

ОСВЕТЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩЕГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА

О. В. Кичкайло, В. А. Янушковская, А. А. Анисько

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, kichkailo.olga@mail.ru*

В статье приведены исследования глауконитсодержащего кварцевого песка при использовании в качестве фильтрующей загрузки для очистки природных вод от взвешенных веществ. Определены основные характеристики разработанной зернистой загрузки, изучен процесс осветления воды фильтрованием.

Ключевые слова: фильтрование, осветление, глауконитсодержащий кварцевый песок, гранулометрический состав, эффективность очистки.

Безопасность водопользования и обеспечение населения чистой питьевой водой является важнейшим направлением социально-экономического развития государства. В современных условиях актуальным является создание новых материалов, обеспечивающих качественную очистку воды. Зернистая загрузка является основным рабочим элементом фильтровальных сооружений и обеспечивает эффективность их работы, а технические характеристики фильтрующего материала имеют первостепенное значение для нормальной эксплуатации фильтра.

Для осветления природных вод большой интерес в качестве фильтрующей загрузки представляют природные материалы, в частности, глауконитсодержащие кварцевые пески, основными достоинствами которых являются: невысокая стоимость, доступность, зернистая структура, хорошие фильтрационные свойства, а также экологическая и радиационная безопасность.

Глауконитсодержащие породы (пески, алевриты, алевролиты) распространены на юге Беларуси и имеют реальные перспективы использования в промышленном производстве республики [1].

В данной работе предметом исследования являются глауконитсодержащие вскрышные породы Новодворского месторождения базальтов и туфов Пинского района Брестской области, которые рассматриваются как потенциальное попутное сырье. Возможность получения зернистой фильтрующей загрузки исследована для пород средней литологической пачки, представленной глауконитсодержащими кварцевыми песками, мощность залегания которых достигает 15 м.

Глауконитсодержащие кварцевые пески разных месторождений значительно отличаются фракционным, химическим, минералогическим составом и сорбционными свойствами, что ограничивает возможность их применения в водоочистных системах и требует дополнительных исследований.

По данным белорусских геологов [2], исследуемая порода сложена среднезернистыми песками и на 96–98 мас. % состоит из кварца, сростков кварца со смектитами, слюдой и глауконитом (2–3 мас. %) с незначительной примесью полевого шпата (до 0,3 мас. %).

Для получения зернистой фильтрующей загрузки из глауконитсодержащего кварцевого песка выделена фракция размером более 0,25 мм, содержание которой в представленной пробе породы составило 58–60 мас. %. Затем проводилось отмывание материала от глинистой составляющей до прозрачности отходящей воды с последующей сушкой пробы.

Для исследуемой фильтрующей загрузки методом рассева на ситах с последующим определением выхода массы материала изучался гранулометрический состав, результаты которого приведены в таблице.

Таблица

Гранулометрический состав фильтрующей загрузки

Размер зерен, мм	0,25–0,5	0,5–1	1–2	> 2
Содержание зерен, мас. %	90–92	8–9	0,3–0,5	0,1–0,2

Как видно из данных таблицы, преобладающей фракцией материала является 0,25–0,5 мм, содержание которой составляет 90–92 мас. %.

Согласно требованиям ГОСТ Р 51641-2000 «Материалы фильтрующие зернистые» определено, что насыпная плотность фильтрующего зернистого материала до уплотнения составляет 1250 ± 20 кг/м³, после уплотнения – 1500 ± 20 кг/м³. Полученная загрузка характеризуется значительной плотностью – 2700 ± 20 кг/м³, что не позволит материалу ожидаться при обратной промывке или восходящем фильтровании.

С помощью гамма-радиометра РУГ-91-2 установлено, что содержание естественных радионуклидов в исследуемой пробе глауконитсодержащего кварцевого песка составляет 12–33 Бк/кг, что соответствует нормативному значению для строительных материалов 1 класса по эффективной удельной активности естественных радионуклидов (СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009»).

Морфологические характеристики зернистой загрузки на основе глауконитсодержащего кварцевого песка изучались на оптическом микроскопе Микромед 3 ЛЮМ в проходящем свете при увеличении в 40 раз (рис. 1).

Микроскопический анализ исследуемого образца визуально показывает, что основная масса породы состоит из зерен кварца преимущественно угловатой формы с изломанной поверхностью зерен. Такая форма зерен является предпочтительной, так как при этом фильтрующая загрузка характеризуется большей межзерновой пористостью и удельной поверхностью, а соответственно, и грязеемкостью, чем материалы с окатанной формой зерен, как у речного песка.

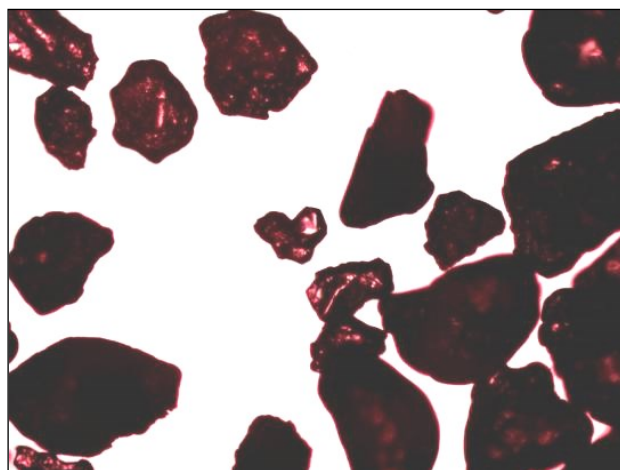


Рис. 1. Оптический снимок зерен фильтрующей загрузки ($\times 40$)

Проводилось изучение процесса осветления воды фильтрованием через слой полученного зернистого материала, при этом в качестве модельной использовалась взвесь каолина с концентрацией $2,0 \text{ г/дм}^3$. Фильтрование раствора осуществлялось на лабораторной установке в виде колонки из кварцевого стекла с внутренним диаметром 23 мм. Слой фильтрующей зернистой загрузки на основе глауконитсодержащего кварцевого песка составлял 50 см.

Для изучения эффективности очистки воды от взвешенных частиц проводилось определение оптической плотности исходной модельной воды до очистки и проб объемом по 25 см^3 после очистки. Измерение проводилось на спектрофотометре ПЭ-53600ВИ при длине волны 530 нм в кюветах с толщиной слоя 1 см. В качестве раствора сравнения использовалась бидистиллированная вода. Кроме этого, определялась скорость фильтрования исследуемого раствора по продолжительности прохождения отбираемых проб через слой загрузки. Слой осветляемой воды над фильтрующей загрузкой составлял 40 см.

Характеристика процесса осветления фильтрованием через слой зернистой загрузки представлена на рисунках 2 и 3.

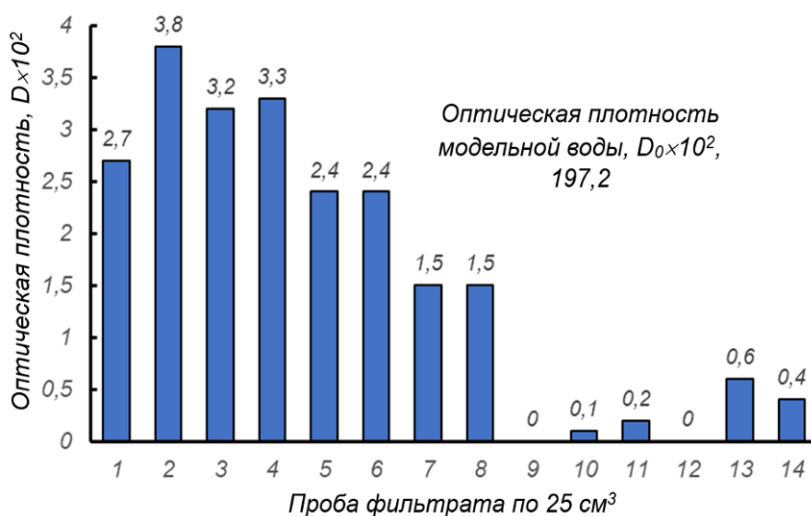


Рис. 2. Оптическая плотность, $D \times 10^2$, очищенной воды

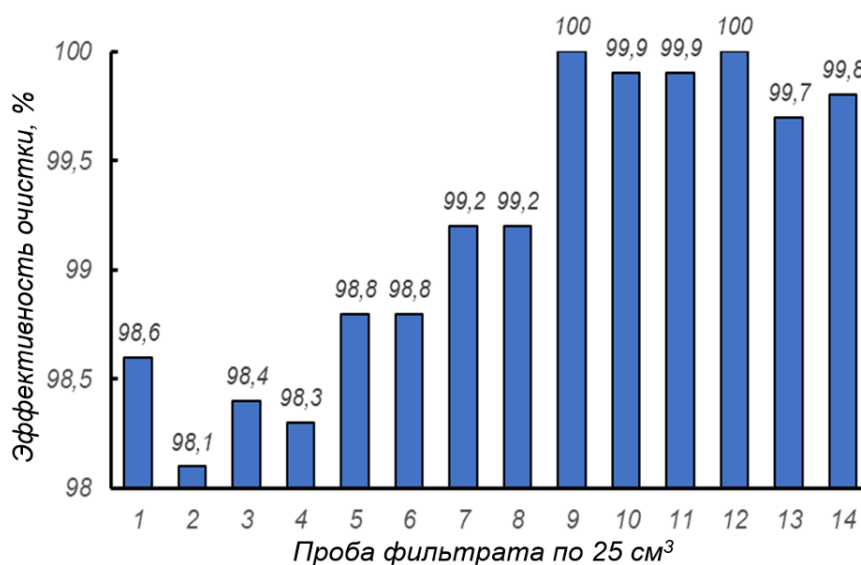


Рис. 3. Эффективность очистки от взвешенных веществ, %

Как видно из приведенных данных, достигаемая степень очистки воды от взвешенных веществ с применением разработанной загрузки составляет от 98,1 до 100 %, причем высокая эффективность процесса (98,6%) обеспечивается уже при фильтрации первой порции раствора объемом 25 см³.

При фильтровании наблюдается закономерное снижение скорости процесса с 0,167 до 0,012 см³/с, что связано с накоплением загрязнений в толщине загрузки, при этом уменьшается свободный объем пор и возрастает гидравлическое сопротивление загрузки, что приводит к росту потерь напора.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить возможность применения глауконитсодержащих кварцевых песков Новодворского месторождения в качестве зернистой фильтрующей загрузки. Материалы могут использоваться как в качестве основного, так и многослойного элемента слоя загрузки в напорных и безнапорных системах фильтрации.

Библиографический список

1. Глауконитсодержащая вскрышная порода – перспективное сырье для синтеза стекол различного назначения / С. Е. Баранцева, Ю. А. Климош, А. В. Поспелов и др. DOI: 10.29235/1561-8331-2023-59-2-169-176 // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. 2023. Т. 59. № 2. С. 169–176.
2. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О.Ф. Кузьменкова, Г. Д. Стрельцова, Т. М. Миненкова и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования : материалы Междунар. науч. конф., посвященной 215-летию со дня рождения И. Домейко. (г. Минск, 31 июля – 3 августа 2017 г.). Минск : СтройМедиа-Проект, 2017. С. 172–176.