

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА

Малашков Д.В.,

аспирант БелГУТа, г. Гомель, Республика Беларусь

Научный руководитель – Неверов А.С., доктор техн. наук, профессор

Ключевые слова. Экология, фосфогипс, технологии, гипсовые вяжущие, переработка.

Keywords. Ecology, phosphogypsum, technologies, gypsum binders, recycling.

Статья посвящена исследованию известных технологий и методов переработки и применения фосфогипса, который является отходом производства удобрений, а также результатам деятельности предприятий разных отраслей, в том числе перерабатывающей и горнодобывающей.

Современный научно-технический прогресс во всем мире непосредственно связан с глобальным использованием природных ресурсов и накоплением техногенных отходов. Это серьезная проблема, и даже самый технически совершенный промышленный комплекс, если его воздействие на природу пролегалает за экологически допустимыми границами или приобретает разрушительный характер, может стать нежелательным и опасным для общества, если не сегодня, то в завтра.

На данный момент в Беларуси накоплены значительные запасы фосфогипса, которые продолжают увеличиваться. В процессе производственной деятельности Гомельского химического завода ежегодно образуется 600–800 тыс. т твердых производственных отходов, большая часть которых фосфогипс. За более чем 50-летний период производственной деятельности завода накоплено более 20 млн т фосфогипса, который находится в отвалах (рис.) на территории завода и в таких количествах является источником загрязнения грунтов, почвы и подземных вод.



Рисунок – Отвалы фосфогипса Гомельского химического завода

При этом необходимость транспортировки и хранения фосфогипса сильно усложняет работу предприятий и, даже при соблюдении всех санитарных требований, ухудшает санитарное состояние территории завода и экологическую обстановку прилегающей к нему местности. Фосфогипс загрязняет почву и водоемы содержащимися в нем растворимыми примесями фтора и фосфорной кислоты. Для создания отвалов фосфогипса приходится постоянно отчуждать большие территории, иногда пригодные к обработке, причем эти площадки часто превышают площади промышленных площадок самих предприятий [1]. Исходя из вышеизложенного, вопрос переработки фосфогипса является особенно актуальным.

На основании выше сказанного цель настоящей работы – проанализировать известные технологии и методы переработки и применения фосфогипса.

Материал и методы. Исследование основано на методе комплексного анализа и сопоставлении опубликованной и фондовой информации, так или иначе затрагивающей проблемы использования и технологии и переработки фосфогипса.

Результаты и их обсуждение. В ходе выполнения работы нами был проведен анализ ряда известных технологий и методов, среди которых следующие.

1. Технологии переработки фосфогипса в гипсовые вяжущие. Анализ известных технологий переработки фосфогипса в гипсовые вяжущие показал, что характерной особенностью всех этих технологий является отмывка водой водорастворимых кислых примесей в фосфогипсе. Введение воды увеличивает экологическую опасность технологии (появляется вторичный вид отходов – сточные воды) и увеличивает энергетические затраты, что в свою очередь делает превращение фосфогипса в вяжущие экономически нецелесообразным. Современные научные работы направлены на создание экологически чистых и экономически целесообразных технологий и оборудования. В итоге приемлемым методом повышения экологической безопасности и экономической целесообразности превращения фосфогипса в вяжущие является нейтрализация примесей в фосфогипсе без добавления воды [4].

2. Метод переработки фосфогипсовых материалов в кондиционное сырье. Проведен анализ метода переработки фосфогипса с помощью электромагнитных установок обработки материалов.

В данном методе отсутствуют дорогостоящие процессы промывки и термообработки. Преимуществами данной методики является:

- высокая производительность линий по очистке техногенных отходов фосфогипса;
- территория под предприятие в 5 раз меньше, чем у аналогичных предприятий;
- отсутствие отходов в предлагаемой технологической линии;
- экономическая и экологическая эффективность данного метода более, чем в 2 раза выше, чем у аналогичных.

Кроме того, этот метод позволяет снизить содержание вредных примесей в обрабатываемом материале до предельно допустимых концентраций, убрать эти примеси из промывочной воды, при этом появляется возможность повторного использования воды. Это позволяет отказаться от строительства дорогих очистных сооружений, сокращает затраты на утилизацию фосфогипса до 40% [2].

3. Технология переработки фосфогипса, при которой его используют как минеральный наполнитель в теплоизоляционном жестком пенополиуретане.

Технология заключается в том, что фосфогипс перерабатывают методом его введения в пенополиуретан вместе с антипиреном, при этом данная технология экологически безопасна. Введение фосфогипса в пенополиуретан дает возможность получить трудногорючий теплоизоляционный материал с улучшенными физико-механическими свойствами.

Данная технология решает многие экологические проблемы, связанные с транспортированием и хранением фосфогипса.

4. Нетрадиционная комплексная безотходная технология переработки фосфогипса. Сущность новизны и преимущества данной технологии заключаются в следующем:

- выщелачивание лантаноидов из неочищенного фосфогипса происходит растворами серной кислоты средних концентраций;
- значительно снижается экологическая опасность фосфогипса как продукта дальнейшей переработки;
- не требуется использования несвойственных производству минеральных удобрений реагентов, не образуется дополнительных отходов, не нарушается водный баланс основного производства;
- увеличивается степень извлечения фосфора в минеральные удобрения [2; 3].

5. Строительство дорог. Применение фосфогипса при строительстве дорожных покрытий отчасти решает проблему его большого накопления. В строительстве дорог фосфогипс используется как местный добавочный продукт для создания отдельных слоев дорож-

ного полотна и основания под дорогу [4]. Это снижает стоимость работ за счет использования более дешевого сырья, и также увеличивает временные промежутки между сезонами проведения ремонтных работ, что продиктовано свойствами используемого фосфогипса.

Однако, несмотря на озвученные преимущества, данный метод не нашел широкого практического применения, так как для оказания значительного влияния на количество получаемого отхода этого – недостаточно. Главным препятствием при строительстве автомобильных дорог является необходимость использования свежего фосфогипса, а отход в отвалах является непригодным, в связи с этим, строительство становится актуальным только вблизи предприятий. Кроме того, из-за того, что химический состав и концентрация фосфатов не одинаково для каждого фосфогипса, последний не будет удовлетворять обязательным требованиям для строительства, и в большинстве случаев будет необходима подготовка, для того чтобы фосфогипс соответствовал санитарным нормам [5], а это, в свою очередь, увеличивает стоимость работ.

Заключение. Хотя вышеперечисленные технологии и методы выглядят перспективными, но они сегодня так и не решают главную проблему переработки и утилизации фосфогипса – экономическую целесообразность. Исходя из проведенного анализа, технологически и экономически более привлекательной является технология совмещенной переработки сульфата кальция, а именно, комплексная переработка фосфогипса с получением гипсового вяжущего и концентрата редкоземельных элементов. Комплексный подход даст возможность значительно снизить количество получаемых отходов, экологически обезопасить продукт и минимизировать содержание вредных примесей.

1. Шершнева О.В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / О.В. Шершнева // Экологический вестник. – 2016. – №2 (36). – С. 97–103.
2. Касимов А.М., Леонова О.Е., Миняйло В.П. Утилизация фосфогипса с получением материала для производства гипсовых вяжущих // Экология и промышленность. – 2007/1. – № 1. – С. 24–27.
3. Иваницкий В.В., Класен П.В., Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование / под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Новикова. – М.: Химия, 1990.
4. Солдаткин С.И., Хохлов А.Е. Проблемы использования фосфогипса в дорожном строительстве // Инженерная геология. – 2019. – Вып.97. – С. 58–61.
5. Пат. 2520877. Способ переработки фосфогипса для производства концентрата редкоземельных металлов и гипса / Фокин К.С., Нестерова Е.О.; заявл. 28.01.2013; опубл. 27.06.2014.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И СТРУКТУРЫ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ПЕРИОД 2018–2022 ГОДОВ

Мишков Н.А.,

*студент 3 курса ГГУ им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь
Научный руководитель – Соколов А.С., ст. преподаватель*

Ключевые слова. Туристическая индустрия, внутренний туризм, международный туризм, Беларусь, въездной туризм, COVID-19, экономические санкции.

Keywords. Tourism industry, domestic tourism, international tourism, Belarus, inbound tourism, COVID-19, economic sanctions.

В последние годы количественные показатели и структура туристической сферы Беларуси претерпела радикальные изменения. Главными факторами, обусловившими эти изменения, стали пандемия COVID-19 и меры экономической агрессии со стороны западного геополитического блока, вызванные стремлением подчинить внешнюю политику Беларуси своим интересам. В этих условиях Беларусь совместно с ближайшим союзником Россией разрабатывают мероприятия по поддержке национальной экономики, в том числе и туристической сферы [1].

Несмотря на то, что из всех стран Евразийского экономического союза в 2020 г. по сравнению с 2019 г. в Беларуси наблюдалась наименьшая величина сокращения числа как въездных, так и выездных туристических поездок, это сокращение стало весьма значительным –30,4 и 30,5% от уровня 2019 г. соответственно [2].