

За виміром кута повороту трибометра від врівноваженого стану за умови нерухомого контрзразка визначають статичний коефіцієнт тертя спокою, а при обертанні контрзразка від зовнішнього приводу – динамічний коефіцієнт тертя обертового руху за формулою:

$$f = \frac{2R}{d_2} \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

де R – радіальна відстань шарніра 8 від осі контрзразка (рис. 1);

d_2 – діаметр виточки контрзразка (рис. 2);

α – відповідний кут за виміром повороту трибометра.

Список літератури

1. Промкаталог РФ/PublicDocuments/08150591.
2. Патент UA № 69499, бюл. № 8/2012.
3. Патент UA № 121076, бюл. № 22/2017.
4. А. с. SU № 1215020, бюл. № 8/1986.
5. А. с. SU №1490605, бюл. № 24/1989.
6. А. с. № 386305, бюл. № 26/1973.
7. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ: учебник. / С. С. Сулакшин, П. С. Чубик; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 367 с.

УДК 621.891

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗАСПОКОЮВАЧА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ АВТОМОБІЛЯ

В. С. Чекирда

ст. гр. МТВА_м-13-1

В. П. Свідерський

доц., канд. техн. наук

В.С. Яремчук

ст. викладач

Хмельницький національний університет

Газорозподільний механізм має велике значення в роботі як двигуна, так і всього автомобіля в цілому. З його допомогою відбувається подача палива в циліндри двигуна, і відводяться продукти згорання. Рух цього механізму приводиться за допомогою ланцюга або ремня, що з'єднують дві шестерні механізму. Таким чином, ланцюг або ремінь грає роль передавального механізму при роботі двигуна, і розрив цього механізму неминуче спричиняє припинення роботи двигуна. Спосіб приводу газорозподільного механізму – ремнем або ланцюгом – рідко стає визначальним чинником при виборі автомобіля. Але задуматися все-таки змушує. Адже він часом може змінити долю автомобіля. Якщо дана модель двигуна не славиться малим ресурсом ланцюга, то ланцюговий привід краще ремінного. Ремінний привід витримує тільки пробіг до регламентної заміни, а ланцюг може експлуатуватись значно довше.

У газорозподільному механізмі автомобілів ВАЗ, найбільш часто виходить з ладу заспокоювач ланцюга, який складається з металевої пластини, на яку нанесена методом вулканізації каучукова накладка, що досить швидко зношується під постійною дією на неї ланок ланцюга. Щоб забезпечити тривалу довговічність та достатню зносостійкість заспокоювача,

а при цьому і всього газорозподільного механізму, необхідно підвищити зносостійкість найбільш критичного елемента – матеріалу накладки [1].

Мета дослідження. Ставиться задача проаналізувати роботу заспокоювача ланцюга газорозподільного механізму на прикладі автомобіля ВАЗ-21011 з обґрунтуванням вибору іншого конструкційного матеріалу для заміни базового, з метою підвищення його зносостійкості, що дозволить збільшити в цілому ресурс роботи механізму [2]. Необхідно виконати порівняльні лабораторні дослідження зносостійкості запропонованого антифрикційного матеріалу (графелон-20) та базового, в якості якого виступає каучук СКН-40 і на цій основі розрахувати параметри моделі зношування заспокоювача ланцюга газорозподільного механізму, а також знос і коефіцієнт порівняння зносу.

Порівняння фізико-механічних властивостей матеріалів графелон-20 і каучуку СКН-40. Для заміни базового матеріалу заспокоювача ланцюга (каучук СКН-40) газорозподільного механізму пропонується використати матеріал графелон-20, отриманого на основі ароматичного поліаміду, який є стійким до ударів та зносу під дією тертя, а також до високих температур (у межах 180–320 °С). Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей зазначених матеріалів наведена в таблиці 1 [3, 4].

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості графелона-20 і каучуку СКН-40

Параметр характеристики матеріалу	Найменування матеріалу	
	Графелон-20	Каучук СКН-40
Модуль пружності при стиску, МПа	4–5	2–2,5
Температура крихкості, °С	–80	–45
Відносне видовження при розриві, %	6,6	4,5
Межа міцності під час розтягу, МПа	80–90	25–30

Аналіз фізико-механічних характеристик цих матеріалів показав, що графелон-20 суттєво переважає за своїми фізико-механічними параметрами каучук СКН-40.

Методика та результати лабораторних випробувань. Для лабораторних досліджень був обраний метод випробування на зношування за схемою «перехресних циліндрів».

Контактування зразків відбувалося за наступних умов [5]:

- 1) прийнята схема контакту двох перехресних циліндрів, проекції осей яких перетинаються під кутом 90°; зовнішні радіуси циліндрів r_1 та r_2 у загальному випадку різні;
- 2) циліндри притискаються один до одного з постійним навантаженням $Q = \text{const}$;
- 3) перший циліндр (1) – обертовий, без зносу, другий циліндр (2) – необертний, зношується;
- 4) при дослідженні отримуємо еліптичну площадку контакту розмірами a та b , які періодично вимірюють; як результат випробувань відомі експериментальні функції $a(S)$ та $b(S)$, де S – шлях тертя;
- 5) зношування $u_w(S)$ необертного циліндра відбувається за моделлю сталого зносу, і якщо $r_1 = r_2$, то такі результати відповідають випадку контактування куль.

Випробування здійснювалися за таких параметрів: частота обертання робочого вала $n = 1440 \text{ хв}^{-1}$; його діаметр $d_e = 16 \text{ мм}$; діаметр зразка, що випробовується, $d_{13} = 10 \text{ мм}$; загальне контактне навантаження для моделі $Q = 0,1 \text{ кг}$.

Під час випробувань, через визначений проміжок часу вимірювали фактичні розміри осей еліптичної плями контакту ($2a^*$ та $2e^*$), де a^* та e^* – поточний розмір, відповідно. Еквівалентний радіус кола визначається за співвідношенням: $a = (a_* \cdot \hat{a}_*)^{\frac{1}{2}}$.

Шлях тертя S для досліджуваних зразків визначали за формулою (1):

$$S = \pi \cdot d \cdot n \cdot \tau, \quad (1)$$

де d – діаметр контртіла, мм; n – число обертів контртіла за одну хвилину; τ – час обертання, хв.

У випадку, коли буде відома експериментальна крива $a(S)$, за цією залежністю можна розрахувати параметри моделі зношування.

Результати випробувань на зношування зразків дослідного та базового матеріалів наведені на рис. 1.

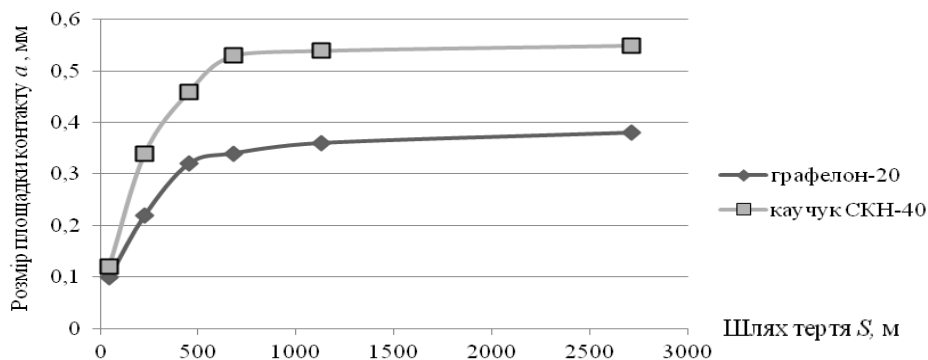


Рисунок 1 – Залежність розміру площадки контакту від шляху тертя для досліджуваних матеріалів

Наведемо необхідні співвідношення для прийнятої моделі. Параметр апроксимації β експериментальних кривих визначали за допомогою двох точок: (a_1, S_1) та (a_2, S_2) :

$$\beta = \frac{\log \frac{a_1}{a_2}}{\log \frac{S_1}{S_2}}. \quad (2)$$

Параметр m моделі зношування знаходили за залежністю (3):

$$m = \frac{1 - 2\beta}{2\beta}. \quad (3)$$

Параметр моделі k_w визначали за формулою (4):

$$k_w = \frac{a_1^{2m+2} - a_0^{2m+2}}{r_{1\zeta} (2m+2) \cdot (Q/\pi)^m \cdot S_1}. \quad (4)$$

Контактний тиск σ у реальному спряженні був розрахований за формулою (5):

$$\sigma = P / F, \quad (5)$$

де P – навантаження (у спряженні «заспокоювач–ланцюг», $P = 12,5$ кгс [1]); F – площа контакту, мм²:

$$F = \pi \cdot r_{1\zeta}^2, \quad (6)$$

тут $r_{1\zeta}$ – радіус зразка, мм.

Розрахунок зносу U_w здійснювали за формулою (7):

$$U_w = k_w \cdot \sigma^m \cdot S. \quad (7)$$

Параметри моделі зношування, результати зносу для шляху тертя $S = 50$ км та коефіцієнт порівняння зносу, наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри моделі зношування, результати зносу
та коефіцієнт порівняння зносу

Найменування матеріалу	Параметри моделі зношування			Знос U_w , мм	Коефіцієнт порівняння зносу K
	β	m	$k_w \cdot 10^{-6}$		
Каучук СКН-40	0,194	1,5450	0,2928	0,855	–
Графелон-20	0,223	1,2395	0,0311	0,159	$U_{w1} / U_{w2} = 0,855 / 0,159 = 5,38$

Аналіз отриманих результатів показав, що матеріал графелон-20 за зносостійкістю переважає матеріал каучук СКН-40 майже у 5,4 рази. Результати виконаних досліджень можуть бути використанні для підвищення зносостійкості заспокоювача ланцюга газорозподільного механізму таких автомобілів як: Mercedes-Benz W₂₂₀, Volkswagen, Skoda, Seat з двигуном 1,8 TFSI 118 кВт, Nissan Note з двигуном 1,4 CR 14DE, Toyota Corolla 150 з двигуном 1ZZ, Nissan Almera з двигуном 1,5 Q615DE, Niva-Chevrolet: 2123-1006019.

Список літератури

1. Карагодін В. І. Ремонт автомобілей и двигателей : учеб. пособие [для студ. проф. учеб. заведений] / В. І. Карагодін, Н. Н. Митрохін. – 2-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2003. – 496 с.
2. Автомобили «Жигули» моделей ВАЗ-2101, 2102, 21011, 21013: устройство и ремонт / В. А. Вершигора, А. П. Игнатов, К. В. Новокшенов, К. Б. Пятков. – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.
3. Антифрикционные термостойкие полимеры / Г. А. Сиренко, В. П. Свицерский, В. Д. Герасимов, В. З. Никонов. – Київ : Техніка, 1978.– 246 с.
4. Сиренко Г. А. Антифрикционные карбопластики / Г. А. Сиренко.- К.: Техника, 1985.– 195 с.
5. Кузьменко А. Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність : навч. посібник [для студ. вищих навч. закладів] / А. Г. Кузьменко. – Хмельницький : ТУП, 2002. – 151 с.

УДК 656.07

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ПРИ ДОСТАВЦІ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

**А.В. Кіяшко, ст. гр. Т-51-17 МАГ,
О.В. Павленко, доц., канд. техн. наук**
Харківський національний автомобільно-дорожний університет

З метою розвитку ринку транспортних послуг актуальним є формування транспортно-логістичних центрів. Вони представляють собою центри, в яких поєднуються транспортні, промислові, торговельні, фінансові та інформаційні потоки, а також йде переробка вантажів, взаємодія різних видів транспорту.

В сучасних ринкових умовах на ринку транспортних послуг існує жорстка конкуренція, тому кожна автотранспортна компанія, транспортно-логістичний центр, транспортно-експедиційне підприємство повинне вдосконалювати надання своїх послуг споживачам для того щоб залишатися конкурентоспроможним.

Для наглядної характеристики об'єкта даного дослідження сформуємо схему доставки вантажу у міжнародному сполученні: 1) прийом заявки на перевезення; 2) обробка замовлення в ТЛЦ; 3) оформлення документів; 4) навантаження вантажу на транспортній засіб (ТЗ); 5) подача ТЗ до пункту навантаження; 6) перевезення вантажу до пункту пропуску; 7) проходження митного контролю; 8) передача одержувачу; 9) розвантаження вантажу; 10) перевезення вантажу до пункту розвантаження. Представлена загальна схема може варіюватися, деякі операції можуть бути замінені або розміщуватися в іншій послідовності.

Вхідними параметрами, що впливають на процес перевезення вантажів у міжнародному сполученні є: $l_{нод}$ – відстань від АТП до вантажовідправника, км; q – обсяг замовлення, т; $l_{ВВПП}$ – відстань перевезення вантажу від ВВ до ПП, км; $l_{ППВО}$ – відстань перевезення вантажу від ПП до ВО, км. Зовнішніми факторами виступає: $t_{нав}$ – час навантаження 1 тонни вантажу, год; $t_{МИТ}$ – час на проходження митного контролю, год; $t_{роз}$ – час розвантаження 1 тонни вантажу, год. У якості вихідного параметру було обрано: $B_{сум}$ – загальні витрати на доставку вантажу, грн.

Загальну суму грошових витрат на доставку можна представити у такому вигляді

$$B_{сум} = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + B_7 + B_8 + B_9 + B_{10}, \quad (1)$$

де B_1 – витрати на прийом заявки, грн;

B_2 – витрати на обробку замовлення, грн;

B_3 – витрати на оформлення документів, грн;

B_4 – витрати на подачу ТЗ до пункту навантаження, грн;

B_5 – витрати на навантаження вантажу, грн;

B_6 – витрати на перевезення вантажу до пункту пропуску, грн;

B_7 – витрати на проходження митного контролю, грн;

B_8 – витрати на перевезення вантажу до пункту розвантаження, грн;

B_9 – витрати на розвантаження вантажу, грн;

B_{10} – витрати на передачу вантажу одержувачеві, грн.

Для проведення експерименту були обрані 4 фактори, тобто знадобиться 16 серій дослідів.

Значення вхідних параметрів цього експерименту – статистичні дані, а саме – максимальні та мінімальні значення показників. У якості факторів було обрано q – обсяг замовлення, $l_{нод}$ – відстань від АТП до вантажовідправника, $l_{ВВПП}$ – відстань перевезення вантажу від ВВ до ПП, $l_{ППВО}$ – відстань перевезення вантажу від ПП до ВО (табл.1).

Таблиця 1 – Результат плану експерименту із урахуванням граничних значень

Серія дослідів	$X_1(q)$, т.	$X_2(l_{нод})$, км.	$X_3(l_{ВВПП})$, км.	$X_4(l_{ППВО})$, км.	$Y(B_{сум})$, грн.
1	20	25	1400	50	34144
2	20	25	40	50	13744
3	20	1	40	50	13504
4	1	25	1400	1800	57873
5	1	1	1400	1800	57633
6	1	1	40	1800	37233
7	1	25	40	1800	37473
8	20	1	1400	50	33904
9	1	1	40	50	2233