

карбонате кальция и выделением углерода (элемент С) в процессе выгорания порообразователя.

Результаты микроанализа подтверждают заключения о том, что спекание ППИ осуществляется в присутствии жидкой фазы. Отсутствие опасных для организма человека элементов в структуре материала позволяет использовать его как в технологических процессах водо- и воздухоподготовки, так и при фильтрации воды и воздуха жилых и рабочих зон.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова, К.А. Пористая керамика для фильтрации и аэрации / К.А. Смирнова. – М.: Металлургия, – 1968. – 148 с.

2. Природный кварц, как сырье для изготовления проницаемых материалов / А.А. Дробыш, Т.Е. Петюшик, Е.Е. Петюшик // Сборник тезисов докладов Х Республ. Науч. конференции студентов и аспирантов высш. учеб. Заведений РБ. В трех частях. Часть 2. Минск, 2005. С. 27-28.

3. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / ред. кол.: А.М. Прохорова (гл. ред.) [и др.]. – 3-е изд. – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1973. – Т. 12. – 631 с.

4. Петюшик, Е.Е. Спекание прессовок пористых проницаемых изделий на основе природного кварца / Е.Е. Петюшик, В.Е. Романенков, А.А. Дробыш, С.М. Азаров // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы II междунар. научно-практ. конф. / БНТУ; под общ. ред. Б.М. Хрусталева. – Мн.: БНТУ, 2006. – С. 221-225.

УДК 621.30

Болвако А.К., Поздеева А.А.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА СВИНЦА ДЛЯ СИНТЕЗА ПЕРОКСОСОЕДИНЕНИЙ**

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

*Научный руководитель канд. хим. наук Черник А.А.*

*Изучены возможности использования электродных материалов на основе диоксида свинца, модифицированных галогенид-ионами и нейтральными соединениями для синтеза пероксокарбонатов и пероксоборатов щелочных металлов.*

Значительный интерес представляет возможность целенаправленного изменения электрокаталитических, коррозионных свойств электродных материалов, модифицированных различными способами, что позволит созда-

вать новые типы дешевых электрокатализаторов, и как следствие, интенсифицировать технологию производства окислителей. Одним из простейших методов изменения свойств электродов является объемное электрохимическое допирование.

В настоящее время все более широкое применение находят такие окислители, как перекисные соединения щелочных металлов и озон. Значительные количества пероксосоединений востребованы при отбеливании и окраске тканей, при производстве моющих средств, в органическом синтезе, для дезинфекции и обеззараживания.

Однако при получении веществ, обладающих значительной окислительной способностью, значительно возрастают требования к электродным материалам. Так, при потенциалах электрохимического синтеза озона и других окислителей большинство металлов подвергаются окислению и разрушаются. Даже в случае применения электродов из благородных металлов в области высоких потенциалов происходит образование окисных пленок, снижающих каталитическую активность электродов и ведущих к снижению эффективности электросинтеза.

В литературе указывается, что альтернативным благородным металлам электродным материалом может успешно выступать диоксид свинца. Кроме того, путем допирования могут быть синтезированы диоксидсвинцовые аноды, обладающие такими специфическими свойствами, как повышенная селективность к определенным продуктам, повышенной устойчивостью в агрессивных растворах и др.

В данной работе исследовалась каталитическая активность электродных материалов, допированных галогенид-ионами и нейтральными соединениями, синтезированных согласно [1], применительно к процессам синтеза пероксосоединений щелочных металлов – пероксоборатов и пероксокарбонатов, а также в серной кислоте.

Изучение электрохимической активности электродных материалов проводилось в  $H_2SO_4$  концентрации 0,1 М, 0,5 М, 1 М, а также в растворах для промышленного синтеза пероксокарбонатов (№ 1) и пероксоборатов (№ 2). Состав электролита № 1, г/л:  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  – 30;  $NaHCO_3$  – 125;  $Na_2CO_3$  – 25; карбамид – 0,15. Состав электролита № 2, г/л:  $K_2CO_3$  – 400; жидкое стекло – 0,2. В качестве подложки для диоксидсвинцовых электродов применялся электродный графит марки МПГ-6.

Все электрохимические измерения проводились в стандартной электрохимической ячейке ЯЭС-1 с использованием потенциостата ПИ 50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8. Электрод сравнения – хлорсеребряный. Температура поддерживалась термостатом с точностью  $\pm 0,1^\circ C$ .

Анализ поляризационных кривых в растворах  $H_2SO_4$  показал, что активный анодный процесс на всех электродах наблюдается при потенциалах положительнее 1,5 В и связан с процессом образования кислорода ( $E^\circ = 1,23$  В). Наибольшую активность проявили электроды, допированные анионами  $Cl^-$ . При изменении концентрации  $H_2SO_4$  в диапазоне 0,1 М – 1 М величина каталитической активности допированных электродов изменяется по аналогич-

ному закону. Особые свойства электродов, допированных  $\text{Cl}^-$ , могут быть объяснены активацией поверхности диоксида свинца, что вызывает снижение перенапряжения анодного процесса.

При потенциалах положительнее 2 В на поляризационных кривых наблюдается перегиб, связанный, очевидно, с изменением механизма анодного процесса, а также с вторичным процессом образования озона.

Установлено, что предварительная поляризация электродов оказывает значительное влияние на электрохимическую активность всех допированных электродных материалов. По-видимому, это обусловлено формированием активного адсорбционного слоя на поверхности электрода.

Поведение электродов в растворе № 1 значительно отличается от их поведения в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Существенный анодный процесс наблюдается на всех электродах при потенциале положительнее 0,8 В, что связано, по всей видимости, с процессом образования кислорода. В области потенциалов 1–1,5 В на всех поляризационных кривых наблюдается перегиб, возможно связанный с изменением механизма анодного процесса и образованием соединений пероксидного типа. Наибольшую активность проявили электродные материалы без допирования, наименьшую – электроды, допированные  $\text{ZrN}$ .

Исследование анодного процесса в электролите № 2 показало сходные результаты с электролитом № 1. Однако активность электродных материалов в последнем случае отличается более существенно. Показано, что электроды без допирования обладают большей электрохимической активностью.

Снижение каталитической активности допированных электродных материалов может быть обусловлено следующими причинами. В процессе допирования происходит изменение структуры поверхности  $\text{PbO}_2$  и, следовательно, стехиометрического соотношения  $\text{Pb}:\text{O}$ . В свою очередь меньшее соотношение  $\text{Pb}:\text{O}$  приводит к увеличению перенапряжения выделения кислорода и способствует образованию высших кислородных соединений. Предполагается, что применение данных материалов может положительно сказаться на процессе электросинтеза пероксобората и пероксокарбоната.

На основании исследований рассчитаны кинетические характеристики электродных материалов (константы уравнения Тафеля, эффективная энергия активации, порядок реакций) и высказано предположение о механизме протекающих реакций для синтезированных электродов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Применение объемно допированных электродов из  $\text{PbO}_2$  для электрохимического синтеза озона в растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$  / А.А. Черник, Т.С.Небецкая, С.Е. Будай, А.Е. Ковенский, И.М.Жарский // Матер. Международ. науч.-техн. конф. «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической промышленности и производстве строительных материалов», 9-10 ноября 2000, г. Минск. – Минск, БГТУ, 2000. – 438 с. – с. 245-246.