

УДК 621.352.5

ДОСЛІЖЕННЯ СКЛАДУ ЕЛЕКТРОДУ НА ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ В ЛУЖНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Студ. Д.В. Патлун, гр. БТЕ-1-14

Науковий керівник проф. В.З. Барсуков¹

Науковий керівник с. н. с. Л.Г. Щербакова²

¹Київський національний університет технологій та дизайну

²Інститут проблем матеріалознавства НАН України

В останні роки виникла ідея створення нового перспективного джерела струму – фотоелектрохімічного елемента з металгідридним (МН) позитивним електродом [1]. Основною перевагою такого елемента є його компактність та висока безпека зберігання палива (водню). Для розряду такого джерела струму найбільш перспективним електродом є повітряний електрод, завдяки його низькій масі та високій ефективності.

Основною проблемою в створенні МН-повітряного елемента є киснево-дифузний електрод, який, як правило, складається з суміші пористого вуглецю та каталізаторів, що прискорюють реакцію відновлення кисню. Відсутність дешевих, стабільних та ефективних каталізаторів є основною перешкодою для комерціалізації оборотних джерел струму з повітряним електродом.

Головним завданням нашого дослідження є визначення впливу складу повітряного електроду на ефективність процесу відновлення кисню в лужному середовищі. Для виконання завдання необхідно було встановити вплив матеріалу основи електроду (металева, вуглецева) на кінетику відновлення кисню, визначити ефективність прискорення цього процесу в присутності різних каталізаторів, введених в вуглецеву матрицю, та вплив кількості каталізатора, на цей процес.

Об'єкт дослідження – кінетика відновлення кисню на електродах з різним складом.

Предмет дослідження – платиновий та нікелевий металеві електроди, вуглецеві електроди (графіт, сажа KS-5), композитні електроди сажа/каталізатор (зв'язуюче).

Дифрактометричним методом було доведено, що оксиди дійсно відповідають визначеному складу. Електрохімічні характеристики електродів досліджували в скляній трьохелектродній комірці з платиновим протиелектродом і ртутнооксидним (Hg/HgO) електродом порівняння потенціостатичним методом, використовуючи потенціо-гальваностат PGSTAT4-16. Кінетику і оборотність протікання процесів досліджували за допомогою циклічної вольтамперометрії з різною швидкістю розгортки потенціалу.

Новизна проведеного дослідження: показано, що ефективність каталізатора відновлення кисню в значній мірі залежить від можливості його редокс перетворення в області потенціалів відновлення кисню (Mn); вперше показано, що сажа KS-5 (площа біля 30 м²/г) може бути ефективно використана в якості вуглецевої основи композитного повітряного електроду.

Результати дослідження:

1. Дослідження платинового електроду в 1 М та 7 М розчинах КОН показало, що концентрація електроліту має суттєвий вплив на процес відновлення кисню та швидкість протікання реакції на Pt [2]. На катодній гілці ЦВА кривих в 1М розчині присутні 2 піка струмів, в той час як в більш концентрованому розчині – тільки один пік. Встановлено, що з ростом швидкості поляризації електроду величини катодних струмів у піках збільшуються при незмінності потенціалів їх появи і незалежно від концентрації лужного електроліту. Обробка одержаних результатів у координатах

$i_{\text{макс. кат.}} - V^{0.5}$ показала, що у 7М КОН реакція відновлення кисню контрольована дифузійно, а у 1М – має змішаний дифузійно-кінетичний контроль. Катодне відновлення кисню на нікелевому електроді протікає зі швидкостями у 20-30 разів нижче, ніж на платині, незалежно від рН електроліту.

2. Електрохімічне відновлення кисню на графітовому електроді значно відрізняється від результатів, одержаних на платині. При зміщенні потенціалу в область негативних значень відбувається монотонний ріст катодних струмів, піки струмів на ЦВА кривих відсутні. ЦВА криві, що зняти на електродах з сажи KS-5, відрізняються від одержаних на графіті більшою стійкістю катодних струмів у широкій області потенціалів (від 0.5В до -0.8В), причому значення катодних струмів на порядок вище, ніж на графітовому електроді.

3. Були досліджені композитні електроди, що складаються з оксидів марганцю MnO_2 і кобальту Co_3O_4 , вуглецевої сажі KS-5 та ПТФЄ з різним вмістом каталізатору у 7 М розчині КОН. Додавання до сажі навіть 5 % каталізатору MnO_2 призводить до росту струмів в області потенціалів відновлення кисню у 2-3 рази в порівнянні зі значеннями струмів на електроді з сажі без каталізатору. А збільшення вмісту каталізатору до 40% призводить до різкої зміни форми ЦВА кривої, що, вірогідніше, пов'язано з електрохімічним перетворенням самого каталізатору. ЦВА криві, одержані на електроді с 5 мас.% Co_3O_4 практично не відрізняються від ЦВА кривих, які одержано на електроді з сажі KS-5. При збільшенні вмісту Co_3O_4 до 40% катодні струми при потенціалах, негативніших -0.1 В, збільшуються в 2,5-3 рази. Порівняння результатів електрохімічних досліджень показало, що використання в якості каталізатора процесу відновлення кисню у лужному електроліті MnO_2 навіть у низькій концентрації значно ефективніше, ніж оксиду Co_3O_4 .

Висновки. В результаті проведених експериментів встановлено, що ефективність реалізації катодного процесу в лужному середовищі істотно залежить від матеріалу електроду і типу використаного каталізатора. Зростання катодних струмів в області потенціалів відновлення кисню збільшується в послідовності Ni<Pt<вуглецева сажа KS-5<(5% Co_3O_4)<(40% Co_3O_4)<(5% MnO_2) < (40 % MnO_2). Композитний катод на основі сажі KS-5 з вмістом каталізатору MnO_2 (≥ 5 мас. %) становить практичний інтерес для подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. D. Chartouni, N. Kuriyama, T. Kiyobayashi, J. Chen// I/Int. J. Hydr. Ener, 2002.- V. 27, №9. - P. 945- 952.
2. Akuto K, Sakurai Y. A photorechargeable metal hydride/air battery. // J Electrochem Soc. – 2001. - V.148(2):A. – P.121–125.
3. Burchardt T. An evaluation of electrocatalytic activity and stability for air electrodes.// J Power Sources. – 2004. - V.135, №1–2. – P.192–197.
4. M.V. Ananth, V.V. Giridhar, K. Renuga //Int. J. of Hydr. Energy V. 34, №2, (2009), P. 658-664.
5. Wei-Kang Hu, Dag Noréus//Electroch. Commun., V.11, №11, (2009), P. 2212-2215.