

**Прокопчук Н.Р., Крутько Э.Т.,
Мартинкевич А.А., Глоба А.И. (БГТУ)
Якимцова Л.Б., (БГУ)**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ ПОЛИМЕРЫ. СИНТЕЗ. СВОЙСТВА. ПРИМЕНЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений развития научных исследований в области высокомолекулярных соединений в Республике Беларусь является разработка новых перспективных материалов для наукоемких технологий. Решение этой проблемы возможно путем создания высокотермостойких пленкообразующих композиций, из которых формируются покрытия с хорошими электроизоляционными, адгезионными, планаризирующими характеристиками. В полной мере таким требованиям удовлетворяют полиимидные материалы благодаря уникальным свойствам этих полимеров: высокой термической стабильности, хорошим механическим и электрофизическим показателям, устойчивости к воздействию высоких энергий, сохраняющимся в широком температурном интервале, отличной планаризуемости. Способы нанесения слоев из полиимидных материалов более просты по сравнению с неорганическими диэлектриками. Незаменимыми материалами в полупроводниковой промышленности являются фоторезисты – светочувствительные составы, используемые при производстве интегральных схем, их используют также для изготовления фотошаблонов [1]. Необходимо отметить, что существующие методы регулирования эксплуатационных свойств полиимидов основаны, главным образом, на эмпирическом подходе, при котором важную роль играют опыт и интуиция экспериментатора. Однако эффективнее было бы иметь концепцию направленного регулирования конфигурации макромолекул полиимидов и их надмолекулярной организации с целью создания материалов с заданными свойствами. В данной работе авторами систематизированы исследования по установлению влияния химического строения диаминов и диангидридов разнообразного строения на конформацию макромолекул полиимидов циклоалифатического и ароматического строения, выявлены зависимости устойчивости полиимидных материалов в физических полях (прежде всего в температурном и механическом) от энергии межмолекулярных взаимодействий, гибкости макромолекул и др.

В данной работе показано, что подбирая условия термообработки с учетом химического строения модификаторов различной природы,

можно регулировать процесс структурирования промышленно-производимого форполимера полиимида, получаемого двухстадийным синтезом на основе диангида пиромеллитовой кислоты и 4,4'-диаминодифенилоксида. Предположение об образовании трехмерной структуры в системе исходного линейного форполимера полиимида при термообработке полиамидокислотных пленок, содержащих модификатор, подтверждено результатами проведенных термомеханических исследований, а также методами обращенной газовой хроматографии, ИК-спектрофотометрическими исследованиями, динамической сканирующей калориметрии. Кроме того, было установлено, что регулирование свойств образующихся сетчатых полимеров возможно не только путем изменения количественного состава композиций, но и варьированием величины молекулярной массы форполимера – соответствующей полиамидокислоты [2–6].

Использование в качестве модификатора полипиромеллитимида борсодержащих соединений [7] позволило повысить термостойкость пленочных композиций полиимида, что, вероятно, связано с образованием в полиимиде пространственной сетки за счет возможного взаимодействия кислорода и борсодержащих групп, соответственно, с амидными группами макромолекул полиамидокислоты в процессе термообработки.

Существенным преимуществом разработанного авторами одностадийного способа получения полиимидов по сравнению с двухстадийным является отсутствие деструктивных процессов при проведении реакции в высококипящем растворителе ароматического типа, а полученный раствор можно непосредственно использовать для изготовления лаков, пленок, волокон, связующих без последующей термообработки [6].

Литература

1. Крутько Э.Т., Журавлева М.В., Мартинкевич А.А., Прокопчук Н.Р. Использование полиимидов в процессе фотолитографии // Труды БГТУ. Сер. Химия и технология органических веществ и биотехнология. – 2016. – № 4 (186). – С. 59–66.
2. Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р., Глоба А.И. Химическая модификация полипиромеллитимида // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3, № 1. – С. 33–47.
3. Глоба А.И., Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р. Полиимидное связующее для герметизирующих компаундов и планаризирующих покрытий // Клеи. Герметики. Технологии. – 2018. – № 8. – С. 3–8.

4. Глоба А.И., Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р. Модифицирование поли(4,4'-дифенилоксид)пиромеллитимида металлоорганическими соединениями // Полимерные материалы и технологии. – 2019. – Т. 5, № 2. – С. 19–26.

5. Мартинкевич А.А., Глоба А.И., Прокопчук Н.Р., Воробьева Т.Н., Крутько Э.Т. Разработка полиимидных композиций для функциональных покрытий // Труды БГТУ. Сер. Химические технологии, биотехнологии и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 176–181.

6. Патент РБ №22098. Грачек В.И., Поликарпов А.П., Журавлева М.В., Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р. / Бис(пирокатехин)борат пиперазина в качестве катализатора получения растворимых полиимидов // МПК C07F 5/04, C08F 4/00, C07D 241/00 (2006/01). – 04.05.2018. по заявке № а20150451. опубл. Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуальнай уласнасці. – 2018.

7. Грачек В.И., Якимцова Л.Б., Крутько Э.Т. Новая каталитическая система в процессах получения имидосодержащих композиционных материалов // Материалы доклада VIII Международной научно-технической конференции «АИСТ-«2021». 12–14 октября 2021 г. Минск, Беларусь. – С. 90–92.

УДК 678.04

**Люштык А.Ю., Каюшников С.Н., Грабко Ю.В.,
Цветкова Е.И., Прокопович Я.М.**

(ОАО «Белшина»)

Шашок Ж.С., Усс Е.П., Кротова О.А. Лешкевич А.В.
(БГТУ)

СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМ КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Постоянно возрастающее применение кремнекислотного наполнителя (ККН) в промышленности шин и резинотехнических изделий обусловлено тем, что в сравнении с высокоактивными марками углеродных наполнителей – технического углерода, он обеспечивает значительное понижение гистерезисных потерь, повышение диэлектрических характеристик резин, существенное улучшение адгезионных свойств (клеякости) резиновых смесей при относительно незначительном снижении упруго-прочностных свойств и износостойкости вулканизатов [1–3]. В шинной промышленности применение ККН обеспечивает более высокое сопротивление скольжению шин с про-