

частицы всплывали на поверхность воды, вследствие чего легко удалялись. Этот процесс проводили несколько раз до полного удаления частиц.

На основе проведенных опытов найден способ удаления полимерных включений из макулатуры марки МБС путем замачивания массы в большом количестве воды и после тщательного перемешивания удаления частиц с ее поверхности.

Библиографический список

1. Дулькин Д.А. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги / Д.А. Дулькин, В.А. Спиридонов, В.И. Комаров // Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. 1118 с.

2. Исследование способности к карбоксиметилированию макулатуры бумажной специальной (МСБ) / И.А. Блинова, И.О. Шаповалова, А.В. Вураско, О.В. Стоянов // Вестник Казан. техн. ун-та, 2014. Т. 17. № 17. С. 29–31.

УДК 504.064.4

Маг. Д.И. Дубровенко
Рук. И.Н. Липунов, Л.А. Старыгин
УГЛТУ, Екатеринбург

К ВОПРОСУ РЕЦИКЛИНГА МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАМОВ

Рециклинг отходов производства и потребления становится одной из ключевых доминант прогресса XXI века. Современный рециклинг – это быстро развивающаяся динамичная область ресурсосбережения, движущей силой которого являются все нарастающий дефицит природных ресурсов и обострение экологических аспектов проблемы отходов.

Проблема использования отходов в качестве вторичного материального ресурса является актуальной и требует разработки в первую очередь таких технологий, которые позволят эффективно получать конкурентоспособную продукцию из техногенного сырья.

В данной работе объектом рециклинга являлись отходы производства металлического магния из природного карналлита Верхнекамского месторождения на ОАО «Соликамский магниевый завод» Пермского края. Магнийсодержащие отходы – шламы карналлитовых хлораторов (ШКХ) – образуются на стадии глубокого обезвоживания расплава обогащенного

карналлита и являются не утилизируемым техногенным образованием. В шламохранилище предприятия сегодня сосредоточено более 500 млн т данного вида отходов с ежегодным приростом 10–12 тыс. т.

Проведенный мониторинг ШКХ показал, что основными компонентами шлама являются магнийсодержащие химические соединения – оксид (MgO) и хлорид магния (MgCl₂), количественное содержание которых составляет более 70 мас. %.

Основная цель работы заключалась в разработке гибкого технологического модуля рециклинга крупнотоннажных отходов на основе циклоцентрического подхода (ЦЦП) с получением двух технических продуктов (MgO) и KCl·MgCl₂·6H₂O.

Сущность ЦЦП, в отличие от господствующего в настоящее время в России отходоцентрического подхода (ОЦП), заключается в том, что рециклинг рассматривается как сеть циклов, в которых материальный поток меняет свои параметры и статус в цепи состояний сырье → полупродукт → продукт и отходы производства → отходы потребления → вторичный ресурс → сырье [1].

Циклообразующей стадией в сети циклов является процесс трансформации отхода во вторичный ресурс. При этом отход является одним из состояний материального объекта на одной из стадий его жизненного цикла. Объектами управления являются процессы, протекающие в контурах сети рециклинга и сами сети.

Принципиально меняется иерархия управления отходами в рамках ЦЦП, вводятся новые уровни иерархии (физико-химические и биологические системы, процессно-аппаратурные единицы, производственные системы, сети рециклинга), позволяющие разрабатывать технологические модули и комплексы обработки отходов, в которых материальные потоки приближаются к замкнутому циклу [2].

Разработан гибкий технологический модуль рециклинга шламов карналлитовых хлораторов магниевых производств с учетом основных положений концепции рециклинга циклоцентрического подхода (см. рисунок).

Структура технологического модуля рециклинга состоит из трех технологических контуров. В системе рециклинга регенеративный, рекуперационный и утилизационный контуры взаимосвязаны материальными потоками. Каждый технологический контур обеспечен соответствующими технологиями рециклинга. В регенеративном контуре используются физико-механические технологии, позволяющие восстановить отход до состояния вторичного ресурса с последующей его переработкой. Пылевидная фракция (< 30 мкм), образующаяся на данной стадии, улавливается в циклоне и возвращается в качестве вторичного ресурса.



Технологический модуль рециклинга
магнийсодержащих отходов

Рекуперационный контур обеспечивается комбинацией химической, механической и термической технологий рециклинга и предназначен для получения продукта I (оксида магния высокой чистоты: 97,6 мас. %). Отход, образующийся в рекуперационном контуре рециклинга и содержащий ценный химический компонент ($MgCl_2$), перерабатывается в утилизационном контуре с получением синтетического карналлита путем применения термических технологий рециклинга.

Все контуры системы рециклинга обеспечены высокотехнологичным нестандартным оборудованием, разработанным на кафедре ФХТЗБ УГЛТУ и являющимся предметом интеллектуальной собственности.

Материальные потоки системы рециклинга магнийсодержащих отходов имеют высокую степень замкнутости, разработанная технология рециклинга приближена к безотходному производству.

По форме организационной интеграции при разработке технологического модуля был использован производственный рециклинг внутриотраслевого характера.

Массовые соотношения выхода продуктов рециклинга составляют 40 и 60 мас. % соответственно для MgO и $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ [3].

Продукты рециклинга являются высоколиквидными. Оксид магния указанной чистоты может быть использован в качестве сырья в производствах цветной металлургии, стекольной, керамической и атомной

промышленности, строительной индустрии. Синтетический карналлит может быть возвращен в основное производство в качестве сырья, поскольку содержание хлорида магния в нем составляет 31,8 %, что находится на уровне содержания этого соединения в обогащенном природном карналлите.

Библиографический список

1. Гладышев Н.Г. Теория и исследование рециклинга в технопарковых кластерах обращения с отходами // Экология и промышленность России. 2011. № 3. С. 42–44.

2. Гладышев Н.Г. Обращение с отходами. Организационно-технические решения // Экология и промышленность России. 2007. № 9. С. 28–31.

3. Комплексная переработка магнийсодержащих шламов в высоколиквидные материалы. Часть 2. Получение оксида магния и карналлита из техногенного сырья / И.Н. Липунов, И.Г. Первова, А.Ф. Никифоров // Металлург. 2015. Т. 4, № 4. С.11-15.

УДК 543.4 + 546.562

Маг. Т.А. Мошина
Рук. И.Г. Первова, Т.И. Маслакова
УГЛТУ, Екатеринбург

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНОГО СЕНСОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ(II)

В практике анализа водных сред для определения содержания токсикантов все чаще используются прозрачные оптические химические сенсоры. Анализ литературных данных показал, что для создания таких систем одной из перспективных матриц для иммобилизации органических реагентов становится желатин, наличие в структуре которого функциональных групп основной и кислотной природы способствует иммобилизации известных аналитических реагентов [1]. Так, исследованы реакции комплексообразования арсеназо III с ионами La(III), Th(IV), U(VI), Ca(II) в отвержденном желатиновом геле [2], показана возможность определения Pb(II) на основе иммобилизованного в желатин бромпирогаллового красного [3].

К числу перспективных аналитических реагентов на ионы токсичных металлов относятся и бензазолформазаны, образующие интенсивно окрашенные металлокомплексные соединения. Поэтому целью данной работы являлась оценка возможности создания чувствительных сенсоров для детектирования ионов меди(II) в природных объектах путем модификации (адсорбции) бензазолформазанами отвержденного желатинового геля.