

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

Российский научный фонд

**ДЕСЯТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ
«ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ИХ ОСНОВЕ»
И
СЕДЬМАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ
ТОПЛИВНЫХ
И ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

**THE TENTH ALL-RUSSIAN CONFERENCE
“FUEL CELLS AND POWER PLANTS BASED ON THEM”**

Сборник трудов



18 – 21 сентября 2023 г.
Черноголовка

Послойная химическая сборка наноматериалов для топливных ячеек и электролизеров. Обзор результатов

В.П.Толстой, И.В.Мурин

ИХ СПбГУ, 198504, Ст. Петергоф, Санкт-Петербург, Университетский пр. 26

Layer-by-layer chemical assembly of nanomaterials for fuel cells and electrolyzers. Review of results

V.P.Tolstoy, I.V.Murin

Institute of Chemistry Saint Petersburg State University, 198504, St. Peterhof, Saint Petersburg, University pr. 26

e-mail: v.tolstov@spbu.ru

DOI 10.26201/ISSP.2023/FC.63

Как известно, послойная химическая сборка (ПХС) тонкослойных структур на поверхности различных носителей основана на проведении в соответствии с заданной программой на их поверхности актов последовательной и многократной адсорбции (или адагуляции) широкого круга низкоразмерных соединений и среди них катионов и анионов из состава растворов солей, комплексных соединений, коллоидных частиц, макромолекул полиэлектролитов, атомов и молекул в газообразном состоянии и др. В зависимости от типа используемых реагентов подобные синтезы выполняют методами Молекулярного (МН), Ионного (ИН), Коллоидного (КН) или Ионно-Коллоидного (ИКН) Наслаивания. В англо-язычной литературе в большинстве работ данные методы характеризуют как Atomic Layer Deposition (ALD) и Layer-by-Layer (LbL) synthesis. Такой подход при синтезе оказался востребованным при создании широкого круга наноматериалов включая применяемые в составе различного типа топливных ячеек и электролизеров. Так, согласно базе данных SciFinder, к настоящему времени по тематике синтеза именно последних материалов опубликовано уже более 800 статей и получено более 200 патентов.

Целью настоящего доклада является сравнительная характеристика основных результатов в этой области и их оценка с точки зрения возможности применения на практике. Отмечается, что отличительной чертой подобных подходов при синтезе является возможность прецизионного задания морфологических характеристик в рядах синтезируемых соединений прогнозируемого состава и после изучения практически значимых свойств возможность их своеобразной оптимизации. Среди полученных к настоящему времени результатов обращают на себя внимание результаты по синтезу новых катализаторов для реакций окисления водорода, спиртов, восстановления кислорода, выделения водорода и кислорода при электролизе воды, а также по созданию новых композитных мембран как для низкотемпературных топливных ячеек, так и ТОТЭ. Так, были найдены условия ПХС наноразмерных частиц благородных металлов, включая Pt(0), Pd(0) и Ir(0), наночастиц и нанослоев сложных оксидов Ce(III,IV), Mn(II,IV), Fe(II,III), Co(II,III), Zr(IV) и др., мультислоев полиэлектролитов и углеродных наноматериалов, в том числе нанотрубок и графена, широкого круга нанокомпозитов на основе подобных соединений и т.д.

Отмечается, что использование при синтезе методологии ПХС позволяет для ряда составов полимерных и твердооксидных мембран повысить их селективность, стабильность и ионную проводимость, а для некоторых катализаторов на основе

благородных металлов снизить их содержание на поверхности электродов. В качестве примера такого высокоэффективного электрода для реакции выделения кислорода в кислой области приводится электрод на основе титана с нанослоем IrO₂, синтезированным методом ИН.

Анализ условий синтеза сложных оксидов Ce(III,IV) и Mn(III,IV) выполнен в соответствии с программой работ по гранту РНФ № 23-19-00566.