

бины проникновения индентора, дальнейший анализ влияния дозы облучения на микротвердость образца, а также изучение элементного состава покрытий и глубинного распределения элементов, как в покрытии, так и в подложке.

УДК 621.35.035.22

Композиционные электроды на основе углеродных материалов для химических источников тока

Студентка 5 курса 12 группы ХТиТ Валуй А.А., студентка 4 курса 11 группы Мороз Е.М.
Научные руководители – Иванова Н.П., Жилинский В.В.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

В настоящее время наиболее перспективными источниками тока для электронной техники, автомобильного и железнодорожного транспорта являются кислородно-водородные или воздушно-водородные топливные элементы (ТЭ). По сравнению с другими кислородно(воздушно)-водородные ТЭ обладают более высокими удельными характеристиками, длительным ресурсом эксплуатации. Принципиальные улучшения характеристик вышеперечисленных источников тока осуществляются путем применения новейших достижений нанотехнологии в области синтеза нанокатализаторов для электродных материалов.

Целью научной работы является исследование композиционных электродов на основе углеродных материалов для кислородно- или воздушно-водородных ТЭ. В качестве возможных материалов для водородного электрода исследовали гладкий графит МПГ, никель с пористостью 15, 20, 45 %, спеченный губчатый никель, электрод из стальной сетки X18H10T, электроды на основе стальной сетки с электрохимически нанесенными никелевыми покрытиями, содержащими углеродные наноматериалы (УНМ). Электрохимическое осаждение композиционного покрытия никель-УНМ на стальной сетке осуществляли в электролите никелирования состава (г/л): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 320; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 55; H_3BO_3 – 40; RADO 2 – 2–3 $\text{см}^3/\text{дм}^3$; RADO 057M – 3–6 $\text{см}^3/\text{дм}^3$; УНМ – 0,5. Параметры электролиза соответствуют ГОСТу для осаждения композиционных покрытий. Габаритная плотность тока составляла 4 $\text{А}/\text{дм}^2$, время электролиза 2,5 ч.

Электрохимические исследования электродных материалов проводили при помощи потенциостата ПИ 50-1.1 с программатором напряжений Пр-8. Для автоматической регистрации зависимости $i = f(E)$, использовался двухкоординатный графопостроитель, показания которого оцифровывали при помощи ЭВМ. Исследования проводили в 40% NaOH при площади электродов 1,5–4 см^2 . В качестве противоиэлектрода использовали электрод, изготовленный из стальной сетки X18H10T. I, E-кривые для исследуемых материалов получены в потенциодинамическом режиме без зарядки при скоростях развертки потенциала $v = 100$ мВ/с, $v = 50$ мВ/с, $v = 20$ мВ/с. Измерения потенциалов проводили с помощью хлорсеребряного насыщенного электрода сравнения при комнатной температуре. В последующем все значения потенциалов пересчитывали относительно нормального водородного электрода. Циклические вольт-амперные кривые для электрода сталь X18H10T(сетка)–Ni(85%)–УНМ (15%) показаны на рисунке 1, данные занесены в таблицу 1.

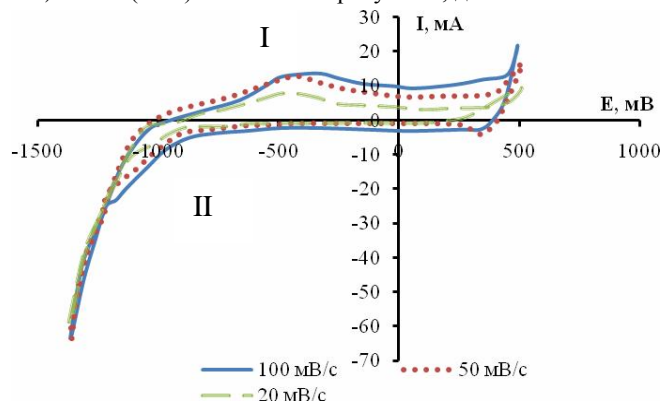


Рисунок 1 – I, E кривые для электрода – сталь X18H10T(сетка)–Ni(85%)–УНМ (15 %) в 40 % NaOH при разных скоростях развертки потенциала

Таблица 1 – Влияние материала газодиффузионного электрода на водородосорбционную емкость в потенциодинамическом режиме

Скорость развертки, мВ/с	Потенциал пика, мВ	Максимальная плотность тока, мА/см ²	Водородосорбционная емкость, мКл/см ²
20	-440	4	106,6
50	-440	6,5	168
100	-360	7	186

На кривых видны две области – I (десорбция водорода), II (адсорбция и выделение водорода). Максимальный ток десорбции составил 10,4 мА при потенциале -400 мВ. При сдвиге потенциала в область электроположительных значений и достижении потенциала 450 мВ на электроде начинается процесс выделения кислорода.

Вторым этапом исследования являлось изучение заряд-разрядных характеристик. Зарядку производили в потенциостатическом режиме при потенциалах $E_z = -0,8 \text{ В}, -0,9 \text{ В}, -1,0 \text{ В}, -1,2 \text{ В}$ и разрядку в гальваностатическом режиме. Регистрацию потенциала рабочего электрода осуществляли с помощью рН-метр-милливольтметр рН-150. Напряжение на ячейке контролировали при помощи вольтметра М2018. Полученные экспериментальные результаты для различных электродных материалов представлены в таблице 2.

Используя полученные данные, рассчитывали водородосорбционную емкость газодиффузионных электродов на единицу поверхности по формуле

$$C_p = I_p \cdot \tau / S, \quad (1)$$

где I_p – ток разряда, мА;
 τ – время разряда, с;
 S – площадь электрода, см².

Таблица 2 – Влияние материала газодиффузионного электрода на водородосорбционную емкость в потенциостатическом режиме

Материал электрода	Ток разряда, мА/дм ²	Потенциал заряда, В	Водородосорбционная емкость, мКл/см ²
Никель пористостью 15%	0,4	-1,52	0,72
Никель губчатый	1,2	-1,0	1,86
Никель пористостью 20%	0,6	-1,62	1,98
Графит МПГ	0,7	-1,0	2,9
Никель гладкий	2,8	-1,0	4,0
Сталь X18Н10Т (сетка) + Ni (90,2%)+ УНМ (9,8%)	0,2	-1,41	6,24
Сталь X18Н10Т (сетка)	100	-1,2	42
Сталь X18Н10Т (сетка) + Ni (85%)+ УНМ (15%)	220	-1,1	1320

Наибольшей водородосорбционной емкостью обладает композиционный электрод сталь X18Н10Т (сетка)–Ni(85%)–УНМ(15%). Таким образом, введение углеродных наноматериалов в состав композиционного покрытия электрода из нержавеющей стали значительно повышает его водородосорбционную емкость и ток адсорбции водорода и позволяют рекомендовать для использования в качестве водородного электрода для химических источников тока.

УДК 621.35.035.032.22

Композиционные аноды на основе оксидов кобальта для электрохимического получения гипохлорита натрия

Студенты ХТиТ Булавко Е.И., Лисовская Т.Ч.
 Научные руководители – Иванова Н.П., Великанова И.А.
 Белорусский государственный технологический университет
 г.Минск

Среди четырёх неорганических гипохлоритов, имеющих промышленное значение, гипохлорит натрия является безусловным лидером, занимая 91 % мирового рынка. Около 67 % всего гипохлорита натрия используется в качестве отбеливателя и 33 % для нужд дезинфекции и очистки. Раствор гипохлорита натрия (3 – 6 %) находит широкое применение в бытовой химии и входит в качестве активного ингредиента много-