

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СУЛЬФИДОВ КАДМИЯ И ЦИНКА ДЛЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВИДИМОГО СВЕТА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

Марковская Д.В.^{1,2}, Журенок А.В.¹, Козлова Е.А.^{1,2}

¹⁾ Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²⁾ Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

E-mail: madiva@catalysis.ru

NEW MATERIALS BASED ON CdS AND ZnS FOR PHOTOCATALYTIC HYDROGEN EVOLUTION AND CONVERSION OF VISIBLE LIGHT ENERGY TO ELECTRICITY

Markovskaya D.V.^{1,2}, Zhurenok A.V.¹, Kozlova E.A.^{1,2}

¹⁾ Borekov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia

²⁾ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

The photocatalysts $Cd_{1-x}Zn_xS$ and photoelectrodes $Cd_{1-x}Zn_xS/FTO$ were prepared. The addition of $Zn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, and NiS enhanced the target properties of the tested samples. The correlation between the photocatalytic activity and photoelectrochemical parameters was established.

Функционирование современного общества требует высоких затрат энергии, большую часть которой получают сгоранием исчерпаемых ресурсов. Наиболее привлекательным альтернативным решением энергетической проблемы является преобразование световой энергии в энергию химических связей или в электричество [1]. В обоих случаях эффективные материалы должны обладать чувствительностью к действию видимого света и проявлять высокую активность. Этим требованиям обладает CdS, однако способность к фотокоррозии ограничивает применение данного фотокатализатора [1]. Для повышения каталитической активности и стабильности CdS можно создавать композитные материалы на основе сульфидов кадмия и цинка [2]. В связи с этим целью работы является синтез материалов на основе сульфидов кадмия и цинка для фотокаталитического выделения водорода и преобразования энергии видимого света в электрическую.

Фотокатализаторы $Cd_{1-x}Zn_xS$ были синтезированы методом осаждения, фотоэлектроды $Cd_{1-x}Zn_xS/FTO$ (FTO – токопроводящее стекло, покрытое $SnO_2:F$) готовили методом послойного нанесения [3].

Образцы $Cd_{1-x}Zn_xS$, согласно данным рентгенофазового анализа, представляют собой твердые растворы сульфидов кадмия и цинка. Зависимость скорости фотокаталитического выделения водорода из водного раствора Na_2S/Na_2SO_3 от состава твердого раствора проходит через два максимума, что связано с особенностями поглощения света и положением зоны проводимости изучаемых фотокатализаторов. Наибольшая скорость выделения водорода была зафиксирована

на образце $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}$ и составила 2.3 мкмоль/мин. Аналогичным образом при варьировании содержания кадмия в фотоэлектродах изменялись плотности тока короткого замыкания, КПД преобразования энергии света в электрическую, время жизни электронов, рассчитанное из данных спектроскопии импеданса. Наибольшие значения целевых характеристик были получены на фотоэлектроде $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}/\text{FTO}$.

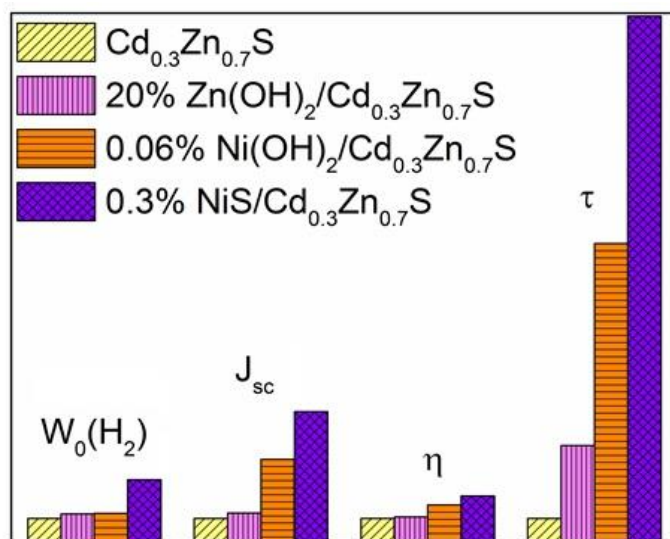


Рис. 1. Относительные изменения каталитической активности изучаемых фотокатализаторов, плотности тока короткого замыкания, КПД преобразования энергии света в электрическую, времени жизни носителей зарядов фотоэлектродов. Целевые характеристики $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}$ и $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}/\text{FTO}$ приняты за 100%

Для дальнейшего повышения эффективности преобразования света на фотокатализаторах и фотоэлектродах наносили $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, NiS [3]. Оптимальным сокатализатором оказался сульфид никеля: его нанесение на поверхность $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}$ привело к росту скорости выделения водорода в 3 раза, $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}/\text{FTO}$ – к увеличению плотности тока короткого замыкания в 5.2 раза. Следует отметить, что нанесение на поверхность $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}$ всех изученных сокатализаторов позволило увеличить целевые характеристики, причем изменения этих величин симпатны. Вероятно, наблюдаемая закономерность связана с увеличением времени жизни фотогенерированных зарядов из-за увеличения степени пространственного разобщения электрон-дырочных пар при модификации поверхности $\text{Cd}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{S}$. Данный фактор является ключевым для протекания фотокаталитических и фотоэлектрохимических превращений.

Таким образом, в ходе работы были получены эффективные материалы для преобразования энергии видимого излучения. Выявлена закономерность, позволяющая осуществить дизайн фотоэлектродов на основе фотокатализаторов, обладающих высокой каталитической активностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 20-33-70086 и Стипендии Президента СП-1029.2019.1

1. Козлова, Е.А., Пармон, В.Н., Успехи химии, 86 (2017), 870-906.
2. Wang, L., Wang, W., Shang, M., Yin, W., Sun, S., Zhang, L., International Journal of Hydrogen Energy, 35 (2010), 19–25.
3. Markovskaya, D.V., Gribov, E.N., Kozlova, E.A., Kozlov, D.V., Parmon, V.N., Renewable Energy, 2019; DOI: 10.1016/j.renene.2019.11.030

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ С КИСЛОРОДНО-ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ДИМОЛИБДАТА ЛАНТАНА

Матвеев Е.С.¹, Свищев А.С.¹, Антропова А.Н.¹, Боровикова Ю.А.¹,
Кочетова Н.А.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: Egor.Matveev@urfu.ru

FINDING THE OPTIMAL METHOD OF PREPARING OXYGEN-ION CONDUCTIV COMPOSITES BASED ON LANTANE DIMOLYBDATE

Matveev E.S.¹, Svishchev A.S.¹, Antropova A.N.¹, Borovikova Yu.A.¹,
Kochetova N.A.¹

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The $(1-x)\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9 \cdot x\text{La}_2\text{MoO}_6$ composite electrolytes ($x=0.01-0.95$) with oxygen-ionic conductivity were studied. It was found that the addition of the heterogeneous dopant leads to improvement of electrical properties of the samples.

Тенденции в развитии водородной энергетики, как альтернативного пути получения энергии, ставят перед исследователями задачу поиска твердотельных кислородно-ионных проводников, имеющих перспективу использования в качестве функциональных материалов различных электрохимических устройств. Перспективным классом кислородно-ионных проводников являются композиционные электролиты, например, композиты в эвтектических системах на основе димolibдата лантана $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ [1]. Введение гетерогенного допанта позволяет добиться существенного увеличения электропроводности композиционных образцов (композиционный эффект). Возникновение композиционного эффекта объясняется частичной стабилизацией высокопроводящей β -модификации $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$. Интерес представляет подбор оптимального способа получения композитов, обладающих максимальными значениями кислородно-ионной проводимости.

Целью работы стало получение различными способами композитов состава $(1-x)\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9 \cdot x\text{La}_2\text{MoO}_6$ ($x=0.01-0.95$) и изучение их электрических свойств.