

В работе также проводились исследование процессов извлечения ионов железа из воды измельченными ионитами: использовались измельченный анионит (А) и катионит (К), а также их смесь при массовом соотношении А:К=1:4. Установлено, что максимальный коэффициент извлечения данной смесью материалов ионов железа из раствора в 6,75 раз больше, чем у измельченного анионита и в 1,26 раз – чем у измельченного катионита. Высокие значения коэффициента извлечения, вероятно, обусловлены способностью измельченных частиц катионита и анионита в растворе образовывать полиэлектролитный комплекс с ионами железа.

Таким образом, измельченные отработанные и неотработанные ионообменные смолы могут найти применение в процессах очистки природных вод от соединений железа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень. 2013 год./Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.
2. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. от 07.03.2012 г. №8) – 94 с.
3. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ./А.В. Лихачева, Л.А. Шибека. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

УДК 667.26+502.174.1+628.54

В.А. Ашуйко, канд. хим. наук, доц.;
Н.П. Иванова, канд. хим. наук, доц.;
И.Н. Кандидатова, канд. хим. наук, ассист.;
О.И. Салычиц, канд. хим. наук, ст. преп.
(БГТУ, г. Минск)

ФОСФАТСОДЕРЖАЩИЕ ПИГМЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В последние годы особую актуальность приобрела проблема коррозионного разрушения металлов. Наиболее простым и доступным способом антикоррозионной защиты является нанесение на поверхность металлических изделий защитных лакокрасочных покрытий (лаки, краски, грунтовки, эмали и др.), важной составной частью которых являются неорганические ингибирующие пигменты, не только

или спешивающие цветность, но и замедляющие или предотвращающие процесс коррозии.

Проведены синтез и исследование коррозионной устойчивости неорганических антикоррозионных пигментов, содержащих фосфаты переходных металлов (Mn (II), Fe (II), Ni, Co (II), Cr (III), Cu (II), Zn). Синтез фосфатов ($Mn_3(PO_4)_2$, $Fe_3(PO_4)_2$, $Ni_3(PO_4)_2$, $Co_3(PO_4)_2$, $CrPO_4$, $Cu_3(PO_4)_2$, $Zn_3(PO_4)_2$) осуществляли с использованием известных и разработанных лабораторных методик путем их осаждения из растворов солей соответствующих переходных металлов раствором осадителя. Приготовление композиций пигментов, включающих фосфаты переходных металлов ($Mn_3(PO_4)_2$, $Fe_3(PO_4)_2$, $Ni_3(PO_4)_2$, $Co_3(PO_4)_2$, $CrPO_4$, $Cu_3(PO_4)_2$, $Zn_3(PO_4)_2$) и оксид цинка, с содержанием фосфатной составляющей 35–45 мас.%, осуществляли путем смешения индивидуальных веществ в соответствии с заданной рецептурой. Составляющие пигментной части измельчали на вибрационной центробежно-маровой мельнице до определенного зернового состава (размер частиц 40–80 мкм) и взвешивали. Смесь взвешенных компонентов подвергли совместному сухому помолу в лабораторной одностаканной планетарной мельнице фирмы «FRITTSCH» до остатка на сите с сеткой №006 – 1–2%.

Определены физико-химические свойства синтезированных композиций пигментов: растворимость в воде, маслоемкость I и II рода, pH водной вытяжки. Композиции синтезированных пигментов светло-серого, бурого, светло-бирюзового, зеленого и голубого цветов обладают невысокой маслоемкостью I ((15,0±0,5–48,0±1,0) г/100 г пигмента) и II рода ((59,0±0,5–125,0±2,0) г/100 г пигмента). pH водных вытяжек пигментов составил 6,9–7,9.

На основе разработанных составов пигментов изготовлены образцы грунтовок [1]. Противокоррозионную эффективность полученных покрытий исследовали электрохимическим методом по анодной поляризации стали с одно- и двухслойным покрытием (системы «металл – покрытие») в 3%-ом растворе хлорида натрия [1]. Количественно действие пигментов-ингибиторов на скорость коррозионного процесса характеризовали весовым K_m (мг/м²·ч) и глубинным II (мкм/год) показателями, величиной защитного эффекта Z (%) и коэффициентом защитного действия γ [1]. Минимальный ток коррозии стальных образцов с однослойным грунтовочным покрытием толщиной 18±6 мкм в среде раствора хлорида натрия и максимальная эффективность ингибирования среди исследованных композиций пигментов отмечены для составов, содержащих фосфаты никеля, марганца (II) и железа (II). По значению глубинного показателя коррозии

П (мкм/год), пользуясь десятибалльной шкалой [2], проведена оценка коррозионной стойкости металла с покрытием, содержащим синтезированные пигменты. Согласно представленной классификации [2] покрытие, содержащее фосфат никеля, относится к совершенно стойким (глубинный показатель коррозии менее 1 мкм/год).

Проведенные исследования обуславливают целесообразность использования фосфатсодержащих пигментов в комплексе с другими соединениями переходных металлов в составе лакокрасочных покрытий в качестве эффективного средства противокоррозионной защиты металлов. Однако достаточно высокая стоимость синтеза труднорастворимых фосфатов путем их осаждения из растворов дорогостоящих солей переходных металлов может привести к повышению себестоимости лакокрасочных материалов, производимых отечественными предприятиями. В связи с этим проведены системные исследования возможности использования отходов растворов электролитов гальванических производств в качестве исходных компонентов для синтеза пигментов, содержащих фосфаты переходных металлов, что одновременно позволит избежать загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, а также вернуть в производство ценные вещества и соединения.

В качестве объектов изучения были использованы отработанные электролиты никелирования, хромирования, меднения и цинкования действующих промышленных предприятий Республики Беларусь (ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Сморгонский завод оптического станкостроения»). Была изучена возможность использования растворов обезжиривания, применяемых на предприятиях при подготовке поверхности стальных изделий для нанесения покрытий, в качестве осадителя для получения фосфатов никеля и хрома (III).

С целью определения примесей, занесенных в электролит в ходе технологических операций, методом элементного анализа с использованием системы электронного зондового энергодисперсного рентгено-флуоресцентного анализатора марки JED 22-01 определяли состав конденсированной фазы, полученной упариванием исходных отработанных электролитов, а также состав полученных осадков. После определения исходного содержания ионов никеля, хрома (III), меди (II), цинка в отработанных растворах электролитов из них планировалось получить следующие фосфатсодержащие пигменты: фосфат никеля, фосфат хрома (III), фосфат и пиррофосфат цинка, а также фосфат меди (II). Для определения состава синтезированных образцов использовали рентгенофазовый анализ (РФА), который

проносили с использованием CuK_α -излучения в диапазоне углов 2Θ $20-80^\circ$ на рентгеновском дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker (Германия). Для идентификации соединений использовали данные картотеки международного центра дифракционных данных (ICDD JCPDS). Согласно результатам РФА высушенный образец осадка, обозначенного как «фосфат никеля», является однофазным и представляет собой гидрат $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, который после прокаливании дегидратируется до безводного ортофосфата никеля [3]. В состав пигмента, полученного из отработанного электролита хромирования и обозначенного как «фосфат хрома (III)», помимо основной фазы CrPO_4 входит также незначительное количество (до 3%) примесей ($\text{Cr}_2(\text{SiO}_3)_3$). Образец «пирофосфат цинка» содержал только фазу $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$, а «фосфат цинка» представлял собой смесь метафосфата цинка $\text{Zn}_2(\text{PO}_3)_4$ (основная фаза), пирофосфата $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и ортофосфата $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ [4]. Образец «фосфат меди» также являлся неоднородным и представлял собой смесь фосфатов меди (II), в которой основной фазой был ортофосфат $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ [5].

Согласно результатам исследований технико-физические свойства (маслоемкость, pH водной вытяжки и водорастворимость) все полученные образцы удовлетворяют требованиям, предъявляемым к пигментам для защитных лакокрасочных покрытий.

Таблица – Коррозионные показатели стали с грунтовочным покрытием

| Образец | Ток коррозии, мкА/см^2 | Скорость коррозии | | Защитный эффект Z, % |
|------------------|---------------------------------|---|--|----------------------|
| | | Весовой показатель K_m , $\text{мг/м}^2 \cdot \text{ч}$ | Глубинный показатель П, мкм/год | |
| Пирофосфат цинка | 0,8710 | 0,9090 | 1,01 | — |
| | 0,0467 | 0,0488 | 0,0540 | 85,2±0,2 |
| Ортофосфат цинка | 0,0304 | 0,0318 | 0,0354 | 86,2±0,4 |
| | 0,0109 | 0,0114 | 0,0129 | 93,4±0,3 |
| Сталь | 5,6230 | 59,00 | 65,00 | — |

Антикоррозионные свойства фосфатсодержащих пигментов, полученных из отработанных растворов промышленных электролитов, были исследованы по методикам, аналогичным описанным выше. В таблице представлены коррозионные показатели стали с одно- и двухслойным грунтовочным покрытием на основе полученных фосфатов цинка. Покрытия, содержащие фосфаты цинка и никеля относятся к совершенно стойким (П менее 1 мкм/год) [2]. К весьма стойким [2] относят покрытия, содержащие фосфаты хрома (III) и меди (II).

Минимальный ток коррозии стальных образцов с однослойным грунтовочным покрытием толщиной $16 \pm 8 \text{ мкм}$ в среде раствора

хлорида натрия и максимальная эффективность ингибирования среди исследованных пигментов отмечены для образцов, содержащих фосфаты никеля, цинка, хрома (III), меди (II), которые благодаря своей высокой комплексообразующей способности являются хорошими анодными ингибиторами коррозии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антикоррозионные неорганические пигменты на основе фосфатов переходных металлов / В.А. Ашуйко, Н.П. Иванова, О.И. Салычиц, О.С. Вольнец // Материалы 3-го Респуб. научно-технич. семинара «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий», Минск, 5–6 декабря 2013 г. – Минск, 2013. – С. 108–111.

2. Иванова, Н.П. Коррозия и защита металлов: лаб. практикум / Н.П. Иванова, И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2007. – 94 с.

3. Ашуйко, В.А. Получение никельсодержащих пигментов осаждением из отработанных электролитов никелирования / В.А. Ашуйко, И.Н. Кандидатова, Л.Н. Новикова // Труды БГТУ. Химия и технология неорган. в-в. – 2015. – № 3. – С. 127–131.

4. Изучение антикоррозионных свойств малорастворимых соединений цинка, выделенных из отработанных растворов гальванических производств / И.Н. Кандидатова, Н.П. Иванова, Л.Н. Новикова, В.А. Ашуйко // Труды БГТУ. Химия и технология неорган. в-в. – 2016. – № 3. – С. 69–73.

5. Получение окрашенных соединений меди из отработанных электролитов меднения и изучение возможности их использования в качестве антикоррозионных пигментов / В.А. Ашуйко, Н.Е. Акулич, Н.П. Иванова, И.Н. Кандидатова // Свиридовские чтения; сб. ст. / БГУ; редкол.: О.А. Ивашкевич [и др.] – Минск, 2016. – Вып. 12. – С. 40–46.

УДК 628.38 + 504.064.4: 579.63

О.И. Матус (РУП ЖКХ, г. Сморгонь);

А.В. Игнатенко, доц., канд. биол. наук (БГТУ, г. Минск)

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Обеззараживание является одним из ключевых процессов обработки осадков сточных вод (ОСВ), позволяющим обеспечить их безопасность по санитарно-бактериологическим, паразитологическим показателям и возможность дальнейшего применения в качестве удобрений [1].