

**МЕЗОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ НАНОТРУБКИ TiO<sub>2</sub>-В ЛЕГИРОВАННОГО  
ВАНАДИЕМ: СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ**

Опра Д.П., Гнеденков С.В., Соколов А.А., Синебрюхов С.Л.

*Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
690022, Владивосток, проспект 100-летия Владивостока 159д,  
e-mail: dp.opra@gmail.com*

Стремительные темпы развития целого ряда высокотехнологичных направлений, таких как гибридный и электрический автотранспорт, возобновляемые источники энергии, сфера бесперебойного энергообеспечения и т.п., диктуют необходимость ускоренной модернизации современных литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Одним из ключевых препятствий на пути масштабного применения традиционных ЛИА на основе углеродного анода в данных областях являются их ограниченные эксплуатационные параметры (а именно, низкая скорость заряда, узкий интервал рабочих температур и недостаточная безопасность). Перспективной заменой углеродному аноду являются соединения титана (в основном Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> и TiO<sub>2</sub>-В), обладающие потенциалом около 1.5 В отн. Li/Li<sup>+</sup> и повышенной устойчивостью структуры при циклировании. Вместе с тем, титанат лития характеризуется невысокой удельной емкостью (175 мА·ч/г), в связи с чем в последнее время все больше внимания со стороны исследователей уделяется диоксиду титана в кристаллической модификации бронз ( $\beta$ -фаза TiO<sub>2</sub> или TiO<sub>2</sub>-В), теоретическая емкость которого составляет 335 мА·ч/г. Важным обстоятельством, отличающим  $\beta$ -фазу от других полиморфных модификаций диоксида титана, является то, что внедрение ионов лития осуществляется по принципу псевдоемкости и не ограничивается твердотельной диффузией. К сожалению, использованию TiO<sub>2</sub>-В в качестве анода ЛИА препятствует большая ширина запрещенной зоны (3.0–3.2 эВ), результатом чего является его низкая электропроводность ( $\sim 10^{-12}$  См/см). Исследования последних лет посвящены разработке способов, позволяющих улучшить электронные свойства TiO<sub>2</sub>-В, и одним из наиболее перспективных путей является объединение подходов основанных на управлении морфологией и введении примесей в структуру.

В рамках данной проблематики, в настоящем докладе будут представлены результаты легирования ванадием мезоструктурированных нанотрубок TiO<sub>2</sub>-В, продемонстрирована взаимосвязь между содержанием допанта и электрохимическими свойствами материалов, обсуждены особенности гетеровалентного катионного замещения в структуре TiO<sub>2</sub>-В.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 19-73-10017.*