

УДК 621.891

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПАРИ ТЕРТЯ ВТУЛКА – РЕЙКА В РУЛЬОВОМУ УПРАВЛІННІ АВТОМОБІЛЯ З ПЕРЕДНІМ ПРИВОДОМ

THE INCREASE OF WEAR RESISNANCE OF SLEEVE-RACK FRICTION PAIR IN FRONT-  
WHEEL-DRIVE AUTOMOBILE STEERING

Свідерський Владислав, Кириченко Людмила

*Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016*

Однією з головних задач для автомобілів з переднім приводом є підвищення надійності та довговічності роботи рульового механізму типу рейка – шестерня. Такий тип рульового механізму в наш час досить поширений і використовується в автомобілях таких марок як “Renault Logan”, “Sens”, “Dacia Logan”. Слабкою ланкою в рульовому управлінні є пара тертя втулка – рейка. Слід відмітити, що заводом виробником встановлений термін заміни втулки становить близько 40 – 45 тис. км. Втулка рейки виготовлена із полімерного матеріалу. Вал рейки виготовляється із прокату сталей типу 30X або 40X. Ці сталі легко піддаються обробці різанням (при нарізанні зубців), вал обточується і шліфується, загартування проводиться до HRC 42..46. Недостатня зносостійкість втулки може спричинити аварійну ситуацію при експлуатації автомобіля.

В роботі [1] результати досліджень на знос показали доцільність застосування антифрикційного карбопластика типу «Флубон» замість полімерного базового матеріалу втулки рейки рульового управління автомобіля.

Для підвищення зносостійкості триботехнічних композитів багатоцільового призначення на основі фторопласту є використання полімер-олігомерних матриць і принципу багаторівневого модифікування [2]. Для отримання матеріалів застосовували активовані наповнювачі, піддані дії коронного розряду. В якості полімер-олігомерних матриць використовували механічно активовані суміші дисперсного і поверхнево активованого фторопласту. Додатковий ефект досягався при введенні до складу композиту нанодисперсних компонентів з розмірами одиничних фрагментів 3-10 нм. При цьому висока активність нанонаповнювачів визначалась структурними параметрами і розмірами частинок [3].

Проведені порівняльні дослідження механічних, теплофізичних і антифрикційних властивостей термопластів, армованих вуглецевими і скляними волокнами, показали, що карбопластики переважають термопласти, армовані скловолокном, за модулем згину в 2 рази, за теплопровідністю в 2–3 рази і мають в 2 рази меншу деформацію в умовах повзучості [4]. Це і обумовило проведення розробки і досліджень властивостей самозмащувальних матеріалів на основі фторопластів, наповнених вуглецево-волокнистими матеріалами [5], а також фторопластових матеріалів модифікованих комбінованими наповнювачами.

**Мета даної роботи** полягала в обґрунтуванні вибору і дослідженні антифрикційних властивостей композиційних фторопластових матеріалів модифікованих комбінованими наповнювачами для виготовлення втулки рейки рульового управління автомобіля.

Випробування на зносостійкість проведені на установці ХТІ-72 [6]. Антифрикційні дослідження виконувались за схемою контакту – «сфера - площина». Режим змінних граничних питомих навантажень при постійному нормальному навантаженні, зразки висотою  $(10\pm 0,1)$  мм і діаметром  $(10\pm 0,1)$  мм з кінцевою сферою радіусу 6,35 міліметра контактували сферою по площині металевого контртіла діаметром  $(60\pm 0,15)$  мм і висотою  $(10\pm 0,15)$  мм; металеве контртіло було виготовлено із сталі 45 (НВ  $4,5\pm 0,18$  ГПа) і оброблено до початкового середнього арифметичного відхилення профілю поверхні  $Ra_0 = 0,2\pm 0,03$  мкм.

За результатами цього експерименту розраховували чинник зношування (інтенсивність об'ємного зношування) для шляху тертя  $\Delta S_i$  км:

$$I_i = \frac{\Delta V_i}{N_i \cdot \Delta S_i}; \quad (1)$$

де  $\Delta V_i$  – зміна об'єму і-зразка на проміжку шляху тертя від 0 до 3 км (нелінійна залежність зношування від шляху тертя) і на проміжку шляху тертя від 3 до 20 км (лінійна залежність зношування від шляху тертя).

Нормальне навантаження на один зразок дорівнювало  $N_i = 100$  Н, швидкість ковзання  $V = 0,3$  м/с, температура, заміряна на відстані 0,5-1 мм від поверхні контртіла,  $T = (323 \pm 2)$  К при випробуванні без мащення. Випробування проводилося на шляху тертя  $S_i = 2 - 20$  км.

Виконані дослідження антифрикційних властивостей композиційних фторопластових матеріалів модифікованих комбінованим наповнювачем, а саме: вуглецевим волокном (ВВ) з тканини УТМ-8 і скловолоконом і вуглецевим волокном (ВВ) з тканини ТГН-2М і скловолоконом. Результати досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Антифрикційні властивості композиційних матеріалів на основі фторопласта-4, модифікованих комбінованими наповнювачами: вуглецевими і скловолоконами

Найменування, склад композиції, мас.%	Шлях тертя, S, км	Інтенсивність зносу, $I, \cdot 10^{-7}$ , мм <sup>3</sup> /(Н·м)	Питоме навантаження, P, МПа	Коефіцієнт тертя	
				на початку етапу дослідження	в кінці етапу дослідження
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини УТМ-8 – 19 Скловолоконно – 1	20	9,239	8,37	0,197	0,243
	20	6,187	7,25	0,253	0,244
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини УТМ-8 – 18 Скловолоконно – 2	20	12,139	7,32	0,243	0,241
	20	9,047	6,02	0,278	0,315
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини УТМ-8 – 15 Скловолоконно – 5	2	89,44	8,52	0,193	0,306
	4	64,499	5,83	0,330	0,352
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини УТМ-8 – 10 Скловолоконно – 10	2	142,45	6,77	0,205	0,304
	4	78,443	5,30	0,338	0,399
	4	64,845	4,50	0,357	0,377
Фторопласт-4 – 80 Скловолоконно – 20	2	214,52	5,65	0,221	0,274
	4	220,467	3,32	0,276	0,354
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини УТМ-8 – 20	2	43,96	12,08	0,223	0,235
	4	18,752	10,71	0,220	0,213
	20	9,904	10,2	0,190	0,225
	20	7,424	7,80	0,200	0,220
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини ТГН-2М – 19 Скловолоконно – 1	20	34,289	6,62	0,312	0,247
	20	20,02	6,14	0,303	0,227
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини ТГН-2М – 18 Скловолоконно – 2	20	17,375	6,15	0,293	0,314
	20	12,141	5,23	0,271	0,274
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини ТГН-2М – 15 Скловолоконно – 5	20	9,681	8,19	0,222	0,261
	20	4,204	6,87	0,273	0,234
Фторопласт-4 – 80 ВВ з тканини ТГН-2М – 10 Скловолоконно – 10	2	134,57	6,97	0,212	0,296
	4	86,4	5,10	0,352	0,348

Встановлено [5], що при розробці антифрикційних матеріалів на основі фторопластів необхідно вибирати такі системи полімер-наповнювач, з яких формувались би на металі при терті проміжні плівки за одним з механізмів з наповнювача або з полімеру. Реалізація другого механізму дає більш зносостійкі пари тертя, причому для підвищення адгезії такої проміжної плівки до металу необхідна наявність в композиті легкого абразиву, що полегшує утворення ювенільної поверхні активної до диспергуючої матриці.

Аналогічний ефект досягається при високих швидкостях ковзання фторопластового композиту, наповненого металами або дисульфідом молібдену, що утворюють при терті абразивні оксиди. Прикладом такої системи може слугувати система фторопласт – дисульфід молібдену – графіт, при терті якої в сухому газі або вакуумі дисульфід молібдену слугує твердим мастилом, а графіт абразивом; при терті в киснемістких атмосферах або вологих газах графіт виконує функції твердого мастила, а оксиди молібдену, що утворюються при окисленні дисульфиду молібдену ювенюють металеву поверхню. Для фторопластових композитів з вуглецевим волокном реалізується перший механізм утворення проміжної плівки. При введенні до складу таких карбопластиків легкого абразиву можна реалізувати і другий механізм утворення проміжної плівки. З цією метою і було введено до складу композиційного матеріалу на основі фторопласту-4 і вуглецевого волокна легкого абразиву, функції якого виконує скловолокно.

Встановлено, що для матеріалів деталей втулки рейки рульового управління автомобіля з переднім приводом доцільно застосовувати композиційні фторопластові матеріали модифіковані комбінованими наповнювачами.

З метою покращення антифрикційних властивостей до складу композиційного матеріалу на основі фторопласту-4 і вуглецевого волокна доцільно вводити в якості третього компонента скловолокно.

Встановлено, що оптимальний вміст скловолокна в композиті на основі фторопласту-4, модифікованого 19 мас. % ВВ з тканини УТМ-8 складає 1 мас. %, а в композиті на основі фторопласту-4, модифікованого 15 мас. % ВВ з тканини ТГН-2М – 5 мас. %. Причому за зносостійкістю композит на основі фторопласту-4, модифікованого 19 мас. % ВВ з тканини УТМ-8 і 1 мас. % скловолокна переважає матеріал Ф4ВВ20 на 20 %, а композит на основі фторопласту-4, модифікованого 15 мас. % ВВ з тканини ТГН-2М і 5 мас. % скловолокна переважає матеріал Ф4ВВ20 на 47 %.

Необхідно відмітити, що зі збільшенням вмісту скловолокна в композитах на основі фторопласту-4 і вуглецевих волокон інтенсивність зносу і коефіцієнт тертя суттєво зростають.

1. *Монтач О. Ю. Підвищення зносостійкості пари тертя втулка – рейка в рульовому управлінні автомобіля "Таврія Нова" / О. Ю. Монтач, А. Г. Кузьменко, В. П. Свідерський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2006. – №4. – С. 18 – 20.*

2. *Горбацевич Г. Н. Методология создания полимер-олигомерных триботехнических материалов на основе политетрафторэтилена / Г. Н. Горбацевич. // Трение и износ. – 2002. – т.23. – № 4. – С. 373-381.*

3. *Триботехнические свойства политетрафторетилена, модифицированного бинарным наполнителем / Петрова П. Н., Охлопкова А. А., Гоголева О. В. [и др.] // Трение и износ. – 2005. – Т.26. – № 6. – С. 652-656.*

4. *Theberge I. Carbon fiber reinforced thermoplastics / I. Theberge, B. Arkles, R. Robinson. // 29 th. Annu conf. World Wid Reinforced Plastics, Woshington. – 1974. – P. 8-13.*

5. *Сіренко Г.О. Створення антифрикційних композитних матеріалів на основі порошків термотривких полімерів та вуглецевих волокон: Дис. доктора техн. наук. Ін-т матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАНУ / Сіренко Геннадій Олександрович, К., – 1997. – 431 с.*

6. *Применение синтетических материалов: материалы конференции / Гл. редактор Р. И. Силин. Кишинев.: Картя Молдовеняскэ. – 1975. – 199 с.*