

8. Никифорова Т. Е., Козлов В. А., Модина Е. А. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред // Химия растительного сырья. 2010. № 4. С. 23–30.

9. Шайхиев И. Г. Использование компонентов деревьев рода *Quercus* в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из воды. Обзор литературы // Вестник Казанского технологического университета. 2017. № 5. С. 151–160.

10. ГОСТ Р ИСО 5223-99. Сита лабораторные для анализа зерновых культур. Технические требования : действ. с 17.12.1999. М., 1999. URL: <https://meganorm.ru/Data/87/8740.pdf> (дата обращения: 07.03.2024).

11. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси : действ. с 01.07.1998. Минск, 2009. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/276/27696.pdf> (дата обращения: 07.03.2024).

ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Ван Гочжэн, Е. Н. Казимирская, А. В. Лихачева

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

В Республике Беларусь образуется большое количество отходов, содержащих металлы, которые можно рассматривать в качестве альтернативных сырьевых ресурсов. Захоронение таких отходов приводит к безвозвратным потерям полезных компонентов, рассеиванию в окружающей среде соединений металлов. В статье описаны результаты использования отходов для получения магнитных сорбентов.

Ключевые слова: отходы производства, альтернативный сырьевой ресурс, магнитный сорбент, переработка, очистка сточных вод.

Природно-ресурсный потенциал территории характеризует особенности географического расположения страны, влияет на все стороны ее развития: экономические, экологические, социальные. По этому показателю Республика Беларусь относится к странам, которые находятся в зависимости от импорта минерального сырья.

На данный момент, в стране отсутствуют месторождения руд, пригодные для промышленного освоения. В связи с этим, много внимания уделяется сбору и повторному использованию металлосодержащих отходов производства. Хорошо налаженная система обращения с ломом черных и цветных металлов позволяет значительно улучшать эффективность ресурсного цикла, а использование ресурсосберегающих технологий в обрабатывающей промышленности обеспечивает ее функционирование без наращивания объемов добычи полезных ископаемых. Однако, учитывая то, что руды относятся к невозобновляемым природным запасам нашей планеты, их нерациональное ис-

пользование становится частью одной из глобальных экологических проблем – их истощения. Проблема ограниченности запасов руд также обуславливает необходимость широкого использования вторичного сырья.

На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено огромное количество твердых отходов металлургического, машиностроительного, горнодобывающего и химического производств, а также отходов топливно-энергетического комплекса. Накопители отходов могут рассматриваться как техногенные месторождения, выведенные из хозяйственного оборота материальные ресурсы, многими видами которых страна практически уже не располагает. Техногенные запасы производственных отходов сравнимы с используемыми месторождениями природных полезных ископаемых. Многие отходы по составу и содержанию полезных компонентов превосходят некоторые виды перерабатываемых руд [1].

В данной работе объектом изучения являются железосодержащие отходы. Возможные способы обращения с данными отходами во многом определяется объемами их образования, содержанием в них железа, разрозненностью источников образования.

Если отходы рассматривать с точки зрения техногенного сырья, то можно использовать следующую классификацию [2]:

1. Богатые (содержание железа более 90%). К таким отходам относится все, что относится к категории металлолома. В отношении данных отходов организована строгая и четко функционирующая система обращения с ними.

2. Относительно богатые (40–90%). К таким отходам можно отнести: шлаки сталеплавильные, пыль колошникового газа, пыль железосодержащая с дробью, окалина, шламы прокатного производства, шлам железосодержащий и др.;

3. Сравнительно бедные (менее 40%). К таким отходам можно отнести: шлам и пыль газоочисток электросталеплавильного производства, шламы гальванические железосодержащие, растворы травильные прокатных и метизных цехов, обезвоженный осадок станций обезжелезивания и многие другие.

На данный момент в Республике Беларусь организована строгая и четко функционирующая система обращения с отходами, относящимися к первой группе, в то же время недостаточно решена проблема использования и переработки отходов второй и третьей групп. Захоронение таких отходов приводит к безвозвратным потерям полезных компонентов, рассеиванию в окружающей среде соединений металлов. Многие из отходов рассматриваемых групп близки по составу и поэтому могут рассматриваться в качестве альтернативных сырьевых ресурсов [3, 4], в том числе для получения пигментов и коагулянтов для очистки сточных вод [5–7]. Данные продукты в настоящее время не производятся в Республике Беларусь по причине отсутствия природного сырья. Поэтому поиск вариантов переработки и использования железосодержащих отходов является очень актуальным не только для Республики

Беларусь, но и других стран мира, не имеющих собственных запасов железных руд.

Целью выполненных исследований являлось получение магнитных сорбентов из отходов металлургического производства и металлообработки, которые в настоящее время не используются на территории Республики Беларусь.

В качестве сырьевых ресурсов для получения магнитных сорбентов использовали: смесь окалины и сварочного шлака, шлак от индукционной печи, шлак от дуговой печи.

Всего было получено 5 видов сорбентов, четыре из которых относятся к композиционным, так как получены с использованием двух видов отходов.

Магнитные сорбенты получали методом осаждения из смеси окалины и сварочного шлака. Для перевода соединений железа из отхода в раствор, его обрабатывали 20% раствором серной кислоты при нагревании в течение суток. Затем отделяли фильтрованием непрореагировавший остаток. В образовавшемся растворе определяли содержание ионов железа, рассчитывали необходимый для последующей обработки объем 5% раствора гидроксида калия. В результате чего образовывался и выпадал в осадок смешанный оксид железа (магнитные наночастицы). На следующий день сорбент отфильтровывали, промывали и выдерживали на воздухе для дополнительного окисления железа (II) в железо (III). После этого сорбент высушивали до постоянной массы.

Композиционные сорбенты получали по приведенной выше схеме, вводя на разных стадиях металлургические шлаки.

Материальные балансы, составленные по моделируемым в лабораторных условиях технологиям, показали, что они характеризуются высокой водоемкостью.

Для сравнения вариантов получения магнитных сорбентов, были определены свойства полученных материалов: насыпная плотность, плавучесть, водопоглощение, нефтеемкость, краевой угол смачиваемости.

Полученные сорбенты обладают ферромагнитными свойствами, что было определено визуальным методом по высоте образующегося «ежика» при приложении в сорбенту магнитного поля. При этом композиционные сорбенты обладают меньшими магнитными свойствами, чем магнитный сорбент, полученный из смеси окалины и сварочного шлака.

Определение краевого угла смачиваемости полученных сорбентов показало, что они достаточно гидрофильны, но степень сродства к нефтепродуктам у них ниже. Нефтеемкость сорбентов составила от 0,72 до 0,81 г/г.

Определение физико-химических свойств сорбентов показало, что наилучшими характеристиками обладал сорбент, полученный из смеси окалины и сварочного шлака, а наихудшими – композиционный сорбент, полученный с использованием шлака от дуговой печи.

Таким образом, железосодержащие отходы металлургии и металлообработки целесообразно использовать для получения магнитных сорбентов.

Переработка отходов позволит обеспечить рациональное природопользование и создаст предпосылки для обеспечения будущих поколений альтернативными сырьевыми ресурсами.

Библиографический список

1. Качинская Д. В., Лихачева А. В. Проблемы обращения с производственными отходами в Республике Беларусь // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (г. Брянск, 29 апреля 2022 г.). Брянск : БГИТУ, 2021. С. 225–227.
2. Качинская Д. В. Характеристика железосодержащих отходов, образующихся в Республике Беларусь // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ имени В. Г. Шухова. (г. Белгород, 30 апреля – 20 мая 2021 г.). Белгород : БелГТУ имени В. Г. Шухова, 2021. С. 2588–2592.
3. Лихачева А. В. Направления использования альтернативных железосодержащих ресурсов // Природопользование и экологические риски : материалы науч.-практ. конф. (г. Минск, 5 июня 2019 г.). Минск : БГТУ, 2019. С. 92–95.
4. Лихачева А. В. Технология очистки сточных вод коагулянтами, полученными из железосодержащих отходов // Техника и технология защиты окружающей среды : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (г. Минск, 26–27 октября 2011 г.). Минск : БГТУ. 2011. С. 48–50.
5. Лихачева А. В., Рылко Н. Н. Получение пигментов из отходов ОАО «Речицкий метизный завод» // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности промышленных регионов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Кемерово, 3–4 октября 2017 г.). Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). 2017. С. 310–312.
6. Сырчина Н. В., Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я. Получение неорганических пигментов из отходов гальванических производств. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-1-022-029 // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 1. С. 22–29.
7. Сырчина Н. В., Пилип Л. В. Производство пигментов для бетона на основе железосодержащих промышленных отходов (обзор). DOI: 10.25750/1995-4301-2021-4-050-057 // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 4. С. 50–57.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВ

Т. Я. Ашихмина^{1,2}, Т. И. Кутявина¹

¹ *Вятский государственный университет, г. Киров, Россия,
usr08619@vyatsu.ru*

² *Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия,
ecolab2@gmail.com*

Представлены результаты экспериментов по использованию серосодержащих отходов в качестве мелиоранта для засоленных почв. Предлагается использовать серо-грунтовую смесь, являющуюся отходом нефтепереработки, для улучшения физико-химических свойств щелочных засоленных почв.