

**Влияние качества исходной воды на выбор метода обезжелезивания**

Кныревич В.В.

Белорусский национальный технический университет,

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Грузинова В. Л., к.т.н., доцент

*В статье рассмотрены основные показатели качества исходной воды на территории Беларуси бна выбор метода обезжелезивания. Приведен сравнительный анализ основных методов обезжелезивания воды. Рассмотрены применяемые методы обезжелезивания воды на территории Беларуси.*

В Беларуси проблема удаления железа из подземных вод является актуальной. Повышенное содержание железа наносит значительный вред здоровью человека. Избыток железа вызывает зарастание водопроводных сетей, водоразборной арматуры в системах водоснабжения.

Особую проблему при обезжелезивании воды на заторфованных территориях, особенно в Белорусском Полесье, создаёт наличие торфяников, при контакте с которыми подземные воды обогащаются гуминовыми соединениями. Это приводит к образованию в них форм железа в виде сложных железо органических комплексов, удаление которых из воды невозможно традиционными методами.

В подземных водах Беларуси чаще всего находятся такие примеси как:

железо (более чем из 70% артезианских скважин страны подают воду, содержание железа в которой выше нормы);

нитраты (следствие сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, способны мигрировать на значительные расстояния);

сульфаты (также следствие сельскохозяйственной и коммунально-бытовой деятельности, способствуют накоплению в воде сероводорода, дающего неприятный запах);

соли жесткости (это соли магния и кальция, как раз те, благодаря которым образуется налет).

Все вышеперечисленные примеси, содержащиеся в подземных водах, способны нанести человеку серьезный вред. Так, железо имеет свойство накапливаться в организме, способствуют развитию самых различных заболеваний. Нитраты вызывают кислородное голодание практически всех человеческих органов, приводят к авитаминозу, нарушают работу щитовидной железы.

Для корректного выбора метода обезжелезивания воды выполнен анализ состава подземных вод на действующих водозаборах Минской области. Показатели качества исходной воды Дзержинского района на водозаборе №8, по Валдайскому горизонту (Верхний протерозой) и Днепровско-сожскому горизонту представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества исходной воды по Валдайскому и Днепровско-сожскому горизонту

| № скв.                                     | Цветность, градусы | Железо $Fe$ (суммарно), мг/дм <sup>3</sup> | Хлориды $Cl^-$ , мг/дм <sup>3</sup> | Водородный показатель, pH | Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup> | Жесткость | Сульфаты $SO_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup> | Марганец $Mn$ (суммарно), мг/дм <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Валдайскому горизонту (Верхний протерозой) |                    |                                            |                                     |                           |                                   |           |                                           |                                              |
| 1а                                         | 4,00               | 1,56                                       | 1,3                                 | 7,5                       | 333,2                             | 5,84      | 0                                         | 0,07                                         |
| 12а                                        | 3,14               | 1,5                                        | 1,6                                 | 7,7                       | 363                               | 5,42      | 1,1                                       | 0,024                                        |
| 23а                                        | 7,50               | 1,79                                       | 2,0                                 | 7,6                       | 383,3                             | 5,6       | 1,1                                       | 0,051                                        |
| Днепровско-сожскому горизонту              |                    |                                            |                                     |                           |                                   |           |                                           |                                              |
| 4                                          | 1,64               | 1,85                                       | 12,7                                | 7,8                       | 476                               | 6,26      | 70,1                                      | 0,114                                        |
| 156                                        | 2,21               | 2,22                                       | 7,8                                 | 7,7                       | 358                               | 6,32      | 45,1                                      | 0,113                                        |
| 26                                         | 12,20              | 1,79                                       | 3,4                                 | 7,94                      | 267                               | 4,9       | 5,5                                       | 0,046                                        |

На указанном водозаборе для удаления из воды железа и марганца применяется метод упрощенной аэрации с последующим фильтрованием на высокопроизводительном напорном фильтре.

Показатели качества исходной воды Минского района на водозаборе №6 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели качества воды по Минскому району

| № скв. | Цветность, градусы | Мутность, мг/дм <sup>3</sup> | Железо $Fe$ (суммарно), мг/дм <sup>3</sup> | Хлориды $Cl^-$ , мг/дм <sup>3</sup> | Водородный показатель, pH | Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup> | Жесткость | Марганец $Mn$ (суммарно), мг/дм <sup>3</sup> |
|--------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------------------|
| 16     | 3,60               | 1,47                         | 0,57                                       | 1,4                                 | 8,0                       | 295,6                             | 5,40      | 0,120                                        |
| 56     | 4,4                | 3,37                         | 1,03                                       | 1,7                                 | 7,8                       | 267,1                             | 5,96      | 0,142                                        |
| 17     | 12,9               | 1,92                         | 1,21                                       | 2,4                                 | 8,3                       | 236,2                             | 4,62      | 0,148                                        |
| 21     | 2,2                | 2,94                         | 1,06                                       | 7,1                                 | 7,5                       | 292,9                             | 4,58      | 0,188                                        |

На указанном водозаборе для удаления из воды железа и марганца применяется метод упрощённой аэрации с последующим фильтрованием на скором безнапорном фильтре.

При выборе способа удаления железа и марганца из подземных вод необходимо учитывать его зависимость от формы содержания этих элементов в воде (таблица 3).

Таблица 3

Выбор метода обезжелезивания в зависимости от качества исходной воды

| Состав воды                                                                                                                                                                                                                                                                       | Технология обезжелезивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Сооружения                                                                                                                                                                                                                                                                       | Замечания                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| а) $Fe_{об} \leq 10$ мг/л (при этом $Fe^{2+} \geq 70\%$ от $Fe_{об}$ );<br>б) $H_2S \leq 0,5$ мг/л;<br>в) $pH \geq 6,8$ ;<br>г) окисляемость $\leq 5$ мг/л;<br>д) щелочность $\geq 2$ ммоль/л;<br>е) $Eh \geq 100$ мВ;<br>ж) $NH_4^+ + \leq 1,5$ мг/л;<br>к) $CH_4 \leq 0,5$ мг/л | Упрощенная аэрация и фильтрование. Процесс обезжелезивания: на зернах фильтрующей загрузки образуется пленка преимущественно из гидроксида железа с сорбционным и автокаталитическим действием, т. е. в процессе фильтрования происходит одновременно $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ и задержание железа фильтрующей загрузкой. Требуется предварительная вработка фильтрующего материала | В самотечном режиме: аэрация изливом из воронки на подающем трубопроводе или из перфорированного лотка, размещаемых на входе в фильтр; скорый безнапорный фильтр. В напорном режиме: аэратор в виде напорного смесителя или ввод воздуха в подающий трубопровод; напорный фильтр | Очищенная вода должна иметь: окислительно-восстановительный потенциал $Eh \geq 100$ мВ; индекс стабильности $> 0,05$ (в противном случае вода не будет стабильна и может вызвать вторичное загрязнение железом, растворяя металл труб) |

Для водозаборов №6 и №8 применение метода упрощённой аэрации соответствуют рекомендациям по выбору метода обезжелезивания.

Анализ методов обезжелезивания воды показал, что для Беларуси наиболее подходящий является метод упрощённой аэрации с последующим фильтрованием через зернистую загрузку или наполнители с каталитическими свойствами. Этот метод обеспечивает максимальную очистку исходной воды от соединений железа в воде.

## Литература

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. / Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод. / Изд. 3-е, перераб. и доп.: учеб. пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 552 с.

УДК 628.29+504.062.2

### **Канализационная насосная станция с предварительной обработкой сточных вод**

Неборский Д.А.

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель Ануфриев В. Н., к.т.н., доцент

*В статье рассмотрена проблематика надежной эксплуатации основного технологического оборудования канализационных насосных станций (далее – КНС) и его энергоэффективности. Показана возможность перекачки сточных вод насосными агрегатами с уменьшенным шаровым проходом и более высоким КПД на КНС с предварительным процеживанием сточных вод посредством специальных устройств.*

### **Введение**

Повышению надежности эксплуатации канализационных насосных агрегатов в сочетании с максимальной энергоэффективностью посвящено множество научных публикаций отечественных и зарубежных авторов. В технических нормативных правовых актах указано, что выбор насосных агрегатов для КНС следует производить с учетом их конструктивного исполнения и характеристик, включая оценку: энергоэффективности, устойчивости к засорению, возможного изменения параметров агрегата при его эксплуатации, расчетного срока службы, скорости вращения рабочего колеса насоса (фиксированная, переменная, со ступенчатым регулированием), свойств конструкционных материалов насосного агрегата, включая стойкость к коррозии и абразивному износу, предотвращения поступления воздуха в агрегат в соответствии с требованиями СН 4.01.02 и СП 4.04.01 [1,2].

Повышение требований к энергоэффективности систем водоотведения в ТНПА привело к необходимости совершенствования режима работы КНС и