

Прежде всего этот эффект обусловлен улучшением формовочных свойств раствора на основе ПГБ за счет введения гемина в качестве модифицирующей добавки (Таблица 1).

Изменение морфологии отразилось на многих эксплуатационных свойствах полученного материала. Прочность волокнистого слоя возросла с 1,7 Мпа до 5,5 Мпа, а удлинение материала увеличилось с 3,6 % до 6,1 % (Рисунок 2). Воздухопроницаемость материала за счет большого числа открытых пор увеличилась с 0,4 мл до 1,9 мл за единицу времени (по методу Герли).

Также в работе было установлено, что гемин вносит существенный вклад в процесс формирования кристаллической фазы ПГБ, способствуя

снижению доли кристаллических образований с 65 % до 52 %, в то время как продольный размер кристаллитов вырос на 15 %.

Большое значение имеет высокая биосовместимость полученных материалов, которая оценивалась по выживаемости фибробластов линии VJ-5ta в сравнении со средним значением выживаемости контрольных клеток, инкубированных в отсутствие материалов. Так введение гемина позволило обеспечить выживаемость 90–100 %, в сравнении с чистым ПГБ, где выживаемость составила 90 %.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ МК-1651.2022.1.3.

Список литературы

1. Kai D., Zhang K., Liow S. S., Loh X. J. *New Dual Functional PHB-Grafted Lignin Copolymer: Synthesis, Mechanical Properties, and Biocompatibility Studies // ACS Appl. Bio Mater*, 2018. – V. 2. – P. 127–134.
2. Dell'Acqua S., Massardi E., Monzani E., et al. *Interaction between hemin and prion peptides: binding, oxidative reactivity and aggregation // Int. J. Mol. Sci.*, 2020. – V. 21 (20). – P. 7553.
3. Avossa J., Paolesse R., et al. *Electrospinning of Polystyrene/Polyhydroxybutyrate Nanofibers Doped with Porphyrin and Graphene for Chemiresistor Gas Sensors // Nanomaterials*, 2019. – V. 9 (2). – P. 280.

СИНТЕЗ ПОЛИСУЛЬФОНФОРМАЛЕЙ АКЦЕПТОРНО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ ОЛИГОМЕРОВ С ТЕРЕФТАЛОИЛХЛОРИДОМ

А. И. Усов

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

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

Изучение зависимости свойств ароматических полиэфирсульфонов от их состава показало, что полимеры высокого качества можно получить путем введения в их структуру объемных кардовых группировок, что значительно повышает их термо-механические характеристики. Целью данной работы являлось получение полисульфонформала полиэтерификацией олигомеров с терефталойлхлоридом и изучение его свойств.

Синтез олигосульфонов проводят по механизму нуклеофильного ароматического замещения. В ходе реакции происходит конденсация мономеров с бифункциональными реакционными группами с использованием водного раствора гидроксида натрия или твердого карбоната калия в полярных апротонных растворителях

[1]. Реакция данного типа использовалась в работе для получения олигомеров.

Синтез полисульфонформала из олигомеров проводили методом акцепторно-каталитической поликонденсации.

Большое влияние на скорость акцепторно-каталитической поликонденсации оказывает природа растворителя и температура реакции. Добавление триэтиламина катализирует протекающую реакцию и дает возможность отделить раствор полимера от твердого побочного низкомолекулярного продукта синтеза [3].

Экспериментальная часть

Синтез олигомеров проводили в трехгорлой колбе, снабженной входом для азота, термометром для контроля температуры, магнитной ме-

шалкой, обратным холодильником и насадкой Дина-Старка.

Синтез олигосульфона на основе 3,3-ди(4-оксифенил)фталида и 4,4'-дихлордифенилсульфона. В колбу загружали 3,5016 г (0,011 моль) 3,3-ди(4-оксифенил)фталида, 10 мл диметилсульфоксида и 17,5 мл толуола в качестве азеотропообразователя. В колбу при 90 °С добавляли 2,45 мл 9,0 н раствора гидроксида натрия (0,022 моль). Азеотропную смесь отгоняли при 140 °С. После отгонки азеотропной смеси, реакционную смесь охлаждали до 70 °С. При 75 °С вносили 2,8702 г (0,01 моль) дихлордифенилсульфона. Реакцию поликонденсации проводили 6 часов при 170–175 °С.

Синтез олигоформала на основе 3,3-ди(4-оксифенил)фталида и дихлорметана. В установку вносили 6,9960 г (0,022 моль) 3,3-ди(4-оксифенил)фталида, 4,9 мл 9 н раствора гидроксида натрия, 25,92 мл диметилсульфоксида; 14 мл метилбензола. В интервале температур 140–145 °С отгоняли воду в виде азеотропной смеси. Безводную реакционную смесь охлаждали до 25–28 °С, затем добавляли 1,28 мл (0,02 моль) метилхлорида к раствору дифенолята. Синтез проводили при температуре кипения дихлорметана в течение 0,5 ч, затем в течение 0,5 ч при постепенном повышении температуры до 150 °С.

Синтез полисульфонформала [3]: реакцию проводили при комнатной температуре в трехгорлой колбе, оснащенной термометром, магнитной мешалкой и входом для азота. В колбу вносили олигомеры следующих в соотношении: 2,8209 г (0,0005 моль) олигосульфона и 1,8119 г (0,0005 моль) олигоформала. В качестве реакционной среды использовали дихлорметан в количестве 140 мл. Дозатором добавляли 0,285 мл (0,002 моль) триэтиламина, и перемешивали в течение 5 минут. Затем к реакционной смеси добавляли 0,2091 г (0,001 моль) терефталойлхлорида. Поликонденсацию проводили при 25 °С в течение 1 часа, затем полимерный продукт высаживали в изопропанол и фильтровали.

Строение олигомеров и полисульфонформала ожидаемой структуры подтверждали результатами ИК-спектроскопии. На ИК-спектре полисульфонформала имелись полосы поглощения для простой и сложной эфирных связей, сульфониальной группы (560–570, 1150–1170, 1290, 1320 см⁻¹), кетогруппы (1765 см⁻¹), что соответствует предполагаемой структуре. Полимер представлял собой белое порошкообразное вещество, хорошо растворимое в хлороформе. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение характеристик полисульфонформалей.

Список литературы

1. Пат. № 2005737, РФ // Способ получения поли- и сополисульфонов, 1994.
2. Виноградова С. В., Успехи в области акцепторно-каталитической полиэтерификации / С. В. Виноградова, В. А. Васнев // Успехи химии, 1979. – Т. 48. – № 1. – С. 30–39.
3. Лукожев Р. В., *Ароматические сополиэфирсы и блоксополиэфирсы с дихлорэтиленовой группой.* Дисс. канд. хим. наук. – Нальчик: Кабардино-балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова. – 124 с.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Г. Р. Фазылзянова, Е. С. Охотникова, Ю. М. Ганеева
Научный руководитель – Е. С. Охотникова

Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН
420088, Россия, г. Казань, ул. Ак. Арбузова, 8, arbutov@iopc.ru

Выпускаемые нефтеперерабатывающими заводами (НПЗ) вяжущие по своим температурным характеристикам не соответствуют эксплуатационным свойствам. Одним из способов повышения термических характеристик битумного вяжущего является его модификация полимерами [1]. Полимерно-битумные вяжущие

(ПБВ) находят широкое применение в качестве гидроизоляционных, кровельных и дорожных материалов. Однако основным недостатком ПБВ является их нестабильность при длительном высокотемпературном хранении. Склонность к фазовому расслоению в условиях покоя представляется важным ограничением для прак-