

**ПЕРЕРАБОТКА ФОСФОГИПСА В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КАК
ЭЛЕМЕНТ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
PROCESSING OF PHOSPHOGYPSUM INTO BUILDING MATERIALS AS AN
ELEMENT OF RATIONAL NATURE MANAGEMENT**

Аннотация. Растущие темпы в сфере материального производства обостряют необходимость в обеспечении строительными материалами различные отрасли, которые являются образующим хозяйственным комплексом страны. В связи с этим разрабатываются новые подходы в разрешении актуальных задач в энергосбережении, ресурсосбережении и экологической обстановки. Концептуально подходя к решению некоторых экологических проблем, стоит учитывать накопившуюся базу техногенных отходов, рассматривая ее, как перспективу для получения строительной продукции.

Abstract. The growing pace in the field of material production exacerbates the need to provide construction materials to various industries that form the economic complex of the country. In this regard, new approaches are being developed in solving urgent problems in energy conservation, resource conservation and the environmental situation. Conceptually, the approach to solving some environmental problems should take into account the accumulated base of fabricated waste, considering it as a prospect for obtaining construction products.

Ключевые слова: фосфогипс, переработка отхода, техногенные отходы, редкоземельные элементы, утилизация отходов, статистические данные, комплексный метод переработки.

Keywords: phosphogypsum, waste recycling, fabricated waste, rare earth elements, waste disposal, statistical data, integrated processing method.

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды становится в приоритет существующим проблемам, так как связана непосредственно с условиями и качеством жизнедеятельности общества в Республике Беларусь. В хозяйственную и промышленную деятельность с каждым годом вовлекается все больший запас различных видов ресурсов (недра, лесные массивы, водопотребление и др.), для обеспечения всех нарастающих потребностей населения и экономики (внешней и внутренней). Такой

стремительный рост использования природных ресурсов, зачастую нерациональный, за последние полвека отрицательно отразился на экологической обстановке страны: загрязнения воздушного бассейна и водных источников, эрозия и деградация почв, нерациональная переработка полезных ископаемых, истощение лесных зон, накопление критических объемов техногенных отходов различных промышленных комплексов.

Принимая во внимание все выше перечисленные негативные факторы, государству необходимо в новых условиях модернизировать экологическую политику с целью минимизировать агрессивные последствия в отношении природопользования.

Для поддержания социальной и экономической стабильности в государстве использование природных ресурсов создает условия для хозяйственной и промышленной деятельности, как часть непрерывного процесса для роста и развития всех областей деятельности страны. Актуальность и нарастание экопроблем обострились с глобальной индустриализацией массового производства с использованием несовершенных технологий, производящих при этом большое количество отходов, выбросов, стоков. Таким образом, привлекая дополнительные мощности природных ресурсов, нарушается экологический баланс «человек-природа», что приводит к потерям и истощению ценных компонентов некоторых видов запасов. Способом решения некоторых экопроблем может служить модернизация промышленных комплексов с внедрением безотходных технологий или сведение к минимуму образование отходов, перерабатывая все сырье в продукт, а также утилизировать уже накопившиеся промышленные отходы с пользой для экономики государства. За 2021 г. (рис. 2) в Республике Беларусь образовалось порядка 62 млн. тонн техногенных отходов. Значительный объем из общего количества составляет [1]:

1. Галитовые отходы – 28.38 млн. тонн (всего: 1,1 миллиарда тонн);
2. Глинисто-солевые шламы – 13.9 млн. тонн (всего: 132 млн. тонн);
3. Фосфогипс – 920 тыс. тонн (всего: 24 млн. тонн).



Рис. 1 Образование отходов в Республике Беларусь за 2020 год



Рис. 2 Образование отходов в Республике Беларусь за 2021 год

По отношению к 2020 (рис. 1) году образование отходов выросло на 1,7 %.

Накопление хвостового продукта после переработки породы, является значимой проблемой и требует конструктивного решения.

Для грамотной утилизации многотоннажного отхода дигидрата фосфогипса, являющийся отходом производства экстракционной фосфорной кислоты на ОАО «Гомельский химический завод» (в отвалах накопилось свыше 20 млн т.), предлагается использовать комплексный метод переработки в две ступени [2]:

1. Извлечение ценных компонентов в виде редких земель (суммарный концентрат);
2. Использовать остаток для производства композиционных вяжущих из фосфогипса ориентированный на строительный сектор.

Отход рассматривается как сырье для переработки в актуальные и стратегически важные продукты, снижая техногенную нагрузку на регион с расположением шламохранилища и стабилизируя экологические показатели. При переработке больших объемов отхода следует учитывать энергозатратность процесса и рентабельность продукции на выходе. Отсюда следует, что предполагаемая технология переработки должна иметь максимально простые операции (механическая активация, перемешивание, прессование), избегая дорогостоящих — обработки при высоких температурах, отмывка большим количеством воды, использование дорогих реагентов.

Перспективным направлением является переработка фосфогипса на стадии образования, минуя стадии транспортировки и дополнительных затрат на хранение. По содержанию $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 4013-82) фосфогипс-дигидрат (ФГД) относится к гипсовому сырью I, II сорта и может являться альтернативой природному гипсу в промышленности строительных материалов [2].

Остатки минеральных кислот в отходе, свежего особенно, значительно влияют на показатель прочности вяжущего на основе фосфогипса и имеет высокий показатель

коррозийной активности. Поэтому нейтрализация отхода является обязательным условием для дальнейшей переработки. В системе ФГД: ФПГ: известь в соотношении 90:10:1 от массы, прочность достигает 3-4 МПа, что является достаточным параметром для использования в строительстве. Количество извести для нейтрализации ($pH \approx 7$) может варьироваться от 0,5-3%, в зависимости от pH данной пробы. Нейтрализатором может выступать другой отход — шлам химводоподготовки (ХВО), требуется от общей твердой массы смеси 6-8%.

Применяя метод прессования можно повысить свойства вяжущих из фосфогипса. Рекомендуемый диапазон составляет 12–20 Мпа, что соответствует оборудованию на производственных комплексах строительных материалов. Время прессования так же учитывается при больших объемах продукции, что сказывается на производительности, оптимальное расчётное время составляет 1,5–2 минут.

Приведенные выше параметры, свидетельствуют о целесообразности применения фосфогипса в масштабном производстве строительных изделий, как с точки зрения экологии (улучшая обстановку в регионе шламоотвала, уменьшение социальной напряженности, освобождение пахотных земель для сельского хозяйства), так и с экономической (производство востребованной строительной продукции из сырья практически нулевой стоимости).

Список литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. URL: <http://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 04.04.2023).
2. Сакович А. А., Кузьменков Д. М. Получение из доломита и серной кислоты синтетического гипса и перекристаллизация его в α -CASO₄·0,5H₂O в растворе сульфата магния // Строительные материалы. 2014. № 8. С. 80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-iz-dolomita-i-sernoy-kisloty-sinteticheskogo-gipsa-i-perekristallizatsiya-egov-caso4-0-5h2o-v-rastvore-sulfata-magniya> (дата обращения: 04.04.2023).
3. Современные направления переработки фосфогипса / Головнева В. В., Кулемина А. Е., Почиталкина И. А., Шубабко О. Э. // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. 34, № 4 (227). С. 65–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-napravleniya-pererabotki-fosfogipsa> (дата обращения: 04.04.2023).