

проблем как при эксплуатации, так и при оказании услуг абонентам. Компьютерные модели позволяют рационально распределить ресурсы и повысить операционную эффективность для достижения максимальных результатов при всех проблемах существующих систем.

На сегодняшний момент водоканалы демонстрируют готовность к внедрению цифровых продуктов. Внедрение компьютерных моделей – процесс реализуемый, однако сдерживающими факторами для общереспубликанской интеграции на сегодняшний момент являются отсутствие инвестиций, непонимание общей концепции цифрового водоканала и компьютерной модели, непринятие новейших технологий, низкая квалификация персонала и т. д.

Список литературы

1 **Баженов, В.И.** Какие стандартные современные комплексы, моделирующие работу систем водоснабжения и водоотведения, применяются? / В.И. Баженов, Г.А. Самбурский // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2014. – № 1. – С. 44–50.

2 **Невзорова, А.Б.** Основные принципы информационного моделирования зданий / А.Б. Невзорова, М.С. Афонченко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 107 с.

SOCIAL AND PRACTICAL SIGNIFICANCE IMPLEMENTATION OF COMPUTER MODELS OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEMS IN THE FIELD OF WATER UTILITIES

V.N. KOVALENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel

УДК 628.316.13

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРАТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ СИНТЕЗЕ СУЛЬФАТОВ КАЛЬЦИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

М.А. КОМАРОВ

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,
makkom1995@gmail.com*

При синтезе сульфатов кальция из отходов промышленной водоподготовки образуются два материальных потока – синтетические сульфаты кальция и фильтрат. Так как вторичное использование отходов в Республике Беларусь слабо реализуемо, то новые технологии, предлагаемые для внедрения в промышленность, должны быть безотходными либо с минимальным их уровнем.

В зависимости от вида карбонатного отхода образуются различные фильтраты по своему химическому составу.

Так, при синтезе из недопала извести ангидрита [1, 2], дигидрата сульфата кальция [3–5] и гипсовых вяжущих веществ фильтрат по химическому составу имеет большое количество сульфатов кальция и магния, что открывает возможность его использования в качестве комплексного микроудобрения. Эффективность удобрения испытывали на редьке масличной (*Raphanus sativus ssp. oleifera* Metzg.). Для эксперимента высаживали по 100 семян в отдельные емкости. В качестве контроля для полива использовали только воду. Эффективность прорастания в боксе, в котором для полива использовалась только вода, составила 82 %, а в боксе, где для полива дополнительно использовался фильтрат, – 88 %, также использование фильтрата привело к увеличению высоты ростков на 11,7 % и почти в 1,6 раза увеличению длины основного корня. Если сравнивать удельные показатели, то при практически одинаковой влажности сухая масса растений после полива фильтратом была больше на 7,2 мас. % в сравнении с растениями, которые поливались водой.

Полученные данные свидетельствуют о том, что получаемый фильтрат можно отнести к классу удобрений. При использовании фильтрата прирост сырой и сухой удельной массы растений увеличился на 20 мас. % по сравнению с использованием обычной воды, что свидетельствует о пригодности использования его в качестве удобрения, вызывающего прирост кормовой массы растений.

Другим видом отходов являются осадки коагуляции природных вод, в процессе переработки которых на синтетические сульфаты кальция образуется фильтрат богатый сульфатом железа.

Наличие высокой концентрации железа в фильтрате и промывных водах предопределило некоторые направления его использования. Таковыми были выбраны следующие: получение магнитных сорбентов для удаления нефтепродуктов из водных сред, а также получение фотокаталитических материалов для деструкции растворенных органических веществ. Наличие железа предопределило в том числе перспективу получения материалов с магнитными свойствами, что должно обеспечить их удаление из обрабатываемых водных сред.

При проведении сравнительного анализа нефтеемкости промышленных сорбентов и синтезированного магнитного сорбента, полученного из осадков коагуляции станций водоподготовки, можно сделать вывод, что предложенный сорбент достигает показателей нефтеемкости природных органических материалов для сбора нефти и их модификаций (например, кора осины/сосны – 0,5/0,3 г/г; лигнин гидролизный – 1,5–3 г/г; уголь бурый измельченный – 1–2 г/г; МАУ-А2 – 0,38 г/г). Если сравнивать с рыночными продуктами, то полученные значения сопоставим с гидрофобизированными гидролизными лигнинами 1,6–2,5 г/г (по мазуту).

Высокое содержание железа в фильтрате (в пересчете на сульфат железа составляет около 11 мас. %) предопределяет возможность использования его в качестве коагулянта. Пробное коагулирование на модельной сточной воде, содержащей взвешенные вещества, показало, что использование фильтрата в качестве коагулянта достигает эффективности 65,4 %, что на 17,3 % ниже, чем при использовании товарного сульфата железа (82,7 %).

Использование образующихся фильтратов в качестве микроудобрения, сорбентов, коагулянтов, фотокаталитических материалов позволяет отнести разработанные пути переработки отходов промышленной водоподготовки на синтетические сульфаты кальция к перспективным замкнутым технологиям, максимально использующим потенциал сырьевых компонентов.

Список литературы

1 **Kamarou, M.** Low-energy technology for producing anhydrite in the $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system / M. Kamarou [et al.] // *Chemical Technology & Biotechnology* [Electronic resource]. – 2021. – Vol. 96, Issue 7. – p. 2065–2071. – Mode of access : <https://doi.org/10.1002/jctb.6740>. – Date of access : 27.02.2022.

2 **Ramanouski, V.** Green Approach for Low-energy Direct Synthesis of Anhydrite from Industrial Wastes of Lime Mud and Spent Sulfuric Acid / V. Ramanouski, A. Klyndyuk, M. Kamarou // *Journal of Environmental Chemical Engineering* [Electronic resource]. – 2021. – Vol. 9. – p. 106711. – Mode of access : <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106711>// – Date of access : 27.02.2022.

3 **Kamarou, M.** Structurally controlled synthesis of calcium sulphate dihydrate from industrial wastes of spent sulphuric acid and limestone / M. Kamarou [et al.] // *Environmental Technology & Innovation* [Electronic resource]. – 2020. – Vol. 17. – p. 100582. – Mode of access : <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100582>. – Date of access : 27.02.2022.

4 **Kamarou, M.** Sustainable technology of structurally controlled synthesis of synthetic calcium sulfate dihydrate from technogenic products / M. Kamarou, N. Korob, V. Ramanouski // *Chemical Technology & Biotechnology* [Electronic resource]. – 2021. – Vol. 96. – p. 3134–3141. – Mode of access : <https://doi.org/10.1002/jctb.6865>. – Date of access : 27.02.2022.

5 **Комаров, М.А.** Синтез дигидрата сульфата кальция из техногенного сырья / М.А. Комаров, В.И. Романовский, Н.Г. Короб // *Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F. Строительство. Прикладные науки.* – 2021. – Т. 1. – С. 76–82.

WAYS TO USE FILTERS PRODUCED IN THE SYNTHESIS OF CALCIUM SULPHATES FROM INDUSTRIAL WATER TREATMENT WASTE

M.A. KAMAROU

Belarusian State Technological University, Minsk