УДК. 621.791.927

П. Савчук

РОЗРОБКА ЕПОКСИДНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дана робота охоплює результати по оптимізації полімерної матриці на базі епоксидно-діанової смоли ЕД-16 з використанням твердника ПЕПА-Б та модифікатора ДЕГ-1 з метою розробки нових антифрикційних матеріалів та покриттів для вузлів тертя с/г машин. На основі апріорних даних, а також математичного планування експерименту експериментально визначено оптимальний вміст твердника, модифікатора і температурно-часові режими полімеризації.

Умовні позначення:

$\sigma_р$ - адгезійна міцність при розриві, МПа;

$\sigma_{зс}$ - адгезійна міцність при зсуві, МПа.

Вступ.

Одним із перспективних напрямків підвищення експлуатаційних характеристик машин і механізмів є створення полімеркомпозиційних антифрикційних матеріалів на основі реактопластів із заданими триботехнічними параметрами. Особливий технічний інтерес становлять нові триботехнічні матеріали, які сприяють виникненню явища вибіркового переносу при терті [1].

При розробці полімерної матриці антифрикційних матеріалів за основу використовували епоксидні олігомери, так як вони мають достатню текучість при заливці у форми в процесі переробки, при певному режимі полімеризації

змінюють свої властивості в бажаному напрямку, забезпечують високу щільність упаковки, безпористість отриманих матеріалів. Крім того, епоксидні смоли мають високу тепло- і хімічну стійкість, а за зносостійкістю прирівнюються до алюмінієвих сплавів [2].

Однак, потенціальні можливості епоксидних олігомерів, як в'яжучих для антифрикційних матеріалів, реалізується не в повній мірі. Це пов'язано із тим, що при створенні антифрикційних матеріалів на їх основі не враховувався вплив органічних і мінеральних модифікаторів та наповнювачів на кінетику та характер формування структури композита.

Об'єктами досліджень вибрано епоксидно-діановий олігомер марки ЕД-16 із вмістом епоксидних груп 16.0-18.0%. Для затвердіння олігомеру використовували низькотемпературний твердник амінного класу - поліетиленполіамін /ПЕПА-Б, ТУ 6-02-594-70/, а також з метою зменшення модуля пружності композиції і технологічності при формуванні у вироби за рахунок зменшення в'язкості до її складу вводили аліфатичну смолу /ДЕГ-1, ТУ 6-05-1645-73/, яка становить собою дигліциділовий ефір диетиленгліколю.

Оптимізацію полімерної матриці проводили методом визначення руйнівного напруження при розтязі і зсуві згідно ДСТ 14759-69 і 14760-69.

При виготовленні полімеркомпозицій кількість твердника і пластифікатора брали в масових частинах на 100 масових частин епоксидного олігомера. Площа склеювання металевих зразків із сталі 20Л становила 1см^2. При визначенні границі міцності при розриві використовувались зразки у вигляді грибків із конічним виступом для самоцентрування. Дослідження проводили на розривній машині ДМ-30М із швидкістю навантаження 5 кг/с.

Відомо [3,4], що для затвердіння смоли ЕД-20 модифікованої ДБФ використовують 10±0.5 мас. ч. ПЕПА-Б. З метою отримання нових властивостей ЕД-16 її модифікували аліфатичною смолою ДЕГ-1 в межах від 10 до 35 мас. ч. на 100 мас. ч. епоксидно-діанового олігомера.

У результаті досліджень (рис. 1) встановлено, що максимальне значення адгезійної міцності при розриві ($\sigma_р$) і зсуві ($\sigma_{зс}$) відповідає 15 мас. ч. ДЕГ-1 та відповідно складає 66.1 і 35 МПа. Крім того, співвідношення 100:15 є найкращим за технологічними характеристиками. Максимуми міцнісних характеристик в залежності від вмісту ДЕГ-1 в матеріалі пояснюють зміною щільності структурної сітки в'яжучого. Подальше збільшення процентного вмісту ДЕГ-1 в композиції до 20-30 мас. ч. веде до зменшення $\sigma_р$; $\sigma_{зс}$ і при вмісті 25 мас. ч. складає 51.1 МПа для $\sigma_р$ та 27.4 МПа для $\sigma_{зс}$.

Проведений експеримент дозволив встановити вплив часу полімеризації, температури і часу затверднення на адгезійно-міцнісні властивості матриці. При склеюванні зразків застосовували ступінчатий режим полімеризації: зразки витримували протягом двох годин при температурі 293К; нагрівали із швидкістю 2.5 град/хв до температури 433К і витримували при цій температурі, а потім охолоджували до 293К.

Результати адгезійних досліджень дозволяють констатувати, що час полімеризації в значній мірі впливає на міцнісні характеристики композиції (рис. 2). Другий максимум на кривих 1 і 2 зміщений в сторону збільшення часу витримки до 2-2,5 год. Це пояснюють неможливістю повної полімеризації та утворення завершеної структури на ділянці першого максимуму (0,9-1,2 год.). Подальше зменшення величин $\sigma_р$ і $\sigma_{зс}$ свідчить про завершення основних стуктуроутворюючих процесів у полімері. Крім того, встановлено, що на адгезійно-міцнісні властивості епоксидної матриці значно впливає

характер охолодження. Отримані результати показують, що після витримки протягом 2.5 год. $\sigma_{p\ max}$ становить при охолодженні на повітрі 71.8 МПа, а при охолодженні з піччю 55.5 МПа і пояснюються впливом цементуючого фактора на формування структури [5].

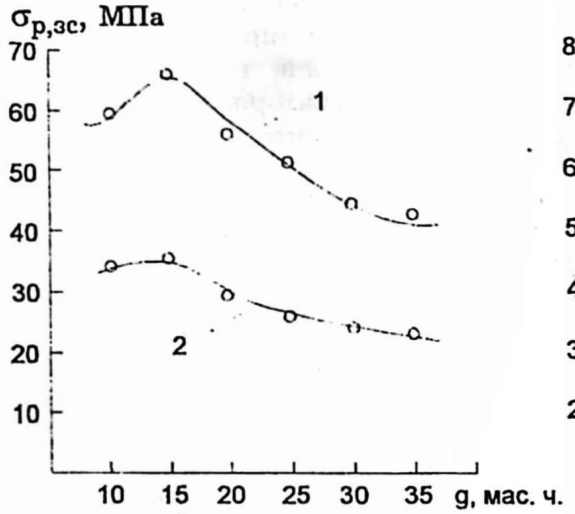


Рис. 1

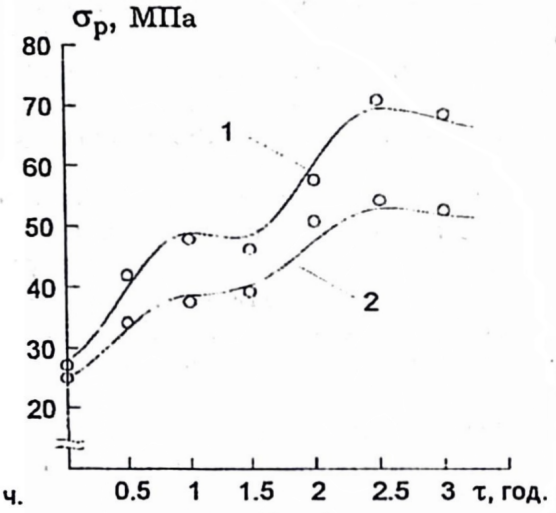


Рис. 2

Рис. 1. Вплив кількості ДЕГ-1 на адгезійну міцність при розриві (1) і зсуві (2).
Рис. 2. Вплив часу витримки і швидкості охолодження на адгезійну міцність при розриві: 1- охолодження на повітрі; 2- охолодження з піччю.

З метою вивчення технологічних можливостей матеріалу проводились дослідження впливу різноманітних знежирювачів поверхні склеювання зразків на адгезійні властивості матриці. Як видно з діаграми (рис. 3), найбільш ефективним знежирюючим засобом з ряду використаних є ацетон, границя міцності при розриві якого складає 55.8 МПа а при зсуві 32.3 МПа. Проте найкращі результати отримані при склеюванні безпосередньо обробленої механічним способом поверхні (σ_p=67.3 МПа; $\sigma_{зс}$=35 МПа), що пояснюється практично відсутністю на поверхні взаємодії адгезив-субстрат окисної плівки та появою ефективних центрів (обмінні іони, ОН-групи, вільні електрони).

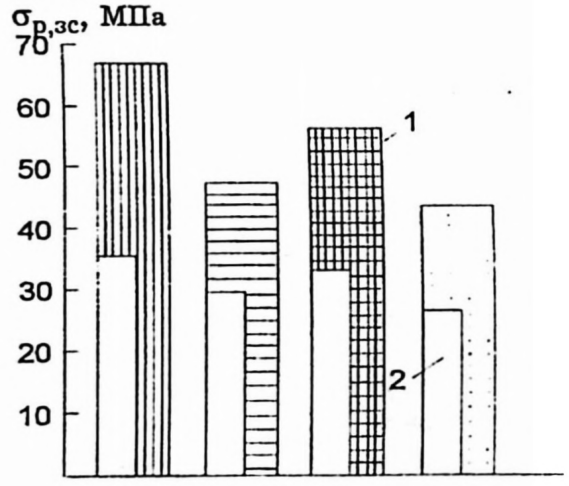


Рис. 3

Рис. 3. Вплив природи знежирювачів на адгезійну міцність при розриві (1) і зсуві (2):
- механічна обробка;
- спирт;
- ацетон;
- розчинник 647.

На основі апріорних даних був використаний метод математичного планування експерименту, який дозволив одночасно врахувати вміст твердника ПЕПА-Б (x_1), температуру полімеризації (x_2) та час витримки (x_3). При цьому було отримано наступне рівняння регресії, яке повністю описує результати даного експерименту:

$$y=58.56-1.2875x_1+1.0375x_2+9.9875x_3+4.7625x_1x_2x_3.$$

Порівняння експериментальних і табличних значень критеріїв Фішера показує, що рівняння регресії становить адекватну математичну модель властивостей матеріалів, які досліджуються.

Висновки

Встановлено, що максимальні адгезійні властивості епоксидної матриці (σ_p=66.1 МПа; $\sigma_{зс}$=35 МПа) отримують за рахунок формування структурної сітки з оптимальною щільністю упаковки макромолекул в об'ємі матеріалу. Це досягають введенням модифікатора ДЕГ-1 (15 мас. ч.), ПЕПА-Б (10 мас. ч.) на 100 мас. ч. в'яжучого при ступінчастому режимі термостатування: 2 год. при Т=293К; нагрів із швидкістю 2,5 град/хв. до температури 433К; 2,5 год. при 433К; охолодження на повітрі до 293К. Отримана математична модель дозволяє прогнозувати властивості композитів в залежності від вмісту компонентів і технології формування матеріалів.

Summary. In activity is established, that on optimum adhesion-strength of a property of a polymeric matrix of an antifriction material (ЕД-16 + ДЕГ-1 + ПЕПА-Б) the components ratio, and also temperature and time of polymerization influence. The simultaneous combination these making with use of mathematical planning allows to reach optimum outcomes.

Література

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника.- М.: Машиностроение, 1989.- 328с.
2. Князев В.К. Эпоксидные конструкционные материалы в машиностроении.-М.: Машиностроение, 1977.- 183с.
3. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи.-М.:Химия, 1980.- 286с.
4. Тризно М.С., Москалев Е.В. Клеи и склеивание.- Л.: Химия, 1980.- 120с.
5. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров.- М.: Химия, 1964.- 640с.