технический справочник по обработке воды. В 2 т.– СПб.: Новый журнал. 2007г.