

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і
архітектури

ENVIRONMENT PROTECTION - 2020

Збірник наукових праць
за матеріалами

Міжнародної науково-практичної
онлайн-конференції,

присвяченої Всесвітньому
дню охорони довкілля, 5 червня

5 червня 2020 року

Київ 2020

Редакційна колегія: Куліков П.М., Чернишев Д.О., Журавська Н.Є.

Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції «ENVIRONMENT PROTECTION - 2020», присвяченої Всесвітньому дню охорони довкілля. 5 червня 2020 року. Випуск 1. – Київ: Київського національного університету будівництва і архітектури, 2020. – 128 с.

Міжнародна науково-практична онлайн-конференція «ENVIRONMENT PROTECTION - 2020» проводилася в рамках виконання договору про співробітництво між Беларуськими університетами та Київським національним університетом будівництва і архітектури. До збірника увійшли матеріали, які відображають результати досліджень з актуальних проблем охорони довкілля, екологічних ризиків, нормативно-правові аспекти захисту навколишнього середовища, ресурсо-енергозберігаючі технології, матеріали, конструкції, обладнання, а також організації управління та зеленої економіки; презентації результатів наукових досліджень учених і визначення перспектив розвитку, підготовки фахівців і наукових кадрів.

Розрахований на працівників для наукових, науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників, аспірантів, магістрантів і студентів.

Матеріали збірника опубліковано на web-сайті Київського національного університету будівництва і архітектури (www.knuba.edu.ua).

УДК 378.1: 001.89(06)

Матеріали друкуються мовами оригіналів.

За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

© Київського національного університету будівництва і архітектури

3. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007, IDT);
4. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT)
5. Табунициков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунициков, М. М. Бродач – М.: АВОК Пресс, 2002. – 193 с
6. *Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces. Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature*
7. *EN 15377-1:2008 Heating systems in buildings – Design of embedded water based surface heating and cooling systems – Part 1: Determination of the design heating and cooling capacity*
8. *EN 15459:2007 Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings*
9. *DIN EN 12831 Bbl 1:2008 Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load – National Annex NA*

УДК 628.3.16

Велюго Е.С., старший преподаватель, аспирант
e.velugo@pdu.by

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: Рассмотрены особенности очистки природных вод в Республике Беларусь. Изучены процессы удаления железа из подземных вод. Представлена конструкция фильтра, применяемого для обезжелезивания вод. Рассмотрен метод увеличения количества растворенного кислорода.

Ключевые слова: Фильтрующие загрузки. Состав, свойства. Механизм фильтрации. Растворенный кислород.

Velyugo E.S.,
e.velugo@pdu.by

Educational Establishment «Polotsk State University»

ON THE ISSUE OF COMPLEX UNDERGROUND WATER TREATMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: *Features of natural water treatment in the Republic of Belarus are considered. Processes of iron removal from underground waters are studied. The design of the filter used for water de-ironization is presented. The method of increasing the amount of dissolved oxygen is considered.*

Keywords: *Filtering loads. Composition, properties. Filtering mechanism. Comparison of sand and coal loads in the treatment of groundwater of complex composition.*

Основная проблема качества питьевой воды в Республике Беларусь обусловлена двумя факторами:

- гидрогеохимические особенности формирования водоносных горизонтов, прежде всего присутствие болотной местности и торфяников, которые обуславливают в подземной воде присутствие аммонийного азота и сероводорода;
- техногенное загрязнение, вызванное применением удобрений, а также попаданием продуктов выщелачивания сточных вод или других органических отходов в поверхностные и подземные воды, что приводит к высокой концентрации нитратов.

Например, производимый мониторинг качества подземной воды в Витебской области показал ряд особенностей:

- коллоидные формы различных загрязнений присутствуют в основном только в грунтовых водах;
- в пресных подземных водах преобладают растворенные формы химических элементов. В истинном растворе вещество может находиться в виде простых и комплексных ионов, а также нейтральных ионных пар и молекул. В то же время могут присутствовать соединения элементов с органическими веществами гумусового ряда, особенно с фульвокислотами, а также полимерные соединения кремнезем;
- основным загрязнителем подземной воды являются соединения железа концентрацией до 10 мг/дм^3 , которые не только оказывают негативное влияние в целом на эксплуатацию системы водоснабжения, но и на организм человека. Нормативное содержание общего железа по СанПиН 10-124 РБ 99 в воде хозяйственно-питьевого назначения должно быть не более $0,3 \text{ мг/дм}^3$;
- наличие двухвалентного железа в подземных водах является прямым результатом его естественного присутствия в подземных горных породах. По мере того, как вода движется через породы, часть железа растворяется и накапливается в грунтовых и артезианских водах. Насыщенными железом оказываются подземные воды в толщах юрских глин. В глинах много пирита FeS , и железо из него относительно легко переходит в воду.

Вода не соответствующего качества может привести к коррозии и отложению в трубах (непосредственно или косвенно, обуславливая благоприятные условия для роста специфических бактерий), кроме того, такая вода изменяет ее органолептические свойства и влияет на технологические процессы различных производств.

В области очистки питьевой воды Республики Беларусь, в частности очистки воды от соединений железа и марганца, существует множество проблем, особенно это касается обработки подземных вод с потреблением кислорода более 10 мг/л от ионов двухвалентного и трехвалентного железа. Чаще всего такую воду используют для

хозяйственно-питьевого водоснабжения и в технологических процессах некоторых отраслей производства, преимущественно пищевой промышленности.

Существующие технологические подходы к получению питьевой воды в населенных пунктах Республики Беларусь, включенных в зону централизованного водоснабжения, зависят от дебита водозаборных скважин, напорного режима работы трубопроводов и исходного состава по концентрациям загрязнений.

Если выполняется проектирование и строительство новых водоочистных сооружений, то выбор метода обработки воды желательно производить путем изысканий непосредственно у источника водоснабжения. При невозможности этого и выборе аналога проектирования необходимо производить анализ исходного состава с опорой на открытые литературные источники и нормативные документы.

В настоящее время применяются различные методы удаления железа из воды: биологический метод, химическое окисление с использованием озона, хлора, перманганата калия с последующим фильтрованием или отстаиванием [1].

Для обработки воды сложного состава прежде всего рассматривают возможность применения усиленной аэрации. Удельное количество вводимого сжатого воздуха в смесительную вставку повышают в 2...4 раза, по сравнению с обычной аэрацией, но могут возникать проблемы с удалением избыточного воздуха [2]. К сожалению, известные конструкции скорых фильтров имеют недостаток: сбор и отвод избыточного воздуха осуществляется в верхней части корпуса фильтра, что не позволяет растворить в воде более 10 мг/л кислорода (на каждые 0.1 МПа давления воздуха). Это может быть недостаточным для полного окисления двухвалентного железа в трехвалентное и его осаждения на зернах загрузочного слоя. Таким образом, при прохождении воды через зернистый фильтрующий слой весь растворенный в воде кислород может быть израсходован еще в толще загрузки. В результате процессы окисления и задержания железа прекращаются. В некоторых случаях может происходить даже обратная реакция – задержанное железо в трехвалентной форме начинает восстанавливаться в двухвалентную форму и растворяться обратно в воду.

Для решения данной проблемы были рассмотрены варианты увеличения концентрации растворенного кислорода в воде. Поставленную задачу удалось решить переоборудованием фильтра обезжелезивания воды, в частности системы удаления избыточного воздуха, которая была выполнена в виде перфорированного трубопровода, располагаемого в нижней половине зернистого фильтрующего слоя, соединенного с верхним патрубком [3].

Вода, насыщенная кислородом воздуха и содержащая двухвалентное железо, равномерно распределяется по поверхности зернистого фильтрующего слоя. По мере продвижения воды через зернистый фильтрующий слой растворенный в воде кислород расходуется на окисление двухвалентного железа и других веществ, содержащихся в воде. По продвижении воды в толще зернистого фильтрующего слоя происходит с одной стороны расходование растворенного кислорода воды на окисление содержащихся в воде веществ, а с другой стороны происходит восстановление концентрации растворенного в воде кислорода за счет непрерывного перехода кислорода в воду из параллельнодвигающегося потока воздуха. Избыточный воздух отводится в нижней части фильтра. Таким образом, за счет того, что подача воздуха осуществляется в верхнюю часть фильтра, а отвод воздуха – в нижней части фильтра, организовывается принудительный поток воздуха снизу вверх через зернистый фильтрующий слой. Благодаря этому обеспечивается принудительная вентиляция загрузки, что приводит к полному окислению двухвалентного железа в трехвалентное и его дальнейшему задержанию на зернистой фильтрующей загрузке, и тем самым, обеспечится содержание

железа в фильтрате в пределах нормы. Описанная установка не сложна по конструкции и проста в эксплуатации.

Если аэрационные методы не дают нужного результата, то возникает необходимость искать новые методы обработки подземных вод сложного состава.

В последнее время стали широко применять сорбционные материалы, особенно имеющие в своем составе алюмосиликатную группу. Также в состав могут входить пластификаторы, порообразователи, ПАВ и СПАВ. Данные по воздействию сорбентов на дисперсную водную систему из подземных источников противоречивы и окончательно еще не установлены. Предполагается, что при наличии алюмосиликатной группы на его гранулах формируется каталитическая плёнка гидроксидных катионов, которая ещё больше повышает сорбционные свойства материала уже как инертной загрузки.

В настоящее время исследования, проведенные на установках Витебской и Гомельской областях, показывают эффективность применения данных материалов для обработки подземных вод, в особенности где есть присутствие аммиака и азотной кислоты, которые указывают на загрязненность как присутствием болотистой местности, так и неочищенными сточными водами. Все это характерно для Полесья, Полоцкой низине, но могут встречаться и в других местах Республики Беларусь, особенно где имеются крупные заболоченные территории [4].

Литература.

- 1. Ющенко В.Д., Анализ применения фильтрующих материалов для удаления загрязнений из подземных вод сложного состава/ Ющенко В.Д., Велюго Е.С., Пивоварова С.И. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки – Новополоцк, 2018. с 116-119.*
- 2. Ющенко В.Д. Особенности совместного удаления железа и аммонийного азота из подземных водоисточников в сооружениях напорного типа/ Ющенко В.Д., Велюго Е.С., Козицин Т.В., Петренко К.Г.//Развитие инженерно-технических методов природообустройства и водопользования. Сборник научных трудов. / Калининград 2018. – С. 98-108.*
- 3. Патент на полезную модель РБ № 12086, 02.01.2019. Фильтр обезжелезивания воды // Патент на полезную модель Республики Беларусь № 12086. Бюл. № 4/2019. / Козицин Т.В., Ющенко В. Д., Велюго Е.С.*
- 4. North Belarus Clean Water Sub-Project: Technical Assessment Report. Final report of November 29, 2018.*