

## Список литературы

1. Goodarzi V., Monemian S.A., Motahari S. Improvement of thermal and fire properties of polypropylene // *J. Appl. Polym. Sci.*, 2008.– V.110.– №5.– P.2971–2979.
2. Tan K.L, Chen X.S., Yan B.S. et al. Application of chlorinated waste rubber as a flame retardant of low density polyethylene // *J. Appl. Polym. Sci.*, 2012.– V.123.– №6.– P.3495–3502.
3. Та К.К., Бондалетов В.Г. Физико-механические свойства композиций полидициклопентадиена с хлорорганическими наполнителями // *Пластические массы*, 2018.– №7–8.– С.42–44.
4. Колесник В.Д., Аширов Р.В., Щеглова Н.М. и др. Рутениевый катализатор метатезисной полимеризации дициклопентадиена и способ его получения // *Патент России №2409420С1*. 2011.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ДИЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НОРБОРНЕНА И ПОЛИМЕРОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ю.А. Тренина

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yulchik1996@mail.ru

Мощным методом производства высокомолекулярных соединений, обладающих специфической структурой и свойствами является метатезисная полимеризация с раскрытием цикла (Ring Opening Metathesis Polymerization или ROMP). Функционализированные полимеры на основе дициклопентадиена, циклооктена, норборнена, а также сополимеров на их основе для различных целей позволяет получать высокая активность рутениевых катализаторов Граббса [1].

Исследование функционально разнообразных мономеров на основе норборнена позволяет адаптировать важные свойства и характеристики полимера. В данной работе изучен синтез и полимеризация дизамещенных производных норборнена и исследование свойств полученных веществ.

По реакции Дильса-Альдера представленной на схеме 1 циклопентадиен (2) синтезировался *in situ* в отсутствие растворителя. Для получения мономера в качестве диенофила был использован диэтилмалеат (3).

Диэтилмалеат (3) (75 ммоль) и дициклопентадиен (1) (32,5 ммоль) нагревали до 200 °С и кипятили в течении 4 часов с обратным холодильником [2]. Полученный мономер 2,3-дикарбоэтокси-5-норборнен может существовать в двух пространственных формах: экзо,экзо-2,3-дикарбоэтокси-5-норборнен и эндо,эндо-2,3-дикарбоэтокси-5-норборнен (диэтиловый эфир эндиковой кислоты). Суммарный выход полученных мономеров, по данным ГХ-МС, составил 88,7%.

Полимеризацию мономеров осуществляли при температуре 150–160 °С в присутствии раствора катализатора в толуоле с концентрацией 0,01 г/мл (массовое соотношение катализатор/мономер=1/15 000). Продолжительность поли-

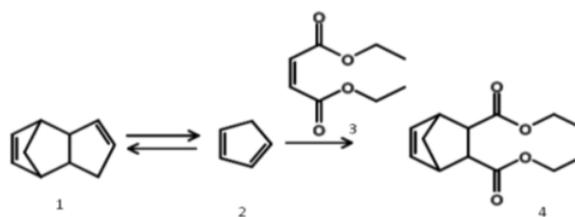


Схема 1. Получение диэтилового эфира эндиковой кислоты

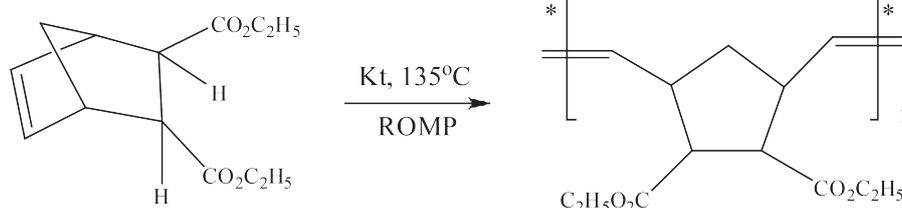


Схема 2. Полимеризация диэтилового эфира эндиковой кислоты

меризации составляла 1,5 ч. В качестве катализатора использовали катализаторе типа Ховейды-Граббса II (Схема 2). Полученный полимер растворяли в хлороформе и пересаждали в этиловый спирт [2].

### Список литературы

1. David Huertas, Melinda Florscher and Veljko Dragojlovic *Solvent-free Diels–Alder reactions of in situ generated cyclopentadiene // GreenChemistry, 2009. – V.11. – P.91–95.*
2. Loupy F. Maurel and A. Sabatie-Gogova, *Tetrahedron, 2004. – 60. – 1683–1691.*

## МОДИФИКАЦИЯ АТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ

Я.В. Третьяков, С.О. Савичева

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Ротарь

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

В настоящее время актуальным является вопрос по повышению ресурсоэффективности предприятий по производству полипропилена, где побочным продуктом является атактический полипропилен (АПП). В исходном виде АПП по физико-химическим свойствам отличается от изотактического полипропилена температурой размягчения и вязкостью, поэтому АПП имеет малую область применения. Для изменения структуры АПП целесообразно проводить его модификацию.

В данный момент для промышленного получения АПП в большинстве случаев используют титан-магниевые катализаторы, структура которых выглядит следующим образом:



где  $\text{V}_1$  и  $\text{V}_2$  – стереорегулирующие добавки:  $\text{V}_1$  – внутренний донор в составе твердого катализатора и, соответственно,  $\text{V}_2$  – внешний донор.

При использовании данного катализаторного комплекса в суспензионном методе исключается возможность полного устранения выхода АПП, поэтому в составе продуктов полимеризации пропилен АПП занимает 1–5% массовых процента.

Модификация атактического полипропилена основана на внедрении в цепь полимера функциональных групп, оказывающих влияние на эксплуатационные характеристики. Одним из

Полученный полимер анализировали методом ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей колориметрии и термогравиметрического анализа.

способов модификации является привитая сополимеризация.

Основной метод получения прививки сополимеров – свободно радикальное привитие, которое осуществляется путем реакции передачи цепи.

Образующийся макрорадикал АПП способен присоединять молекулы малеинового ангидрида (МА) в связи с тем, что МА является сильным гидрофильным мономером. Прививка МА к АПП приводит к образованию карбоксильных и карбонильных групп в цепи АПП.

Эти реакционные группы в составе макромолекулы АПП можно использовать для дальнейшей модификации АПП, что вероятно, может привести к получению материала с лучшими эксплуатационными характеристиками.

Исходный АПП, являющийся объектом исследования имеет температуру размягчения 80 °С и молекулярную массу – 15 000.

В данной работе в качестве инициаторов радикального типа использовали, пероксид бензоила, лиладокс (дицетилпероксидикарбонат), которые способны распадаться на свободные радикалы, активируя третичный атом углерода в

**Таблица 1.** Растворимость реагентов в используемых растворителях

Растворитель	АПП, %	МА, %
Гептан	93	–
Ксилол	71	72