

# Секция 8 | Химическая технология полимерных материалов

## ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ 5-НОРБОРНЕН-2,3-ДИКАРБОКСИИМИД-N-ОКТИЛАЦЕТАТА МЕТОДОМ ROMP

А.С. Акимов, Д.А. Федотова

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, dashafeedotova@gmail.com*

В современном мире полимерные материалы – это важные, и в большинстве случаев незаменимые, составляющие в различных областях деятельности человека. К настоящему времени известно множество полимерных материалов с различными свойствами и характеристиками. Так, например, полимеры на основе норборнена с различными типами заместителей применяются все больше из-за своих уникальных свойств. Подобные полимеры имеют достаточно хорошую механическую прочность, отличные диэлектрические свойства, а также могут быть использованы для производства различных композиционных материалов [1].

В дополнение к вышеперечисленным достоинствам нужно отметить, что одним из наиболее важных критериев является малые затраты при получении полимеров. Помимо этого, полимеры на основе норборнена, которые содержат в составе аминоксидные группы, могут являться перспективным сырьем для получения биологически активных материалов [2]. С помощью ROMP-полимеризации производных норборнена появляется возможность получить полимеры с такими свойствами как высокая термостойкость и механическая прочность. Полимеры, которые получены данным способом, обладают хорошими адгезионными и электроизоляционными свойствами.

Цель данной работы – это синтез 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-октилацетата, проведение ROMP-полимеризации и сополимеризации с ди-функциональным мономером.

Процесс получения 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-октилацетата проводится в две стадии. На первой стадии получают гидрохлорид октилового эфира аминоксусной кислоты

при взаимодействии аминоксусной кислоты и октилового спирта в присутствии тионил хлорида. Выход продукта составил 81% от теоретически возможного. Вторая стадия – синтез мономера – 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-октилацетата проводили в соответствии с методикой, которая описана в работе [3].

Полимеризацию 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-октилацетата проводили в растворе толуола на масляной бане при начальной температуре 60 °С.

Определенное количество мономера растворяли в толуоле при постоянном перемешивании. После этого добавляли раствор катализатора Ховейды-Грabbса II поколения в толуоле. При этом соотношение катализатор : мономер по массе должно составлять 1 : 5000.

Полученную массу нагревали до 60 °С и выдерживали 30 минут. Затем повышали температуру до температуры кипения толуола 110,7 °С и проводили процесс еще в течении 2–х часов. Общее время полимеризации составляло не менее 2,5 часов. После окончания процесса образовавшийся полимер высаживали в избыток гексана и высушивали при комнатной температуре. Для дополнительной очистки от непрореагировавшего мономера и следов катализатора полученный полимер растворяли в хлороформе и высаживали в избыток гексана.

Для улучшения свойств полимера проводим сополимеризацию с ди- и/или три-функциональными мономерами, например, экзо, экзо-N, N'-этилен-ди (норборнен-5, 6-дикарбоксиимидом).

Получаемый шитый полимер должен иметь более высокие показатели и более высокую температуру стеклования. Соплимеризацию 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-октил ацетата

с экзо, экзо-N,N'-этилен-ди(норборнен-5,6-дикарбокси-имидом) проводили в растворе толуола при мольном соотношении мономера к сомономеру 19:1. Сополимеризацию проводили аналогично выше приведенной методики полимеризации мономера. После окончания реакции

сополимер высаживали в избыток гексана и сушили от растворителя.

Далее очищенные полимер и сополимер был исследованы с использованием методов термического анализа и ИК-спектроскопии.

### 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.– V.55.– №2.– P.697–708.

## КОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА И ГИДРОКСИАПАТИТА КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

И.О. Акимченко, Г.Е. Дубиненко, А.Л. Зиновьев  
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, С.И. Твердохлебов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, akimchenko.igor@gmail.com

По данным исследования, среди ключевых факторов приобретения инвалидности в мире, заболевания опорно-двигательного аппарата занимают второе место [1]. Заболевания опорно-двигательного аппарата поражают лиц всех возрастных групп во всех регионах мира. Ортопедия традиционно связана с разделом клинической медицины, изучающим повреждения опорно-двигательного аппарата (костей, суставов и т.д.), – с травматологией. Имманентно в состав ортопедии и травматологии входит протезирование. Хирургическая реконструкция, трансплантация и медикаментозная терапия являются текущими вариантами клинического лечения различных нарушений, связанных с тканями, включая разрушение и потерю костной ткани. Однако эти методы лечения имеют серьезные недостатки, такие как сильная боль, риск инфекций, воспаление оперируемого участка, иммунное отторжение, передача вирусных и прионных белков [2]. В последние годы важным направлением развития травматологии стало создание новых биорезорбируемых материалов, способных замещать поврежденные ткани и способствовать их регенерации. Основная цель создания таких материалов заключается в развитии технологий создания трехмерных структур, форма которых в точности повторяет строение поврежденных тканей.

Технологии 3D-печати широко используются благодаря их способности создавать сложные трёхмерные структуры с высокой воспроизводимостью и точностью. Метод FDM печати, заключающийся в нанесении последовательных слоев расплава полимера на подложку согласно цифровой модели, стал одним из наиболее популярных в качестве экономически эффективного способа изготовления деталей с контролируемой пористостью и размерами пор. На сегодняшний день, для печати медицинских изделий методом FDM используется филамент, изготовленный из биорезорбируемых полиэфиров таких как полимолочная кислота (PLA), поликапролактон (PCL), полигликолевая кислота (PGA) и их сополимеры [3]. Существенным фактором, ограничивающим широкое применение метода FDM для печати имплантатов для травматологии и ортопедии, является низкая функциональная активность полимерных имплантатов что затрудняет дифференцировку мезенхимальных стромальных клеток в остеобласты, ограничивая продукцию костной ткани уменьшая прочность фиксации имплантата в костном ложе. Перспективной стратегией решения этой проблемы является использование для печати филамента изготовленного из композиционных материалов на основе биodeградируемых полиэфиров и био-