

температура стеклования атактических гомополимеров которого превышает 100 °С [3], позволит нивелировать влияние температуры на физико-механические свойства высоконаполненных композитов.

Установлено, что повышение содержания ММА в связующем до 40 мас.% приводит к увеличению  $\sigma_{сж}$  и эффективной константы скорости набора прочности более, чем в 3,5 раза, однако при этом наблюдается и нежелательное увеличение времени потери текучести. С точки

зрения сочетания высоких технологических и эксплуатационных свойств оптимальным является следующий состав акрилового связующего (мас.%): ММА–ЭПМА=(20÷35)–(65÷80).

Важно, что для всех исследованных составов мономер-олигомерного связующего прочность на сжатие, близкая к предельной ( $\geq 80\%$ ), достигается в сжатые (1–3 часа) сроки при любых температурах отверждения от минус 25 до +25 °С.

### Список литературы

1. Рыбалко В.П. и др. // Журн. прикл. химии, 2014.– Т.87.– №9.– С.1362–1367.
2. Дьяченко П.Б. Дисс. ... к.т.н.– Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.– 269с.
3. Макаров В.Г., Коптенармусов В.Б. Промышленные термопласты: Справочник.– М.: АНО «Химия», «КолосС», 2003.– 208с.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА НОРБОРНЕНДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛИМЕРА НА ЕГО ОСНОВЕ

Ю.А. Тренина, А.В. Сальникова

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель А.А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Anna.salnikova.98@mail.ru

Полимеры и сополимеры на основе цикло- и дициклопентадиена обладают повышенными прочностными характеристиками, устойчивостью к агрессивным средам. Их получение основано на метатезисной полимеризации с раскрытием цикла, в том числе и карбоксил-функционализированных мономеров. Сшивка линейных молекул при полимеризации норборненов может повысить эксплуатационные характеристики полимеров, полученных на их основе [1–3].

Исследование полимеризации функционально разнообразных мономеров позволяет

улучшить важные свойства и характеристики полимера. Целью данной работы является синтез и полимеризация диэтилового эфира норборнендикарбоновой кислоты и исследование свойств полученных веществ.

Для получения мономера – диэтилового эфира норборнендикарбоновой кислоты (4) использовали реакцию Дильса-Альдера в отсутствии растворителя, в которой циклопентадиен (2) синтезировался *in situ*. В качестве диенофила использовали диэтилмалеат (3) (схема 1).

Диэтилмалеат (3) (75 ммоль) и дициклопентадиен (1) (32,5 ммоль) нагревали на масляной

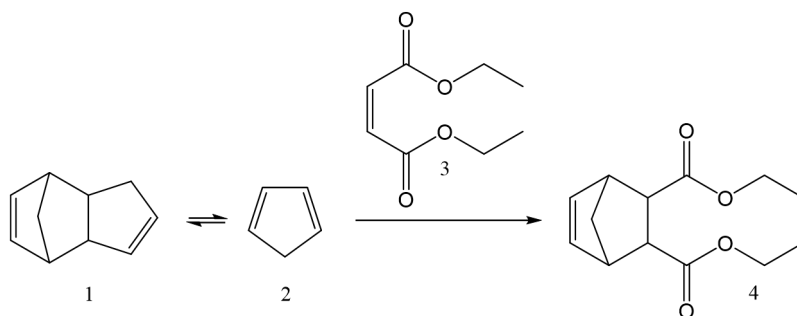


Схема 1.

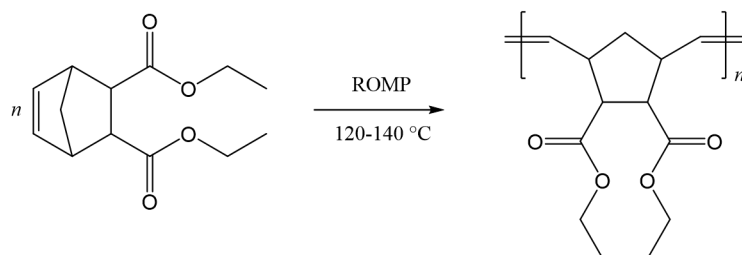


Схема 2.

бане с обратным холодильником при 160 °С в течение двух часов под атмосферным давлением. Выход мономера составил 79%. Соотношение Эндо, эндо- и экзо, экзо-эфирных форм обнаруженных методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором и составляют 81% и 19% соответственно.

Полимеризацию диэтилэндиката (4) осуществляли при температуре 120–140 °С в присутствии катализатора – 1,3-бис-(2,4,6-триметилфенил)-2-имидазолидинилиден) дихлоро(орто-N,N-диметиламинометилфенил-

метилен) рутения (массовое соотношение катализатор/мономер = 1/15000) (схема 2).

Продолжительность полимеризации составляла 1,5 ч. Параметры полимеризации были постоянными во время реакции. Все операции проводились в условиях инертной атмосферы. Полученный полимер растворяли в хлороформе и пересаждали в этиловый спирт, после чего анализировали методом ИК-спектроскопии, термогравиметрическими и дифференциально-термическими методами анализа.

### Список литературы

1. G.S. Bozhenkova, A.P. Samochernova, R.V. Ashirov, A.A. Lyapkov // *Current Organic Synthesis*, 2017.– Vol.14.– P.1–6.
2. D. Huertas, M. Florsche, V. Dragojlovic // *Green Chemistry*, 2009.– Vol.11.– P.91–95.
3. B. Loupy, F. Maurel and A. Sabatie-Gogova, *Tetrahedron*, 2004.– Vol.60.– P.1683–1691.

## СИНТЕЗ ЛАКТИДА В ПРИСУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

А.О. Удовик, А.Д. Шутова, А.Л. Зиновьев  
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aou6@tpu.ru

Полилактид нашел широкое применение для изготовления пленок и контейнеров для пищевых продуктов, а также медицинских изделий благодаря таким свойствам, как биоразлагаемость и биорезорбируемость [1–2]. Для производства полилактида и его сополимеров в качестве сырья обычно используют лактид, в свою очередь получаемый из олигомера молочной кислоты [3].

В данной работе было исследовано влияние органических кислот на выход продукта и степень его чистоты в одноконтурном процессе получения лактида. Органическая кислота взаимодействует с концевой карбоксильной группой олигомера молочной кислоты (рис. 1), таким об-

разом ограничивая рост его молекулярной массы, и упрощая тем самым процесс дальнейшей деполимеризации олигомера.

В процессе синтеза использовалась молочная кислота с концентрацией 80% (Purac), в которую сразу (до концентрирования) добавлялись катализатор (крупнозернистый силикагель (SORBIS GROUP) и органическая кислота. Весь процесс получения лактида-сырца длится 5 часов на установке для прямой перегонки. Первая стадия – концентрирование раствора молочной кислоты и ее поликонденсация. Для этого проводился отгон воды из реакционной массы 2,5–3 часа при снижении давления от 1000 до 5 мбар в инертной среде аргона в температурном диапа-