

пространством перемешивание анолита приводит к резкому (в 2,5 раза) уменьшению концентрации хлората и росту (примерно в 1,5 раза) содержания гипохлорита натрия в объеме. Необходимо отметить, что изменение интенсивности перемешивания практически не оказывает влияния на содержание активного хлора и хлората. Такая закономерность указывает на участие в процессе образования хлората незакрепленных на поверхности электрода промежуточных кислородсодержащих соединений хлора, например, HClO и HClO_2 . Перемешивание раствора ведет к отводу этих соединений в объем, что способствует существенному снижению их поверхностной концентрации и, как следствие, к уменьшению скорости анодного образования ClO_3^- .

Аноды с активным покрытием $\text{TiO}_2\text{-RuO}_2$ продемонстрировали максимальную активность по отношению, как к реакции синтеза гипохлорита натрия, так и образования хлората. Однако при этом необходимо отметить их относительно небольшой ресурс работы при электролизе низкоконцентрированных растворов NaCl в условиях совместного окисления хлорид ионов и выделения кислорода. Электроды с активным слоем $\text{SnO}_2\text{-IrO}_2$ лишены подобного недостатка и, несмотря на несколько меньшую активность по отношению к реакции синтеза гипохлорита натрия, являются более предпочтительными для использования в качестве анодов при получении растворов NaClO .

Таким образом, для получения растворов с максимальной концентрацией гипохлорита натрия и минимальным содержанием хлората целесообразно проводить электролиз раствора NaCl (9 г/л) с использованием композиционного анода $\text{Ti/SnO}_2\text{-IrO}_2$ в проточном электролизере.

ИЗУЧЕНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ОРТОВАНАДАТА ВИСМУТА И ПОКРЫТИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ

Опимах О. В. асп., Акулич Н. Е. ст. гр. ХТит-11, Шутова А.Л. н.с.

Научные руководители: проф. Жарский И. М.; доц. Иванова Н. П.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

Основным методом регулирования декоративных, деформационно-прочностных, антикоррозионных свойств покрытий является введение пигментов в лакокрасочные материалы. В ряде стран в качестве желтых пигментов используются высокоэффективные антикоррозионные пигменты, содержащие свинец и шестивалентный хром. Препятствием для их широкого применения в промышленности является высокая токсичность. Альтернативой этим пигментам может служить гораздо менее токсичный ортованадат висмута. Это соединение является более дорогим продуктом, чем соединения свинца, поэтому интерес к нему как к пигменту возник сравнительно недавно.

Целью работы было исследование ингибирующих свойств ортованадата висмута и лакокрасочных покрытий на его основе.

Синтез ортованадата висмута осуществляли сольвотермическим методом с использованием в качестве прекурсоров щелочного раствора ортованадата натрия и кислого раствора нитрата висмута [1].

Для полного удаления химически связанной влаги часть синтезированного пигмента ступенчато прокаливали. Для этого тигель с порошком помещали в муфельную печь, нагретую до 350°C на 10 мин. После этого образцы охлаждали до комнатной температуры в эксикаторе. Операцию прокаливания повторяли при температурах $400, 500, 600^\circ\text{C}$ с промежуточными охлаждениями на каждой ступени.

В синтезированном ортованадате висмута преобладает насыщенный ярко-желтый цвет. При прокаливании цвет пигмента становится более насыщенным.

Согласно данным сканирующей электронной микроскопии, при прокаливании размер частиц синтезированного продукта изменяется незначительно. Частицы ортованадата висмута имеют размеры от 0,1 до 7,0 мкм, а основной фракции, доля которой составляет около 60%, – от 0,1 до 2,0 мкм [2]. Как правило, использование в лакокрасочной промышленности пигментов с такими малыми размерами частиц позволяет существенно улучшить показатели готовой продукции (интенсивность, блеск, укрывистость) [3].

Оценку ингибирующих свойств синтезированного ортованадата висмута и покрытий на его основе проводили потенциостатическим методом в 3% растворе NaCl. В качестве рабочего электрода использовали сталь марки 08кп (ГОСТ 8832). Видимая поверхность электрода составляла 1,0 см². При снятии потенциостатических поляризационных анодных кривых электрод выдерживался в ячейке 5 минут до установления стационарного потенциала, а затем при смещении потенциала в сторону положительных значений с шагом в 25 мВ через 1–2 мин фиксировалось значение тока. После этого ячейка отключалась и электрод выдерживался до установления бестокового потенциала. Таким же образом снималась катодная анодная кривая. Все потенциалы, приведенные в работе, пересчитаны в шкалу стандартного водородного электрода.

Определение ингибирующих свойств синтезированных пигментов проводили путем снятия анодных и катодных потенциостатических кривых (рис. 1). Концентрация пигмента в суспензии составляла 0,5 г/100 мл 3% раствора NaCl. Измерения проводили при постоянном перемешивании. Скорость коррозии стали в 3% растворе NaCl и в суспензиях пигментов определяли по пересечению линейных участков анодных и катодных поляризационных кривых вблизи стационарного потенциала корродирующего металла.

Как видно из представленных зависимостей (рис. 1), в растворах, содержащих пигменты, бестоковый потенциал смещается в область отрицательных значений, что, по-видимому, является результатом адсорбции частиц ортованадата висмута на поверхности корродирующего металла и, как следствие, приводит к его пассивации.

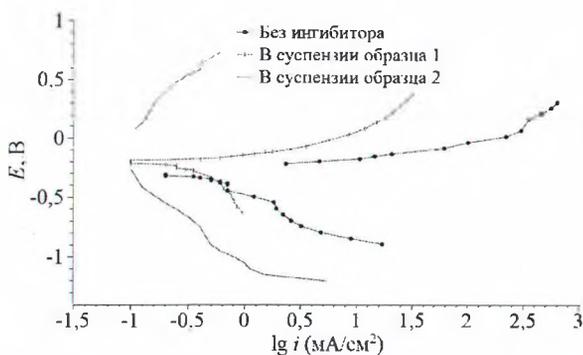


Рис. 1. Анодные поляризационные кривые стали марки 08кп в NaCl (3%) без ингибитора и в суспензии ортованадата висмута

Присутствие частиц пигмента, адсорбированных на поверхности металла, вызывает изменение кинетики электрохимических реакций. Как видно из представленных данных, введение пигментов в водные растворы NaCl увеличивает

поляризуемость как катодного, так и анодного процессов. Поэтому можно сделать вывод, что полученные пигменты являются ингибиторами коррозии железа смешанного действия.

Проведенные исследования показали, что при введении в электролит BiVO_4 , не прошедшего термическую обработку (образец 1), бестоковый потенциал стального электрода смещается в анодную область на 20 мВ, а при введении в раствор NaCl прокаленного пигмента (образец 2) бестоковый потенциал смещается в анодную область на 297 мВ. Плотность тока коррозии при добавлении в раствор хлорида натрия образца 2 ниже на 80%, чем в суспензии образца 1 (таблица 1).

Таблица 1 – Плотность тока коррозии для раствора NaCl (3%) без ингибитора, в суспензии образцов, для покрытий ортованадата висмута

Образец	pH суспензии	$i_{\text{корр.}}$, mA/cm^2
3% NaCl	6,75	0,339
BiVO_4 не прокаленный	6,62	0,209
BiVO_4 прокаленный	5,69	0,040
Покрытие 36 мкм	–	0,058
Покрытие 43 мкм	–	0,032
Покрытие 45 мкм	–	0,001

На основе полученного пигмента была изготовлена краска, которая представляет собой суспензию пигмента BiVO_4 в алкидно-стирольном олигомере с добавлением специальных добавок и растворителя. Коэффициент лакокрасочной системы $Q=0,7$. В результате покрытие получилось ярко-желтого цвета, гладкое, однородное без расслаивания и без посторонних включений.

Исследование ингибирующих свойств покрытий проводили путем снятия анодных потенциостатических кривых на стальных пластинах марки 08кп, покрытых слоем лакокрасочного материала на основе ортованадата висмута толщиной 36, 43 и 45 мкм, в 3% растворе NaCl без перемешивания электролита (рис. 2). Скорость коррозии определяли методом экстраполяции линейных участков анодной поляризационной кривой к стационарному потенциалу, измеренному на образцах после их выдерживания в растворе хлорида натрия в течение суток. Покрытия выдержали испытание без видимых изменений.

Проведенные исследования показали, что значения величины бестокового потенциала исследуемых образцов незначительно зависит от толщины лакокрасочного покрытия. Ход потенциостатических кривых (рис. 2) для образцов с покрытием в области потенциалов, близких к бестоковому, практически совпадает, а плотность тока коррозии при увеличении толщины покрытия снижается незначительно. Однако увеличение анодного потенциала более 0,0 В приводит к появлению изломов и изменению углов наклона поляризационных кривых, что, свидетельствует о переходе от одной лимитирующей стадии анодного процесса к другой. Изменение хода поляризационных кривых в этой области потенциалов, возможно, объясняется окислением компонентов подложки и лакокрасочного материала, а также адсорбцией продуктов анодной реакции на поверхности покрытия. При потенциалах положительнее 0,2 В наименьшая скорость анодного процесса приближается для покрытий толщиной 45 мкм (таблица 1).

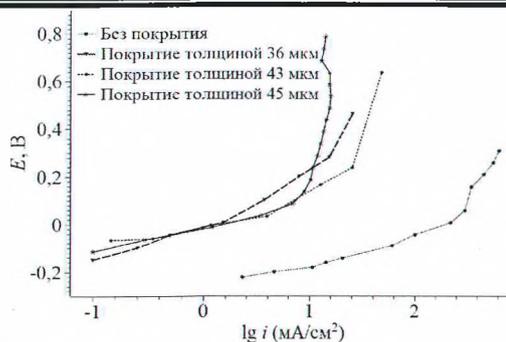


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые стали марки 08кп в NaCl (3%) без покрытия и для покрытий ортованадата висмута

Таким образом, проведенные исследования показали, что синтезированный сольво-термическим способом ортованадат висмута может быть использован в качестве антикоррозионного пигмента для лакокрасочной промышленности. Наибольшими ингибирующими свойствами по отношению к стальной подложке обладают образцы ортованадата висмута, прошедший термическую обработку, а также лакокрасочные покрытия на его основе толщиной 36–45 мкм.

Литература

1. Жарский, И.М. Сольво-термический синтез ортованадата висмута и исследование его свойств как пигмента для лакокрасочной промышленности / И.М. Жарский, И.И. Курило, О.В. Осирко // Труды БГТУ. 2013. №3. С. 16–18.
2. Опимах, О.В. Механизм структурообразования ортованадата висмута при сольво-термическом синтезе / О.В. Опимах, И.И. Курило, И.М. Жарский // Неорганические материалы. 2014. Том 50. №4. С. 448–452.
3. Индейкин Е.А. Влияние дисперсности на оптическую эффективность хромотических пигментов // Лакокрасочные материалы и их применение. 2000. № 10/11. С. 48–54.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕДЬ–УДА ИЗ ЭТИЛЕНДИАМИНОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Яскельчик В.В. магистрант, Е.В. Михедова

Научные руководители доц. Черник А.А., проф. Жарский И.М.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

По мере развития гальванотехники все большее распространение получают композиционные электрохимические покрытия (КЭП), которые наносятся из электролитов суспензий, т.е. электролитов, модифицированных добавками высокодисперсных порошков или микроволокон, когда частицы дисперсной фазы при электроосаждении зарастиваются металлом, закрепляясь на поверхности изделия в металлической матрице [1].

Композиционные покрытия получают в тех случаях, когда предусматривается модифицирование поверхности металлических изделий для придания им новых свойств (повышение коррозионной устойчивости, снижение трения и износа, увеличение твердости и т.д.). Благодаря чему КЭП находят широкое применение в машиностроении, приборостроении, химической промышленности и т.д. [2].