

*Секция «Новые материалы и перспективные технологии обработки материалов»*

международные связи. Поэтому для страны, находящейся на перекрестке основных транспортных маршрутов, связывающих государства Западной Европы с двумя мощными региональными рынками, Россией и странами Юго-Восточной Азии, а также страны Черноморского побережья со странами Балтийского моря, национальная транспортная система должна стать конкурентоспособной, достаточно развитой для того, чтобы привлечь и обслуживать в соответствии с международными стандартами транзитные перемещения товаров и пассажиров, а так же дополнительные транзитные грузопотоки.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что автомобильные дороги играют важную роль в развитии транспортно-логистической системы Республики Беларусь и необходимо принимать меры как по развитию дорожной сети, так и по повышению транспортно-эксплуатационного качества автомобильных дорог.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев, Я.Н. Автомобильные дороги / Я.Н. Ковалев [и др.]. – Минск: Арт Дизайн, 2006, – 352с.
2. Информационно-рекламный журнал «Международные выставки», Транспорт и логистика, окт. 2008г. – выпуск №4, Минск, 2008. УДК 621.30

Пушило Я.И.

#### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ АНОДОВ НА ОСНОВЕ $PbO_2/SnO_2$**

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: канд. хим. наук, доцент Черник А.А., аспирант Болвако А.К.*

Анодные материалы на основе  $PbO_2$  используются для синтеза озона, процессов очистки сточных вод, анодного окисления органических загрязнителей в сточных водах, в процессе электрохимического хромирования, в качестве активной массы свинцово-кислотных аккумуляторов и во многих других процессах.

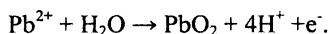
Область применения анодов на основе  $PbO_2$  в значительной степени зависит от его структуры, морфологии и фазового состава. Известно, что введение в состав  $\beta$ - $PbO_2$  катионов  $Sn^{4+}$  оказывает влияние на соотношение  $Pb:O$  в кристаллической решетке  $PbO_2$  и что такая модификация  $PbO_2$  может

существенно увеличить электрокаталитическую активность, механическую прочность и коррозионную стойкость анодов на основе PbO<sub>2</sub>.

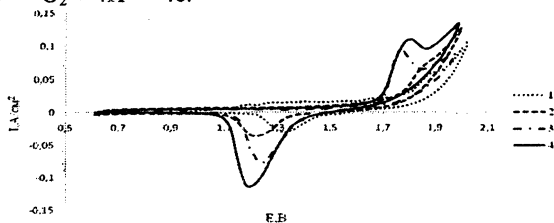
Целью настоящей работы является синтез и исследование физико-химических свойств анодных электродных материалов на основе PbO<sub>2</sub>, модифицированных SnO<sub>2</sub>. Активное покрытие синтезировалось на подложке из графита марки МПГ-6 при плотностях тока 0,5-2,5 А/дм<sup>2</sup> и концентрации Sn<sup>2+</sup> в электролите 0,1-0,5 моль/дм<sup>3</sup> при непрерывном перемешивании. В качестве катодов использовались свинцовые пластины. Толщина покрытия составляла до 1 мм, выход по току покрытия во всех случаях был больше 90 %.

Поляризационные измерения осуществлялись с помощью цифрового потенциостата IPC Pro-M с комплектом программного обеспечения и установкой вращающегося дискового электрода ВЭД-06 в стандартной трехэлектродной ячейке. Рабочий электрод – углесталловый с площадью поверхности 0,06 см<sup>2</sup>. Электрод сравнения – хлорсеребряный. Все потенциалы приведены в шкале нормального водородного электрода. Анализ морфологии синтезированных покрытий и элементный анализ выполнялся с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201.

На рис. 1 представлены циклические вольтамперограммы, полученные в электролите для осаждения PbO<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub> при температуре 20 °С при различных скоростях развертки потенциала. При анодной поляризации на прямом ходе поляризационной кривой наблюдается пик тока при потенциалах 1,7÷1,8 В. Максимум плотности тока 0,114 А/см<sup>2</sup> соответствует потенциалу 1,82 В. Наличие пика тока может быть обусловлено с процессом анодного образования PbO<sub>2</sub> по реакции



Кроме того, изменение хода поляризационной кривой при потенциалах 1,8-1,9 В может свидетельствовать о начале образования кислорода по реакции  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ .



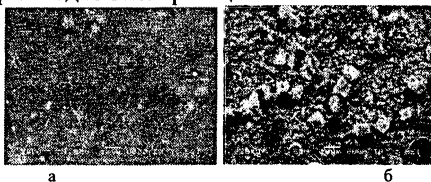
1 – 25 мВ/с, 2 – 50 мВ/с, 3 – 100 мВ/с, 4 – 150 мВ/с

Рисунок 1 – Потенциодинамические *i*,*E*-кривые для PbO<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub> в электролите осаждения при скорости вращения электрода 2000 об/мин

На рис. 1 наблюдается возрастание как катодного, так и анодного пиков тока при увеличении скорости развертки потенциала. Такое поведение

поляризационных кривых может свидетельствовать о лимитировании процесса как диффузией, так и переносом заряда через двойной электрический слой. Сравнивая величину анодного и катодного пиков можно сделать вывод, что исследуемый процесс в данных условиях является необратимым. При потенциалах, более положительных, чем 1.7 В, электроосаждение  $PbO_2$  протекает в условиях диффузионного контроля, и скорость процесса определяется стадией доставки  $Pb^{2+}$  к поверхности электрода. Можно предложить, что в процессе электроосаждения  $PbO_2/SnO_2$  принимают участие два различных типа растворимых промежуточных продуктов: электроактивный (соединения  $Pb(III)$ ) и неэлектроактивный (соединения  $Pb(IV)$ ).

Первой стадией при образовании диоксида свинца может быть перенос электрона с формированием на поверхности электрода кислородсодержащих частиц типа  $OH_{адс}$ , которые в последующей химической стадии взаимодействуют с ионами свинца, образуя незакрепленный на поверхности электрода кислородсодержащий промежуточный продукт  $Pb(III)$  типа  $Pb(OH)^{2+}$ , окисляющийся далее с переносом второго электрона. В результате этой реакции образуются соединения четырехвалентного свинца, ассоциированного с кислородом (типа  $Pb(OH)_2^{2+}$ ), распадающиеся на последней стадии по химическому механизму с образованием  $PbO_2$ . Природа лимитирующей стадии процесса электроосаждения  $PbO_2/SnO_2$  в значительной мере будет определяться несколькими факторами: потенциалом и состоянием поверхности электрода, концентрацией разряжающихся ионов в растворе и гидродинамическими условиями проведения процесса. Микрофотографии поверхности чистого  $PbO_2$  и  $PbO_2/SnO_2$ , полученного из исследованного электролита, приведены на рис. 2. Как следует из рис. 2, покрытие  $PbO_2/SnO_2$  характеризуется высокой дефектностью и наличием кластерных образований, имеющих размеры порядка 10 мкм. Такая структура поверхности может обуславливать более высокие электрокаталитические свойства  $PbO_2/SnO_2$  по сравнению с чистым  $PbO_2$  за счет создания благоприятных условий для адсорбции кислородсодержащих частиц и увеличения эффективности реакции переноса кислорода при анодной поляризации.



а) –  $PbO_2$ ; б) –  $PbO_2/SnO_2$

Рисунок 2 – Микрофотографии поверхности при увеличении 1000х

На основании данных элементного анализа установлено, что покрытие содержит в своем составе до 53 ат. % Pb, до 3,5 ат. % Sn и до 2 ат. % фтора. В

процессе электросинтеза во всех случаях формируются покрытия с дефицитом по кислороду. Включение фтора в матрицу  $PbO_2$  может положительно сказываться на каталитической активности покрытия. Таким образом, установлено, что путем совместного электроосаждения могут быть синтезированы композиции  $PbO_2/SnO_2$ , которые могут найти применение в качестве анодных электродных материалов в процессах синтеза неорганических веществ, озона, очистки сточных вод и др.

УДК 621.9.025

Роголева И.П.

## **ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО ТИПА ФАСОННОГО РЕЗЦА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Молочко В.И.*

В автоматнo-токарных и других механических цехах машиностроительных заводов при обработке фасонных и ступенчатых мелкоразмерных деталей типа тел вращения широкое применение находят специальные фасонные призматические и круглые резцы. При тщательном расчете и точном изготовлении эти резцы при установке их на станках автоматического действия, например, на многошпиндельных прутковых токарных автоматах обеспечивают высокую производительность, точные форму и размеры однотипных обрабатываемых деталей.

Для создания нормальных условий обработки фасонные резцы снабжаются оптимальными задними  $\alpha$  и передними  $\gamma$  углами, которые задаются для наружных точек профиля резца. Решающее значение для работы фасонного резца имеет величина заднего угла. Для любой точки  $x$  режущего лезвия призматического резца задний угол  $\alpha_x$  может быть определен формулой

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_x, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – задний угол наружной поверхности профиля резца, а  $\varphi$  – угол наклона рассматриваемого участка режущего лезвия по отношению к оси детали (для криволинейной кромки – это угол наклона  $\alpha_x$  касательной к заданной точке  $x$  режущего лезвия).

Для круглого фасонного резца

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{R}{R_x} \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_x, \quad (2)$$