

полиакриламид. Это обусловлено тем, что конформационное состояние макромолекул ПАА в меньшей степени зависит от концентрации соли по сравнению с анионными сополимерами ПС20 и ПС40, а также тем, что концентрированный солевой раствор является термодинамически «хорошим» растворителем для ПАА.

Полученные результаты использованы для разработки комплексной технология переработки глиносодержащих отходов калийного производства, основанной на флокуляции и фазовом разделении глинисто-солевой суспензии с использованием полиакриламида. Данная технология обеспечивает отделение и использование (возврат в процесс обогащения) жидкой солевой фазы, что обеспечивает значительную экономию калия. Твердая фаза после отделения солевого раствора (продукт глинистый минерализованный, ПГМ) представляет собой однородную пластичную массу с влажностью 28–30 %.

Установлено, что ПГМ содержит (мас. % по сухому веществу) глину – 75-80, хлорид калия (KCl) 8-10, хлорид натрия 12-14, полимер 0,1-0,2, микроэлементы. Учитывая состав и отсутствие токсичных примесей, перспективным является применение ПГМ в качестве основы для удобрений и мелиорантов. Установлено, что в процессе гранулирования ПГМ хорошо совмещается как с минеральными солями (калийные, азотные, фосфорные), так и органическими веществами (торф, сапропель, гуматы), благодаря чему на одной технологической линии могут быть получены гранулированные смесевые композиции широкого состава. Присутствие глины «смягчает» действие водорастворимой соли хлорида калия на растения, особенно, в период прорастания семян и начального роста растений, и оказывает положительное влияние на водно-физические свойства почвы.

УДК 504.064.47:628.386

## **ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА НА СВОЙСТВА ПИГМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЦИНКОВАНИЯ**

**Дацкевич Д.В., Чепрасова В.И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, zolha@tut.by  
Научный руководитель – Залыгина О.С., к.т.н., доцент.

*The article shows a possibility to obtain pigments out of spent electrolytes from galvanic production. The influence of Fe<sup>3+</sup> and Fe<sup>2+</sup> on whiteness of pigments is studied.*

Цинк является самым распространенным металлом, используемым в гальванотехнике [1]. Это обусловлено его хорошими защитными свойствами и относительно невысокой стоимостью. Широкое применение на предприятиях Республики Беларусь находят хлораммонийные электролиты, в состав которых входят ZnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl и различные добавки. Это связано с тем, что

хлораммонийные электролиты характеризуются высокой катодной поляризацией и хорошей электропроводностью, что оказывает благоприятное влияние на рассеивающую способность, которая выше рассеивающей способности всех нецианидных электролитов, в том числе сульфатных. Хлораммонийные электролиты используют для покрытия деталей простой и средней конфигурации. Они характеризуются широким интервалом рабочих плотностей тока при катодном выходе металла по току, близком к 100% [2].

В процессе эксплуатации электролиты загрязняются различными примесями, вследствие чего требуется их периодическая замена (1-4 раза в год). Существующие системы очистки сточных вод гальванического производства в большинстве случаев предусматривают совместное отведение промывных сточных вод (концентрация  $Zn^{2+}$  до 1 г/л) и отработанных электролитов (концентрация  $Zn^{2+}$  до 250 г/л) с последующим обезвреживанием реагентным способом [3]. Однако, периодический сброс отработанных концентрированных электролитов цинкования на очистные сооружения приводит к нарушению их режима работы. Кроме этого, с отработанными электролитами безвозвратно теряется значительное количество цинка. Поэтому целесообразно отводить отработанные электролиты отдельным потоком с последующей утилизацией цинка в том или ином виде.

К настоящему времени разработаны разнообразные физико-химические методы утилизации цинка из жидких отходов: электролиз с объемно-пористым электродом, ионный обмен и др. Их общим недостатком является сложность используемого оборудования и его обслуживания. Также эти методы чувствительны к составу очищаемых растворов, который может колебаться в широких пределах. В то же время, учитывая высокую концентрацию  $Zn^{2+}$  и его хромофорные свойства, можно сделать вывод о целесообразности получения из отработанных электролитов цинкования пигментов белого цвета. В предыдущих исследованиях [4, 5] в качестве осадителя цинка из отработанных электролитов хлораммонийного цинкования был выбран фосфат натрия  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ . Были подобраны условия осаждения цинка, обеспечивающие его извлечение из отработанного раствора электролита более, чем на 99%. Было показано, что полученный осадок после сушки можно использовать в качестве белого пигмента, что подтверждается его свойствами (маслоемкость I рода 44-102 г на 100 г пигмента, укрывистость 130-180 г/м<sup>2</sup>, белизна 94-98%). Однако, загрязнение электролита в процессе эксплуатации соединениями железа, обладающими хромофорными свойствами, может оказать существенное влияние на цветовые характеристики получаемого пигмента.

Поэтому целью работы является изучение влияния соединений железа на белизну пигментов, полученных из отработанных хлораммонийных электролитов цинкования. Для этого были приготовлены модельные электролиты цинкования (МЭЦ) с концентрацией  $ZnCl_2$  50 г/л,  $NH_4Cl$  100 г/л с различным содержанием  $Fe^{3+}$  и  $Fe^{2+}$ .

Известно, что  $Fe^{3+}$  обладает гораздо лучшими хромофорными свойствами, чем  $Fe^{2+}$ . Однако, анализ составов отработанных хлораммонийных электролитов цинкования ряда белорусских предприятий

показал, что концентрация  $Fe^{3+}$  в них на порядок ниже концентрации  $Fe^{2+}$ . Это связано с процессом гидролиза, степень которого значительно выше для  $Fe^{3+}$ . Так, по расчетным данным степень гидролиза  $Fe^{3+}$  составляет 0,822, в то время как степень гидролиза  $Fe^{2+}$  – только  $2,08 \cdot 10^{-4}$  (для концентрации 100 мг/л). Это подтверждается экспериментальными данными – через 5 минут после добавления к МЭЦ  $FeCl_3$  или  $FeCl_2$  наблюдалось образование осадка коричневого цвета и снижение концентрации ионов железа в растворе. В случае  $FeCl_3$  концентрация  $Fe^{3+}$  в модельном растворе электролита за 20 ч снижается со 100 мг/л до 0,12 мг/л, т.е. почти в 1000 раз. В случае  $FeCl_2$  концентрация  $Fe^{2+}$  снижается всего на 8-10%, причем за счет частичного окисления  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$  с гидролизом последнего.

В результате гидролиза  $Fe^{3+}$  образуется аморфный осадок, элементный состав которого определяли методом электронной сканирующей микроскопии на электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201 (JEOL, Япония). Результаты анализа свидетельствуют о том, что в его состав входят (мас.%) Fe – 54,51, С – 24,51, О – 14,45, Zn – 4,37, Cr – 1,04, Cl – 0,88 и Si – 0,24. В реальных отработанных хлораммонийных электролитах цинкования содержание этого осадка составляет от 0,5 до 1,5 г на 1 л отработанного электролита. Высокое содержание железа свидетельствует о возможности его использования после термообработки в качестве железосодержащего пигмента коричневой цветовой гаммы.

Исследование влияния  $Fe^{3+}$  на белизну пигмента показало, что из отработанных хлораммонийных электролитов цинкования получается пигмент требуемой белизны до концентрации  $Fe^{3+}$  250 мг/л (согласно ТУ 2329-0-002-12588040-95 белизна должна быть не менее 92%). Однако, вследствие гидролиза достижение такой высокой концентрации  $Fe^{3+}$  маловероятно. Чтобы исключить влияние  $Fe^{3+}$  на цвет цинксоодержащего пигмента, перед его получением отработанный электролит следует отфильтровывать.

Поскольку в отработанных хлораммонийных электролитах железо содержится в основном в виде  $Fe^{2+}$ , было исследовано его влияние на белизну получаемого пигмента (таблица).

**Таблица** – Влияние ионов железа  $Fe^{2+}$  на осаждение  $Zn^{2+}$  и на белизну получаемых пигментов

Концентрация $Fe^{2+}$ в МЭЦ, мг/л	Концентрация $Zn^{2+}$ в фильтрате, мг/л	Степень осаждения $Fe_{общ}$ , %	Выход осадка, г/л	Белизна, %
0	-	-	88,2	98
50	0,51	95,7	88,1	98
100	1,63	91,65	88,2	98
150	7,28	93,06	88,6	97
300	8,56	94,76	88,8	97
500	16,34	96,25	89,9	95
1000	16,34	98,14	91,6	94
1500	21,59	98,68	93,2	83
2000	32,68	99,02	94,8	81

Из таблицы видно, что  $Fe^{2+}$  ухудшает осаждение  $Zn^{2+}$ , возможно, за счет замещения цинка в кристаллической решетке образующихся соединений. Влияние ионов  $Fe^{2+}$  на белизну получаемых пигментов до концентрации 1000 мг/л незначительно. Таким образом, получение пигментов требуемой белизны возможно при содержании ионов  $Fe^{2+}$  в отработанных электролитах в количестве до 1000 мг/л.

#### **Список использованных источников**

1. Жарский, И.М. Анализ состояния и перспективы развития гальванического производства в Республике Беларусь / И.М. Жарский, А.А. Черник // Материалы республиканского научного семинара «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий». – Минск, 2011. – С. 154-155.
2. Раковская, Е.Г. Исследование возможности замены токсических цианистых электролитов цинкования / Е.Г. Раковская, Н.Г. Занько, О.А. Кудряшова, Л.К. Ягунова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Санкт-Петербург, 2016. – Вып. № 214. – С. 259-270.
3. Марцуль, В.Н. Экологические вопросы организации гальванического производства / В.Н. Марцуль, О.С. Залыгина // Экология на предприятии. – Минск, 2014. – № 8 (38). – С. 34-49.
4. Чепрасова, В.И. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования / В.И. Чепрасова, О.С. Залыгина, В.Н. Марцуль // Вестник Витебского государственного технологического университета – Витебск, 2016. – Вып. 1(30). – С. 105-115.
5. Залыгина, О.С. Исследование осаждение цинка из отработанного электролита цинкования в виде фосфата / О.С. Залыгина, В.И. Чепрасова, П.С. Лиморенко // Сборник трудов X международной научно-практической конференции «Система управления экологической безопасностью». – Екатеринбург, 2016 – С. 185-189.

УДК 692.8

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ОСТЕКЛЕНИЯ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ**

**Домаш Н.Д., Слободяник А.В.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, ETVT@tut.by.  
Научный руководитель – Колдаева С.Н., к.т.н., доцент.

*The analysis of the dependence of the thermophysical characteristics of buildings on the glazing area and thermal resistances of bearing and translucent structures is presented.*

Потребность в снижении энергозатрат при эксплуатации зданий ужесточает требования к теплофизическим характеристикам ограждающих конструкций. В частности, нормативные значения термических сопротивлений