

Полученные закономерности могут быть использованы для проектирования фильтрационного оборудования с загрузкой из ЭШ для сооружений малой и автономной канализации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Camargo, V. Enhanced phosphorus removal in a waste stabilization pond system with blast furnace slag filters / V. Camargo, M.A. Johnson, T. Mather and D.D. Mara // *Desalination and Water Treatment* – № 4, – P. 122–127.

2 Cucarella, V. Phosphorus sorption capacity of filter materials used for on-site wastewater treatment determined in batch experiments – A comparative study / V. Cucarella, G. Renman, // *Environ. Qual.* – 2009. – № 38, – P. 381–392.

3 Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод / СО РАН. ГПНТБ. – Новосибирск, 1999. – 113 с.

4 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод : ТКП 17.06-08-2012 (02120). – Введ. 01.01.2012. – Минск: Минприроды, – 73 с.

УДК 504.064.47:621.357.7

В.И. Чепрасова, асп.; О.С. Залыгина, доц., канд. техн. наук
zolha@tut.by (БГТУ, г. Минск)

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нанесение гальванических покрытий предполагает использование электролитов различного состава, основными компонентами которых являются соли тяжелых металлов. В процессе эксплуатации электролиты теряют свои рабочие свойства вследствие накопления в них загрязняющих веществ.

Опыт обследования гальванических производств предприятий оборонного комплекса, радиопромышленности и крупнейших машиностроительных заводов Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины показал, что на большинстве предприятий осуществляется совместный сброс низкоконцентрированных промывных сточных вод и высококонцентрированных отработанных растворов электролитов [1]. Объемы сбрасываемых растворов электролитов невелики (от 2 до 5% от общего объема сточных вод), однако содержание в них загрязняющих веществ составляет от 40 до 70% от общего объема загрязнений. Залповый характер таких сбросов приводит к нарушению работы очистных сооружений, ухудшению качества очистки, а

также безвозвратным потерям тяжелых металлов. Следовательно, совместный сброс отработанных растворов электролитов с промывными сточными водами может применяться лишь как вынужденная мера. Для решения этой проблемы необходимо производить их отдельное отведение с последующей переработкой отработанных электролитов.

В литературе описываются следующие направления обращения с отработанными растворами электролитов: обезвреживание, регенерация и утилизация.

Обезвреживание может быть осуществлено обработкой растворов после их смешения, например, кислых и щелочных растворов с последующей нейтрализацией. Данный метод приводит к образованию осадков сложного состава, уровень использования которых остается достаточно низким.

Регенерация электролитов является сложным трудоемким процессом, который может включать в себя целый ряд операций: глубокую очистку от взвешенных веществ и высокомолекулярной органики, выпаривание, электрохимическую и химическую проработку и др. На практике для регенерации чаще всего применяют реагентный метод, для чего используют различные химические вещества, позволяющие перевести металлы-примеси в осадок. При этом возникает необходимость дополнительной очистки электролита из-за повышенного солесодержания. Среди безреагентных методов наиболее перспективными являются электромембранный и ионообменный. Однако их применение требует предварительного разбавления электролита в 2-8 раз. Кроме этого, дорогостоящие мембраны и смолы быстро выходят из строя и требуют регенерации или полной замены. Необходимо также отметить, что электролит может выдерживать лишь определенное количество циклов регенерации, поскольку происходит накопление в нем продуктов разложения блескообразователей, выравнивающих добавок, смачивателей и др., полное удаление которых является достаточно трудоемким процессом [2].

В настоящее время основными направлениями утилизации отработанных электролитов являются извлечение металлов, получение катализаторов и пигментов.

Высокое содержание ионов тяжелых металлов в отработанных электролитах позволяет предположить возможность их извлечения с целью дальнейшего использования в металлургии. В настоящее время в литературе описываются в основном электрохимические методы извлечения ионов тяжелых металлов, в частности метод мембранного электролиза [3]. Описанные в литературе методы позволяют извлекать ионы тяжелых металлов из растворов отработанных электролитов в виде компактных осадков. Однако указанные способы характеризуют-

ся высоким расходом энергии. Экономически целесообразно в этом случае извлекать металлы, имеющие более высокую стоимость, например никель и медь. Практическая реализация таких методов связана с рядом трудностей в аппаратурном оформлении технологического процесса и обслуживании установок.

В ряде работ изучалась возможность использования отработанных электролитов гальванического производства для производства катализаторов [4]. Например, предлагается переработка отработанных электролитов хромирования с получением железохромовых катализаторов для процессов среднетемпературной конверсии оксида углерода. Также исследовалось осаждение Ni^{2+} из отработанных электролитов никелирования с образованием осадка, который предлагается использовать в качестве сырья при приготовлении раствора $Ni(NO_3)_2$ в технологии катализаторов нанесенного типа и как основное сырье в технологии катализаторов смешанного типа. Получение катализаторов из отработанных электролитов является перспективным направлением, однако затруднено вследствие высоких требований, предъявляемых к чистоте получаемых катализаторов.

Наличие в составе отработанных растворов электролитов хромофорных элементов (хрома, никеля, цинка и др.) позволяет предположить возможность получения пигментов на их основе. Например, предлагается получение пигментов осаждением ионов тяжелых металлов из отработанных электролитов меднения, цинкования и никелирования отработанным раствором обезжиривания [5]. Однако число таких работ ограничено, не установлены наилучшие осадители и условия осаждения хромофорных соединений, не изучено влияние состава отработанного электролита на свойства пигментов, не выявлены закономерности формирования их структуры.

Вместе с тем, получение пигментов для Республики Беларусь является актуальной проблемой. В настоящее время республика импортирует порядка 80% пигментов, необходимых для нужд отечественной промышленности. В 2012 г. Республика Беларусь импортировала пигментов на сумму 7 млн. долларов, причем ежегодный рост импорта в период с 2009 по 2012 г. в среднем составил 8%. Поэтому переработка отработанных растворов электролитов с получением пигментов выделено как наиболее перспективное направление.

В работе были исследованы отработанные электролиты цинкования различных белорусских предприятий: ОАО «Минский завод автоматический линий», ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Амкодор». В качестве осадителей использовали растворы карбоната натрия, фосфата натрия и гидрофосфата натрия. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице.

На основании данных дифференциально-термического анализа образовавшихся осадков были подобраны температуры их термообработки и получены оксид цинка, ортофосфат и пирофосфат цинка (в зависимости от вида осаждающего раствора и температуры термообработки). Для подтверждения возможности их использования в качестве пигментов определяли маслосъемкость и укрывистость, которые составили 36-45 г/100 г продукта и 140-175 г/м² соответственно, что соответствует требованиям, предъявляемым к пигментам. Как видно из таблицы, содержание ионов цинка в фильтрах не превышает 1 г/л, что позволяет сбрасывать их на очистку совместно с промывными сточными водами.

Таблица – Результаты осаждения ионов цинка из отработанных электролитов цинкования различных белорусских предприятий

Предприятие	Выход осадка на 1 л электролита, г	Остаточная концентрация ионов цинка в фильтрате, г/л	Степень извлечения Zn ²⁺ , %
<i>ZnCl₂ : Na₂CO₃ = 1:2</i>			
ОАО «МЗАЛ»	126	1,3	98,15
ОАО «Амкодор»	50	0,75	97,44
ОАО «МТЗ»	31	0,28	98,32
<i>ZnCl₂ : Na₃PO₄ = 1: 1,34</i>			
ОАО «МЗАЛ»	150	0,98	98,61
ОАО «Амкодор»	66	0,45	98,46
ОАО «МТЗ»	36	0,098	99,41
<i>ZnCl₂ : Na₂HPO₄ = 1: 1,995</i>			
ОАО «МЗАЛ»	182	0,325	99,54
ОАО «Амкодор»	81	0,025	99,91
ОАО «МТЗ»	48	0,021	99,87

Получение пигментов на основе отработанных электролитов гальванического производства позволит решить проблему их утилизации и расширить сырьевую базу производства пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий, Брест, 2007, 407 с.
- 2 Способ очистки электролита хромирования от примесей катионов железа и меди: пат. 2433212 Российская Федерация, МПК С 25 D 21/18 / Д.Ю. Тураев; заявитель Д.Ю. Тураев – № 2009146961/02; заявл. 18.12.2009; опубл. 10.11.2011.
- 3 Крупник, С. М. Извлечение цинка из отработанного аммиакатно-хлоридного электролита цинкования методом мембранного электролиза / С.М. Крупник, И.М. Жарский, Е.М. Мороз, А.А. Черник // Теория и практика современных электрохимических производств, Санкт-Петербург, 2012, С. 58.

4 Ожередова М.А. Исследование кинетики осаждения катионов никеля (II) из отработанных растворов / Интегрированные технологии в промышленности, №3, 2008, С. 88-94.

5 Способ утилизации кислого отработанного раствора гальванического производства: пат. 2069240 Российская Федерация, МПК С 25 D 21/18 / Н.К. Рослякова, Р.С. Росляков; заявители Н.К. Рослякова, Р.С. Росляков – № 5039015/26; заявл. 20.04.1992; опубл. 20.11.1996 // 2006.

УДК 666.291.5

И.В. Пищ, проф., д-р техн. наук;
Н.А. Гвоздева, доц., канд. техн. наук
ngvozdeva@belstu.by (БГТУ, г.Минск)

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ СО СТРУКТУРОЙ ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время возрастает потребность в пигментах для окрашивания керамических масс, глазурей, флюсов. Для расширения палитры керамических пигментов, использования в качестве исходных компонентов недефицитных природных сырьевых материалов, снижения температуры синтеза нашли широкое применение природные сырьевые материалы, которые используются в качестве кристаллических решеток-акцепторов. К ним относятся: корунд, циркон, перовскит, волластонит и др. При включении в решетку ряда минералов ионов переходных металлов (Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} и др.) они приобретают характерную окраску, которая обусловлена поглощением света за счет d-d-переходов электронов, либо за счет переноса заряда. Вхождение в кристаллическую решетку перечисленных ионов обеспечивается твердофазными реакциями при температурах (1200-1300°C) [1].

Природные материалы имеют ограниченную «ионную емкость» кристаллической структуры. Поэтому одним из перспективных направлений получения пигментов является гель-метод, позволяющий увеличить «ионную емкость» кристаллической структуры природных минералов. Используя гель-метод, можно добиться химической однородности многокомпонентных систем (на молекулярном уровне), высокой поверхностной энергии гелей и порошков, обеспечивающей снижение температуры синтеза и получения продуктов высокой чистоты [2].

Целью работы является изучение возможности синтеза окрашенного волластонита, введение которого в составы керамических масс позволит улучшить физико-химические свойства изделий и при-