

Продолжительность отопительного сезона по данным СНБ 2.04.02-2000 [1] составила 205 дней. В качестве наружной температуры воздуха приняли не температуру наиболее холодной пятидневки ( $-26^{\circ}\text{C}$ ), а среднюю за отопительный период ( $-1,8^{\circ}\text{C}$ ). Расчёт теплопотерь был произведен по формуле:

$$Q_o = \sum Q + Q_{\text{инф}} - Q_{\text{быт}} * (1 - \eta), \text{Вт}$$

В таблице 1 сведены значения теплопотерь за отопительный период, переведены в денежный эквивалент, а также выведена экономия. На 2022 год стоимость 1 Гкал – 21,9245 бел.руб. по субсидированному тарифу по [3].

Таблица 1. Итоговые данные

Данные	Теплопотери за отопительный период, Гкал	Денежные затраты на отопление всего дома, бел.руб	Денежные затраты на отопление 1 м <sup>2</sup> , бел.руб	Экономия, %
Постоянное $Q_{\text{инф}}$	204	4472,6	9,07	0
Переменное $Q_{\text{инф}}$	166	3639,5	7,38	19

Таким образом, для ситуации с постоянным значением  $Q_{\text{инф}}$  теплопотери на порядок выше. А благодаря регулированию поступающего приточного воздуха мы получим экономию в размере 19% без вреда для микроклимата в помещении.

В случае применения приточного клапана и его регулирования мы получим вентиляцию по потребностям без всех недостатков конструкции окон ПВХ.

*Список использованных источников:*

1. СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология. — Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. — 35с.
2. Методические указания «Отопление и вентиляция жилого дома». — УО «Брестский государственный технический университет», 2019. — 58с.
3. <https://myfin.by/> — финансовый портал РБ.
4. <https://www.tbmarket.ru/>.

**Мацкович О.А., Хведченя А.А.**

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ДЕМАНГАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности водооснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов группы В-110. Научный руководитель: Андреюк С.В., к.т.н., доцент кафедры водооснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.*

**Введение.** Во многих регионах РБ содержание железа в воде для большинства источников водоснабжения превышает допустимое рекомендациями СанПиН 2.1.4.1074-01. Ограничение на содержание железа в питьевой воде имеет ПДК равным 0,3 мг/л. Обезжелезивание является одной из самых насущных задач водоподготовки. Содержание железа в разных источниках водоснабжения значительно отличается как по форме соединений железа, так и по его суммарной концентрации. В поверхностных водах железо обычно встречается в виде органических и минеральных

комплексных соединений, либо коллоидных или тонкодисперсных взвесей. Преобладающей формой существования железа в подземных водах является бикарбонат железа (II), который устойчив только при наличии значительных количеств углекислоты и отсутствии растворенного кислорода. Наряду с этим железом встречается в виде сульфида, карбоната и сульфата железа (II), комплексных соединений с гуматами и фульвокислотами. Наряду с железом в подземной воде могут присутствовать марганец и сероводород, которые также необходимо удалять [2]. Гидроксид железа может присутствовать в воде в коллоидном состоянии, которое является одной из основных форм существования. Железо может быть переведено из этого комплекса в осадок двумя путями: естественным – при участии бактерий, разрушающих органическое вещество, и искусственным – в том числе с помощью сильных окислителей (таких как озон, хлор), уничтожающих защитные коллоиды.

**Мониторинг показателей качества воды хозяйственно-питьевых водопроводов централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения.** Согласно обработке данных протоколов испытаний качества проб воды хозяйственно-питьевых водопроводов г. Кобрин и Кобринского района из 20 участков 12 имеют превышения по концентрации железа после станции обезжелезивания (60% проб), 5% проб имеют превышения по концентрации марганца. Сопутствующими загрязнениями нередко являются превышения по цветности (до 60 град. при норме 20 град.) и мутности (до 4,1 мг/л при норме 1,5 мг/л).

Наряду с недостатками эксплуатационного характера технологические схемы обезжелезивания и деманганизации требуют разработки мероприятий по интенсификации процессов водоподготовки по снижению концентрации железа и марганца, с учетом существующих сооружений, в том числе с применением окислительно-сорбционных технологий.

В соответствии с планом проведения мероприятий технического (технологического, поверочного) характера специалистами Кобринского зонального ЦГиЭ периодически, а также по желанию водопотребителей обследованию подлежат индивидуальные источники водоснабжения.

Так, в 2019 г. 28 проб из 60 индивидуальных источников водоснабжения потребителей населенных пунктов Кобринского района (шахтные колодцы, скважины глубиной до 15-30 м) имели превышения по концентрации нитратов (47% проб).

Наличие железа ( $Fe^{2+}$ ) в подземных водах, наряду с нитратами, в концентрациях, превышающих предельно допустимые, является дополнительным фактором, определяющим состав технологической схемы водоподготовки для нецентрализованных локальных и индивидуальных систем питьевого водоснабжения.

**Схема очистки подземных вод от соединений железа, марганца и органических соединений.** При применении окислительно-сорбционных технологий очистки воды, учитывая ее высокую стоимость, особое значение имеет проведение предпроектных технологических изысканий, обеспечивающих оптимальную схему и наиболее экономичный режим эксплуатации.

При содержании в воде значительных количеств железа и марганца для более эффективного их окисления рекомендуется применять озонирование. Оптимальная доза озона определяется отдельно для каждого водисточника.

На рисунке 1 представлен вариант реконструкции традиционной технологической схемы обезжелезивания методом аэрации с фильтрованием на песчаных фильтрах: а – очистка подземной воды производится с предварительным озонированием и последующим фильтрованием на фильтрах двух типов загрузки. Этот метод может быть применен при небольших концентрациях трудноокисляемых

соединений железа (до 15 мг/л) и марганца (до 1 мг/л) в подземной воде. При повышенных концентрациях – целесообразно применять двухэтапную очистку воды (рисунок 1, б): на первом этапе удаляется железо с помощью упрощенной аэрации и фильтрования на песчаном фильтре, на втором этапе проводится окисление марганца озоном до нерастворимых соединений (что достигается при оптимальной дозе озона) и последующее их удаление фильтрованием на второй ступени песчаных или угольных фильтров.

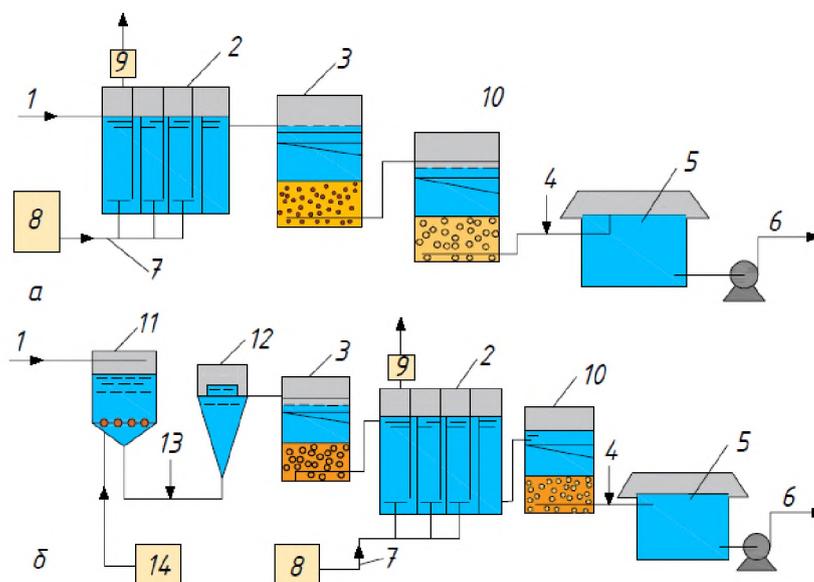


Рисунок 1 – Схемы очистки подземных вод от соединений железа, марганца и органических соединений:

а – при небольших концентрациях железа (до 15 мг/л) и марганца (до 0,6-1 мг/л);  
 б – при повышенных концентрациях марганца (до 4 мг/л) и железа (более 15 мг/л);  
 1 – подача подземной воды; 2 – контактная камера; 3 – песчаный фильтр; 4 – подача хлорреагента; 5 – резервуар чистой воды; 6 – подача очищенной воды потребителю; 7 – подача озоновоздушной смеси; 8 – блок подготовки воздуха и синтеза озона; 9 – аппарат каталитического разложения озона; 10 – угольный фильтр; 11 – дегазатор-аэратор; 12 – смеситель; 13 – подача коагулянта (в случае необходимости); 14 – турбовоздуходувка

Для рассмотренных выше случаев сорбционная ступень очистки на фильтрах с активным углем необходима при содержании в воде повышенных концентраций органических загрязнений природного или антропогенного происхождения, когда схемы с использованием озонирования не обеспечивают требуемого качества питьевой воды.

**Заключение.** Наличие железа в природных водах в концентрациях, превышающих предельно допустимые, является дополнительным фактором, определяющим состав технологической схемы водоподготовки. Важнейшими геохимическими условиями, способствующими накоплению железа и марганца в подземных водах, являются наличие бескислородной обстановки и отсутствие в водах осадителей ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$  и др.). С глубиной содержание кислорода уменьшается. В подобных условиях традиционные схемы обезжелезивания и деманганации методом аэрации с фильтрованием на песчаных фильтрах не всегда позволяют достигнуть требуемый эффект очистки воды. Актуальными являются исследования по интенсификации работы и реконструкции технологических схем водоподготовки

централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения с применением окислительно-сорбционных технологий очистки воды.

*Список использованных источников:*

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник; под общ. ред И. В. Медведевой. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 202 с.
2. Житенев, Б. Н. Технологические схемы обесцвечивания и обезжелезивания поверхностных вод белорусского полесья для использования в целях технического водоснабжения / Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк // Сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 18–20 апреля 2012 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2012. – С. 101–103.
3. Андреюк, С. В. Мониторинг качества подземных вод нецентрализованных систем питьевого водоснабжения на содержание нитратов / С. В. Андреюк, А. А. Острейко // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны : сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2022.

**Шепетуха В.О.**

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

*Брестский государственный технический университет, студентка факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-16. Научный руководитель: Янчилин П.Ф., м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.*

Кондиционирование воздуха — это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха на определенном уровне, для обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, для ведения технологических процессов, обеспечение сохранности ценностей культуры.

Системы кондиционирования снабжаются средствами для очистки воздуха от пыли, бактерий и запахов; подогрева, увлажнения и осушения; перемещения, распределения и автоматического регулирования температуры воздуха, его относительной влажности, а иногда и средствами регулирования газового состава и содержания заряженных ионов в воздухе; а также — средствами дистанционного управления и контроля.

В системах приточной вентиляции не предусматривается охлаждение воздуха. Между тем в летнее время, особенно в районах с жарким климатом, наружный воздух имеет температуру 30°C и более. Поэтому при обычной вентиляции в рабочей зоне помещений температуру воздуха можно поддерживать только на уровне 33–35°C, т.е. на 3–5°C выше наружной. Однако для хорошего самочувствия людей необходимо поддерживать следующие параметры: температура 22–25°C при относительной влажности не более 60% [1]. Такие параметры в помещении могут быть достигнуты только при искусственном охлаждении воздуха с помощью систем кондиционирования. СКВ используются не только в промышленных и административных зданиях, но и в жилых помещениях. Применение СКВ в