

ЛИТЕРАТУРА

1. Мировой рынок нефтяной продукции / Семинар UTS, 14 сентября 2011 г, Stockholm, Sweden.
2. Общая химическая технология органических веществ / Зыков Д.Д, Деревицкая Е.Б., Чекалин М.А., Юкельсон И.И. М.: 1966. 608 с.
3. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Лебедев Н.Н. М.: Химия, 1988. 592 с.

УДК 628.345:669.05.83

Залыгина О.С., Чепрасова В.И.

(Белорусский государственный технологический университет)

Антоник У.Д., Грицкевич А.А.

(Национальный детский технопарк)

ПОЛУЧЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вода играет исключительно важную роль в жизни человека. К основным потребителям пресной воды относятся: сельское хозяйство, промышленность, включая энергетику, коммунальное хозяйство. В промышленном производстве наиболее водоемкими являются химическая, целлюлозно-бумажная и металлургическая промышленность. Так, на изготовление 1 т синтетического волокна расходуется от 2500 до 5000 м³ воды, пластмассы – от 500 до 1000 м³, бумаги – от 400 до 800 м³, стали и чугуна – от 160 до 200 м³ [1].

В Республике Беларусь в 2020 году было добыто 1326 млн. м³ воды из природных источников. Большая часть добытой воды (около 36 %, что составило 474 млн. м³) была израсходована на хозяйственно-питьевые нужды, около 25 % (326 млн. м³) – на промышленные нужды [2]. При использовании воды она загрязняется веществами минерального и органического происхождения, что приводит к образованию большого количества сточных вод.

Большинство сточных вод загрязнены взвешенными веществами и являются дисперсными системами, которые по степени дисперсности частиц подразделяются на взвеси (суспензии и эмульсии) с диаметром частиц более 10⁻⁵ см и коллоидные системы с диаметром частиц от 10⁻⁵ до 10⁻⁷ см [3]. Многие природные и сточные воды представляют собой коллоидные системы, очищать которые крайне сложно вследствие их устойчивости, т.е. способности сохранять свое состояние

и свойства с течением времени. Естественное осаждение коллоидных частиц происходит очень медленно. Для нарушения устойчивости дисперсных коллоидных систем используют коагулянты и флокулянты, которые нашли широкое применение в практике очистки природных и сточных вод. Коагулянты – это химические реагенты, при введении которых в воду происходит укрупнение частиц дисперсной фазы, что облегчает последующую очистку воды. В качестве коагулянтов чаще всего используют соли алюминия и железа: сульфат железа FeSO_4 , сульфаты алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, хлорид железа (III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, гидроксохлоросульфат алюминия $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$.

В настоящее время в Республике Беларусь коагулянты производит ООО «Ксант-Инвест», созданное на базе производственных мощностей ОАО «Гомельский химический завод». Также выпуск коагулянтов осуществляется на ОАО «ТехноХимРеагентБел», расположенном в г. Гродно. Однако потребность в коагулянтах постоянно растет, значительную их часть приходится закупать за рубежом (в России, Китае и других странах). Кроме этого, в Республике Беларусь отсутствует сырьевая база для получения коагулянтов, что затрудняет организацию их производства. Поэтому весьма актуально получение коагулянтов из отходов производства, которые в этом случае можно рассматривать как вторичный материальный ресурс.

Одним из производств, где образуются отходы, которые могут использоваться для получения коагулянтов, является литейное производство. В этом производстве образуются три вида отходов: земля формовочная горелая, металлургические шлаки и железосодержащая пыль (ЖСП). Высокое содержание железа в ЖСП позволяет предположить возможность ее использования для получения железосодержащих коагулянтов.

В работе исследовалась ЖСП одного из белорусских предприятий, которая образуется в процессе очистки поверхности отливок разными способами: в барабанах периодического и непрерывного действия, в дробеструйных барабанах, на дробеметных столах, в дробеметных камерах и др. Железосодержащая пыль с вредными примесями относится к 3 классу опасности, без вредных примесей – к 4 классу опасности [4].

Были определены такие свойства отхода как влажность, потери при прокаливании, содержание магнитной фракции, элементный и фазовый состав. Влажность отхода составила 0,84 %, потери при прокаливании 0,47 %, масса магнитного материала, извлеченного из 50 г исследуемого отхода с помощью магнита, 26 г, т.е. 52 масс. %.

Рентгенофазовый анализ свидетельствует о том, что основной кристаллической фазой ЖСП является кварцевый песок (SiO_2). Учитывая

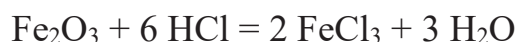
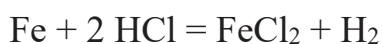
невысокую чувствительность рентгенофазового анализа, для уточнения состава отхода был определен его элементный состав. Также отдельно определялся элементный состав магнитной и немагнитной фракций (таблица 1).

Таблица 1 – Элементный состав ЖСП и ее фракций, масс. %

Элемент	ЖСП	Магнитная фракция	Немагнитная фракция
O	50,17	47,30	53,03
Si	40,06	36,70	43,42
Fe	8,27	14,51	2,03
Al	1,50	1,49	1,52

Как видно из таблицы 1, извлечь полностью железо из отхода не удалось, однако его содержание в магнитной фракции увеличилось более чем на 6% и составило 14,51 масс %. В состав этой фракции может входить не только металлическое железо, но и его оксиды (Fe_3O_4 , Fe_2O_3), которые обладают магнитными свойствами. Следует отметить достаточно высокое содержание в этой фракции кварцевого песка.

Для получения коагулянта из магнитной фракции ЖСП ее обрабатывали соляной кислотой различной концентрации при различных соотношениях твердой и жидкой фазы при нагревании в течение 30 минут с последующей выдержкой при комнатной температуре от 30 минут до одной недели. При этом возможно протекание следующих реакций:



Соли образующихся катионов Fe^{3+} и Fe^{2+} являются хорошими коагулянтами, в результате гидролиза которых образуются крупные заряженные частицы, интенсифицирующие седиментацию мелкодисперсных и коллоидных примесей.

Концентрация Fe^{3+} в исследуемых растворах колебалась от 1,5 г/л до 23 г/л, Fe^{2+} – от 2,0 до 120 г/л в зависимости от условий обработки. Для дальнейших исследований был выбран раствор, полученный при обработке 5 г магнитной фракции ЖСП 36,5 мл 18%-ной соляной кислотой при температуре 100°C в течение 30 минут с последующим хранением в течение недели, т.к. в этом случае наблюдалась наибольшая концентрация Fe^{3+} . После фильтрования из него готовили 2%-ный раствор коагулянта, который использовали для очистки сточной воды, содержащей мелкодисперсные и коллоидные глинистые примеси (оптическая плотность сточной воды 1,669). Результаты пробного коагулирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты пробного коагулирования при отстаивании в течение 15 мин

Доза коагулянта, полученного из ЖСП, мг/л	Оптическая плотность после отстаивания		Эффективность очистки, %	
	pH = 5,5	pH = 7	pH = 5,5	pH = 7
25	0,415	0,008	75,13	99,52
50	0,447	0,007	73,21	99,58
75	0,524	0,011	68,60	99,34
100	0,539	0,014	67,70	99,16
150	0,542	0,021	67,52	98,74

Как видно из таблицы 2, полученный из отхода коагулянт обеспечивает высокую эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ при pH = 7. При этом высокая эффективность очистки (более 99%) достигается при малых дозах коагулянта. Также было установлено, что очистка происходит интенсивнее, чем при использовании выпускаемого промышленностью коагулянта FeCl₃, что может быть связано с образованием кремниевых кислот при обработке отхода соляной кислотой. При этом возможен процесс их поликонденсации, в результате которого образуется гель поликремниевых кислот, проявляющий флокулирующие свойства, что обеспечивает повышение эффективности очистки сточных вод от мелкодисперсных и коллоидных примесей.

Немагнитную фракцию, учитывая ее элементный и фазовый состав, предлагается использовать в керамической промышленности, например, в производстве керамического кирпича, облицовочной плитки, керамзита и др.

Таким образом, комплексная переработка ЖСП позволит получить востребованную продукцию (коагулянты и керамические изделия) и снизить воздействие литейного производства на окружающую среду за счет предотвращения размещения в ней отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первов, А.Г. Водоснабжение промышленных предприятий / А.Г. Первов. – Издательство: Инфра-Инженерия, 2022 г. – 440 с.
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск, 2021. – 203 с.
3. Карюхина, Т.А. Химия воды и микробиология / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.
4. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь»: утвержден Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 9 сентября 2019 г. № 3-Т // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2019. – № 8/34631.