

2 Бестраншейное строительство методом горизонтального направленного бурения // Строительство и недвижимость. – URL: <https://nestor.minsk.by/sn /2005/27/sn52709.html> (дата обращения: 25.02.2025).

3 Храменков, С. В. Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами : учеб. пособие для студ. вузов. / С. В. Храменков, В. А. Орлов, В. А. Харьков. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2004. – 237 с.

4 Дробов, С. Г. Влияние подземного горизонтального направленного бурения на окружающую среду / С. Г. Дробов, М. А. Шамова // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель, 2023. – С. 383–385.

УДК 628.544

ВЫСОКОПРОЧНОЕ ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИПСА, СИНТЕЗИРОВАННОГО ИЗ ОСАДКА КОАГУЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

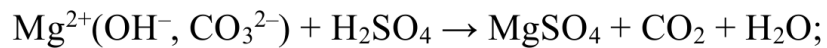
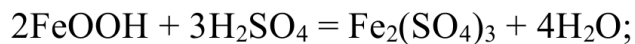
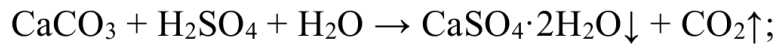
М. А. КОМАРОВ

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск
takkom1995@gmail.com*

Актуальность. Отходы, образующиеся в процессах водоподготовки, представляют собой достаточно чистый вторичный материальный ресурс для производства. Осадки коагуляции образуются в результате осветления речной или подземной воды. Для осветления наиболее часто применяют известь и сульфат железа. Причем содержание в сформированном осадке коагуляции железа составляет всего около 5 %. Основную массу осадка составляет карбонат кальция. Объемы образования данных отходов составляют около 700–1000 т/год на среднем предприятии. Ранее нами рассматривались варианты получения синтетического дигидрата сульфата кальция [1, 2] и ангидрита сульфата кальция [3, 4] из отходов, в том числе и отходов водоподготовки.

Цель работы – установить оптимальные параметры процесса автоклавирования на выход $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и прочностные показатели высокопрочного гипсового вяжущего, полученного на основе синтетического гипса из осадка коагуляции поверхностных вод.

Основные результаты. В процессе переработки осадка с целью получения гипса происходит его обработка серной кислотой. При этом протекают следующие реакции:



После синтеза на стадии разделения суспензии предусмотрена промывка синтетического гипса для «отмывания» его от примесей $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. После стадии центрифугирования полученный синтетический гипс имеет в своем составе не более 1,5 мас. % сульфата железа, это позволяет сделать заключение о том, что полученный гипс соответствует гипсовому камню 1-го сорта.

Ранее нами была изучена технология получения высокопрочного гипсового вяжущего автоклавным способом [5]. Основные стадии процесса: брикетирование синтетического гипса; автоклавная обработка; сушка брикетов; дробление; измельчение.

Основной стадией, оказывающей влияние на прочностные характеристики гипсового вяжущего, является автоклавная обработка брикетов синтетического гипса. Была установлена зависимость влияния давления автоклавирования и времени выдержки на выход $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и прочностные показатели гипсового вяжущего. Проводились две серии исследований при выдержке в течение 30 мин и 60 мин и при давлении автоклавирования от 0,6 до 1,4 МПа. Количественный состав фракций образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Количественный фазовый состав образцов

Давление, МПа (при выдержке 30 мин)	Фаза	Количество фазы, мас. %	Давление, МПа (при выдержке 60 мин)	Фаза	Количество фазы, мас. %
0,6	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5	0,6	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100
	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	95			
0,8	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100	0,8	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100
1,0	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100	1,0	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100
1,2	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100	1,2	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	100
1,4	CaSO_4	1	1,4	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2
	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	99		$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	89
				CaSO_4	9

Прочностные показатели образцов в 2-часовом и 7-суточном возрасте представлены на рисунке 1. Из приведенных данных видно, что при получении различных марок высокопрочного гипсового вяжущего можно варьировать

параметрами автоклавной обработки. По полученным данным видно что, для получения максимальной прочности гипсового вяжущего является автоклавная обработка при 1,0 МПа в течение 30 мин.

Можно сделать вывод о том, что высокопрочное гипсовое вяжущее, полученное на основе синтетического гипса из осадка коагуляции поверхностных вод, является перспективным продуктом из отходов производств. Высокопрочное гипсовое вяжущее не уступает по своим основным характеристикам вяжущим, полученным на основе природного гипсового камня.

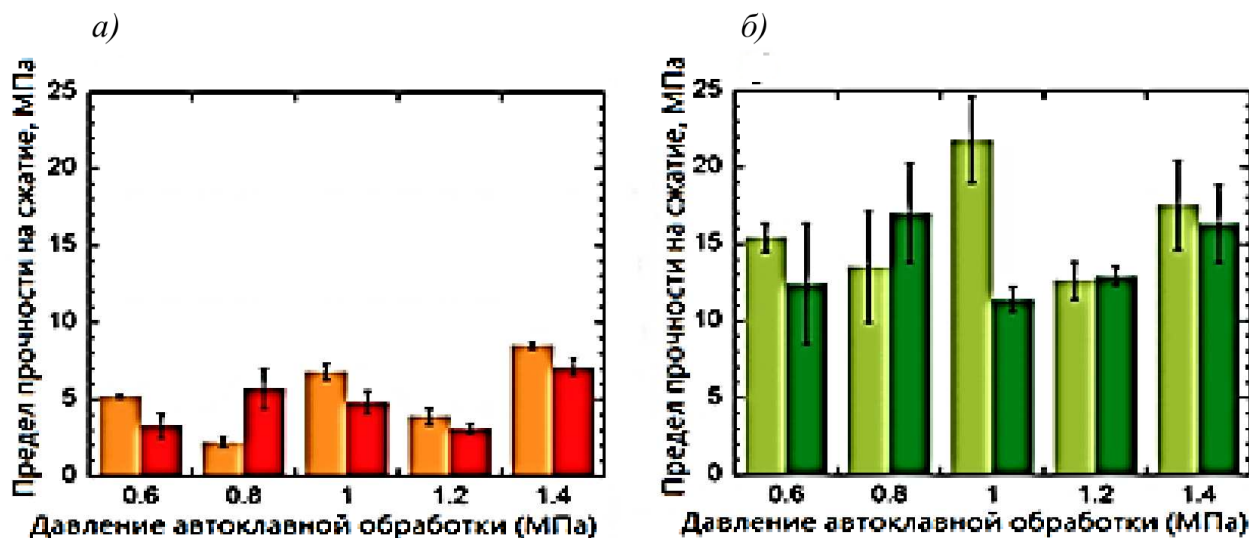


Рисунок 1 – Прочностные показатели гипсовых вяжущих:

а – прочностные показатели на сжатие в возрасте 2 часов;

б – прочностные показатели на сжатие в возрасте 7 суток

Исходя из этого можно сделать заключение о том, что использование данного вяжущего, полученного на основе осадка коагуляции, при производстве сухих строительных смесей и самонивелиров возможно и перспективно.

Список литературы

1 **Комаров, М. А.** Синтез дигидрата сульфата кальция из техногенного сырья / М. А. Комаров, Н. Г. Короб, В. И. Романовский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2020. – № 16. – С. 76–82.

2 Preparation of calcium sulfate from recycled red gypsum to neutralize acidic wastewater and application of high silica residue / C. Wang, X. Ma, W. Zhong [et al.] // Journal of Material Cycles and Waste Management. – 2024. – № 3. – P. 1588–1595.

3 Effect of calcination temperature and superplasticizer on the properties of anhydrite II from phosphogypsum / D. Liu, J. Chen, X. Ma [et al.] // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2024. – № 149 (21). – P. 1–11.

4 High strength anhydrite cement based on lime mud from water treatment process: one step synthesis in water environment, characterization and technological parameters / M. Kamarou, H. Tan, D. Moskovskikh [et al.] // Engineering Reports. – 2025. – Т. 7, № 1. – P. 1–13.

5 High-strength gypsum binder with improved water-resistance coefficient derived from industrial wastes / M. Kamarou, D. Moskovskikh, K. Kuskov [et al.] // Waste Management & Research. – 2025. – Vol. 43, № 2. – P. 213–224.

УДК 628.544

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*М. А. КОМАРОВ^{1,2}, Н. Г. КОРОБ¹, К. С. КАРАВАЦКАЯ²,
В. О. МАРУШЕВСКИЙ²*

*¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск
makkom1995@gmail.com*

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Актуальность. Обеспечение безопасности воды является одной из ключевых задач в системах водоснабжения и водоочистки. Для дезинфекции воды традиционно используются хлорсодержащие соединения, такие как гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорная известь и хлорамин. Они обладают высокой эффективностью против микроорганизмов, но их применение сопровождается образованием побочных продуктов, многие из которых токсичны для окружающей среды и здоровья человека. Альтернативой хлорсодержащим дезинфицирующим средствам является озон, который обладает сильными окислительными свойствами и эффективно уничтожает широкий спектр патогенов [1–3]. Преимущество озона заключается в его способности быстро разлагаться до кислорода, не образуя стойких загрязняющих веществ. Однако его производство требует значительных энергетических затрат, что также следует учитывать при оценке экологической безопасности. В связи с этим возникает необходимость комплексного анализа различных дезинфицирующих веществ с точки зрения их воздействия на окружающую среду [4, 5]. Особенно важно учитывать полный жизненный цикл каждого вещества – от производства и подготовки рабочего раствора до его применения и утилизации отходов.

Цель работы – провести сравнительный анализ экологического воздействия традиционных хлорсодержащих дезинфицирующих веществ и озона при их применении в системах водоснабжения. Рассматриваемые этапы жизненного цикла включают производство и получение исходных реагентов, подготовку рабочего раствора, процесс дезинфекции, образование и утилизацию отходов.