

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЦИГЛЕРОВСКОГО ТИПА НА ПОВЕРХНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ *in-situ*

А.А. Зданович

Научный руководитель – к.х.н., зав. лаб. М.А. Мацько

*Институт катализа СО РАН имени Г.К. Борескова*

630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 5, zdanovich@catalysis.ru

В современном мире большой интерес представляют полимерные нанокомпозитные материалы, сочетающие в себе свойства как углеродных нанотрубок (высокая прочность, эластичность, тепло- и электропроводность), так и полиолефинов (устойчивость к агрессивным средам, простота получения, дешевизна). Такие композиционные материалы, могут применяться в различных прикладных сферах, таких как авиастроение, энергетика, ракетостроение, медицина, строительство, автомобильная промышленность, металлургия и нефтегазовая отрасль.

Основной проблемой получения данных композитов является достижение однородного распределения углеродных нанотрубок в полимерной матрице. Одним из наиболее эффективных методов получения таких полимерных композитов является метод полимеризации олефина *in situ* с использованием катализатора, закрепленного на поверхности многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ). Для реализации этого подхода могут быть использованы каталитические системы циглеровского типа. Эти катализаторы просты в получении, обладают высокой активностью, позволяют регулировать молекулярную структуру образующихся полимеров.

Целью работы является изучение процесса формирования на поверхности многослойных углеродных нанотрубок каталитических систем полимеризации олефинов.

В работе использовались многослойные углеродные нанотрубки различающимися структурными характеристиками: средний диаметр – 9,4 и 18,6 нм, длина – 30–40 и 20–30 мкм, внешняя удельная поверхность – 240 и 140 м<sup>2</sup>/г

для МУНТ-I и МУНТ-II соответственно. Путем окисления МУНТ-I в концентрированной азотной кислоте и размолотом в планетарной мельнице были получены МУНТ-I-Ох, со средней длиной нанотрубок 0,4–0,6 мкм. Поверхностная концентрация кислородсодержащих групп составляет 0,2 группы на 1 нм<sup>2</sup> для МУНТ-I, МУНТ-II и 2,4 группы на 1 нм<sup>2</sup> для МУНТ-I-Ох. На поверхности МУНТ были сформированы каталитические системы последовательным нанесением AlR<sub>3</sub> или MgR<sub>2</sub> (R-алкил) и TiCl<sub>4</sub>. Композиты с разным содержанием МУНТ (различным выходом) были получены полимеризацией *in-situ*. Изученные системы характеризовались достаточно стационарной кинетической кривой, что позволяет получать композиционные материалы различного состава за счет варьирования времени реакции.

Было установлено, что каталитическая система, полученная предварительной обработкой МУНТ триалкилами алюминия, проявляет активность только в случае использования окисленных МУНТ. При этом в результате окисления и размола МУНТ-I образуются крупные агломераты (размером до 100 мкм), которые практически не разрушаются в процессе полимеризации.

Использование MgR<sub>2</sub> для модификации поверхности МУНТ (как окисленных МУНТ-I-Ох, так и исходных МУНТ-I, МУНТ-II) приводит к формированию более активных катализаторов с улучшенной способностью к регулированию молекулярной структуры образующего полимера. Образцы нанокомпозитов, полученных на основе МУНТ-II, характеризуются более равномерным распределением МУНТ в полимерной матрице.