

А.Д. ЮРКОВ,  
ТОВ «ПОБІ ВОТЕР ІНЖИНІРИНГ»  
Е.В. ЮРКОВ, кандидат технических наук  
Г.М. КОЧЕТОВ, доктор технических наук  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ

*Виконана оцінка методів знезалізнення води з використанням аерації та лугомістких реагентів (недовипаленого доміту та бруситу). Наводяться дані по знезалізненню води з підвищеною кислотністю із застосуванням бруситу для коригування величини рН.*

**Ключові слова:** знезалізнення води, рН, доломіт, брусит, фільтр.

*Проведена оцінка методів обезжелезивания воды с использованием аэрации и щелочесодержащих реагентов (недообожженного доломита и брусита). Приводятся данные по обезжелезиванию воды с повышенной кислотностью с применением брусита для корректировки величины рН.*

**Ключевые слова:** обезжелезивание воды, рН, доломит, брусит, фильтр.

*Assessment of water deferrization methods using aeration and alkaline-containing reagents (half roasted dolomite and brusite). Data on water deferrization at below normal acidity with adjustment of pH value, using brucite reagents are given.*

**Key words:** deferrization, pH, dolomite, brusite, filter.

На сегодняшний день известно, что наибольшее распространение для обезжелезивания подземных вод получил метод упрощенной аэрации, предполагающий достаточным излив из трубы в карман фильтра с последующей фильтрацией через слой фильтрующей загрузки и рекомендуемый при содержании общего железа до 10 мг/л и рН не менее 6,8 [9,121]. Как показала практика, во многих случаях рН забираемой воды из подземных источников не превышает значений 6,2...6,5, а присутствие в воде органических веществ при рН 7,2...7,5 упрощенная аэрация не обеспечивает необходимого эффекта обезжелезивания воды до нормативных значений (0,2 мг/л).

Исходя из указанного выше, целью настоящей работы является проведение серии натурных экспериментов, а также разработка способов технологического усовершенствования традиционных методов обезжелезивания воды для достижения необходимых ПДК железа в подземной воде.

На основании опыта длительной эксплуатации установок по обезжелезиванию рекомендуются ниже изложенные варианты установок для водоснабжения поселков, отдельных предприятий с водопотреблением до 400...500 м<sup>3</sup>/сут. Данные установки разработаны на базе башен Рожновского с использованием аэрационных устройств в виде гидродинамического кавитатора и форсунок, обеспечивающих не только диспергирование поступающей исходной

воды, но и получение атомарного кислорода, обладающего высокой окислительной способностью. В качестве фильтрующего материала используется кварцевый песок, плавающая загрузка, цеолит, обладающий сорбционными свойствами, а также каталитическая загрузка, позволяющая сократить время зарядки фильтра [1].

При использовании водонапорных башен, устанавливаемых на металлических, кирпичных и железобетонных опорах, используются установки оснащенные гидродинамическим кавитатором с электронагревателем с выносными напорными фильтрами, которые размещены в отдельных помещениях [2]. Сорбционная способность хлопьев гидроксида железа, относительно ионов двухвалентного железа, использована в установке обезжелезивания воды с использованием слоя взвешенного осадка, образуемого за счет гидравлических условий движения воды в стволе башни. Принцип использования взвешенного слоя гидроксида железа для удаления ионов двухвалентного железа нашел также свое применение в установке с использованием, в качестве фильтрующего материала, плавающей загрузки [3]. Для увеличения производительности установки башенного типа, а также обеспечения её непрерывной работы при промывке загрузки, была разработана установка с двухсекционным фильтром [4].

Обезжелезивание воды с использованием озона и упрощенной аэрации было применено на станции производительностью 10000 м<sup>3</sup>/сут в г. Обухов. Эксплуатация данной станции показала, что озонаторная не обеспечивала необходимого окисления железа из-за больших потерь озона в контактных камерах барбатажного типа, при производительности озонаторной по озону 2,2 кг/час и потреблении 16 кВт для производства 1,0 кг озона, расход электроэнергии в сутки составлял 844,8 кВт. Для интенсификации процесса окисления двухвалентного железа была применена усиленная аэрация за счет применения низконапорных форсунок, обеспечивающих необходимое насыщение воды кислородом [5].

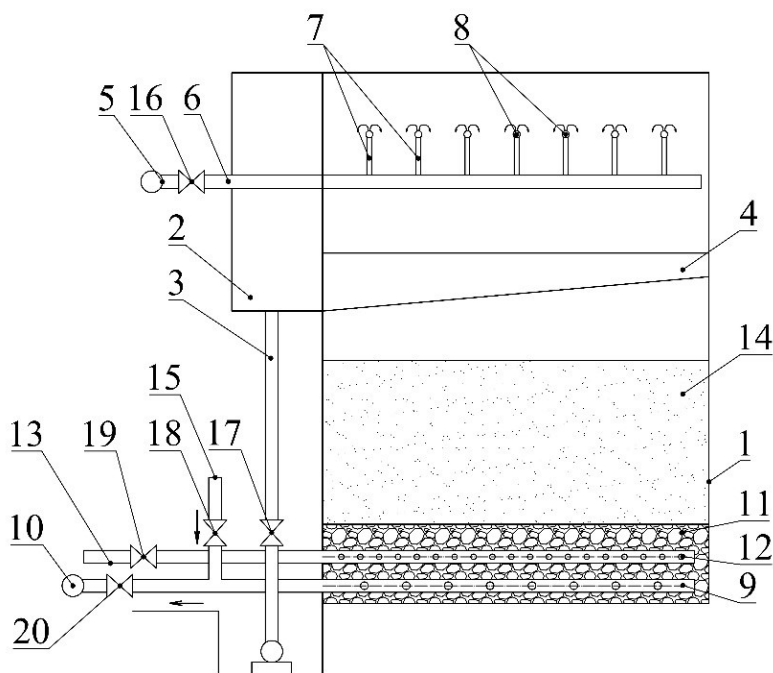


Рис.1. Принципиальная схема фильтра для обезжелезивания воды (обозначения в тексте)

Обработка воды осуществляется следующим образом (рис.1): исходная вода, при открытой задвижке 16, по подающей трубе 5 и распределительному трубопроводу 6, поступает на разбрызгивающие форсунки 8, размещенные над уровнем воды в фильтре. С помощью форсунок происходит диспергирование воды в виде капель, при этом выделяется углекислота. Обрабатываемая вода насыщается кислородом, увеличивается рН воды, что создает оптимальные условия для окисления двухвалентного железа с образованием трехвалентного в виде хлопьев бурого цвета. При фильтровании воды хлопья задерживаются фильтрующей загрузкой 14. Очищенная вода проходит через поддерживающие слои 11, дренаж 9 и по трубопроводу 10 поступает в резервуар чистой воды. Станция обезжелезивания после модернизации эксплуатируется с 01.09.2005 г.

Традиционно, для корректировки рН воды используются нейтрализующие вещества, такие как щелочь, гашеная известь, кальцинированная сода, известняк и другие щелочные реагенты. Однако применение данных реагентов требует использование двухступенчатой очистки воды с громоздким реагентным хозяйством (смесители, камера реакции, отстойники, фильтры). Такое устаревшее и нерациональное технологическое решение не удовлетворяет требования служб эксплуатации, однако для корректировки рН воды, всё большее распространение начинает получать брусит, природный минерал класса гидроксидов  $Mg(OH)_2$ . Согласно натурным экспериментам, эффективность использования брусита, была проверена на станции очистки воды поселка Полесье в Житомирской обл., при исходной концентрации железа в пределах 3,5...8,8 мг/л, значения рН составляло 6,2...6,5 и это при общей жесткости 1,45...1,5 мг-экв/л. Показатели качества воды после обработки с использованием брусита были следующие: содержание железа 0,2 мг/л, значение рН 7,2, общая жесткость 2,95...3,4 мг-экв/л. Для определения концентрации железа в воде применялся фотометрический метод.

В 2016 г. была введена в эксплуатацию станция очистки воды поселка Садки в Житомирской обл. по удалению железа концентрацией 4,74 мг/л, марганца 0,56 мг/л при значениях рН 6,56 и общей жесткости 3,0 мг-экв /л. В состав станции входили башня Рожновского, блок очистки воды с размещенным в ней биореактором с плавающей загрузкой, фильтр с цеолитовой загрузкой и два модуля сорбционной очистки с бруситом. Обработанная вода имела следующие показатели: содержание железа 0,2 мг/л, марганца 0,03 мг/л, значение рН 6,98, жесткость 3,4 мг-экв/л.

Сдерживающим фактором для широкого использования брусита в технологических процессах очистки воды в Украине является отсутствие его месторождений в стране, так как большие запасы его размещены в России, США и Китае. Заменой брусита для проведения многих технологических процессов может являться недообожженный доломит, в состав которого входит  $MgO$  и  $CaO$ . Фильтрующе-сорбционный материал на основе доломита был получен при помощи его термообработки при температуре 750...850°C в течение 1,5...2,0 час [6].

Для решения проблемы обезжелезивания воды и усовершенствования существующей технологии подщелачивания, были

проведенные обширные исследования недообоженного доломита для корректировки pH воды, удаления железа и марганца из воды, а также минерализации воды с недостаточным содержанием кальция и магния. Результаты исследований позволили МОЗ Украины утвердить технические условия на его применение для очистки воды ТУ У 14.1 -02070909-001:2011 "Недовипалений роздрібнений доломіт. Технічні умови" код за ДКПП: 14.12.20.500. В результате проведенных работ показано возможность и целесообразность использования недообоженного доломита и брусита в технологии обезжелезивания подземной воды при невысоких значениях pH и малой минерализации.

### **Список литературы**

1. Юрков Е.В., Юрков В.Е. обезжелезивание подземных вод на локальных установках небольшой производительности. Проблемы водопостачання, водовідведення та гідравліки. Випуск 6. К.:КНУБА, 2006. С.33-39.

2. Патент України «Установка для знезалізнювання води» № 30904, 17.11.2003, Бюл. № 11.

3. Патент України «Установка для знезалізнювання води» № 54545, 17.03.2003, Бюл. №3.

4. Патент України «Установка для знезалізнювання води» № 95002, 25.06.2011, Бюл. №12

5. Патент України «Фільтр для знезалізнювання води» №82394, 10.04.2008, Бюл. №7

6. Патент України «Спосіб отримання фільтруючого матеріалу» № 51616, 26.07.2010, Бюл. № 14.

7. Патент України «Спосіб очистки води від іонів двохвалентного заліза» № 33827 А, 15.02 2001. Бюл. №1

8. Патент України «Установка для знезалізнювання води» № 93101, 10.01.2011, Бюл. №1.

9. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.

*Стаття надійшла до редакції 28.11.17*