

## НОВЫЙ ТЕПЛОСТОЙКИЙ ЭПОКСИДНЫЙ УГЛЕПЛАСТИК ДЛЯ ПАР ТРЕНИЯ-СКОЛЬЖЕНИЯ

Э.С. Митрофанова<sup>1</sup>, А.В. Студенцева<sup>1</sup>, В. И. Румянцев<sup>1</sup>, В.К. Крыжановский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Вириал», Санкт-Петербург, Россия; [info@virial.ru](mailto:info@virial.ru)

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт, Санкт-Петербург, Россия

**Цель.** Получение самосмазывающегося подшипника для пар трения-скольжения с заданными механическими и триботехническими свойствами.

**Материалы и методы.** Композиционные материалы получали методом мокрой намотки углеродных волокон марки TohoTenaxHTS45 на намоточной линии Mikrosam MAW 20 LS6/1. Рассмотрены несколько вариантов матриц на основе различных эпоксидных смол без модификации и с модификацией ультрадисперсными порошками BN, MoS<sub>2</sub>, SiC и графита. Предел прочности при изгибе определяли по ГОСТ 25.604, ударная вязкость по Шарпи — ГОСТ 4647, модуль упругости — ГОСТ 9550, твердость по ГОСТ 4670, предел прочности при сжатии ГОСТ 4651. Трибологические характеристики материалов определялись на машине трения 216УМТ ГОСТ 11629 с контртелом из стали 40Х13. Структуры материалов исследовались с помощью оптического микроскопа МБС-10, а также на растровом электронном микроскопе марки JSM-7001F ГОСТ 9391.

**Результаты и их обсуждение.** Показано, что лучшие термостойкие (рис. 1) и механические свойства (табл. 1) из рассмотренных смол получены на разработанном экспериментальном составе № 1, изготовленного на основе смолы российского производства.

И далее этот состав выбран для последующих экспериментов. Введение в состав 30% м.ч. ультрадисперсных наполнителей несколько снижает механические свойства (табл. 2), но увеличивают температуру начала деформации на 10—20 °С.

Механические свойства КМ на основе указанных композиций и углеродных волокон показали приблизительно одни и те же значения при объемном содержании волокон в пределах 65—70% (табл. 3, рис. 2).

Однако, лучшие трибологические характеристики показал углепластик с трибослоем из MoS<sub>2</sub> (табл. 4)

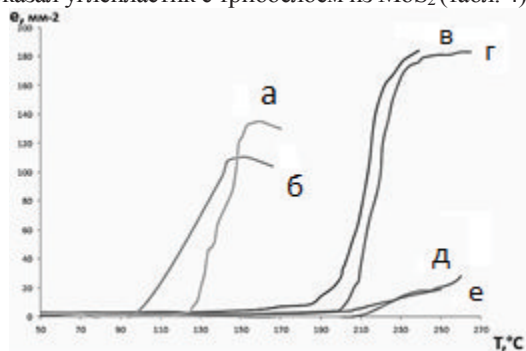


Рис. 1. Термомеханические кривые составов полного отверждения: а — ЭД-22; б — ЭД-20; в, г — ВСТ1210; д, е — состав № 1

Таблица 1. Значение твердости и предела прочности при сжатии исследуемых составов

Состав образца	НВ, МПа (при нагрузке 500 Н)	$\sigma_{сж}$ , МПа
ЭД-20	110	120
ЭД-22	100	110
ВСТ1210	160	170
Состав №1	180	190

Таблица 2. Значение твердости и предела прочности при сжатии исследуемых составов

Состав № 1 с наполнителем 30% (м.ч.)	НВ, МПа (при нагрузке 500 Н)	$\sigma_{сж}$ , МПа
BN	130	160
Графит	110	120
SiC	210	200
MoS <sub>2</sub>	120	140

Таблица 3. Физико-механические свойства ПКМ

Направление волокна	$\sigma_{изг}$ , МПа	$a_k$ , кДж/м <sup>2</sup>	E, ГПа
Вдоль	1220±40	120±5	135±5
Поперек	116±5	4,5±1,0	14±2

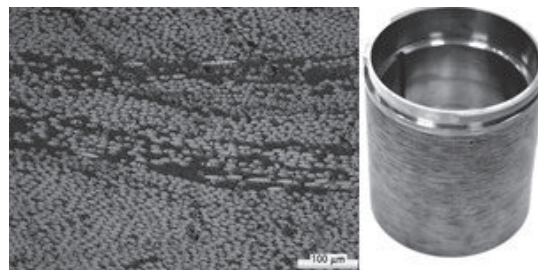


Рис. 2. Структура материала и вид готового изделия

Таблица 4. Режимы трибологических испытаний

Схема трения	Среда	Скорость скольжения, м/с	Контактное давление, МПа	$\mu_{тр}$
втулка-втулка	вода	0,05—20	50—0,5	0,04
	масло			0,01
	сух			0,2
кольцо-кольцо	вода	0,5—5	10—0,5	0,02
	масло			0,01

**Выводы.** Получен работоспособный теплостойкий углепластик для пар трения-скольжения, работающих по прямой и обратной схеме с принципиально новыми свойствами, отвечающими требованиям эксплуатации.

1. Крыжановский В.К., Никитина И.В., Бахарева В.Е. Изучение влияния высокодисперсных и наноразмерных неорганических добавок на структурно-физические характеристики эпоксидных матриц и свойства трибопластов // Вопросы материаловедения. Науч.-техн. журнал. — 2009, 31(57), 66—75