

УДК 678.686.066.011:539.538

В. В. ЗОЛОТАРЕВА^а, Т. И. ГРИГОРЕНКО^б, Ю. С. КОЧЕРГИН^а, Е. Э. САМОЙЛОВА^{б,с}

^а Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, ^б ГП «Украинский научно-исследовательский институт пластических масс», ^с Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗНОС ЭПОКСИДНЫХ И ЭПОКСИДНО-КАУЧУКОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

Исследовано влияние мелкодисперсных наполнителей на износ эпоксидных полимеров на основе базовой диановой смолы ЭД-20 и продукта ее реакции этерификации с жидким карбоксилатным каучуком, представляющим собой сополимер олигобутадиена с акрилонитрилом. Установлено, что наполнение приводит к снижению износостойкости эпоксидных композиционных материалов. Величина эффекта зависит от твердости наполнителя, химической природы отвердителя и режима отверждения композиции. Наименьшее снижение износостойкости имеет место при использовании в качестве наполнителей микробарита и оксида алюминия, а в качестве отвердителей – тетраэтиленпентамина, полиоксипропилендиамин и полиоксипропилентриамина. Введение наполнителей обеспечивает увеличение динамического модуля упругости, плотности физической сетки и температур, характеризующих переход полимера из стеклообразного в высокоэластическое состояние. Выявлено отсутствие четкой корреляции между величиной износа и параметрами, определяющими статические и динамические механические свойства композиций. Показано, что наличие в составе наполненной эпоксидной композиции каучука позволяет существенно повысить ее износостойкость.

износ, износостойкость, эпоксидный полимер, жидкий карбоксилатный каучук, мелкодисперсный наполнитель, деформационно-прочностные и релаксационные свойства, температурные переходы

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Среди материалов, обеспечивающих повышение износостойкости, все более заметную роль играют полимеры и композиционные материалы на их основе, в частности композиты на основе эпоксидных смол (ЭС), что обусловлено их высокими физико-механическими и адгезионными свойствами и достаточно хорошими трибологическими характеристиками. Для повышения статической и динамической прочности, деформационной способности, ударо- и вибростойкости все шире используют модификацию эпоксидных полимеров (ЭП) жидкими каучуками, представляющими собой карбоксильные бутадиеновые олигомеры [1–3]. Эффективным способом повышения физико-механических свойств эпоксидных полимеров является введение в них мелкодисперсных наполнителей с размерами частиц от 1 до 100 мкм [4–11].

Целью исследования является изучение влияния мелкодисперсных наполнителей на износ композиционных материалов на основе эпоксидных полимеров, модифицированных карбоксильными олигобутадиеновыми каучуками, и установление взаимосвязи трибологических характеристик наполненных полимеров с их статическими и динамическими механическими свойствами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве эпоксидной смолы для исследования была использована промышленная диановая смола марки ЭД-20 с молекулярной массой 370, содержанием эпоксидных групп 21,4. В качестве жидкого каучука использовали карбоксилированный сополимер олигобутадиена с акрилонитрилом СКН-30КТР с молекулярной массой 3 200, концентрацией карбоксильных групп 2,97 %, содержанием акрилонитрила 27,3 %).

© В. В. Золотарева, Т. И. Григоренко, Ю. С. Кочергин, Е. Э. Самойлова, 2013

В качестве отвердителей эпоксидных смол использовали диэтилентриамин (ДЭТА), тетраэтиленпентамин (ТЭПА), моноцианэтилированный диэтилентриамин марки УП-0633М, аминотетрафенол УП-583Д, полиоксипропилендиамин марки Д-230 и полиоксипропилентриамин марки Т-403.

Наполнителями служили кварц пылевидный марки КП-3, двуокись титана пигментированная марки РО-2, молотый карбонат кальция марки Омиакарб-5А, графит литейный скрытокристаллический ГЛС-3, порошок железный, оксид хрома, оксид алюминия и микробарит.

Отверждение композиций вели по следующим режимам:

- холодное отверждение: $(20 \pm 2)^\circ\text{C} / 240 \text{ ч}$ (режим I)
- отверждение с термообработкой: $(20 \pm 2)^\circ\text{C} / 24 \text{ ч} + 120^\circ\text{C} / 3 \text{ ч}$ (режим II).

Показатель истирания (J) определяли по ГОСТ 11012 на машине типа APGI (Германия). Сущность метода заключается в определении уменьшения объема образца в кубических миллиметрах в результате истирания (износа) на 1 м пути истирания шлифовальной шкуркой. Нагрузка на образец составляла 1 кг, длина пути истирания образца 10 м (25 оборотов цилиндра машины). Прочность при сжатии ($\sigma_{сж}$) определяли по ГОСТ 4651. Разрушающее напряжение σ_p и деформацию при разрыве (ϵ_p) измеряли на приборе типа Поляни с жестким динамометром и автоматической регистрацией измеряемых величин [12] при скорости растяжения $3,83 \cdot 10^{-5}$ м/с. Модуль упругости (E) рассчитывали по наклону начального участка кривой σ - ϵ . Объекты исследования представляли собой пленки толщиной 100–150 мкм.

Помимо пленочных, испытывали блочные образцы стандартных размеров ГОСТ 11262-80 (тип 2) на испытательной машине VTS (ФРГ) при скорости растяжения 10 мм/мин.

Динамические механические характеристики (динамический модуль упругости E', модуль потерь E'', тангенс угла механических потерь $\text{tg } \delta$) измеряли на установке ДМА 983 термоаналитического комплекса DuPont 9900.

Адгезионную прочность при сдвиге (τ_p) определяли по ГОСТ 14759. Плотность образцов (ρ) измеряли методом градиентной колонки по ГОСТ 15139. Молекулярную массу участка цепи между узлами химической сетки (M_c) рассчитывали по величине равновесной ползучести, измеренной при температуре $T = T_c + 50 \text{ K}$, по формуле [13]:

$$M_c = 3\rho RT/E', \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная;
T – абсолютная температура;
 ρ – плотность полимера.

Плотность узлов химической сетки (n_c) рассчитывали по формуле:

$$n_c = \rho/M_c \quad (2)$$

Результаты исследований показали, что наполнение полимера приводит к увеличению износа образцов (табл. 1). Среди исследованных наполнителей наибольшую износостойкость обеспечивают более твердые, микробарит и Al_2O_3 , а наименьшую – самый мягкий омиакарб. Из табл. 1 видно,

Таблица 1 – Свойства наполненных ЭП на основе смолы ЭД-20

Наполнитель	Содержание, масс. ч.	Отвердитель	$J^{*1} \cdot 10^6$, кг/м	σ_p , МПа	ϵ_p , %	E , ГПа	$\sigma_{сж}$, МПа
Омиакарб	0	ДЭТА	14,9 ²⁾ / 11,1	26,0 / 41,7	1,7 / 5,8	1,4 ³⁾ / 0,9	108
	10	ДЭТА	14,1 / 10,8	34,1 / 43,9	1,9 / 3,8	1,3 / 1,4	104
	50	ДЭТА	24,2 / 17,5	19,3 / 30,8	1,5 / 2,3	0,7 / 1,2	82
	50	Т-403	23,2 / 21,9	18,8 / 23,9	1,9 / 2,5	0,7 / 0,9	68
	50	УП-0633М	24,9 / 22,7	–	–	–	79
	50	ТЭПА	23,0 / 18,6	–	–	–	78
Микробарит	50	ДЭТА	17,4 / 12,5	32,8 / 37,9	2,9 / 3,4	1,4 / 1,5	114
	100	Т-403	23,7 / 15,6	33,4 / 37,3	2,3 / 2,3	1,5 / 1,5	–
TiO ₂	25	Т-403	19,2 / 15,8	–	–	–	–
Al ₂ O ₃	25	Т-403	17,1 / 13,6	49,8 / 61,5	5,4 / 3,8	1,2 / 1,5	81

Примечание: ¹⁾ $J^* = J \cdot \rho$; ²⁾ до черты – отверждение по режиму I, после черты – по режиму II; ³⁾ определено на блочных образцах.

что для наполненных систем определенное влияние на износ оказывает химическая природа отвердителя. Для образцов, наполненных омиакаром, существует определенное соответствие между величиной износостойкости $1/J^*$ (т. е. характеристикой, обратной износу J^*) и когезионной прочностью σ_p .

Это достаточно отчетливо видно из рисунка. Более рельефно эффект проявляется для образцов, отвержденных по режиму I.

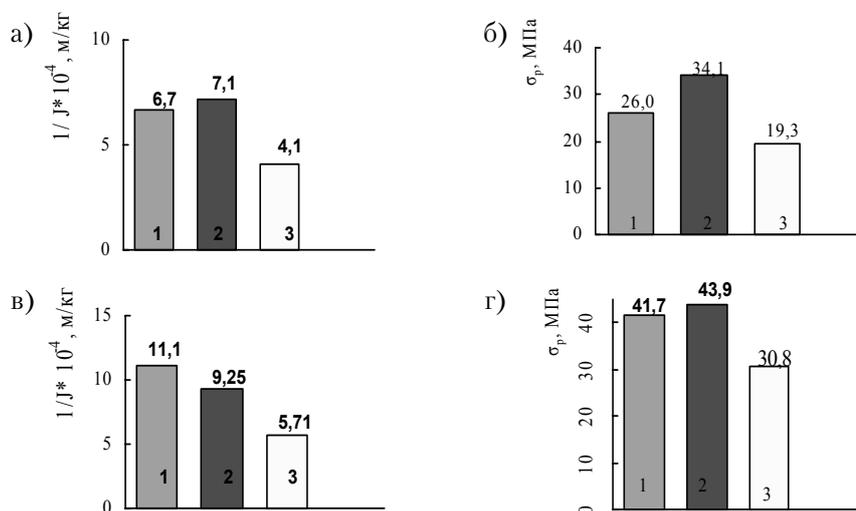


Рисунок – Зависимость износостойкости $1/J^*$ (а, в) и прочности при растяжении σ_p (б, г) от количества наполнителя в ЭП на основе смолы ЭД-20, отвержденной ДЭТА по режиму I (а, б) и II (в, г). Содержание омиакара равно 0 (1), 10 (2) и 50 (3) масс. ч.

Введение наполнителей способствует ощутимому росту динамического модуля упругости E' , измеренному при 25 °С, т. е. в области стеклообразного состояния эпоксидной матрицы (табл. 2). Особенно значителен рост E' для образцов, отвержденных по режиму I.

Таблица 2 – Влияние наполнителей на динамические механические свойства эпоксидных полимеров

Наименование показателей	Базовый образец ¹⁾	Омиакarb 10 масс. ч.	Омиакarb 50 масс. ч.	Омиакarb 100 масс. ч.	Микробарит 100 масс. ч.
E' , ГПа, при 25°С	1,53 / 1,14 ²⁾	1,67 / 1,40	2,43 / 1,61	3,03 / 1,84	2,40 / 1,91
$E'_{в.э.}$, ГПа, при $T = T_c + 50$ °С	16,22 / 55,71	27,9 / 65,1	45,7 / 90,4	80,9 / 106,8	45,2 / 87,9
M_c , кг/кмоль	650,6 / 231,2	387,1 / 202,8	78,1 / 119,6	55,7 / 124,1	82,7 / 128,4
ρ_c , кмоль/м ³	1,69 / 4,75	2,84 / 5,42	14,08 / 9,20	19,76 / 8,87	13,57 / 8,56
T_c^H , °С	67,1 / 117,2	68,3 / 141,1	72,3 / 144,1	75,3 / 146,0	70,7 / 133,4
T_c^K , °С	76,8 / 139,5	80,9 / 159,2	86,0 / 165,6	90,4 / 168,8	83,4 / 154,7
$\text{tg } \delta_m$	1,2050 / 0,6262	1,347 / 0,3468	1,136 / 0,2852	1,026 / 0,2494	1,099 / 0,3669
Температура $\text{tg } \delta_m$, °С	78,31 / 139,8	81,4 / 155,4	85,6 / 159,6	93,7 / 161,3	82,9 / 152,3
E''_m , МПа	284,1 / 139,7	297,0 / 155,9	497,4 / 161,2	641,1 / 179,2	403,8 / 180,5
Температура E''_m , °С	73,41 / 132,8	75,6 / 150,3	82,7 / 155,6	84,3 / 157,0	79,1 / 147,3

Примечание: ¹⁾ базовый образец: ЭД-20+ДЭТА; ²⁾ до черты – отверждение по режиму I, после черты – по режиму II.

Вероятной причиной такого поведения модуля E' является образование дополнительных физических связей между матрицей и наполнителем. Что касается уменьшения модуля E' после термообработки по сравнению с образцом, отвержденным по режиму I, особенно ярко проявляющегося как для базового образца, так и композиций, содержащих наполнители, то эффект может быть объяснен следующим образом. Дополнительные химические сшивки, образующиеся в эпоксидном полимере при термообработке, препятствуют более плотной упаковке фрагментов молекулярной цепи, снижая тем самым эффективность межмолекулярного взаимодействия. Аналогичную аномальную зависимость наблюдали ранее и другие исследователи [8, 13].

В то же время эти дополнительные химические связи обеспечивают большие значения модуля E' в высокоэластическом состоянии и температур T_c^H , T_c^K и температур $\text{tg } \delta_m$, T_m'' по сравнению с образцами, отвержденными на холоду (т. е. по режиму I). Величины $\text{tg } \delta_m$ и E_m'' вследствие термообработки, наоборот, уменьшаются. Введение наполнителей приводит к увеличению температур, характеризующих переход материала из стеклообразного в высокоэластическое состояние. Более рельефно эффект проявляется для термообработанных образцов. При введении наполнителей наблюдается также повышение ν_s и понижение M_c , что может служить дополнительным подтверждением формирования сетки физических связей. Из сопоставления данных табл. 1 и 2 следует, что установить четкую корреляцию между величиной износа и параметрами, определяющими динамические механические свойства композиций, как и в случае статических механических характеристик, не представляется возможным.

Рассмотрим далее влияние наполнителей на свойства эпоксидно-каучуковых композиционных материалов. Результаты исследований представлены в табл. 3 и 4. Отметим при этом, что значительное различие в содержаниях разных наполнителей связано с тем, что наполнители брались в таком

Таблица 3 – Влияние наполнителей на свойства эпоксидно-каучуковых¹⁾ полимеров, отвержденных ДЭТА

Наполнитель	Содержания, масс. ч	J , мм ³ /м	ρ , кг/м ³	$J^* \cdot 10^6$, кг/м
графит	0	13,4 / 11,5 ²⁾	1105 / 1104	14,8 / 13,8
	25	13,2 / 13,6	1226 / 1225	16,2 / 16,7
кварцевый песок	37,5	12,0 / 11,0	1310 / 1311	15,7 / 14,4
диоксид титана	25	15,9 / 14,9	1267 / 1269	20,1 / 18,9
нитрид бора	62,5	26,7 / 27,0	1285 / 1296	34,3 / 35,0
омикарб	62,5	16,1 / 10,9	1435 / 1413	23,1 / 15,4
оксид хрома	62,5	14,8 / 12,5	1608 / 1616	23,8 / 20,2
железный порошок	100	8,5 / 7,5	1902 / 1934	16,1 / 14,5

Примечание: ¹⁾ содержание каучука 25 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидной смолы ЭД-20; ²⁾ до черты – отверждение по режиму I, после черты – по режиму II.

Таблица 4 – Влияние наполнителей на свойства эпоксидно-каучуковых¹⁾ полимеров, отвержденных Т-403

Наполнитель	Содержание, масс. ч	J , мм ³ /м	ρ , кг/м ³	$J^* \cdot 10^6$, кг/м
графит	0	17,0 / 13,4 ²⁾	1 088 / 1 167	18,5 / 14,6
	25	15,0 / 14,4	1 178 / 1 164	18,7 / 16,8
кварцевый песок	37,5	15,0 / 13,5	1 235 / 1 204	18,5 / 16,3
омикарб	62,5	13,1 / 13,5	1 344 / 1 342	17,6 / 18,1
железный порошок	100	10,5 / 9,0	1 867 / 1 888	19,6 / 17,0

Примечание: ¹⁾ содержание каучука 25 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидной смолы ЭД-20; ²⁾ до черты – отверждение по режиму I, после черты – по режиму II.

количестве (по массе), чтобы обеспечивать примерно одинаковую технологическую вязкость композиций. Учитывая большое различие в плотностях наполнителей, можно в первом приближении считать, что при весьма существенных различиях в массовом содержании наполнителей, их объемное содержание примерно одинаковое (около 20 % объемных).

Как видно из табл. 3 и 4, наполнители по-разному влияют на линейный износ (J) композиций. Для систем, отвержденных ДЭТА (табл. 3), одни наполнители (кварцевый песок и особенно железный порошок) способствуют снижению величины J . Другие (диоксид титана и нитрид бора особенно) увеличивают износ, а третьи (графит, омикарб и оксид хрома) почти не влияют на величину J . В то же время из-за большой плотности наполненных композиций массовый износ J^* для всех исследованных наполнителей выше, чем у базового образца (без наполнителя). В случае образцов, отвержденных полиоксипропи-лентриамином Т-403, для всех исследованных наполнителей линейный износ ниже, чем у базового образца (для композиций, отвержденных без подогрева) и примерно такой же, как у базового (за исключением образца, наполненного железным порошком, у которого показатель J заметно ниже) для термообработанных образцов. Массовый износ J^* для всех наполненных композиций примерно такой же, как у базового образца, в случае отверждения по режиму I и несколько выше для композиций, отвержденных по режиму II.

Влияние химической природы отверждающих агентов на износостойкость, наполненных омиакарбом эпоксидно-каучуковых композиций, хорошо видно из табл. 5. С точки зрения наибольшей

Таблица 5 – Влияние химической природы отвердителя на свойства эпоксидно-каучукового¹⁾ полимера, содержащего омиакарб²⁾

Тип отвердителя	J, мм ³ /м	ρ , кг/м ³	J* · 10 ⁶ , кг/м
ДЭТА	16,1 / 10,9 ³⁾	1 435 / 1 413	23,1 / 15,4
Т-403	13,1 / 13,5	1 344 / 1 342	17,6 / 18,1
Д-230	13,3 / 14,1	1 346 / 1 347	17,9 / 19,0
ТЭПА	13,0 / 10,6	1 408 / 1 401	18,3 / 14,8
УП-0633М	15,8 / 14,5	1 392 / 1 389	22,0 / 20,1
УП-583Д	17,1 / 11,8	1 374 / 1 376	23,5 / 16,2

Примечание: ¹⁾ содержание каучука 25 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидной смолы ЭД-20; ²⁾ содержание омиакарба 62,5 масс. ч. на 100 масс. ч. смоляной части; ³⁾ до черты – отверждение по режиму I, после черты – по режиму II.

износостойкости более предпочтительны полиоксипропиленамины Т-403 и Д-230, а также ТЭПА, если отверждение проводится при комнатной температуре (режим I). Если же образцы подвергаются термообработке, то наименьший износ присущ образцам, отвержденным ДЭТА и ТЭПА.

ВЫВОДЫ

Установлено, что введение мелкодисперсных наполнителей приводит к снижению износостойкости. Величина эффекта зависит от твердости наполнителя, химической природы отвердителя и режима отверждения композиции. Наименьшее снижение износостойкости имеет место при использовании в качестве наполнителей микробарита и оксида алюминия, а в качестве отвердителей – тетраэтиленпентамина, полиоксипропилендиамин марки Д-230 и полиоксипропилен триамина марки Т-403. Введение в состав эпоксидной композиции жидкого карбоксилатного каучука позволяет существенно повысить ее износостойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции [Текст] / Ю. С. Зайцев, Ю. С. Кочергин, М. К. Пактер, Р. В. Кучер. – Киев : Наук. думка, 1990. – 200 с.
2. Промышленные полимерные композиционные материалы [Текст] : Пер. с англ. / Под ред. П. Г. Бабаевского. – М. : Химия, 1980. – 472 с.
3. Daly, J. N. Rubber-modified epoxy resins: 3. Influence of filler on the dielectric relaxation properties [Текст] / J. N. Daly, R. A. Petrick // Polymer. – 1982. – V. 23, № 11. – P. 1619–1621.
4. Тростянская, Е. Б. Пластики конструкционного назначения (реактопласты) [Текст] / Е. Б. Тростянская. – М. : Химия, 1974. – 304 с.
5. Хозин, В. Г. Усиление эпоксидных полимеров [Текст] / В. Г. Хозин. – Казань : Изд-во ПИК «Дом печати», 2004. – 446 с.
6. Липатов, Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров [Текст] / Ю. С. Липатов. – М. : Химия, 1991. – 260 с.
7. Наполнители для полимерных композиционных материалов [Текст] : Справоч. пособие / Под ред. П. Г. Бабаевского; пер. с англ. – М. : Химия, 1981. – 736 с.
8. Панова, Л. Г. Наполнители для полимерных композиционных материалов [Текст] : Учебное пособие / Л. Г. Панова. – Саратов : СГТУ, 2010. – 68 с.
9. Мэнсон, Дж. Полимерные смеси и композиты [Текст] : пер. с англ. / Дж. Мэнсон, Л. Сперлинг ; Под ред. Ю. К. Годовского. – М. : Химия, 1979. – 440 с.
10. Ениколопан, Н. С. Композиционные материалы – материалы будущего [Текст] / Н. С. Ениколопан // ЖВХО им. Д. И. Менделеева. – 1978. – Т. 23, № 3. – С. 243–245.
11. Липатов, Ю. С. Влияние наполнителя на термодинамику взаимодействия в бинарных смесях полимеров [Текст] / Ю. С. Липатов, А. Е. Нестеров, В. В. Шифрин // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 276, № 2. – С. 405–408.
12. Малкин, А. Я. Методы измерения механических свойств полимеров [Текст] / А. Я. Малкин, А. А. Аскадский, В. В. Коврига. – М. : Химия, 1978. – 336 с.
13. Перепечко, И. И. Акустические методы исследования полимеров [Текст] / И. И. Перепечко. – М. : Химия, 1973. – 296 с.

Получено 12.12.2012

В. В. ЗОЛОТАРЬОВА ^a, Т. І. ГРИГОРЕНКО ^b, Ю. С. КОЧЕРГІН ^a,
О. Е. САМОЙЛОВА ^{b, c}

ВПЛИВ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ЗНОС ЕПОКСИДНИХ І ЕПОКСИДНО-КАУЧУКОВИХ ПОЛІМЕРІВ

^a Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-
Барановського, ^b ГП «Український науково-дослідний інститут пластичних мас»,
^c Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Досліджено вплив дрібнодисперсних наповнювачів на знос епоксидних полімерів на основі базової діанової смоли ЕД-20 і продуктів її реакції етерифікації з рідким карбоксилатним каучуком, який представляє собою сополімер олігобутадієну з акрилонітрилом. Встановлено, що наповнення призводить до зниження зносостійкості композиційних матеріалів. Величина ефекту залежить від твердості наповнювача, хімічної природи твердника і режиму затвердження композиції. Найменше зниження зносостійкості має місце при використанні як наповнювачів мікробариту і оксиду алюмінію, а як твердників – тетраетиленпентаміну, поліоксипропілендіаміну і поліоксипропілентріаміну. Введення наповнювачів забезпечує збільшення динамічного модуля пружності, щільності фізичної сітки і температур, що характеризують перехід полімеру зі склоподібного у високоеластичний стан. Виявлено відсутність чіткої кореляції між величиною зносу і параметрами, що визначають статичні і динамічні механічні властивості композицій.

знос, зносостійкість, епоксидний полімер, рідкий карбоксилатний каучук, дрібнодисперсний наповнювач, деформаційно-міцнісні і релаксаційні властивості, температурні переходи

VIKTORIYA ZOLOTAREVA ^a, TATYANA GRIGORENKO ^b, YURIY KOCHERGIN ^a,
HELEN SAMOYLOVA ^{b, c}

THE INFLUENCE OF FINE-DISPERSED FILLERS FOR WEAR EPOXY AND EPOXY-RUBBER POLYMERS

^a Tugan-Baranovsky Donetsk National University of Economy and Trade, ^b DP «Ukrainian
State Research Studies Institute of Plastic mass, ^c Donbas National Academy of Civil
Engineering and Architecture

The influence of fine-dispersed filled for wear epoxy polymer on the basis of a basic resin ED-20 and its reaction products etherification with liquid carboxylated rubber, which is a copolymer oligobutadiene with acrylonitrile have been analyzed. It has been found out the magnitude of the effect depends on the hardness of the filler, the chemical nature of the cure and approval of the schedule of the composition. The smallest decline wear resistance take place when used as fillers microbarite and aluminium oxide. And as cures tetraethylenepentamine, polyoxypropylenediamine and polyoxypropylenetriamine. Introduction fillers provides the increase of dynamic elastic modulus, density of the physical grid and temperatures, describing the transition of the polymer from glass state in rubbery state. The lack of a clear correlation between the size of the depreciation and the parameters that define static and dynamic mechanical properties of compositions. It is shown that the presence in the composition filled with epoxy compositions rubber allows to significantly increase its wear resistance.

wear, epoxy polymer, liquid carboxylated rubber, deformation-strength, relaxation properties, temperature transitions

Золотарьова Вікторія Володимирівна – старший викладач кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. Наукові інтереси: товарознавство пластичних мас.

Григоренко Тетяна Ільїнічна – кандидат технічних наук, зам. директора по науковій роботі ДП «УкрДержНДПластмас». Наукові інтереси: технологія полімерних композиційних матеріалів.

Кочергін Юрій Сергійович – доктор технічних наук, професор кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. Наукові інтереси: технологія полімерних композиційних матеріалів.

Самойлова Олена Едуардівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології і хімії секції прикладної хімії Донбаської національної академії будівництва і архітектури; старший науковий співробітник ДП «УкрДержНДПластмас». Наукові інтереси: фізико-хімічні дослідження полімерних композиційних матеріалів.

Золотарева Виктория Владимировна – старший преподаватель кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского. Научные интересы: товароведение пластических масс.

Григоренко Татьяна Ильинична – кандидат технических наук, зам. директора по научной работе ГП «УкрГосНИИпластмасс». Научные интересы: технология полимерных композиционных материалов.

Кочергин Юрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского. Научные интересы: технология полимерных композиционных материалов.

Самойлова Елена Эдуардовна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и химии секции прикладной химии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры; старший научный сотрудник ГП «УкрГосНИИпластмасс». Научные интересы: физико-химические исследования полимерных композиционных материалов.

Viktoriya Zolotareva – Associate Professor, Merchandizing and Examination of Unfood Commodities Department, Tugan-Baronovsky Donetsk National University of Economy and Trade. Scientific interests: commodity research of plastic mass.

Tatyana Grigorenko – PhD (Eng.), deputy of director on the advanced study of DP «Ukrainian State Research Studies Institute of Plastic mass». Scientific interests: technology of polymeric composition materials.

Yuriy Kochergin – Doctor in Engineering, Professor, Merchandizing and Examination of Unfood Commodities Department, Tugan-Baronovsky Donetsk National University of Economy and Trade. Scientific interests: technology of polymeric composition materials.

Helen Samoylova – PhD (Eng.), Associate Professor, Applied Ecology and Chemistry Department, Applied Chemistry Section, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture; a senior research worker, DP «Ukrainian State Research Studies Institute of Plastic mass». Scientific interests: physical and chemical researches of polymeric composition materials.