

УДК 544.4

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ 2D НАНО-ЧАСТИЦ Ti₃C₂T_x

Кудрявцева Елизавета Максимовна (Гимназии 261 Кировского района города Санкт-Петербурга)

Научные руководители: к.х.н., проф. Смирнов Евгений (Университет ИТМО)

Введение

С момента первого синтеза MXene в 2011 году, было открыто множество различных свойств у данной 2-d материалов. Соединения обладают прочностью и упругостью, что позволяет им выдерживать механические нагрузки и деформацию. Также благодаря высокой электропроводности MXene могут быть использованы для устройств накопления энергии, таких как батареи, а также в материалах защищающих от электромагнитных помех. Их высокая электропроводность и большая площадь поверхности обеспечивают эффективный перенос заряда и ионов. 2-d материалы могут избирательно адсорбировать ионы тяжелых металлов и органические загрязнители из воды, что делает их перспективными для применения в области очистки воды. Кроме того, MXene могут использоваться в качестве чувствительных элементов в газовых датчиках, датчиках влажности и биосенсорах, обеспечивая высокую чувствительность и селективность. Именно поэтому важно развивать процесс синтезирования MXene, чтобы в дальнейшем открывать новые области применения данных 2-d материалов.

Основная часть

В процесс синтеза MXene входит три этапа. Сначала используем порошок Ti₃AlC₂ и добавляем к нему соляную (HCl) и плавиковую (HF) кислоты. Далее происходит процесс травления, благодаря которому удастся вытравить Al из MAX фазы. После проводится тщательное очищение порошка от остатков кислот и солей. После промывки порошка к раствору MXene с pH около 6 добавляется хлорид лития (LiCl), вследствие чего ионы лития (Li⁺) интеркалируют между слоями Ti₃C₂T_x. Таким образом, после всех вышеперечисленных этапов синтеза, образуется около 600 мл раствора MXene.

С помощью различных методов таких, как SEM, AFM, DLS, UV-Vis, XRD, EDX, мы проводим качественный и количественный анализ. Главными параметрами являются концентрация, размер и толщина.

С приготовленным раствором планируется провести измерение кинетики его окисления на воздухе.

Результаты

В конечных результатах ожидается получение AFM и SEM снимков, показывающих структуру, размеры. Более того, XRD и EDX графики, отражающие элементный состав и кристаллическую решетку. Кроме того, DLS и UV-Vis спектры, показывающие размер и концентрацию частиц в растворе.

Также, планируется измерить процесс окисления MXene на воздухе при помощи UV-Vis и визуально. На спектрах ожидается появление пика TiO₂, а также заметное изменение цвета раствора с черного на светло-серый.

Литература

[1] Alhabeib, M., Maleski, K., Anasori, B., Lelyukh, P., Clark, L., Sin, S., & Gogotsi, Y. (2017). Guidelines for synthesis and processing of two-dimensional titanium carbide (Ti₃C₂T_x х MXene). *Chemistry of Materials*, 29(18), 7633-7644.

[2] Kim, Y. J., Kim, S. J., Seo, D., Chae, Y., Anayee, M., Lee, Y., ... & Jung, H. T. (2021). Etching mechanism of monoatomic aluminum layers during MXene synthesis. *Chemistry of Materials*, 33(16), 6346-6355.

- [3] McDaniel, R. M., Carey, M. S., Wilson, O. R., Barsoum, M. W., & Magenau, A. J. (2021). Well-dispersed nanocomposites using covalently modified, multilayer, 2D titanium carbide (MXene) and in-situ “Click” polymerization. *Chemistry of Materials*, 33(5), 1648-1656.
- [4] Anayee, M., Shuck, C. E., Shekhirev, M., Goad, A., Wang, R., & Gogotsi, Y. (2022). Kinetics of Ti_3AlC_2 Etching for Ti_3C_2Tx MXene Synthesis. *Chemistry of Materials*, 34(21), 9589-9600.