**Особенности структуры и транспортных характеристик оксида графена при интеркаляции ионов**

***Гирфанова А.Г., Гурьянов К.Е.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: aliya\_girfanova@list.ru*

Мембранные технологии являются неотъемлемой частью многих сфер деятельности человека. Более половины всех мембранных процессов приходится на очистку и опреснение воды. Для этих целей с конца прошлого века в подавляющем большинстве используются полимерные мембраны. Их главными недостатками являются низкая производительность и, в ряде случаев, низкая селективность в паре H2O/N2. Таким образом, исследование новых классов материалов для создания высокоэффективных мембран является актуальной материаловедческой задачей.

Большой интерес для мембранных технологий представляют квазидвумерные неорганические материалы, в частности, графен и его производные. Так, мембраны на основе оксида графена (ОГ) обладают высокими скоростями транспорта воды по сравнению с постоянными газами, достигая идеальной селективности в паре H2O/N2 ~104. Одним из потенциальных способов увеличения селективности мембран является «залечивание» дефектов структуры нанолиста с использованием чрезвычайно высоких температур в восстановительной атмосфере или путем внедрения катионов металлов. В связи с этим, целью данной работы является исследование микроструктуры и транспортных свойств мембран на основе оксида графена, интеркалированных катионами металлов.

Для достижения данной цели исследовались транспортные свойства мембран с разной степенью упорядоченности структуры по воде и постоянным газам (ультратонкие мембраны ~40 нм, нанесенные методом spin-coating и толстые мембраны (~3 мкм), нанесенные методом фильтрации под давлением) до и после интеркаляции катионами.

Установлено, что интеркаляция мембран, полученных методом нанесения на вращающуюся подложку, двухвалентными катионами на порядок увеличивает селективность в паре H2O/N2, в свою очередь однозарядные катионы, напротив, на порядок понижают селективность. Данный феномен, по-видимому, связан с различием в расположении катионов вдоль поверхности нанолистов: катионы Me+ располагаются преимущество на поверхности, а катионы Me2+ - преимущественно в дефектах нанолистов. Такое специфичное расположение также оказывает значительное влияние на упаковку нанолистов, деформируя идеальное упорядочение в случае однозарядных катионов.

Данное предположение хорошо согласуется с результатами малоугловой рентгеновской дифракции. Согласно результатам ИК-спектроскопии поглощения интеркаляция катионов Mg2+ также влияет на термическую стабильность структуры ОГ, демонстрируя удержание абсорбированной воды даже при повышенных температурах (до 300 ºС), что объясняется сильным ион-дипольным взаимодействием.

Также было исследовано влияние интеркаляции данных катионов на дзета-потенциал поверхности ОГ при изменении pH среды. В результате интеркаляции катионов Mg2+ благодаря компенсации заряда наблюдалась стабилизация дзета-потенциала ОГ в широком диапазоне (от 2 до 11 pH).

*Работа выполнена при поддержке гранта №23-13-00195.*