

УДК 542.9

СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ MXENE И ZIF ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОЙ АДСОРБЦИИ ГАЗОВ

Кригер А.Е. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент Кривошапкин П.В.
(Университет ИТМО)

В данном докладе будут рассмотрены синтез гибридов на основе MXene и цеолито-имидазоловых каркасов(ZIF), а также адсорбция газов на их поверхности.

Введение. Из-за роста населения планеты растут и потребности, что, в свою очередь, приводит к пропорциональному росту производств. Из-за этого количество выделяемых парниковых газов, таких как CO₂, постоянно увеличивается, что приводит к усилению парникового эффекта – постоянному нагреву атмосферы. Такая острая проблема требует постоянно поиска новых способов уменьшить количество газов, попадающих в атмосферу. Одним из возможных вариантов могут стать высокопористые материалы с большой площадью поверхности и высокой селективностью к выбранным газам. В данной работе мы рассматриваем синтез, а также применение перспективных газовых адсорбентов на основе MXene и ZIF.

Основная часть. MXene (где М – переходный металл, а X – либо углерод, либо азот) – новый тип 2D материал, обладающий отличной проводимостью и гидрофильностью, но низкой термической стойкостью, так как достаточно быстро окисляются при взаимодействии с кислородом. На данный момент, самый популярный метод синтеза такого материала – травление МАХ фазы (где М – переходный металл, А – второй переходный металл, а X – либо углерод, либо азот). Так как связи между А и М невероятно прочные, разорвать их могут только сильные окислители, такие как HF. После процесса травления на поверхности MXene остаются функциональные группы с частично отрицательным зарядом. Такой отрицательный заряд на поверхности позволяет электростатически закрепить на поверхности ионы металлов, используемых в синтезы металл-органический каркасов (МОК), частным случаем которых является ZIF.

ZIF – координационные соединения, состоящие из ионов/кластеров металлов и органических лигандов, которые формируют развитую, похожую на цеолит решетку. Они обладают большой специфической площадью поверхности, контролируемым размером пор, а также термической стойкостью. Идеальные кандидаты для сорбции газов, но ввиду своей наноразмерности, а также плохой химической стойкости, нуждаются в подходящей подложке. Как уже было сказано выше, на поверхности MXene могут закрепляться ионы металлов, вокруг которых затем можно скоординировать органические лиганды(имидазол). В результате можно получить композит из слоев MXene, декорированных ZIF. Такой гибрид обладает термической и химической стабильностью, электропроводностью, а также специфическим размером пор и особенностями поверхности, которые позволяют создавать специфичные адсорбенты.

В данной работе мы синтезировали и исследовали физико-химические свойства гибридов на основе MXene и МОК. В частности, были получены гибриды Ti₃C₂/ZIF-8 и Ti₃C₂/ZIF-67. Методом низкотемпературной сорбции азота были исследованы текстурные характеристики образцов, построены изотермы адсорбции-десорбции, проведен ВЕТ и ВЖН анализы. Площадь поверхности и средний размер пор составили 756 м²/г и 7.5нм и 1050 м²/г и 3.5нм для Ti₃C₂/ZIF-8 и Ti₃C₂/ZIF-67 соответственно. Морфология и структура материалов была изучена сканирующей электронной микроскопией, рентгенофазовым анализом и ИК-спектроскопией. Сорбционная емкость CO₂ у Ti₃C₂/ZIF-67 составила 13.6 ммоль/г.