

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИИМИДА И ПОЛИЭФИРИМИДА, АРМИРОВАННЫХ ПОВЕРХНО- МОДИФИЦИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ РАЗЛИЧНОГО РАЗМЕРА

Ло Цзянкунь², В.О. Алексенко¹, Д.Г. Буслович^{1,2}
Научный руководитель – д.т.н., профессор С.В. Панин^{1,2}

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
634055, Россия, Томск, пр-т Академический, 2/4, svp@ispms.tsc.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр-т Ленина, 30, jiangkun169@gmail.com

Композиционные материалы на основе термoplastических матриц широко используются для изготовления компонентов различных трибологических систем, таких как уплотнения, шестерни и подшипники, обеспечивая альтернативу традиционным износостойким материалам. Полиимид (ПИ) и полиэфиримид (ПЭИ) со структурой арилиmidного гетероцикла известен как высокоэффективный термопласт, используемый в промышленных компонентах, благодаря своим высоким механическим свойствам, отличной химической и термостойкости. Существенным недостатком ненаполненных ПИ и ПЭИ является их высокий коэффициент трения и низкая износостойкость, что ограничивает их применение для антифрикционных приложений.

Одним из способов повышения трибологических характеристик полимерных материалов является повышение прочности. Известно, что углеродные волокна, могут значительно повысить механические свойства, такие как модуль упругости и предел прочности, а также повысить сопротивление изнашиванию. Однако синтетические волокна (прежде всего углеродные), как правило, имеют низкую адгезию к полимерам, по причине химической инертности. Следовательно, необходимо модифицировать поверхность углеродного волокна для повышения степени адгезии к полимерной матрице. Таким образом, целью работы является сравнение влияния введения отожженных углеродных волокон разного размера на повышение механических и трибологических свойств композитов на основе полиимид и полиэфиримид.

В работе использовали порошки полиимид «Solver PI-1600» и полиэфиримид «PEI R00H». В качестве волокон использовали молотые углеродные волокна $l \sim 200$ мкм и рубленые углеродные волокна $l \sim 2$ мм. Углеродные волокна отжигали на воздухе в печи «Mettmert UF 55» при

температуре 500°C в течение 30 минут. Образцы композитов на основе полиимид и полиэфиримид получали методом горячего прессования при давлении 15 и 10 МПа и температуре 370 и 350°C соответственно. Механические характеристики определяли при разрывных испытаниях по ГОСТ 11262-80. Испытание на износостойкость в режиме сухого трения проводили согласно ASTM G99 по схеме «шар-по-диск» при нагрузке $P=5$ Н и скорости скольжения $V=0,3$ м/с на трибометре CSEM-2000.

Показано, что термическая обработка (отжиг) рубленых углеродных волокон наиболее эффективна для повышения механических свойств композитов на основе ПИ и ПЭИ. Предел прочности увеличивается на 6% для ПИ-композитов и на 20% для композитов на основе ПЭИ по сравнению с этими же композитами, но с необработанными волокнами. Введение молотых углеродных волокон не так эффективно для повышения механических характеристик. С другой стороны, введение отожженных рубленых углеродных волокон незначительно влияет на трибологические свойства композитов на основе ПИ и ПЭИ.

Что касается введения молотых углеродных волокон, то наполнение ими повышает износостойкость композитов на основе ПИ в 2 раза по сравнению с наполнением рублеными волокнами. В ПЭИ износостойкость остается на одном уровне вне зависимости от размера вводимых углеродных волокон.

Таким образом, композиты с отожженными углеродными волокнами на основе имидных матриц не являются эффективными для создания антифрикционных композитов. Указанная проблема должна решаться путем дополнительного введения твердосмазочных частиц.

Обсуждаются вопросы практического применения полученных результатов, а также раз-

работки трехкомпонентных композитов на основе ПЭИ и ПИ, содержащих частицы ПТФЭ и рубленные УВ.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН FWRW-2021-0010. Авторы выражают благодар-

ность РФФИ за финансирование исследования в рамках проекта №20-58-00032. Также работа поддержана грантом президента РФ государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-2718.2020.8.

СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ДИЭТИЛОВЫХ ЭФИРОВ БИЦИКЛО[2.2.1]ГЕПТ-5-ЕН-2,3-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И БИ-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОМОНОМЕРОВ

У.В. Максимова

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

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

Метатезисная полимеризация с раскрытием цикла на сегодняшний день представляет особый научный и практический интерес. С помощью данного метода можно получать новые органические соединения и полимерные материалы, особенно интересно получение полимеров с реакционноспособными функциональными группами [1, 2].

Одними из таких соединений являются норборнен и полимеры на его основе, обладающие уникальными свойствами, такими как: термическая стабильность, прочность, прозрачность, стойкость к агрессивным средам и высокая адгезионная способность. Они применяются для создания конструкционных пластиков и композиционных материалов, адгезивов, имплантатов и могут составить конкуренцию широко используемому в промышленности полидициклопентадиену, имеющему ряд недостатков.

Целью данной работы является исследование возможности получения сополимеров на основе диэтиловых эфиров бицикло[2.2.1]гепт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты с би-функциональными сомономерами.

Бифункциональные эфиры бицикло[2.2.1]гепт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты получают по реакции Дильса-Альдера, сырьем для кото-

рой служит дициклопентадиен и соответствующий диенофил [3]:

Для того, чтобы регулировать механические свойства полимеров можно применять сомомеры. В результате образуются разветвленные структуры, а молекулярная масса сополимера увеличивается [1].

В качестве би-функционального сомономера использовали экзо,экзо- N,N' -алкилен-ди(5-норборнен-2,3-дикарбоксимид) общей формулой (экзо- C_2D). Сополимеризацию диэтиловых эфиров бицикло[2.2.1]гепт-5-ен-2,3-дикарбоновой кислоты с би-функциональным сомономером осуществляли при температуре 150–160 °С в присутствии раствора катализатора в толуоле с концентрацией 0,01 г/мл (массовое соотношение катализатор/мономер = 1/15000). Продолжительность полимеризации составляла 1,5 ч. В качестве катализатора использовали катализатор типа Ховейды-Граббса II. Би-функциональный сомономер добавляли в количестве 1 % от содержания мономера.

Реакция образования сополимеров с би-функциональными сомономерами представлена на схеме.

Для определения свойств полученных сополимеров использовали методы ИК-спектроскопии и термогравиметрический метод анализа.

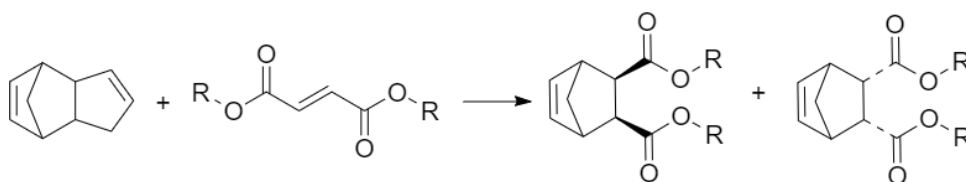


Схема 1.