

ОЧИСТКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ СЕРОВОДОРОДА

Казахбаев Бекзат Алтайұлы

kazahbaev01@gmail.com

Магистрант 1-го курса кафедры «Строительство» факультета «Архитектурно-строительный» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель - Е.Т. Тогабаев

Данная статья рассматривает проблемы и особенности удаления сероводорода из подземных вод.

Подземная вода, предназначенная для хозяйственно-питьевых нужд, должна быть безвредна для здоровья человека, иметь хорошие органолептические показатели и быть пригодной для использования в быту. Однако, подземные воды могут содержать вредные примеси, такие как сероводород, который может негативно повлиять на здоровье людей. В данной статье будет рассмотрен процесс очистки подземных вод питьевого назначения от сероводорода. Будут рассмотрены различные методы очистки и приведены примеры из стран СНГ.

Проблема очистки природных вод от загрязнений, а также выбора наиболее эффективных методов очистки является актуальной на сегодняшний день. Расположенные на территории страны подземные воды – единственный источник хозяйственно-питьевого водоснабжения для многих регионов. Состав и качество воды таких источников требует современных методов очистки и доведения воды до требуемых норм. Присутствие сероводорода в подземных водах препятствует их использованию для водоснабжения населения. Сероводород в подземной воде находится в виде ионов S^{2-} и HS^- либо в молекулярном состоянии (H_2S). Зависит это в большей степени от показателя pH, который имеет вода. Конкретный метод очистки определяется исходя из качества и состава воды, а также содержания в подземных водах других загрязнителей.

Технологии удаления сероводорода в процессе водоподготовки были отражены в работах С. А. Дурова [1], А. А. Кастальского [2], С. Н. Линевича [3–7], Л. Н. Фесенко [8–10]. В них представлены современные и эффективные технологические схемы очистки сероводородсодержащих вод, рассмотрены методы и технологии удаления сероводорода и других загрязнителей из природных вод.

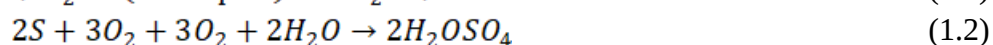
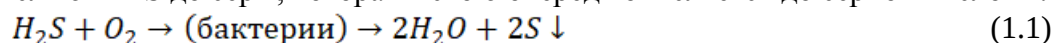
Подготовка подземной воды для хозяйственно-питьевых нужд представляет собой целый комплекс физических, химических, электрохимических, биологических и комбинированных методов по обработке и очистки воды и изменению её первоначального состава. Это достигается путём очистки воды от ряда нежелательных и вредных примесей, таких как сероводород. Учитывая это, при подготовке хозяйственно-питьевой воды для подачи потребителю необходимо полностью удалять из неё этот растворённый газ. Следует отметить, что H_2S является коррозионно-активным газом, который приводит или катализирует процессы коррозии металла. Наличие сероводорода в подземных водах препятствует её использованию для хозяйственно-питьевых нужд и придаёт воде запах тухлых яиц. Подземные воды с содержанием сероводорода встречаются практически во всех областях Республики Казахстан. Допустимое содержание сероводорода в питьевой воде должно быть не более 2 баллов [11], а в соответствии с требованиями европейского стандарта показателей качества воды – не более 0,05 мг/л. В природной воде сернистые соединения находятся в виде молекулярно растворённого в воде сероводорода (H_2S), гидросульфид-иона HS^- и сульфид-иона S^{2-} , а в случае присутствия в воде ионов железа образуется чёрная тонкодисперсная взвесь сульфида железа [12].

Вдыхание сероводорода, выделившегося из воды в воздух, может привести к ухудшению памяти, катару верхних дыхательных путей, бронхиту, фурункулёзу и

конъюнктивиту [12]. Содержание в воздухе 0,8 мг/л сероводорода может стать причиной отравления со смертельным исходом. Вследствие образования гальванических пар сульфида железа подземных вод с железом, из которого изготовлены трубопроводы, происходит их интенсивная коррозия [12].

Снижение концентрации сероводорода до нормативных значений в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения достигается с помощью физических методов очистки (аэрирование), химических – реагентных (окисление кислородом, хлором, использование гидрата окиси железа), физико-химических и биохимических методов по данным [13].

Сущность биохимического метода очистки подземных вод от сероводорода заключается в его окислении серобактериями (*Thiobacillus thiooxidans*, *Tiobscillus thioparus*, *Thiobacillus denitrificans* и др.) [14]. Для массового развития серобактерий необходимы определённые физико-химические условия (присутствие в воде некоторых микроэлементов – азота, фосфора, калия, железа, магния, цинка и др., определённые температура, pH и Eh и др.), что накладывает существенное ограничение на использование данного метода. Серобактерии окисляют H₂S до серы, которая в свою очередь окисляется до серной кислоты:



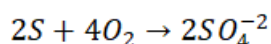
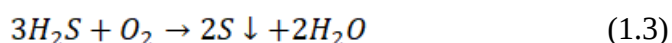
Для интенсивной деятельности серобактерий необходимо обеспечить нейтрализацию образующейся серной кислоты, что возможно в том случае, если в воде содержится достаточное количество карбонатов [13].

Низкие концентрации сероводорода в подземных водах с pH < 9 удаляют физическим аэрированием. Для снижения высоких концентраций H₂S используют физико-химический метод, в котором подкислением воды до pH < 5 переводят все сернистые соединения в молекулярно-растворённую форму, а затем удаляют аэрацией [12].

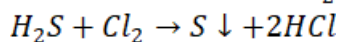
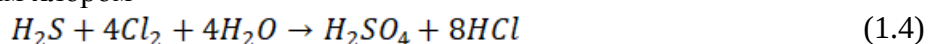
Часто метод физического аэрирования комбинируют с биохимическим окислением. После такой комбинированной очистки содержание сероводорода с 40-42 мг/л снижается до 0,3-0,4 мг/л [13].

В ходе химической очистки подземной воды от сероводорода его окисляют кислородом воздуха O₂, хлором Cl₂ (при небольшом содержании H₂S), двуокисью хлора ClO₂ или озоном O₃, а также используют взаимодействие сероводорода с гидроксидом железа(III) с последующей регенерацией образующегося сульфида железа(II). При этом химические реакции выглядят следующим образом:

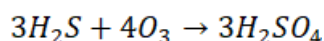
Окисление кислородом воздуха



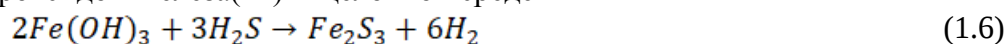
Окисление свободным хлором



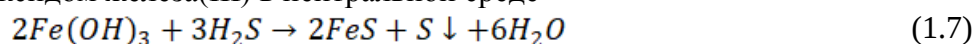
Окисление озоном



Окисление гидроксидом железа(III) в щелочной среде



Окисление гидроксидом железа(III) в нейтральной среде



Очистка подземной воды от H₂S с помощью гидроксида железа(III) очень эффективна при высоких содержаниях сероводорода (более 200 мг/л), при этом свободный сероводород удаляется довольно полно, вода теряет его запах и коррозионные свойства.

В последнее время широко используется метод удаления сероводорода из подземных вод путём фильтрования через модифицированную загрузку [13]. Сущность метода

заключается в адсорбции ионов сероводородных соединений на зёрнах фильтрующей песчаной загрузки, покрытых плёнками гидроксида железа и диоксида марганца. При этом гидроксид железа и диоксид марганца вступают во взаимодействие с сероводородом и гидросульфидом, переводя их в сульфид железа и серу. В ходе очистки содержание сероводорода в воде снижается до менее 0,05 мг/л, что удовлетворяет требованиям [11]. Так же стоит отметить, что на практике водоочистки используется сорбционный метод. Совместное применение окислительных и сорбционных методов позволяет существенно сократить расход сорбентов и реагентов-окислителей и повысить надежность и эффективность очистки воды.

Краткий вывод

Наличие растворенного сероводорода придает воде неприятный запах и обуславливает ее коррозионную активность при контакте с металлом, а также оказывает негативное воздействие на трубопроводы и сантехническое оборудование. Необходимость очистки сероводородсодержащих подземных вод, используемых в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, обусловлена вредным воздействием сероводорода на организм человека. Выбор эффективной схемы очистки воды от сероводорода зависит в первую очередь от исходного содержания загрязняющих веществ и их концентрации в очищаемой воде. Помимо этого, технология должна отличаться простотой в эксплуатации и быть экономически выгодной. Предлагается предварительное использование окислительно-сорбционной технологии очистки для моей конкретной научно-исследовательской работы.

Список использованных источников:

1. Дуров, С. А. Очистка питьевой воды от сероводорода / С. А. Дуров. – Ростов н/Д.: Азчеркукх, 1935. – 99 с.
2. Кастальский, А. А. Проектирование устройств для удаления из воды растворенных газов в процессе водоподготовки / А. А. Кастальский. – М.: Стройиздат, 1957. – 120 с.
3. Линевиц, С. Н. Применение метода контактной коагуляции в технологии обработки сероводородных вод и некоторые вопросы работы контактных осветлителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. Н. Линевиц. – Новочеркасск, 1958. – 18 с.
4. Линевиц, С. Н. Комплексная обработка и рациональное использование сероводородсодержащих природных и сточных вод / С. Н. Линевиц. – М.: Стройиздат, 1987. – 87 с.
5. Линевиц, С. Н. Эффект удаления сероводорода из природных и сточных вод при аэрации / С. Н. Линевиц, И. Н. Рождов // Изв. Сев.-Кавк. НЦ. – 1988. – С. 87–90.
6. Линевиц, С. Н. Водные ресурсы, их подготовка и использование в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Проблемы и пути решения / С. Н. Линевиц; Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005. – 242 с.
7. Линевиц, С. Н. Теоретические основы и экспериментально-производственные исследования очистки подземных вод от сероводорода и серы / С. Н. Линевиц, С. В. Гетманцев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 8. – С. 17–22.
8. Фесенко, Л. Н. Очистка воды от сероводорода с использованием электрохимических процессов / Л. Н. Фесенко. – Ростов н/Д.: Из-во СКНЦ ВШ, 2001. – 149 с.
9. Фесенко, Л. Н. Очистка воды от сероводорода на антрацитовой загрузке / Л. Н. Фесенко // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 4-1. – С. 20–24.
10. Выбор и обоснование метода очистки высококонцентрированных сероводородсодержащих вод / Л. Н. Фесенко, М. В. Тамадаева, И. В. Новосельцева, С. И. Игнатенко, А. Ю. Черкесов // Технологии очистки воды «Техновод-2006»: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию пром. пр-ва и использования оксихлорид. коагулянта «ОХА» в России, г. Кисловодск, 2–5 окт. 2006 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: Темп, 2006. – С. 60–65.

11. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – 2001.
12. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. М.: Стройиздат, 1975. 176 с.
13. Фрог Б. Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 680 с.
14. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – 15.06.2003.

УДК 721.013

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЪЕМНЫХ МОДУЛЬНЫХ БЛОКОВ

Кельдибеков Асхат Канатулы

askhat.keldibekov@mail.ru

Магистрант специальности «Строительство»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Д.В.Цыгулёв

Основной конструктивный элемент здания из объемных модульных блоков – цельноформованные железобетонные объемные 5-плоскостные блоки типа "лежащий стакан", состоящий из трех стен, пола и потолка, объединенные в единую пространственную систему, воспринимающую сейсмические и ветровые воздействия. Блок комплектуется на заводе наружными стеновыми панелями, вентблоками, лестничными маршами, площадками.

В качестве основного инструмента, представляющего технологии информационного моделирования, было выбрано программное обеспечение Autodesk Revit, содержащее достаточный набор функционала для осуществления комплексного моделирования и анализа строительных конструкций. Внедрение BIM-технологий происходило поэтапно, с каждой стадией постепенно увеличивалась сложность внутренней геометрии объемных модульных конструкций. Первым шагом разработки проекта здания из модульных блоков, являлось создание базового Revit-семейства объемного модульного блока, выполненного категорией «Каркас несущий», исходя из формообразующих характеристик, семейство было отнесено в отдельную подкатегорию «Блоки ОБД», с заданием необходимых значений параметров. В таблице 1 приведены основные характеристики и их значения, которые содержит основное Revit-семейство модульной единицы.

Изначально, в пилотной серии объемных модульных блоков, предназначенных для составления из них индивидуального жилого дома, не было предусмотрены варианты кессонирования объемного модульного блока, а также не стояло задачи расположить инженерные коммуникации внутри блока (рис. 1). Первичные блоки оснащались подъемными петлями и закладными деталями, которые были предназначены для того чтобы при их помощи стыковать железобетонные элементы в проектом положении между собой. Далее с целью облегчения конструкции были выполнены варианты ОБ с частичным кессонированием, которое располагалось в нижней плите модульной единицы (рис. 2).

Как было описано выше объемные модули первой генерации имели простую форму и не полностью отвечали концепции готового чистового модульного блока, так как отделочные, фасадные работы и прокладка инженерных коммуникаций выполнялась бы на строительной площадке. Вследствие чего были внесены следующие изменения: предусмотрены специальные ниши в нижней плите блока, с помощью которых