

печивают способность к самоочищению, преимущественно путём грязе- и водо-отталкивания. Энергоэффективное остекление уменьшает количество углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, поскольку обогрев зданий связан с интенсивным сжиганием углеводородов, а благодаря «умным окнам» отопительные приборы используются реже, а значит, уменьшается количество вредных выбросов [3].

Таким образом, на основе литературных данных по рассматриваемой проблеме можно сделать выводы:

1. Основными требованиями, предъявляемыми к современным материалам, являются энергосберегающие качества и экологическая безопасность.

2. Использование современных технологий позволяет получить многофункциональные и энергоэффективные покрытия для обычного оконного стекла, обеспечивающие особые свойства и экологичность «умных окон».

3. В отличие от многослойных стеклопакетов «умные окна» обеспечивают мультифункциональную реакцию на изменения окружающей среды

Список цитированных источников

1. Портал-энерго: эффективное энергосбережение [Электронный ресурс] / Энергосбережение в быту : 38 способов. – Режим доступа : <http://portal-energo.ru/articles/details/id/25> – Дата доступа : 5.03.2019.

2. Выбор окон [Электронный ресурс] / Энергосберегающие стеклопакеты. – Режим доступа : <http://vbokna.ru/okna/steklopakety/energoberegayushchie> – Дата доступа : 16.03.2019.

3. Современные «умные» окна : современные технологии, разработки и альтернативы [Электронный ресурс] / Ремонт, строительство и дизайн своими руками. – Режим доступа : <https://remstd.ru/archives/sovremennyye-umnyie-okna-sovremennyye-tehnologii-razrabotki-i-alternativyi/> – Дата доступа : 17.03.2019.

4. Уайэтт, О. Металлы, керамики, полимеры / О. Уайэтт, Д. Дью-Хьюз. – Лондон : Nat Cell Biol, 2004. – 21 с.

5. Runnerstorm, E. Nanostructured electrochromic smart windows : traditional materials and NIR-selective plasmonic nanocrystals / E. Runnerstorm, A. Llodes, D. Milliron. – Canada : 2015. – P. 1345.

УДК 504.064.47

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ ОТХОДОВ

Пашкевич О. Д., Санкевич Н. Л.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск Республика Беларусь, alikhachova@mail.ru
Научный руководитель – Лихачева А. В., к.т.н., доцент

The article shows a possibility to obtain white pigments from spent ammonium chloride electrolytes galvanizing production. The obtained pigments are characterized by high properties and can be used in industry.

Оксид цинка (цинковые белила) используется при производстве широкого ассортимента промышленной продукции, например, резинотехнических изделий и шин, лакокрасочных материалов, искусственной кожи и др.

Основную массу цинковых белил производят из электрического цинка, соответствующего требованиям ГОСТ 3640-94. Учитывая тот факт, что в Республике Беларусь отсутствуют собственные запасы цинковых руд, мы проанализировали альтернативные источники получения оксида цинка – отходы.

В качестве сырья для производства оксида цинка могут служить отходы химической, медеплавильной и металлообрабатывающей промышленности. Эти отходы представляют собой в большинстве случаев шламы, содержащие цинк в виде металлического цинка и его соединений. Спектр цинксодержащих отходов достаточно широк, к ним относятся, например: пыли и шламы при металлообработке; шлаки; отходы химической промышленности; отработанные серебряно-цинковые аккумуляторы; отработанные катализаторы; изгарь; серая окись; гарт-цинк; цинковые дроссы; цинксодержащие отходы вязкого производства; отработанные электролиты цинкования.

Для применения отхода в качестве сырья для производства цинковых белил в его составе должен присутствовать цинк в значительном количестве, что подтверждается характеристиками отходов.

Получение цинковых белил из цинксодержащих руд не применяется широко из-за сложности технологического процесса, а также из-за того, что оксид цинка получается с желтоватым оттенком.

Различают прямые пирометаллургические способы производства оксида цинка из обожженных рудных концентратов или вторичного сырья и косвенные способы – из чистого цинка, а также гидрометаллургические способы – из растворов солей цинка.

Прямым пирометаллургическим способом оксид цинка получают из обожженных рудных концентратов, содержащих сопутствующие цинку в полиметаллических рудах примеси Pb, Cd, As, Fe, Mn, S, Si, силикатов и др.

Получение цинковых белил из вторичного сырья осуществляется в печах Витерия. Восстановление цинка осуществляется оксидом углерода CO, получаемым при сжигании угля или кокса.

Получение цинковых белил по гидрометаллургическому способу основано на обработке растворов сульфата цинка аммиаком и диоксидом углерода. Выпавшие в осадок гидроксид и карбонат цинка после промывки от растворимых солей подвергают прокаливанию.

Получение цинковых белил из отходов вязкого производства основано на обработке отходов растворами соляной кислоты с последующей нейтрализацией образовавшегося раствора гидроксидом натрия, добавлением карбоната натрия. Выпавшие в осадок карбонаты цинка отделяют от раствора фильтрованием и прокаливают при температуре с получением оксида цинка.

Получение цинковых белил из цинковых дроссов, образующихся при выплавке катодного цинка, основано на высокотемпературном восстановлении цинка из них с помощью углерода с одновременной возгонкой и окислением образующихся цинковых паров и улавливанием получаемого оксида цинка.

Существует способ получения оксида цинка, основанный на химическом осаждении термически нестабильных соединений в растворах с дальнейшим их разложением. Из отработанных электролитов цинкования медленным приливанием этилендиамина осаждают моногидрат гидроксохлорида цинка, нагревание которого в последующем приводит к термолизу и образованию оксида цинка.

Еще одним способом добывания пигмента является получение сухих цинковых белил путем термообработки отходов горячего цинкования.

Целью данной работы было проведение исследований, направленных на получение оксида цинка из отработанных растворов гальванического цинкования.

В одном из патентов описывалось использование в качестве осадителя этилендиамина. При изучении химии цинка и другой литературы было установлено, что оксид цинка можно получить при осаждении соединений цинка из растворов с последующей температурной обработкой с использованием в качестве осадителей растворов карбоната и гидроксида натрия.

В диссертационной работе Цзан Сяовэя «Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных размеров и форм для эпоксидных композиционных материалов» [2] чистый оксид цинка получали с использованием в качестве осадителя ГМТА (гексаметилентетрамин), он же уротропин.

Важно отметить, что все известные способы получения оксида цинка методом осаждения описывают процесс получения из чистых растворов, содержащих соединения цинка. В нашей работе, оксид цинка получали из отходов – отработанных электролитов цинкования, содержащих, кроме соединений цинка, примеси железа, остаточное содержание блескообразователей, продуктов их электрохимического разложения и пр.

В работе осаждение оксида цинка проводили различными осадителями (уротропином, гидроксидом натрия, карбонатом натрия, этилендиамином) при условиях, определенных по литературным данным. Полученный в результате осаждения осадок фильтровался, промывался дистиллированной водой (при использовании в качестве осадителя карбоната натрия дополнительно этиловым спиртом), сушился, а при использовании в качестве осадителя этилендиамина и карбоната натрия осадок также прокаливался.

В ходе исследований определяли выход оксида цинка и его свойства (укрывистость и маслосъемкость). На основании полученных результатов делали вывод о том, осаждение каким веществом позволяет получить продукт, характеризующийся лучшими свойствами. Был сделан вывод, что из рассмотренных осадителей лучшим является уротропин.

Следующим этапом исследования являлось определение оптимальных условий осаждения оксида цинка из отработанных электролитов цинкования ОАО «Речицкий метизный завод» уротропином.

Установлено, что оптимальными условиями осаждения оксида цинка из отработанных электролитов цинкования можно считать следующие:

- температура осаждения 87 °С;
- рН осаждения 11;
- соотношение ОЭЦ:уротропин 1:2;
- время осаждения 1,5 ч;
- время отстаивания 4 ч.

При данных параметрах выход готового продукта составил 92,5 %.

Кроме этого, осуществлялся анализ полученного фильтрата и промывных сточных вод на содержание в них ионов цинка и железа, хлоридов, формальдегида и рН. Это было необходимо для того, чтобы определить требуемое количество воды для промывки образующегося осадка, возможность повторного использования промывных сточных вод и фильтрата, определение возможной схемы очистки данных стоков.

Заключительным этапом являлось определение свойств оксида цинка, полученного из отработанных электролитов цинкования и определение области его применения.

Результаты рентгенофазового анализа осадка, полученного при осаждении из отработанных электролитов цинкования ОАО «Речицкий метизный завод», свидетельствуют об однофазной кристаллической структуре образца, кристаллической фазой которого является оксид цинка (ZnO). Маслосъемкость полученно-

го оксида цинка составила 45,5 г/г, укывистость равна 120 г/м², оба данные значения соответствуют требуемым значениям ГОСТ 482-77.

На основании результатов исследований полученный оксид цинка можно отнести к марке БЦЗ по ГОСТ 202-76, который применяется для производства масляных и алкидных красок, строительных материалов и неответственных асбестотехнических изделий.

Список цитированных источников

1. Марцуль, В.Н. Очистка сточных вод гальванических цехов предприятия Республики Беларусь / В.Н. Марцуль [и др.] // Сборник научных трудов. – Минск: БГТУ, 2013. – №3: Химия и технология неорганических веществ. – С. – 61 – 67.

2. Сяовэй, Ц. Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных форм и размеров: дис. раб. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – Москва, 2014. – 154 с.

УДК 620.92(476)

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ БЕЛАРУСИ

ПЛИСКО Е. В., КОЖАНОВ Ю. Д.

Учреждение образования «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, robing-1@mail.ru
Научный руководитель – Богдасаров М.А., д.г.-м.н., профессор,
член-корреспондент НАН Беларуси

The article is devoted to the analysis of the current state and prospects for the development of renewable energy sources in Belarus. An assessment of the potential of renewable energy in the country's energy sector is given.

Национальная стратегия устойчивого развития «НСУР 2030» и госпрограмма развития энергетики, а также наметившиеся направления развития «зеленой энергетики» задают новые параметры долгосрочного развития энергетического комплекса Беларуси и требуют осмысления с точки зрения нахождения оптимального баланса в использовании традиционных и ВИЭ в комплексе с использованием концепции умных энергосетей и созданием энергоэффективных домов и производств.

Энергетика на основе ВИЭ является одной из самых быстрорастущих отраслей новой неуглеродной энергии. ВИЭ демонстрируют рост в зависимости от страны в 10-20% в год в отличие от традиционной энергетики, которая наращивает мощности всего на 1–1,5% в год. Высокие темпы роста обеспечили уже сегодня вклад ВИЭ почти в 25% в мировом производстве электроэнергии [1].

По данным МЭА (IEA) [2], в течение 2005–2017 гг. темп роста ветровых установок составлял 25 %, среднегодовые темпы роста солнечных фотоэлектрических преобразователей – более 70 %. Рост ежегодных инвестиций в проекты ВИЭ в 2009–2016 гг. составлял в среднем около 17 %, в 2016 г. они достигли 242 млрд долл.

Беларусь обладает значительным природно-климатическим и ресурсным потенциалом для развития всех направлений альтернативной энергетики. Положительную динамику за период 2010–2017 гг. демонстрирует показатель