

При использовании высокоиндексных модификаций ФППП почти в 2,5 раза возрастают значения модуля упругости при растяжении (E_p) ПП/СВ композитов. Введение 10 мас. % ФППП в стеклонаполненный ПП позволяет увеличить ударную вязкость в 1,80–2,68 раза по сравнению с исходным ПП. В результате получены композиционные материалы со сбалансированным сочетанием эксплуатационных свойств: высокими прочностью, жесткостью и стойкостью к ударным воздействиям.

Следует отметить, что значения вязкости стеклоармированных ПП композитов отличаются незначительно и имеют относительно низкую величину. Вероятной причиной потери текучести стеклоармированными ПП композитами может быть адсорбционное взаимодействие макромолекул ПП с поверхностью СВ, что способствует росту вязкости расплава.

Литература

1. Karger-Kocsis J. Polypropylene. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1999. – 968 p.
2. Уайт Дж. Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины / Дж. Уайт, Д. Чой ; пер. с англ. под ред. Е. С. Цобкалло. – СПб. : Профессия, 2006. – 256 с.
3. Иванюков, Д. В. Полипропилен / Д. В. Иванюков, М. Л. Фридман. – М. ; Л. : Химия, 1974. – 272 с.
4. Песецкий, С. С. Функционализация полипропилена прививкой полярных мономеров (обзор) / С. С. Песецкий, О. А. Макаренко, Ю. М. Кривогуз // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2012. – Т.17, № 2. – С. 25–48.

УДК 641.16

ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ПОКРЫТИЙ

И. И. Злотников¹, В. М. Шаповалов²

*¹Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

*²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого
НАН Беларуси», г. Гомель*

Композиционные материалы на основе эпоксидных смол широко применяются в качестве конструкционных и износостойких материалов и покрытий в различных отраслях техники, в частности, для восстановления изношенных деталей узлов трения. В отвержденном состоянии они обладают комплексом очень ценных технических свойств: механической прочностью, химической стойкостью, высокой адгезией к материалам самой различной природы, в первую очередь к металлам, достаточно высокой термо- и теплостойкостью, небольшой усадкой в процессе отверждения. Высокие свойства эпоксидных смол обеспечиваются использованием различных, чаще всего минеральных наполнителей. При этом свойства эпоксидных композиционных материалов во многом определяются физико-химическими процессами на границе «связующее–наполнитель», которое, в свою очередь, зависит от строения, физической природы и химической активности поверхности армирующей фазы [1].

Цель исследований – разработка эффективного способа адсорбционного модифицирования поверхности диоксида кремния и исследование его влияния на свойства материалов на основе эпоксидной смолы.

Для изготовления образцов использовали эпоксидный диановый олигомер марки ЭД-20. Для отверждения применяли полиэтиленполиамин (ПЭПА), что позволяет проводить отверждение при комнатных температурах. Отвердители вводили при

объемном отношении к смоле 1 : 10. В качестве наполнителей использовали: аморфный диоксид кремния марки «Ковелос», гидрофобизирующую кремнийорганическую жидкость – полигидросилоксан и коллоидный графит марки С-1. Дисперсные наполнители вводили в ЭС марки ЭД-20, предварительно подогретую для снижения вязкости до температуры 60–70 °С и перемешивали с использованием ультразвукового диспергирования, затем в смесь вводили отвердитель и также перемешивали. Образцы получали методом свободной заливки в кюветы.

Адгезионную прочность измеряли методом нормального отрыва на стальных цилиндрических образцах диаметром 10 мм, склеенных основаниями, исследуемыми эпоксидными составами. Измерение адгезионной прочности и разрушающего напряжения при сжатии проводили на универсальном измерительном комплексе INSTRON 8801. Теплостойкость по Мартенсу определяли, нагревая исследуемый образец со скоростью 3 град/мин под действием изгибающего напряжения 5 МПа до деформации на заданную величину (6 мм).

На рис. 1 приведены зависимости разрушающего напряжения при сжатии эпоксидной смолы от содержания дисперсных наполнителей. Как следует из рисунка, максимум механической прочности для образцов с диоксидом кремния достигается при степени их наполнения около 15 мас. %, а образцов с графитом в области 5–10 мас. %. При дальнейшем повышении содержания наполнителей в эпоксидной смоле механическая прочность образцов начинает медленно уменьшаться. Наибольшее увеличение механической прочности смолы наблюдается при введении в ее состав гидрофобизированного диоксида кремния (кривая 1), что можно объяснить, во-первых, его более высокой дисперсностью, достигаемой при гидрофобизации, а во-вторых, способностью к химическому (хемоадсорбционному) взаимодействию со смолой.

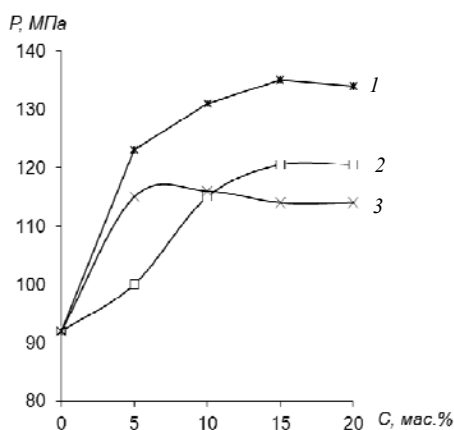


Рис. 1. Зависимость разрушающего напряжения при сжатии эпоксидной смолы ЭД-20 от содержания наполнителей:

1 – диоксид кремния гидрофобизированный; 2 – графит;
3 – диоксид кремния исходный

В таблице приведены свойства композиционного материала на основе эпоксидной смолы, отвержденной при оптимальном содержании наполнителей: гидрофобизированный диоксид кремния – 14 мас. %, графит – 7 мас. % в сравнении с известным антифрикционным эпоксидным компаундом УП-5-222, широко применяемым для формования покрытий направляющих скольжения металлорежущих станков [2].

Свойства композиционного материала

Показатель	Разработанный материал	УП-5-222
Теплостойкость, °С	118	–
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	134	95–110
Адгезия к стали, МПа	42	–
Коэффициент трения	0,10	0,12–0,20

Как следует из представленных данных, введение в эпоксидную смолу высокодисперсного гидрофобизированного диоксида кремния позволяет значительно повысить механическую прочность получаемых композиционных материалов и их адгезию к стали при сохранении высоких антифрикционных свойств. Это позволит более широко и эффективно применять эпоксидные антифрикционные компаунды как для формирования, так и для восстановления изношенных поверхностей деталей различных узлов трения.

Литература

1. Иржак, В. И. Эпоксидные полимеры и наноккомпозиты / В. И. Иржак. – Черноголовка : ИПХФ РАН, 2021. – 319 с.
2. Вереина, Л. И. Конструкции и наладка токарных станков / Л. И. Вереина, М. М. Краснов. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 480 с.

УДК 621.762

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ХРОМОВЫХ БРОНЗ

И. А. Лозиков

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

Хромовые бронзы относятся к дисперсионно-твердеющим сплавам и получают оптимальный комплекс физических, механических и эксплуатационных свойств после термической либо термомеханической обработки. Термическая обработка включает закалку, фиксирующую пересыщенный твердый раствор и старение, в результате которого происходит его распад с выделением дисперсных частиц фазупрочнителей. Термомеханическая обработка (ТМО), кроме закалки и старения, включает холодную пластическую деформацию, проводимую после закалки, которая активно влияет на формирование структуры при старении. Уровень свойств у сплавов, прошедших ТМО, значительно выше, чем у сплавов, подвергнутых старению без предварительной деформации [1, 2].

Цель работы – определение влияния ТМО на физико-механические свойства жаропрочных электротехнических бронз, модифицированных механически сплавленными субмикрорекристаллическими лигатурами.

Исследования проводились на образцах модифицированного сплава Cu – 0,8 % Cr, подвергнутых закалке на воду с температуры 1030^{±5} °С. Время нагрева перед закалкой составляло 60 мин. Нагрев осуществлялся в защитной атмосфере Ar. Пластическая деформация после закалки осуществлялась поперечной прокаткой со степенью деформации 10, 20, 40, 60 и 80 %. После деформации образцы подвергали старению при температуре 490^{±5} °С в течение 4 часов с последующим охлаждением в печи.