

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КРЕМНИЯ ИЗ РАСПЛАВА $KCl-K_2SiF_6$

В последнее время сильно вырос интерес к кремниевым материалам. Им находят применение в альтернативной энергетике, микроэлектронике и др. Весь производимый кремний можно разделить на две группы: «солнечный» (для солнечных батарей и полупроводниковой микроэлектроники) и «металлургический» (для создания литейных сплавов алюминия и жаростойких высоколегированных сталей). Одним из перспективных способов получения высокочистого кремния является электроосаждение из расплавленных солей. Данный метод позволяет управляемо получать кремний различной морфологии [1-3]

Целью исследования является установление возможности получения кремниевых материалов из расплава $KCl-K_2SiF_6$, позволяющего исключить химически агрессивные фторидные компоненты в своем составе.

Эксперименты проводили в герметичной кварцевой ячейке в атмосфере высокочистого аргона. Для определения параметров электроосаждения кремния предварительно исследовали кинетику его электровосстановления на стеклоуглероде из расплава KCl с добавкой до 5 мас.% K_2SiF_6 при $790^\circ C$. Исследования проводили при помощи циклической вольтамперометрии и хроноамперометрии с использованием PGSTAT AutoLAB и ПО Nova 1.11 (The Metrohm, Netherlands). Квазиэлектродом сравнения и противоэлектродом во всех экспериментах служил кремний.

На рисунке 1 представлены циклические вольтамперограммы, характеризующие кинетику электровосстановления кремния из исследуемого расплава. Электровыделение кремния из системы $KCl-K_2SiF_6$ (95-5% мас.) протекает в одну стадию, при этом потенциал пика электровосстановления кремния не меняется, а ток пика линейно возрастает при увеличении корня квадратного скорости развертки потенциала. Это указывает на электрохимическую обратимость процесса, протекающего в условиях замедленной диффузии электроактивных ионов.

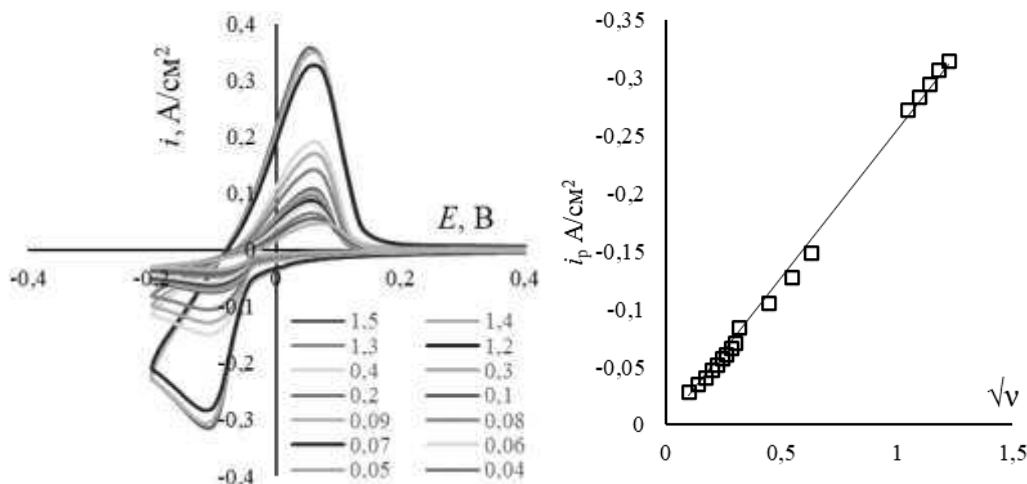


Рисунок 1 – Вольтамперограммы, полученные на стеклоуглеродном электроде в расплаве KCl с 5 мас. % K_2SiF_6 при температуре $790^{\circ}C$ и скорости развертки потенциала от 0.01 до 1.5 В/с

На рисунке 2 представлены хроноамперограммы, из которых можно отметить отсутствие пиков в области времен 0.1-0.2 с, характерных для протекания исследуемого процесса в условиях замедленного зарождения новой фазы [4].

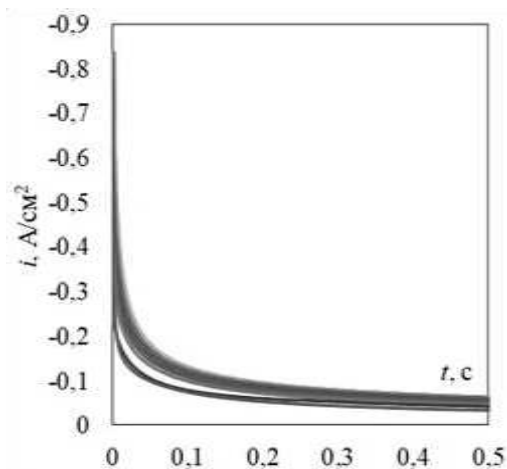


Рисунок 2 – Хроноамперограммы, полученные на стеклоуглероде в расплаве KCl с 5 мас. % K_2SiF_6 при температуре $790^{\circ}C$ при разном импульсе катодного перенапряжения до 150 мВ

Волокна кремния осаждали на стеклоуглероде в потенциостатическом режиме при катодном перенапряжении до 250 мВ. Полученные осадки для каждого случая представлены на рисунке 3. Во всех случаях были получены осадки, плохо адгезированные к поверхности подложки. При этом по характерному цвету (от коричневого до бежевого) можно сделать предположение, что они были представлены

микро- и субмикроразмерными структурами. При изучении структуры полученных осадков при помощи сканирующей электронной микроскопии и лазерном дифракционном анализе было показано, что осадки представлены волокнами размером от 0,1 до 0,3 мкм.

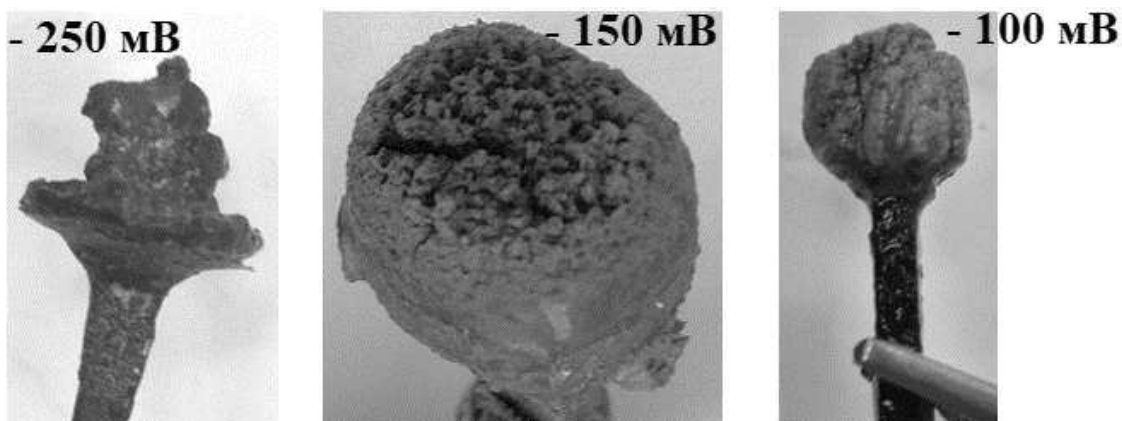


Рисунок 3 – Фотографии катодных осадков кремния, полученных при электролизе расплава KCl с 5 мас. % K_2SiF_6 при температуре 790°C на стеклоуглероде при разном катодном перенапряжении

Работа выполнена в рамках соглашения №075-03-2020-582/1 от 18.02.2020 (номер темы 0836-2020-0037).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Maeda K. Silicon electrodeposition in water-soluble KF-KCl molten salt: Investigations on the reduction of Si(IV) ions / Maeda K., Yasuda K., Nohira T., Hagiwara R., Homma T. // Journal of the Electrochemical Society. – 2015. – Vol. 162(9). – P. D444–D448.
- 2 Juzeliunas E. Silicon electrochemistry in molten salts / Juzeliunas E., Fray D.J. // Chemical Reviews. – 2020. – Vol. 120. – P. 1690–1709.
- 3 Зайков Ю.П. Электроосаждение кремния из расплава KF-KCl-KI-K₂SiF₆ / Зайков Ю.П., Жук С.И., Исаков А.В., Гришенкова О.В., Исаев В.А. // Расплавы – 2016. – №5. – С. 441–454.