

УДК 678.686.01

В. В. ЗОЛОТАРЬОВА

Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського

ЗНОСОСТІЙКІ ЕПОКСИПОЛІМЕРИ НА ОСНОВІ РІДКИХ РЕАКЦІЙНОЗДАТНИХ МАСТИК

В результаті досліджень виявлено досить складний характер впливу рідких реакційно-здатних каучуків – тіоколу і карбоксилатних сополімерів олігобутадієну з акрилонітрилом на зносостійкість і фізико-механічні властивості епоксидних полімерів. Встановлено, що ефект залежить від хімічної природи і вмісту каучуків, а також режиму затвердіння епоксидних композицій. Показано, що в разі збільшення вмісту тіоколу спостерігається практично лінійне зниження зносостійкості епоксидного полімеру. У той же час при введенні олігобутадієнових каучуків вдається підвищити зносостійкість більш ніж у два рази в порівнянні з базовим епоксидним полімером.

епоксидна смола, отверджувач, модифікація, рідкий тіокол, карбоксилатний олігобутадієновий каучук, зносостійкість, фізико-механічні властивості, термодинамічна сумісність

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Епоксидні композиційні матеріали давно і з успіхом застосовуються для отримання захисних, у тому числі зносостійких, покриттів [1–3]. Зазвичай епоксидні композиційні матеріали є багатокомпонентними системами, що містять, крім епоксидної смоли і затверджувача, пластифікатори, активні розріджувачі, флексибілізатори, дисперсні наповнювачі та інші функціональні добавки. Всі ці компоненти, природно, певним чином впливають на технологічні та фізико-механічні властивості епоксидних полімерів (ЕП).

Затверділі епоксидні смоли характеризуються порівняно невисокими ударостійкістю та тріщиностійкістю, що значною мірою обмежує їх застосування в умовах впливу ударних і вібраційних навантажень і термоциклювання. Одним із найбільш ефективних шляхів усунення зазначених недоліків є модифікація ЕП низькомолекулярними каучуками з кінцевими реакційноздатними групами [4, 5]. Хоча механізм зміцнення епоксидів каучуками до сьогодні в повній мірі не висвітлено, ефект широко використовується для підвищення статичної та динамічної адгезійної міцності, ударо-, та вібростійкості епоксидних матеріалів [5–7]. Вплив реакційноздатних рідких каучуків на зносостійкість ЕП практично не вивчено (виняток становлять лише епоксиди, що містять тіокол [8]). У зв'язку з цим нами було зроблено спробу заповнити цю прогалину.

Метою статті є вивчення впливу модифікуючих добавок рідких реакційноздатних каучуків на зносостійкість і деформаційно-міцнісні характеристики епоксидних полімерів.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження була обрана промислова діанова смола ЕД-20 (масова частка епоксидних груп 21,7 %, молекулярна маса 400).

За каучуки були використані бутадієнові олігомери з кінцевими карбоксильними групами СКД-КТРА і СКН-30КТР (далі відповідно СКД і СКН-30) та тіокол з кінцевими сульфгідрильними групами. Основні властивості каучуків наведені в таблиці. Для посилення ефекту модифікування суміщення каучуків з епоксидною смолою проводили при підвищеній температурі (160 °С) протягом 2-х годин. У цих умовах, як було показано раніше [9, 10], відбувається хімічне зв'язування молекул каучуку і смоли за рахунок реакції етерифікації карбоксильних груп з епоксигрупами [9], або реакції тіоетерифікації сульфогідрильних і епоксидних груп [10]. Таким чином, об'єктами дослідження

Таблиця – Основні властивості каучуків

| Марка каучуку | Молекулярна маса | Зміст акрилонітрила, % | Кількість карбоксильних груп, % | Кількість сульфогідрильних груп, % | Параметр розчинності, (МДж / м ³) ^{0,5} |
|---------------|------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Тіокол | 2 000 | 0 | 0 | 3,1 | 19,1 |
| СКД-КТРА | 2 800 | 0 | 2,90 | 0 | 15,7 |
| СКН-30КТР | 3 200 | 27,3 | 2,97 | 0 | 17,8 |

служили не механічні суміші індивідуальних компонентів, а продукти реакції їх взаємодії, які представляють собою блок-олігомери, що містять одну молекулу каучуку і дві молекули епоксидної смоли.

Як отверджувач епоксидної смоли був обраний діетилентриамін (ДЕТА).

Затвердження композицій здійснювали за двома режимами:

– холодне тверднення: (20±2) °С / 240 год (режим І)

– тверднення з термообробкою: (20±2) °С / 24 год + 120 °С / 3 ч (режим ІІ).

У роботі використовували такі методи досліджень.

Показник стирання (J мм³/м) визначали за ГОСТ 11012-69 «Пластмассы. Методы испытания на абразивный износ» на машині типу АРГІ (Німеччина). Суть методу полягає у визначенні зменшення об'єму зразка в кубічних міліметрах в результаті стирання (знос) на 1 м шляху стирання шліфувальною шкуркою. Навантаження на зразок становило 1 кг, довжина шляху стирання зразка – 10 м (25 оборотів циліндра машини). Руйнівне напруження (σ_p) і деформацію при розриві (ϵ_p) вимірювали на динамометрі типу Полянї [11] при швидкості розтягання 3,8·10⁻⁵ м/с. Мірою роботи руйнування A_p служила площа під цією кривою. Об'єкти дослідження являли собою плівки товщиною 100–150 мкм.

Динамічний модуль пружності (E' ГПа) і тангенс кута механічних втрат ($\tan \delta$) вимірювали на пристрої DMA 983 термоаналітичного комплексу DuPont 9900.

Густина зразків (ρ_t г/см³) вимірювали методом градієнтної колонки за ГОСТ 15139-69 «Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)».

Параметр термодинамічної взаємодії χ_{23}^* між компонентами сумішей визначали методом зверненої газової хроматографії (ЗГХ) [12], використовуючи рівняння:

$$\chi_{23}^* = \frac{V_1}{V_2} \chi_{23} = \left[\frac{\ell_n V_{gcm} - \sum \phi_1 \ell_n V_{gi} + \sum \phi_i \ell_n V - \ell_u (w_2 v_2 + w_3 v_3)}{\phi_2 \phi_3} \right], \quad (1)$$

де w_2, w_3, v_2, v_3 – відповідно вагові частки і питомі обсяги компонентів суміші;

ϕ_2 і ϕ_3 – об'ємні частки компонентів суміші;

V_1 і V_2 – їх молекулярні обсяги;

V_{gcm} і V_{gi} – відповідно питомі утримують обсяги суміші та i -го компонента.

Критичне значення параметра χ_{23}^* розраховували за формулою [13]:

$$(\chi_{23}^*)_{kp} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{1/2} + \left(\frac{V_1}{V_3} \right)^{1/2} \right]^2, \quad (2)$$

де V_1, V_2, V_3 – молярні об'єми відповідно сорбату і компонентів суміші. Сорбатом служив бензол.

Параметр розчинності Гільденбранда розраховували за формулою [14]:

$$\delta^2 = \frac{\sum \Delta E_i^*}{N_A \sum \Delta V_i}, \quad (3)$$

де ΔE_i^* – внесок кожного атома і типу міжмолекулярної взаємодії в величину ефективної молярної енергії когезії;

N_A – число Авогадро,

ΔV_i – власний (ван-дер-ваальсовий) обсяг ланки, що повторюється, полімеру. Він складається з інкрементів ван-дер-ваальсових обсягів окремих атомів, що входять в цю ланку.

Як випливає з залежностей, наведених на рис. 1–4, рідкі каучуки роблять значний вплив на знос і деформаційно-міцнісні властивості ЕП. При цьому для тіоколу показник J швидко зростає із збільшенням концентрації модифікатора, а для карбоксилатних олігобутадієнових олігомерів після утворення невеликих максимумів (при концентрації каучуків 67 мас. ч. на 100 мас. ч. епоксидної смоли)

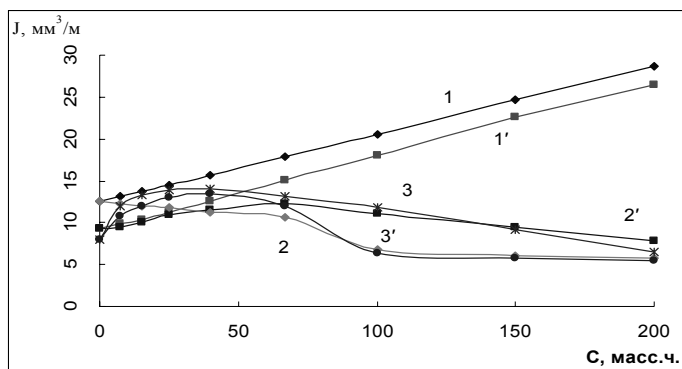


Рисунок 1 – Залежність зносу ЕП від вмісту каучуків: тіоколу (1, 1'), СКД (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення І (1, 3) і ІІ (1', 3').

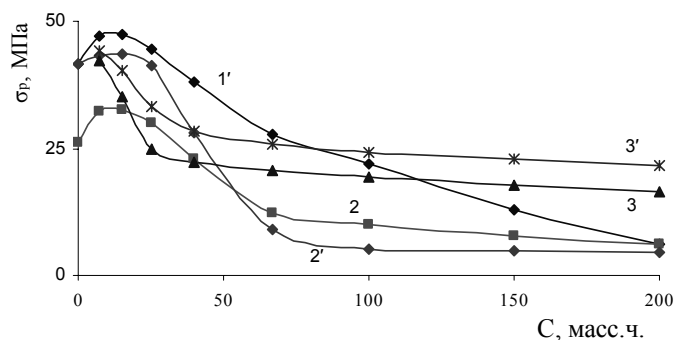


Рисунок 2 – Залежність міцності при розтягуванні від вмісту в ЕП каучуків: тіоколу (1'), СКД (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення І (2, 3) і ІІ (1'–3').

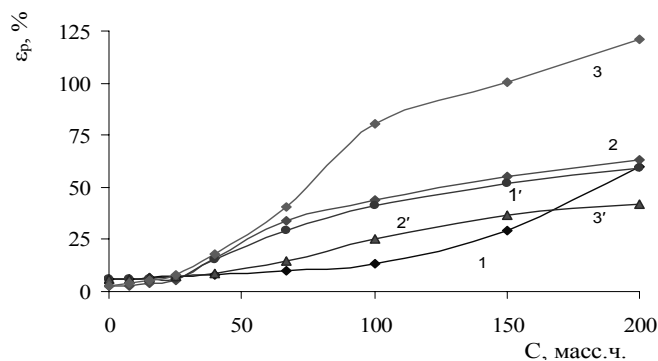


Рисунок 3 – Залежність деформації при розриві від вмісту в ЕП каучуків: тіоколу (1'), СКД (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення І (2, 3) і ІІ (1'–3').

спостерігається монотонне зменшення параметра J . У результаті при великому вмісті цих каучуків величина зносу знижується більш, ніж у два рази в порівнянні з вихідним ЕП.

При зіставленні концентраційних залежностей зносу і деформаційно-міцнісних характеристик звертає на себе увагу певна кореляція між залежностями J – C (рис. 3) і σ_p – C (рис. 2), отриманими для олігобутадієнових каучуків. У той же час для тіоколу така кореляція відсутня.

Для параметрів ϵ_p (рис. 3) і A_p (рис. 4) кореляції з концентраційною залежністю J (рис. 3), а також зворотною величиною $1/J$ (рис. 5) не спостерігається ні для одного з використаних каучуків.

Відзначимо, що експериментальні значення J для епоксидно-каучукових композицій досить добре корелюють з розрахунковими величинами (рис. 2). Розрахунок проводився за формулою [15] $J \approx \mu E / \sigma_p$, де μ – коефіцієнт тертя, E – модуль пружності, σ_p – міцність при розтягуванні. При цьому для епоксидної компоненти при розрахунку брали величину μ , що дорівнює 0,33, а для каучукової складової $\mu = 1,0$. Для сумішевих епоксидно-каучукових систем μ розраховували за правилом адитивності.

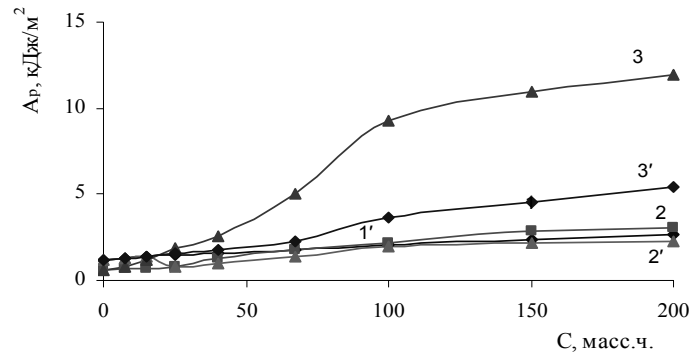


Рисунок 4 – Залежність роботи руйнування від вмісту в ЕП тіоколу (1'), СКД (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення I (2, 3) і II (1'–3').

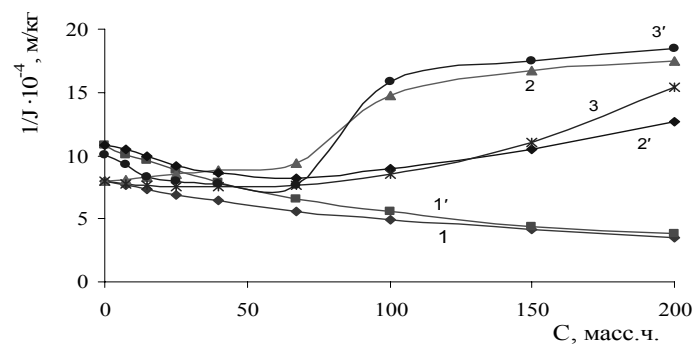


Рисунок 5 – Залежність зносостійкості від концентрації в ЕП тіоколу (1, 1'), каучуків СКД-КТРА (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення I (1–3) і II (1'–3').

Відповідність розрахункових і експериментальних значень спостерігається для олігобутадієнових каучуків. Для тіоколу також проявляється відповідність, проте тільки в зоні відносно невеликих (до 100 мас. ч.) вмістів модифікатора. При великих концентраціях характер зміни $J_{розр}$ та $J_{експ}$ протилежний: експериментальна залежність лінійно зростає, а для розрахункових значень, навпаки, спостерігається зниження зносу.

Перейдемо до більш детального обговорення результатів експерименту. Згідно з рисунком 5, зносостійкість епоксидно-каучукових композиційних матеріалів залежить від концентрації каучуку, його хімічної природи і режиму тверднення. У разі додавання тіоколу зносостійкість монотонно знижується зі збільшенням вмісту модифікатора, причому більш швидко для термооброблених зразків. Ефект може бути пов'язаний з невисокою зносостійкістю самого полісульфідного олігомеру. Тому збільшення концентрації більш схильного до зношування компонента обумовлює монотонне зниження зносостійкості сумішевих композицій. Відзначимо також, що зразки на основі епоксидно-тіололових сумішей являють собою (на відміну від композицій, що містять олігобутадієнові каучуки) прозорі системи, що свідчить про хорошу сумісність компонентів. Це ж підтверджують дані розрахункових значень параметрів розчинності тіоколу й епоксидної смоли – відповідно $19,1$ і $20,6$ (МДж/м³)^{0.5}. Значимість цих величин свідчить про їх гарну термодинамічну сумісність.

У той же час у разі олігобутадієнові каучуки СКД, як показано на рисунку 5, для зразків, отверджених без підігріву, зносостійкість зростає в міру збільшення вмісту модифікатора, причому особливо швидко в інтервалі $67 \leq C \leq 100$ мас. ч. Для зразків, підданих термообробці, характер концентраційної залежності зносостійкості зазнає істотних змін. Спочатку за умови збільшення концентрації каучуку стійкість до зношування монотонно зменшується, досягаючи мінімуму при $C \sim 67$ мас. ч., а потім, навпаки – монотонно зростає із збільшенням вмісту модифікатора СКД. При цьому якщо вміст каучуку (до ~ 40 мас. ч.) є невеликим, то зносостійкість термооброблених зразків вище, ніж зразків, отверджених без підігріву, за рахунок значно більшої величини $1/J$ для базового зразка на основі немодифікованої епоксидної смоли.

Для систем, модифікованих СКН-30 і отверджених без підігріву, спостерігається приблизно така ж залежність як для зразків, що містять каучук СКД, але тверднення шляхом термообробки, а саме,

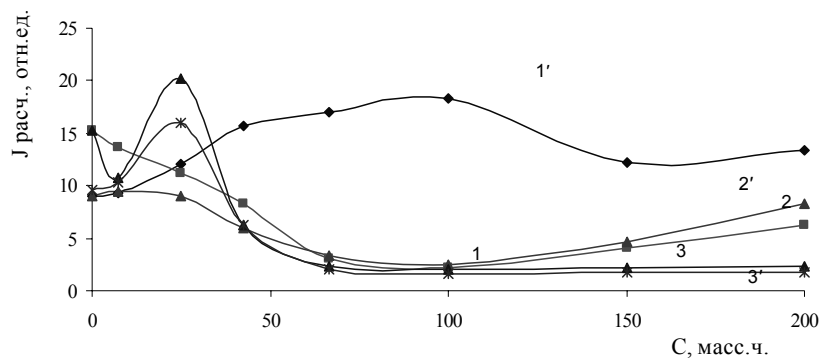


Рисунок 6 – Залежність розрахункових значень J від вмісту в ЕП каучуків: тіоколу (1'), СКД (2, 2') і СКН-30 (3, 3'). Режим тверднення I (2, 3) та II (1'–3').

якщо вміст каучуку становить до ~ 50 мас. ч., то має місце невелике зниження зносостійкості, а в разі збільшення концентрації СКН-30 відбувається досить швидке зростання величини $1/J$ майже в 2 рази. Для термооброблених зразків концентраційна залежність зносостійкості більш складна. Якщо вміст СКН-30 (до ~ 15 мас. ч.) є малим, то відбувається помітне зниження зносостійкості, потім у діапазоні $15 \leq C \leq 67$ мас. ч. величина $1/J$ зменшується із значно меншою швидкістю, а далі починає збільшуватися, причому найбільш швидке зростання зносостійкості спостерігається при $67 \leq C \leq 100$ мас. ч. Причиною такої значної залежності зносостійкості від концентрації каучуків СКД і СКН-30 і режиму тверднення зразків може бути різна ступінь сумісності компонентів суміші та фазового розділення в процесі тверднення епоксидно-каучукових сумішей. Очевидно, що на ці процеси має робити певний вплив сумісність каучуків як з епоксидною смолою, так і з твердненням. Мабуть, є оптимальний ступінь фазового розділення, що забезпечує найкраще поєднання показників зносостійкості й основних фізико-механічних властивостей, і це знаходить своє відображення як в розмірах часток каучукової фази, так і в ступені взаємодії між фазами, тобто адгезії між каучуковим компонентом і епоксидною матрицею.

Для того, щоб визначити зони термодинамічної сумісності, методом ЗГХ були отримані концентраційні залежності параметра термодинамічної взаємодії Флорі-Хаггінса в широкому інтервалі співвідношень компонентів бінарних сумішей смола-каучук і отверджувач ДЕТА-каучук.

Встановлено, що в дуже широкому інтервалі концентрацій каучуку СКД (20-90 мас. ч. на 100 мас. ч. епоксидної смоли ЕД-20) компоненти (смола і каучук) термодинамічно несумісні, про що свідчать значення $\chi_{23}^* > (\chi_{23}^*)_{кр}$. Через це за умови тверднення сумішей епоксидної смоли з цим каучуком при кімнатній температурі реалізується висока ступінь фазового розділення та відбувається часткове розшарування композиції через ще більшу несумісність в отвердненій системі каучуку СКД з отверджувачем ДЕТА. При цьому зона термодинамічної несумісності каучуку і отверджувача ще ширше (від ~ 1 до 140 мас. ч. отверджувача на 100 мас. ч. каучуку). У світлі цього можна пояснити досить значне збільшення зносостійкості, якщо концентрація каучуку є вищою 67 мас. ч. Згідно з отриманими даними цьому діапазону відповідає не максимальна несумісність каучуку зі смолою, а навпаки, область, близька до значень $(\chi_{23}^*)_{кр}$. Разом з тим, якщо врахувати рецептуру такої епоксидно-каучукової композиції, наприклад 100 мас. ч. смоли і 100 мас. ч. каучуку, то вона містить 12 мас. ч. отверджувача ДЕТА. Цьому співвідношенню отверджувача та каучуку відповідає зона їх максимальної несумісності. Це дозволяє припустити, що отверджувач буде витіснити каучук з матриці епоксидного полімеру. Внаслідок цього зовнішня поверхня епоксидного полімеру забагачуватиметься каучуковою компонентою, що забезпечує підвищення зносостійкості матеріалу. Прогрівання зразків призводить лише до ще більшого розшарування композиції та зменшення міжфазної взаємодії, що обумовлює зниження деформаційно-міцнісних характеристик і зносостійкості.

Для систем, що містять каучук СКН-30, через невисоку термодинамічну несумісність бінарних сумішей «смола-каучук» за умови вмісту каучуку при $9 \leq C \leq 37$ мас. ч. і гарну сумісність за наявності інших концентрацій фазовий поділ при отвердженні по режиму I реалізується не повною мірою. Не на стільки сильно цьому (фазовому розділенню) сприяє і отверджувач. Можна припустити, що в результаті тверднення композицій формуються ділянки, де немає розділення фаз, що і призводить до зниження зносостійкості матеріалу. Тільки за умови великого вмісту каучуку ($C > 67$ мас. ч.), коли роль цього компонента стає визначальною, починає позначатися позитивний вплив каучуку СКН-30. Прогрівання композицій, яке сприяє розділенню фаз, забезпечує суттєве підвищення

зносостійкості. Цей факт (поліпшення фазового розділення) був також підтверджений результатами досліджень методом динамічної механічної спектроскопії.

ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті проведених досліджень виявлено досить складний характер впливу рідких реакційноздатних каучуків на зносостійкість і деформаційно-міцнісні властивості епоксидних полімерів. Ефект залежить від хімічної природи і вмісту каучуку, режиму отвердження композиції. Показано, що для тіоколу спостерігається практично лінійне зниження зносостійкості із збільшенням його концентрації в епоксидній матриці. У той же час для олігобутадієнових каучуків при великому вмісті має місце істотне підвищення зносостійкості до значень приблизно в два рази більших, ніж у базового епоксиполімеру. Припущено, що такий вплив каучуків обумовлений як ступенем їх сумісності з епоксидною смолою на стадії суміщення, так і (причому в більшій мірою) ступенем фазового розділення епоксидного та каучукового компонентів у процесі отвердження композиції.

Виявлена кореляція між експериментальними і розрахунковими значеннями зносостійкості, а також концентраційними кривими стирання і когезійною міцністю при розтягуванні.

Планується продовження роботи у двох напрямках:

- вивчення впливу інших компонентів епоксидних композиційних матеріалів, які широко застосовуються для регулювання їх споживчих властивостей, а саме дисперсних наповнювачів (в тому числі й нанопорошків), активних роздріблювачів і пластифікаторів;
- практичне застосування отриманих результатів дослідження для захисту від зносу машин і механізмів під час їх експлуатації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Износостойкие композиты на основе реактопластов [Текст] : научное издание / П. В. Сысоев, М. М. Близнец, А. Л. Зайцев [и др.]. – Под ред. В. А. Белого. – Минск : Наука и техника, 1987. – 192 с.
2. Хахалина, Н. Ф. Композиционные полимерные материалы для направляющих металлорежущих станков [Текст] / Н. Ф. Хахалина, Л. А. Русанова, А. С. Липидус // Пластические массы. – 1984. – № 6. – С. 20–22.
3. Крыжановский, В. К. Износостойкие реактопласты [Текст] / В. К. Крыжановский. – Л. : Химия, 1984. – 120 с.
4. Мэнсон, Дж. Полимерные смеси и композиты [Текст] : пер. с англ. / Дж. Мэнсон Дж., Л. Сперлинг ; Под ред. Ю. К. Годовского. – М. : Химия, 1979. – 440 с.
5. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции [Текст] / Ю. С. Зайцев, Ю. С. Кочергин, М. К. Пактер, Р. В. Кучер. – Киев : Наук. думка, 1990. – 200 с.
6. Клеевые композиции на основе модифицированных эпоксидных смол [Текст] / Ю. С. Кочергин, Т. А. Кулик, Т. И. Григоренко // Пластические массы. – 2005. – № 10. – С. 9–16.
7. Влияние нанопорошков на свойства эпоксидных полимеров / Ю. С. Кочергин, В. В. Золотарева, Т. Е. Константинова, Т. И. Григоренко // Вопросы химии и химической технологии, 2007. – № 5. – С. 98–102.
8. Крыжановский, В. К. Влияние топологической структуры и физического состояния индивидуальных эпоксиполимеров на их трибологические особенности [Текст] / В. К. Крыжановский, О. В. Конова // Трение и износ, 1993. – Т. 14, № 2. – С. 322–327.
9. Влияние жидких каучуков на физико-механические свойства эпоксидных полимеров [Текст] / Т. А. Кулик, Ю. С. Кочергин, Ю. С. Зайцев [и др.] // Пластические массы, 1985. – № 4. – С. 25–27.
10. Полімерні композиційні матеріали з підвищеною зносостійкістю / Ю. С. Кочергін, Т. І. Григоренко, В. В. Золотарьова, І. Г. Манець // Товарознавство та інновації : зб. наукових праць ДонНУЕТ. – Донецьк, 2009. – С. 79–85.
11. Малкин, А. Я. Методы измерения механических свойств полимеров [Текст] / А. Я. Малкин, А. А. Аскадский, В. В. Коврига. – М. : Химия, 1978. – 336 с.
12. Нестеров, А. Я. Обращенная газовая хроматография в термодинамике полимеров [Текст] / А. Я. Нестеров. – К. : Наук. думка, 1976. – 127 с.
13. Flory, P. J. Principles of Polymer Chemistry [Текст] / P. J. Flory. – Ithaca : N. J. Cornell Univ. Press., 1953. – 512 p.
14. Аскадский, А. А. Химическое строение и физические свойства полимеров [Текст] / А. А. Аскадский, Ю. И. Матвеев. – М. : Химия, 1983. – 248 с.
15. Ван Кревелен, Д. В. Свойства и химическое строение полимеров : Пер. с англ. / Д. В. Ван Кревелен. – Под ред. А. Я. Малкина. – М. : Химия, 1976. – 416 с.

Отримано 16.12.2013

В. В. ЗОЛОТАРЕВА

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ЭПОКСИПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ ЖИДКИХ
РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ МАСТИК

Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского

В статье отмечено достаточно сложный характер влияния жидких реакционноспособных каучуков – тиокола и карбоксилатных сополимеров олигобутадиена с акрилонитрилом на износостойкость и физико-механические свойства эпоксидных полимеров. Установлено, что дефект зависит от химической природы и содержания каучуков, а также режима отверждения эпоксидных композиций. Показано, что в случае увеличения содержания тиокола наблюдается практически линейное снижение износостойкости эпоксидного полимера. В то же время при введении олигобутадиеновых каучуков удается повысить износостойкость более чем в два раза по сравнению с базовым эпоксидным полимером.

эпоксидная смола, отвердитель, модификация, жидкий тиокол, карбоксилатный олигобутадиеновый каучук, износостойкость, физико-механические свойства, термодинамическая совместимость

VIKTORIYA ZOLOTAREVA

WEAR-RESISTANT EPOXY POLYMERS BASED ON LIQUID REACTIVE
MASTICS

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan Baranovsky

In the article it has been determine a rather complex nature of the effect of reactive liquid rubber-Thiokol and carboxylate-acrylonitrile copolymers oligobutadiene on wear resistance and mechanical properties of epoxy polymers. It has been found out that the effect depends on the chemical nature and content of the rubber and the curing modes epoxy compositions. It has been shown that as the content of Thiokol observed almost linear decrease in wear resistance of epoxy resin. At the same time the introduction of oligobutadiene rubbers in large enough quantities can increase the wear resistance more than doubled compared to the baseline epoxy resin.

epoxy resin, hardener, modification, liquid thiokol, oligobutadienovy carboxylated rubber, wear resistance, mechanical properties, thermodynamic compatibility

Золотарьова Вікторія Володимирівна – старший викладач кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. Наукові інтереси: товарознавство пластичних мас.

Золотарева Виктория Владимировна – старший преподаватель кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров Донецкого национального университета экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. Научные интересы: товароведение пластических масс.

Zolotareva Viktoriya – senior lectures, Commodity and Examination of Non food Goods Department, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan Baranovsky. Scientific interests: commodity research of plastic the masses.