

– многоступенчатая очистка, включающая в одной системе или устройстве две или более ступеней очистки с использованием различных методов пылеулавливания;

– специализация пылеуловителей, характеризующаяся рациональным подбором пылеуловителей, специально разработанных для улавливания определенных видов пылей.

В связи с повышенными требованиями к системам очистки промышленных выбросов от пыли, перспективным является направление внедрения комбинированных малогабаритных фильтровентиляционных агрегатов (ФВА). Они предназначены для удаления, очистки и возврата очищенного воздуха в производственные помещения. Малогабаритные ФВА широко применяются за рубежом. Это польские ФВА «Pufo», «Glisaf», шведские «Plumoth» ТК-200 и ТК-400, финские «Kemppi» и др. производительностью 800-1200 м<sup>3</sup>/ч.

Проблема переработки текстильных отходов в целом, и в частности получение регенерированного волокна из вторичного текстильного сырья различных видов, находит в мире все большее распространение. Вопросами переработки вторичных материальных ресурсов шерстяной промышленности занимается ряд фирм в различных странах: Autefa, Schirp (Германия), Laroche (Франция), Befamatex (Польша) и другие.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренные выше направления улучшения состояния окружающей среды отвечают актуальной научной задаче, связанной с разработкой ресурсо- и энергосберегающих технологий производства, а также мероприятий по улучшению экологической обстановки на промышленных объектах Республики Беларусь.

УДК 667.622.1'37.27

В.А. Ашуйко доц., канд. хим. наук;

Н.П. Иванова, доц., канд. хим. наук;

О.И. Салыциц, канд. хим. наук; О.С. Волинец, студ.

[oliSa@list.ru](mailto:oliSa@list.ru)

(БГТУ, г. Минск)

## **НЕОРГАНИЧЕСКИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПИГМЕНТЫ ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОВ**

Загрязнение атмосферного воздуха является серьезной не только экологической, но и экономической проблемой, наносящей значительный ущерб материально-техническим объектам металлоемких отраслей промышленности. Согласно исследованиям, проводимым как в странах СНГ, так и за рубежом, воздействие агрессивных сред (атмо-

сфера, химические производства) и ужесточение условий эксплуатации металлов, как в промышленности, так и в городском хозяйстве резко увеличивает коррозионное разрушение металлов, вследствие химических и электрохимических процессов, протекающих на поверхности металлов.

Согласно данным отраслевых литературных источников ежегодно около четверти всего произведенного в мире металла разрушается в результате взаимодействия металлических конструкций с коррозионной средой. Столь масштабные коррозионные разрушения металлических конструкций способствуют накоплению металлоотходов в окружающей среде. Как восстановление, так и своевременные, полные и качественные сбор и утилизация металлов, поврежденных коррозией, требуют значительных материальных затрат. В связи с этим, в комплекс мероприятий по уменьшению количества металлических отходов и, соответственно, снижению их отрицательного влияния на окружающую среду целесообразно включить разработку эффективных методов борьбы с коррозией, в том числе поиск и применение новых ингибиторов коррозионного процесса.

Наиболее доступным для широкого круга потребителей и в некоторых случаях более предпочтительным способом защиты металлов от коррозии является нанесение на поверхность металлических изделий защитных лакокрасочных покрытий (лаки, краски, грунтовки, эмали и др.), важной составной частью которых являются пигменты – вещества, обеспечивающие цветность и коррозионную устойчивость лакокрасочных материалов (ЛКМ). Эффективность лакокрасочных покрытий в настоящее время оценивается как комплекс функциональных (противокоррозионных, декоративных, износостойких и пр.), экономических и экологических показателей. В наибольшей степени современным требованиям по универсальности применения, низкой токсичности (по сравнению с весьма коррозионностойкими, однако высокотоксичными свинцовыми и хроматными пигментами), невысокой стоимости, технологическим свойствам и ингибирующей активности отвечают пигментные фосфаты, противокоррозионное действие которых обусловлено способностью фосфатов к комплексообразованию и формированию на поверхности металлического субстрата пленок, пассивирующих коррозию.

Цель работы – синтез и исследование свойств неорганических антикоррозионных фосфатсодержащих пигментов для лакокрасочных покрытий металлов.

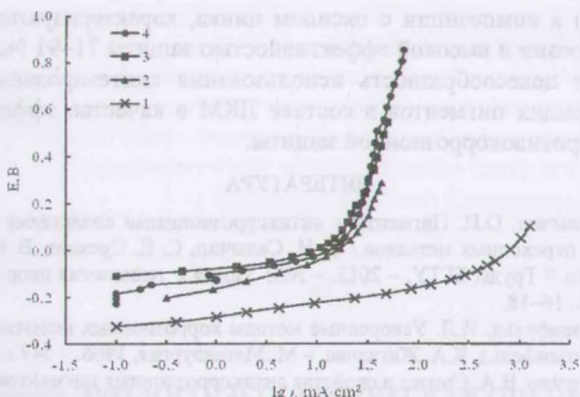
С использованием разработанных лабораторных методик проведен синтез пигментов, включающих фосфаты переходных металлов

( $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ) и оксид цинка, с различным содержанием фосфатной составляющей (от 20 до 80 мас.%). Приготовление композиций пигментов осуществляли путем смешения индивидуальных веществ в соответствии с заданной рецептурой. Составляющие пигментной части измельчали на вибрационной центробежно-шаровой мельнице до определенного зернового состава (размер частиц 40–80 мкм) и взвешивали. Смесь взвешенных компонентов подвергали совместному сухому помолу в лабораторной одностаканной планетарной мельнице фирмы «FRITZSCH» до остатка на сите с сеткой № 0063 – 1–2 %. Определена маслосъемность 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) синтезированных пигментов [1]. Наибольшая маслосъемность I и II рода характерна для составов пигментов, содержащих фосфат никеля. В целом по ряду фосфатов  $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ – $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ – $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  наблюдается снижение маслосъемности фосфатсодержащих пигментов. Значение водородного показателя (рН) водных вытяжек (10 % водных суспензий синтезированных пигментов) определяли с использованием рН-метра HI-221 и прибора для титрования TitroLine Easy. рН водных вытяжек пигментов составил 6,9–7,9.

Большинство коррозионных процессов, протекающих в условиях эксплуатации металлов в различных средах (морская вода, атмосфера, химические производства), носят электрохимический характер. Поэтому оценку защитных свойств синтезированных композиций пигментов проводили с использованием метода измерения электродного потенциала стали в суспензиях пигментов [1, 2]. Измерения электродных потенциалов стальной пластинки (рабочий электрод) с площадью рабочей поверхности – 4 см<sup>2</sup> проводили при непосредственном погружении в раствор электролита (в суспензиях пигментов и в растворе NaCl без пигмента) при непрерывном перемешивании и наложении внешнего тока поляризации 0,04 А. В качестве электрода сравнения использовали насыщенный хлорсеребряный электрод ЭВЛ-1МЗ. Известно, что эффективные ингибиторы коррозии, как правило, смещают электродный потенциал в положительную сторону и при достижении защитной концентрации это смещение довольно устойчиво и во времени. В ряду синтезированных композиций пигментов, содержащих фосфат железа (II)– фосфат цинка–фосфат никеля (II), наблюдается увеличение степени смещения электродного потенциала стали в суспензиях пигментов в положительную область.

На основе разработанных составов пигментов, содержащих  $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  в композиции с оксидом цинка, изготовлены образцы грунтовок [3]. Противокоррозионную эффектив-

ность полученных покрытий исследовали электрохимическим методом по анодной поляризации стали с покрытием (системы «металл – покрытие») в насыщенном растворе хлорида натрия (рисунок).



1 – сталь без покрытия; 2, 3 и 4 – сталь с покрытием, содержащим 2 –  $Zn_3(PO_4)_2$ , 3 –  $Ni_3(PO_4)_2$  и 4 –  $Fe_3(PO_4)_2$

**Рисунок – Потенциостатические анодные поляризационные кривые стали в насыщенном растворе хлорида натрия**

В качестве объектов исследования использовали пластинки из углеродистой стали 08кп толщиной 0,8–1,0 мм, размером 15×70 мм с нанесенным с двух сторон грунтовочным покрытием, содержащим разработанные составы пигментов. Измерения проводили в потенциостатическом режиме при ступенчатом изменении потенциала через 20 мВ с выдержкой тока при каждом потенциале в течение 1 мин. Снятие анодных поляризационных кривых проводили с использованием потенциостата ПИ–50–1 и программатора ПР–8. Испытания проводили в трехэлектродной электрохимической ячейке.

Не смотря на то, что электродный потенциал не является абсолютным показателем стойкости металла в данной среде, по его установившемуся значению и характеру зависимости от времени можно судить о поведении металла в данной среде [2]. Установлено смещение величины электродного потенциала стали, как с одно- так и двух-слойным покрытием толщиной  $21 \pm 5$  мкм и  $47 \pm 7$  мкм соответственно, в положительную сторону. В ряду синтезированных композиций пигментов, содержащих фосфат цинка – фосфат железа (II) – фосфат никеля (II), наблюдается увеличение степени смещения поляризационных кривых в область меньших токов и повышение коррозионной стойкости системы «металл – покрытие» (рисунок). Увеличение коли-

чества фосфатной составляющей в композиции пигмента более 40 мас.% приводит к снижению эффективности ингибирования.

Разработанные пигменты, содержащие фосфаты никеля (II) и железа (II) в композиции с оксидом цинка, характеризуются малым током коррозии и высокой эффективностью защиты 71–91 %, что обуславливает целесообразность использования синтезированных фосфатсодержащих пигментов в составе ЛКМ в качестве эффективного средства противокоррозионной защиты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Салычиц, О.И. Пигменты с антикоррозионными свойствами на основе соединений переходных металлов / О. И. Салычиц, С. Е. Орехова, В.А. Ашуйко, О.В. Осирко // Труды БГТУ. – 2012. – №3: Химия и технология неорганических веществ. – С. 16–18.

2. Розенфельд, И.Л. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов. / И.Л. Розенфельд, К.А. Жигалова. – М.:Металлургия, 1966. – 347 с.

3. Ашуйко, В.А. Синтез и свойства антикоррозионных пигментов на основе фосфатов и других соединений переходных металлов / В.А. Ашуйко, Н.Р. Прокочук, О.И. Салычиц, А.Л. Шутова, О.В. Осирко // «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий»: материалы 2-го Респуб. научно-технич. семинара, Минск, 20–21 дек. 2012 г. / Бел. гос. технол. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2012. – С. 107–111.