

разрыве (от 1788 до 1946 мПа).

Из полученных результатов следует, что все физико-механические показатели нанокомпозитов в исследуемом интервале концентраций нанобентонита при заданных условиях полимеризации были улучшены. Очевидно, требуются дальнейшие исследования связи изменения других характеристик нанокомпозита с содержанием органобентонита.

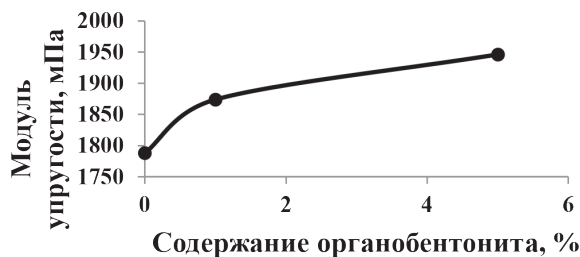


Рис. 3. Зависимость модуля упругости при разрыве композита от концентрации органобентонита

Список литературы

1. Наседкин В.В., Демиденко К.В., Боева Н.М., Белоусов П.Е., Васильев А.Л. *Органоглины. Производство и основные направления ис-*

пользования // Актуальные инновационные исследования: наука и практика, 2012. – №3. – С.2.

СИНТЕЗ И ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ 5-НОРБОРНЕН-2,3-ДИКАРБОКСИМИД-N-МЕТИЛАЦЕТАТА

А.Р. Бейсенбаев, Н.А. Смирнова

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.А.Ляпков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tpu@tpu.ru

Метатезисная полимеризация с раскрытием цикла (Ring Opening Metathesis Polymerization – ROMP) является распространенным методом для получения различных функциональных полимеров. Развитие данного метода полимеризации привело к тому, что были получены новые полимеры с очень интересными свойствами и применениями. Таким образом были получены полимеры с высокой температурой стеклования, полимеры, используемые в качестве мембранных материалов, полимеры, применяемые в косметических композициях для ухода за волосами, полимеры, используемые для биологической проницаемости клеток [1]. Возможность применения полученных материалов в самых различных отраслях основаны на введении в структуру полимеров определенных функциональных групп, которые могут полностью изменить физико-механические характеристики исходного полимера [2].

В настоящее время особый интерес представляют полимеры на основе норборнена, имеющие в качестве заместителей в 2,3-положениях различные функциональные группы. Определенный интерес среди мономеров приобретают производные норборнен-2,3-дикарбоновой кислоты. Наибольший интерес в этой группе мономеров представляют N-замещенные мале-

имиды, содержащие различные функциональные группы в структуре, которые могут придать уникальные свойства конечному полимерному материалу [3].

Целью данной работы было синтезировать 5-норборнен-2,3-дикарбоксимид-N-метил ацетат, провести полимеризацию полученного мономера и исследовать его свойства.

Синтез мономера 5-норборнен-2,3-дикарбоксимида-N-метил ацетата проводили в соответствии с методикой, описанной в работе [4]. Реакция заключалась во взаимодействии эндикового ангидрида и гидрохлорида метилового эфира аминокислотной кислоты в присутствии триэтиламина. Конечный продукт имеет вид прозрачного масла с желтоватым оттенком. Анализ образцов выполнен методом ГХ-МС. На основании полученных масс-спектров была установлена структура полученного продукта и определено соотношение экзо- и эндо- изомеров (95 : 5).

Полимеризацию мономера 5-норборнен-2,3-дикарбоксимид-N-метилацетата проводили методом ROMP.

Используемый катализатор: (1,3-бис-(2,4,6-триметилфенил)-2-имидазолидинилден)дихлоро(o-N,N-диметиламино-метилфенилметил)рутений. Массовое соотношение

катализатор/мономер = 1 : 10000. Полимеризацию проводили при температуре 70 °С первые 30 минут, затем при 140 °С в течение 1,5 часа. Полученный полимер представляет собой твердый, роговидный материал кремового оттенка.

Для изучения структуры были сняты ИК спектры мономера и полимера и обнаружено, что характерные для мономера полосы поглощения присутствуют и в спектре полимера.

Полученный полимер был проанализирован методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), на основании которого была определена температура стеклования

$T_g = 98,8$ °С. Анализ полимера термогравиметрическим методом показал, что в интервале 200–250 °С происходит отщепление функциональной группы, а при температурах свыше 400 °С идет разрушение основной цепи полимера, сопровождающееся активной потерей массы.

Таким образом, был синтезирован 5-норборнен-2,3-дикарбосимид-N-метилацетат, доказана его структура и проведена его ROM-полимеризация. Определена температура стеклования полученного полимера. Термические методы анализа показали, что полимер стабилен на воздухе до 190 °С.

Список литературы

1. Michael A., Tallon Y., Rogan B., Marie R. Clark, Osama M. Musa, E. Khosravi // *Polymer Chemistry*, 2014. – №52. – P.2477–2501.
2. Adam E. Goetz, Andrew J. Boydston // *Journal of the American Chemical Society*, 2015. – №137. – P.7572–7575.
3. Т.О. Семенова, В.А., О.А. Колямшин, Н.И. Кольцов / *Успехи в химии и химической технологии*, 2008. – Т.XXII. – №5(85). – С.81.
4. Stefano C.G. Biagini, Stephen M. Bush, Vernon C. Gibson, Luisa Mazzaroi, Michael North, William G. Teasdale, Carol M. Williams, Giuseppe Zagotto and Dora Zamuner // *Tetrahedron*, 1995. – Vol.51. №26. – P.7247–7262.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

И.С. Бердюгина, А.Г. Баннов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Г. Баннов

Новосибирский государственный технический университет
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса 20, irina_berdugina@mail.ru

В настоящее время композиты на базе эпоксидных смол широко применяются во многих областях промышленности в качестве клеев, защитных покрытий и электретов. Однако эксплуатация изделий из таких композитов для функциональных применений зачастую осложнена их низкой твердостью, удельной проводимостью и диэлектрической проницаемостью. Улучшить данные показатели можно за счет введения в эпоксидную матрицу наполнителя (металлов, солей, неметаллов). В данной работе в качестве наполнителя предложено использование многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) [1–2].

В качестве матрицы для всех исследуемых образцов использовалась эпоксидная смола DER-331 (DOW Chemicals Co.) и отвердитель – полиэтиленполиамин (ПЭПА), взятые в соотношении 6:1. Было проведено исследование влияния количества наполнителя на твердость и электрофизические свойства образцов. Процентное содержание наполнителя (МУНТ) со-

ставляло 0, 0,1, 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, масс. % от веса ЭС. Отверждение всех образцов проводилось при комнатной температуре в течение 24 ч. Измерение твердости производилось на твердомере по методу Шора (Automatic operating stand Shore Model: 902 В) в соответствии с ГОСТ 24621-91 [3].

Было установлено, что полученные значения твердости изменяются в диапазоне от 74–84 единицы по шкале D. Выявлено, что зависимость твердости от содержания наполнителя имеет сложный характер. При увеличении концентрации МУНТ до 0,5 масс. % наблюдается снижение твердости (при 0% – 83,6 H_D , при 0,1% – 80,7 H_D , при 0,5% – 74 H_D), при увеличении содержания МУНТ в диапазоне 1,5–2,5 масс. % происходит увеличение твердости от 77,4 H_D до 82,5 H_D . При концентрации равной 1 масс. % зафиксировано наибольшее значение твердости – 84 единицы. Данное явление связано с равномерностью распределения наполните-