

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА МІЦНОСТІ НА РОЗТЯГ ПОЛІМЕРНОЇ НАКЛАДКИ НАТЯЖНОГО ПРИСТРОЮ ЛАНЦЮГА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Свідерський В.П.**

к.т.н., доцент

Хмельницький національний університет  
0978251338, svidersky.vladyslav@gmail.com

**Василишин А.В.**

магістрант

Хмельницький національний університет

**Підгурняк В.О.**

магістрант

Хмельницький національний університет

**Попов А.М.**

магістрант

Хмельницький національний університет

Першорядну роль в роботі як двигуна, так і всього автомобіля загалом відіграє газорозподільний механізм. Завдяки цьому механізму відбувається подача пального в циліндри двигуна та відводяться продукти згорання.

У газорозподільному механізмі автомобілів ВАЗ, найбільш часто виходить з ладу заспокоювач і натяжний пристрій ланцюга, які складаються з металевих пластин, на які нанесені методом вулканізації каучукові накладки, що досить швидко зношуються під постійною дією на них ланок ланцюга. Для забезпечення довговічності газорозподільного механізму та достатню зносостійкість заспокоювача і натяжного пристрою, необхідно підвищити зносостійкість та міцність найбільш критичного елемента – матеріалу накладки натяжного пристрою [1].

Метою роботи є покращення фізико-механічних характеристик та зносостійкості полімерного матеріалу натяжного пристрою газорозподільного механізму за рахунок заміни матриці полімерного матеріалу і модифікації його наповнювачами.

Аналізуючи результати раніше проведених досліджень, можна зробити висновок, що матеріал графелон-20 за зносостійкістю значно переважає матеріал каучук СКН-40, але він не достатньо вологостійким [2,3].

Аналіз фізико-механічних властивостей термостійких полімерів показав, що ароматичний поліімід ПМ-69 має кращі фізико-механічні характеристики в порівнянні з іншими полімерними матеріалами, а також має значно менше волопоглинання в порівнянні з ароматичним поліамідом Фенілон С-2 [4].

Тому розробка і дослідження властивостей полімерних композиційних матеріалів на основі ароматичного поліімиду ПМ-69 з застосуванням його для виготовлення пластин натяжного пристрою ланцюга газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання є досить актуальною.

Поліімідні матеріали мають хороші антифрикційні властивості. За значенням коефіцієнта тертя вони поступаються лише фторопластам, проте зносостійкість та здатність нести навантаження у поліімідів значно вища, ніж у фторопластів.

Введення антифрикційних наповнювачів, таких як, графіт, дисульфід молібдену ще більше підвищує зносостійкість поліімідів та знижує коефіцієнт тертя у 1,5 рази.

Поєднання високої механічної міцності з достатніми антифрикційними та електроізоляційними властивостями відносить поліімідні матеріали у ряд найважливіших

конструкційних матеріалів. З цих матеріалів виготовляють шестерні, вкладиші підшипників, втулки, ролики, муфти, повзуни, лопаті гребних гвинтів, вентиляторів, медичні інструменти.

Технологічна схема процесу формування складу, структури та властивостей полімерного композиційного матеріалу графелон наведена у роботі [2].

Формування складу композиційного матеріалу. Складові графелону – багатокомпонентні, вони містять дисперсні тверді мастила, або комплекс твердих мастил, вуглецеві волокна з різними властивостями, модифікатори.

Подрібнення та змішування складових компонентів графелону виконували у млинку МРП-1 з подовими ножами при 7000 обертів ножів за хвилину протягом шести хвилин (діаметр ножів 0,205 м, частота обертання  $117 \text{ c}^{-1}$ , максимальна лінійна швидкість 75 м/с). Активне механічне змішування наповнювачів композиції проводили з метою підвищення їх структурної активності та запобіганню утворення агломератів. Сушку після змішування композиції виконували в термошкафу за температури  $100\text{--}120 \text{ }^\circ\text{C}$  на протязі однієї години.

Технологічний процес виготовлення лабораторних зразків, пластин заспокоювача та натяжного пристрою складається з наступних операцій: брикетування (холодне пресування), гаряче пресування і термообробка виробів згідно розроблених режимів.

Брикетування (холодне пресування) композиційного матеріалу.

При виготовленні заготовки, яка подібна до виробу, необхідно враховувати, що її розміри при вийманні з форми, а особливо під час сушки, збільшуються на  $1,5\text{--}2 \%$  в порівнянні з розмірами форми, в якій виконується брикетування. Тому розміри форми для брикетування повинні бути враховані при проектуванні форми для гарячого пресування.

Форми для холодного пресування повинні бути зі значною висотою завантажувальної камери, з врахуванням наважки порошку. Не рекомендується додатково підпресовувати матеріал, тому що це може привести до втрати міцності, так як на готовому виробі при цьому появляються смужки з неоднорідними властивостями.

Гаряче пресування і термообробка виробів. Режими технологічних операцій.

Заготовки лабораторних зразків і пластин натяжного пристрою композиційного матеріалу на основі ароматичного полііміду – графелон-ПМ, виготовляли відповідно до рекомендованої послідовності.

Для виготовлення лабораторних зразків пресувальну композицію засипали у форму, підтримуючи тиск  $30\text{--}35 \text{ МПа}$ . Далі нагрівали полімерний матеріал за відсутності тиску до температури  $340\text{--}345 \text{ }^\circ\text{C}$ , підтримуючи цю температуру 5 хвилин. Потім прикладали тиск  $45\text{--}50 \text{ МПа}$  на протязі 5 хвилин. Наступним етапом було охолодження полімерного матеріалу до температури  $200\text{--}220 \text{ }^\circ\text{C}$ , підтримуючи тиск  $45\text{--}50 \text{ МПа}$ . Після охолодження заготовки, при відсутності прикладеного тиску, до температури  $70\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$  її виймали із форми. Для забезпечення максимальних необхідних характеристик композиційного матеріалу графелону-ПМ оптимальною температурою пресування прийнята температура  $345 \text{ }^\circ\text{C}$ , за якої показники міцності виробів, а також й ударна в'язкість, досягають максимальних значень.

Виконані розрахунки тривалості прогрівання при пресуванні пластини або циліндра з графелону-ПМ.

Лабораторні дослідження зносостійкості композиційних матеріалів проводили на модифікованому трипальчиковому трибометрі тертя ХТІ-72 [4].

За схемою сфера – площина проведено випробування під час тертя з обмеженим мащенням за таких умов: нормальне навантаження на один зразок  $100 \text{ Н}$ , швидкість ковзання  $0,42 \text{ м/с}$ , температура поверхні контртіла  $373 \pm 2 \text{ К}$  з вуглецевої сталі 45 (НВ  $4,6 \pm 0,2 \text{ ГПа}$ , вихідна шорсткість поверхні  $R_{\text{a}0} = 0,3 \pm 0,05 \text{ мкм}$ ).

За результатами експерименту розраховували інтенсивність об'ємного зношування для шляху тертя  $\Delta S_i$ :

$$I_1 = \frac{\Delta V_{1i}}{N_i \cdot \Delta S_1}; \quad (1) \qquad I_2 = \frac{\Delta V_{2i}}{N_i \cdot \Delta S_2} \quad (2)$$

де  $\Delta V_{1i}$  – зміна об'єму і-зразка на проміжку шляху тертя  $S_1$  (нелінійна залежність зношування від шляху тертя);  $\Delta V_{2i}$  – зміна об'єму і-зразка на проміжку шляху тертя  $S_2$  (лінійна залежність зношування від шляху тертя).

Дослідження інтенсивності зносу композиційних матеріалів на основі полііміду ПМ-69 (графелон-ПМ) та ароматичного поліаміду фенілон С-2 (графелон-20) за 20 відсотків об'ємної частки в їх складі вуглецевого волокна показали, що найбільшу зносостійкість за умов роботи з обмеженим мащенням має полімерний матеріал графелон-ПМ. Матеріал графелон-ПМ за зносостійкістю переважає графелон-20 в 3,3 рази.

Встановлено, що при об'ємному наповненні більше десяти відсотків для наповнювачів з високою теплопровідністю, таких як термооброблений кокс, графіт, графітоване волокно, спостерігається збільшення інтенсивності зношування при підвищенні об'ємної частки наповнювача.

В даному випадку, аналогічно змінюється також теплопровідність полімерних композитів. Введення в поліімід з коефіцієнтом теплопровідності 0,35 Вт/(м·К) вуглецевого волокна з низькою теплопровідністю 0,07 Вт/(м·К) при об'ємному наповненні більше десяти відсотків приводить до зменшення інтенсивності зношування та зниження теплопровідності із збільшенням об'ємного наповнення.

Зниження теплопровідності полімерного композиційного матеріалу приводить до збільшення температури його поверхні у порівнянні з металевою поверхнею контртіла. Відповідно зростає податливість композиційного матеріалу, що приводить до збільшення площі фактичного контакту, зменшення тиску в мастильному шарі контакту та збільшення зносостійкості полімерного матеріалу натяжного пристрою ланцюга газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання.

Для проведення випробувань на розтяг композиційних матеріалів у формі кілець використовували розривну машину МР-05-1 зі швидкістю переміщення зразка 15 мм/хв. Границю міцності на розтяг визначали за формулою:

$$\sigma_p = \frac{P}{2h(R-r)}, \quad (3)$$

де  $P$  – розривне зусилля, Н;  $h$  – висота зразка, мм;  $R$  – зовнішній радіус, мм;  $r$  – внутрішній радіус, мм.

Цей показник не відображає повну характеристику композиційного матеріалу, оскільки на ділянках роз'єму напівдисків кільця виникають як деформації згину, так і розтягу. Зазвичай, величина цих деформацій залежить від відношення товщини стінки кільця до діаметра. Чим більше співвідношення та різниця властивостей композиційного матеріалу, тим сильніше проявляється вплив згину. Це пояснює, чому кільцеві зразки композиційних матеріалів рекомендують для порівняльних експериментів. Результати досліджень показали, що композиційний полімерний матеріал графелон-ПМ має на 29 % більшу межу міцності на розтяг ніж матеріал графелон-20 і у 3,5 рази більшу межу міцності на розтяг ніж каучук СКН-30.

### Список літератури:

1. Свідерський В. П. Підвищення зносостійкості і розробка технології виготовлення заспокоювача ланцюга газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання / В. П. Свідерський, В. С. Яремчук // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – № 2. – С. 39–45.
2. Свідерський В. П. Підвищення зносостійкості натяжного башмака газорозподільного механізму автомобіля ВАЗ – 21011 / В. П. Свідерський, Л. П. Мельничук, В. С. Нараєвський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 5. – С. 51–55.

3. Гетьманчук Ю. П. Хімія та технологія полімерів / Ю. П. Гетьманчук, М. М. Братичак. – Львів: Бескид Біт. – 2006. – 496 с.
4. Антифрикційні властивості термостійких полімерів та їх сумішей в умовах над граничних та граничних навантажень під час тертя з обмеженим мащенням / Г.О. Сіренко, Л. В. Базюк, О. В. Кузишин [та ін.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2010. – Т.11, №1. – С. 224–239.