

температуре проводили в течение 10 часов. Для кристаллизации гидрохлорида октилового эфира аминоксусной кислоты жидкую массу помещали в морозильную камеру для охлаждения. Выпавший осадок отфильтровывали, добавляли диэтиловый эфир и выдерживали в течении часа при перемешивании. Затем продукт отфильтровывали и сушили при комнатной температуре. Выход продукта от теоретически возможного составил 81 %.

Вторая стадия (рис. 2) – синтез мономера – 5-норборнен-2,3-дикарбоксимида-N-октилацетатат осуществляли в соответствии с методикой,

описанной в работе [3].

Для проведения синтеза растворяют в толуоле при перемешивании эндиковый ангидрид и триэтиламин. После этого добавляют гидрохлорид октилового эфира аминоксусной кислоты. Полученную смесь нагревали при кипении с обратным холодильником в течении 15 часов, затем охлаждали. После промыли 2 М раствором HCl и водой. Органический слой сушили CaCl₂. Полученный мономер выделяли путем отгонки растворителя под вакуумом и последующей очисткой от примесей.

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. J. Rule, and J. Moore // *Macromolecules*, 2002.– 35(21).– P.7878–7882.
3. M. Lanier, D. Schade, E. Willems, M. Tsuda, S. Spiering, J. Kalisiak, M. Mercola, J.R. Cashman, // *J. Med. Chem.*, 2011.– Vol.55.– №2.– P.697–708.

СИНТЕЗ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ROMP С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОНОМЕРОВ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

А.А. Анисимова, А.Д. Гонтарева, Я.И. Чайкина
Научные руководители – к.х.н., доцент Л.С. Сорока; к.х.н., доцент А.А. Ляпков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yic2@tpu.ru

Большинство синтетических полимеров нашли широкое применение в промышленности благодаря лучшим эксплуатационным свойствам, по сравнению с природными полимерами. В результате возрос научный интерес к созданию полимеров, которые способны выдерживать высокие температуры и различные излучения, а также не разрушающиеся под действием всевозможных агрессивных сред.

Метатезисная полимеризация с раскрытием цикла (ROMP) – это технология полимеризации, в результате которой образуются высокомолекулярные соединения (полимеры) с сохраненной ненасыщенностью исходного циклоолефина [1].

Данный процесс является одним из видов реакции метатезиса олефинов, в котором циклоалкены полимеризуются с образованием линейных полимеров под действием карбеновых комплексов. В качестве мономеров применяются напряженные циклические системы, такие как норборнен и его производные, которые в результате полимеризации часто приводят к получе-

нию стереорегулярных и монодисперсных полимеров и сополимеров, обладающих высокой термической стабильностью, прозрачностью и используются в оптической промышленности для производства оптических волокон, дисков, линз и дисплеев [2, 3].

Целью данной работы является определение зависимости изменения физико-химических свойств полимеров от включенных в их структуру заместителей. В качестве мономеров использованы 5-норборнен-2,3-дикарбоксимид-N-алкилацетататы, которые содержат в своей структуре норборненовую, эфирную и имидную группы (рис. 1). В качестве заместителей выбраны алкильные группы начиная с метильной и заканчивая n-бутильной. Так же рассмотрены изо-пропильная и изо-бутильная группы.

Синтезы полимеров проводены в инертной атмосфере (азот) на масляной бане. В качестве инициатора полимеризации использован рутениевый катализатор Ховейды-Граббса второго поколения [2]. Смесь мономера с катализатором



Рис. 1. Реакция ROMP полимеризации 5-норборнен-2,3-дикарбоксимид-N-алкилацетатов:
 $R - CH_3, C_2H_5, C_3H_7, \text{изо-}C_3H_7, C_4H_9, \text{изо-}C_4H_9$

Ховейды-Граббса II (при массовом соотношении 5000/1) нагревали до 60 °С и выдерживали в течении 30 минут. Затем температуру повышали до 110,7 °С (температура кипения толуола) и продолжали полимеризацию еще в течении двух часов.

После окончания полимеризации реакционную массу охлаждали и высаживали полимер в 5-кратный избыток н-гексана. Полученный осадок полимера отфильтровывали и сушили. Далее полученные полимеры при необходимости дополнительно очищали. Для этого навеску полимера растворяли в хлороформе до полного

растворения (в некотором случае с подогревом) и полученный раствор полимера осаждали в н-гексан при перемешивании. Выпавший осадок полимера отфильтровывали и высушивали.

Следует отметить, что в данных условиях полимеризации, наибольший выход полимеров наблюдался с использованием 5-норборнен-2,3-дикарбоксимидов-N-бутилацетатов, как нормального, так и изо-строения. Наименьшее количество полимера получено при полимеризации 5-норборнен-2,3-дикарбоксимидов-N-метилацетата.

Далее были сняты спектры полимеров с использованием метода ИК-спектроскопии.

В полученных спектрах полимеров, при сравнении с соответствующими спектрами мономеров, наблюдается смещение и изменение частоты полос поглощения, относящихся к двойным связям. Это происходит за счет изменения окружения у двойной связи в процессе полимеризации.

Список литературы

1. Кашковский В.И., Григорьев А.А. // *Катализ и нефтехимия*, 2006.– №14.– С.1–10.
2. Боженкова Г.С. *Дисс. ... к.х.н.– Томск: Томский политехнический университет*, 2016.– 125с.
3. Котомин С.В., Романко О.И., Якушева Е.И. *Полимерные материалы и пластики – свойства и применение.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2017.– 45с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ НОРБОРНЕНОВОГО ПРОИЗВОДНОГО γ-МЕТАКРИЛОИЛОКСИПРОПИЛТРИМЕТОКСИСИЛАНА ПО РЕАКЦИИ ДИЛЬСА-АЛЬДЕРА

Н.А. Байкова

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, baikova_natasha_92@mail.ru

В настоящее время использование труб из пластика конкурирует с использованием труб из металла, так как полимерные материалы имеют ряд преимуществ: коррозионная и химическая стойкость, эластичные и высокопрочные несмотря на легкость, имеют низкую теплопроводность. Но существует проблема отсутствия пластика российского производства для эксплуатации в климатических условиях России, так как используемое импортное сырье имеет

ограниченный диапазон в условиях для эксплуатации в России (температуры теплоносителя не превышают 95 °С – в России и 70 °С в Европе). Высокими прочностными свойствами обладают сшитые полимеры благодаря своей особой структуре. Поэтому существует необходимость создания новых высокоресурсных сшивающих агентов.

Целью работы является исследование влияние мольного соотношения циклопентадиена