

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВТУЛОК КРОНШТЕЙНА МАЯТНИКОВОГО ВАЖЕЛЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-21

Виконано аналіз роботи і видів зношування втулок кронштейна маятникового важеля рульового керування автомобіля ГАЗ-21. Розроблено установку, методику і виконані стендові дослідження зносостійкості антифрикційних матеріалів втулок кронштейна маятникового важеля, що показали доцільність застосування в якості втулок матеріал Ф4УВ20

The analysis of the operation and types of wear in bushings of the bracket of the floating lever in the steering wheel of the GAZ-21 truck has been performed. The installation and methodology have been developed and the stand tests of wear resistance of antifriction materials used for bushings of the bracket of the floating wheel have been carried out which proved the expediency of using the F4UB20 material for bushings.

Ключові слова: композиційні матеріали, маятник важеля, антифрикційні властивості, зносостійкість, ущільнення, шайби.

Рульове керування автомобіля є важливим засобом його управління. Від справності і надійності рульового керування залежить безпека і життя всіх учасників дорожнього руху. Втулки маятника є важливими складовими, оскільки через несправність кронштейна маятникового важеля можливі такі негативні наслідки, як люфт рульового колеса, туге обертання рульового колеса, шум (стукіт) в рульовому керуванні, самовільне кутове коливання передніх коліс, погана стійкість автомобіля.

Водії автомобіля ГАЗ-21 часто вважають недоліком туге рульове керування. Не останню роль в цьому відіграє маятник, в якому використовуються втулки ковзання, виготовлені з поліетилену. Поки вони нові, вісь ричага переміщується туго, перетворюючи автомобіль в тренажер. Після припрацювання і зносу втулок досить швидко з'являється люфт в рульовому керуванні. Проблему можна розв'язати, якщо замінити пластмасові втулки підшипниками голчастого типу [1]. Для їх встановлення на токарному верстаті з обох сторін корпусу маятника розточують посадочні місця, при цьому товщина стінок зменшується на один міліметр, що в цілому знижує запас міцності його корпусу. Після цього зі старих пластмасових втулок ретельно обрізають фланці, які в подальшому будуть виконувати функції ущільнювальних шайб. Для зручності внесення мастила в корпусі ричага необхідно просвердлити отвір і нарізати різьбу під пресмастилку. Деякі автомобільні підприємства пропонують "маятники", комплектуючи їх дешевими кулькопідшипниками, але ці підшипники погано витримують навантаження, через що ресурс роботи такого маятника дуже малий. Але необхідно зауважити, що наше законодавство дозволяє модернізацію рульового керування тільки після попереднього отримання дозволу на неї в органі сертифікації автотранспорту (ДержавтотрансНДІпроект) або Науково-дослідний центр безпеки руху. В протилежному випадку можуть виникнути проблеми при проходженні техогляду або при експлуатації автомобіля у випадку дорожньо-транспортної пригоди. Виходячи з вищенаведеного аналізуючи характеристики маятників представлених для продажу, (табл. 1) [1] ми дійшли до висновку, що найбільш раціональний метод підвищення зносостійкості втулок маятника ричага рульового керування автомобіля ГАЗ-21 – заміна матеріалу поліетилен на більш зносостійкий. Відомі методи підвищення зносостійкості, такі як напилення, наплавлення, неможливо застосувати при підвищенні зносостійкості втулок маятника, оскільки ці втулки виготовлені з неметалічного матеріалу. Для підвищення зносостійкості втулок маятника доцільно застосувати метод заміни базового матеріалу на більш зносостійкий композиційний матеріал Ф4УВ20 [2].

Таблиця 1

Характеристика маятників, представлених для продажу

Тип маятника	Вартість, грн.	Середній ресурс, тис. км
Заводський з втулками	60-65	80-100
З неоригінальними втулками	25-30	5-10
З кулькопідшипниками	35-40	10-15
З голчастими підшипниками	50-60	30-40

Виходячи з цього для підвищення зносостійкості і надійності втулок кронштейна маятникового важеля рульового керування автомобіля ГАЗ-21 поставлені такі задачі:

- виконати аналіз роботи і видів зношування втулок маятника;
- розробити установку, методику і виконати стендові дослідження зносостійкості антифрикційних матеріалів втулок маятника.

Конструкція кронштейна маятникового важеля рульового керування автомобіля ГАЗ-21 представлена на рис. 1. Стальний палець запресований в маятниковий важіль (рис. 1) обертається в поліетиленових втулках 8, запресованих в гумові захисні втулки 9. Одна втулка своїм торцем притиснута до площини бобишки маятникового важеля, інша – до шайби 6, яка обертається разом зі стальним пальцем.

Циліндрова частина поліетиленових втулок входить в кронштейн 7 із зазором, що дозволяє передньому кінцю маятникового важеля переміщатися до 2 мм за рахунок деформації гумових втулок. У експлуатації допускається переміщення переднього кінця маятникового важеля до 4 мм.

На передньому кінці маятникового важеля встановлений кульовий шарнір, однаковий по конструкції і розмірам з іншим шарніром тяги сошки, за винятком того, що в ньому встановлений поліетиленовий сухар 2, який служить для утримання пальця 4 шарніра усередині корпусу 3 в певному положенні. При зносі поліетиленовий сухар слід замінювати. Не допускається збирання кульового шарніра маятникового важеля без сухаря. Також абсолютно недопустима установка поліетиленових сухарів в інші шарніри рульової тяги. У запасні частини всі кульові шарніри поставляються без сухарів.

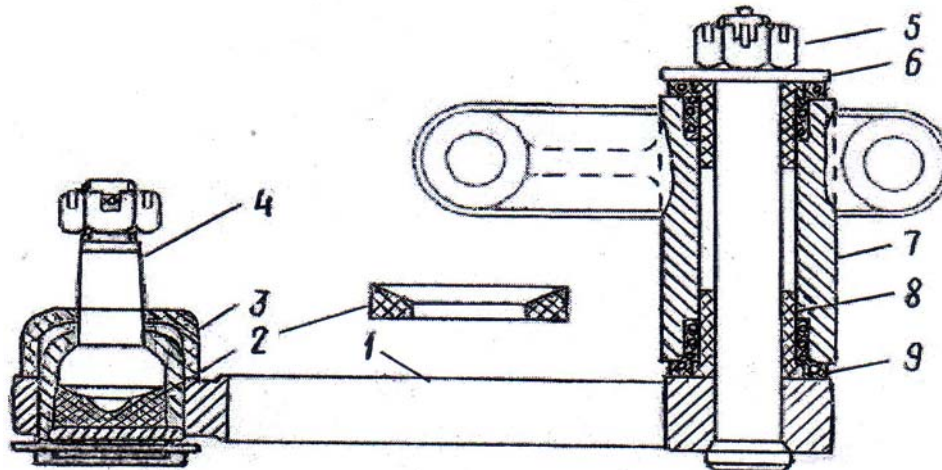


Рис. 1. Маятниковий важіль:

1 – важіль; 2 – сухар; 3 – корпус шарніра; 4 – кульовий палець; 5 – гайка; 6 – шайба; 7 – кронштейн; 8 – втулка; 9 – гумова захисна втулка.

Шарові шарніри при збиранні заповнюються мастилом ШРБ-4 і герметизуються з однієї сторони заглушкою завальцьованою в наконечнику тяги, а з другої гумовим захисним ковпачком. Поповнення або заміна мастила при експлуатації автомобіля не потребується. Основний ресурс роботи рульового управління складає 80000 км пробігу автомобіля. Отже, ресурс роботи втулок маятника, як складової частини рульового управління, складає теж 80000 км.

Експериментальні випробування

1.1. Аналіз умов роботи і видів зношування втулок маятника

Максимальний контактний тиск в спряженні втулка-вісь знайдено, використавши розрахункову схему підшипника ковзання [1]. Він складає 1.64 МПа. Шлях тертя визначили з виразу:

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

де d – внутрішній діаметр втулки, $d = 20$ мм, n – частота обертання осі, $n = 0.5 \text{ с}^{-1}$, τ – час, с.

В даному вузлі тертя має місце абразивне і втомне зношення. Ці зношення виникають завдяки дії граничного тертя.

Абразивне зношення характеризується процесами безпосередньої взаємодії контактуючих поверхонь тертя з абразивними частками. Результатом абразивного зношення є інтенсивне руйнування робочих поверхонь деталей машин.

В результаті взаємодії абразивних часток процес руйнування може відбуватись:

- а) шляхом мікрорізання;
- б) шляхом багатократного пластичного деформування поверхневих шарів;
- в) шляхом ударно-механічного деформування.

Абразивне зношення викликає ґрунт, пил, які попали на поверхню тертя, металева стружка, окисні плівки, які закріплені чи зруйновані на поверхні тертя, продукти зношування, особливо викришені частинки твердих структурних складових.

Абразивні частки можуть мати різну форму і бути по-різному розміщені відносно спряженої поверхні. Здатність абразивного зерна втискуватись в поверхню залежить не тільки від співвідношення їх твердостей, але і від геометричної форми зерна.

Втомне зношення це вид механічного зношення в результаті втомного руйнування при багаторазовому повторному деформуванні мікрооб'ємів матеріалу поверхневого шару. Цей процес має скритий латентний період, внаслідок якого здійснюється накопичення пошкоджень всередині матеріалу.

При терті полімерів пружні деформації викликають утворення втомних тріщин, які розміщуються в поперечному напрямку по відношенню до швидкості ковзання. Ці тріщини ведуть до руйнування фрикційного вузла.

Для ударно-втомного зношення характерне поступове формування рельєфу і повільне збільшення зношування. Поверхня зношування не має явно визначеного рельєфу у вигляді рисок і лунок, в результаті

співудару зразків високої твердості згладжуються початкові нерівності і технологічна шорсткість на поверхні. Час припрацювання прослідковується чітко, потім настає стабілізація швидкості зношування. В початковий період досліду швидкість зношування максимальна, потім поступово знижується, і після досягнення відповідного рівня залишається постійною протягом наступних випробувань.

Основний ресурс роботи рульового управління складає 80000 км пробігу автомобіля. Ресурс же роботи втулок маятника як складової частини рульового управління не досягає цього пробігу і тому необхідно його збільшити.

З цією метою була розроблена і виготовлена установка, що моделює зворотно-обертальний рух втулок кронштейна маятникового важеля.

1.2. Стендові випробування

Установка для моделювання руху втулок кронштейна маятникового важеля змонтована на базі настільно-свердлувального станка [3]. Обертання ведучого шківів відбувається за допомогою клинового паса. Потім за допомогою підшипникового вузла і тяги рух передається на шків через другий підшипниковий вузол. Завдяки різниці радіусів $R=120$ мм і $R'=122,5$ мм обертальний рух шківів за

допомогою тяги перетворюється в обертальний зворотно-поступальний рух шківів, що насаджений на шпиндель вузла установки. Навантаження на вузол тертя передається через важіль за допомогою вантажів. Кульовий палець закріплюється в шпинделі за допомогою втулки і затискується контргайкою. Досліджувані зразки у вигляді циліндричної втулки з фланцем розмірами: внутрішній діаметр – 20 мм, зовнішній діаметр – 24 мм, висота – 16 мм, діаметр фланця – 36 мм, кріпиться в тримачі, який забезпечує його вертикальне розташування. Схема контактування кульового пальця і кільця (зразок) наведена на рис. 2. Випробування на знос проводились при дії постійного навантаження $Q=350$ Н, частота обертів $n=50$ хв⁻¹ з радіусом кулі $R_1=12,5$ мм, внутрішнім радіусом втулки $r=12$ мм. Матеріал кулі – сталь 30Х, матеріали зразка: поліетилен-В, Ф4УВ20.

Результати проведених випробувань на знос: залежність розміру площадки контакту кільця (a) від шляху тертя (S), наведені на рис. 3.

Аналіз отриманих результатів показав, що втулки кронштейна маятникового важеля виготовлені з матеріалу Ф4УВ20 за зносостійкістю суттєво переважають втулки з матеріалу поліетилен-в.

Висновки

Результати стендових досліджень показали, що в якості втулок кронштейна маятникового важеля автомобілів ВА3-21011 доцільно застосовувати матеріал Ф4УВ20.

Слід відмітити, що переваги матеріалу Ф4УВ20 в порівнянні з матеріалом поліетилен-в більш чітко проявляються при підвищенні навантаження вузла тертя [4].

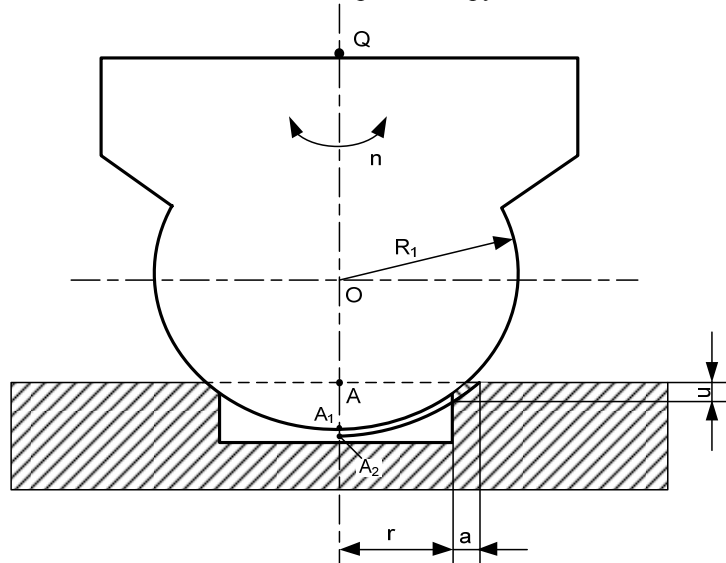


Рис. 2. Випробування на зношування за схемою куля-кільце: Q – нормальне навантаження, n – частота обертів, R_1 – радіус кулі, r – внутрішній радіус втулки, a – розмір площадки контакту кільця, u – знос

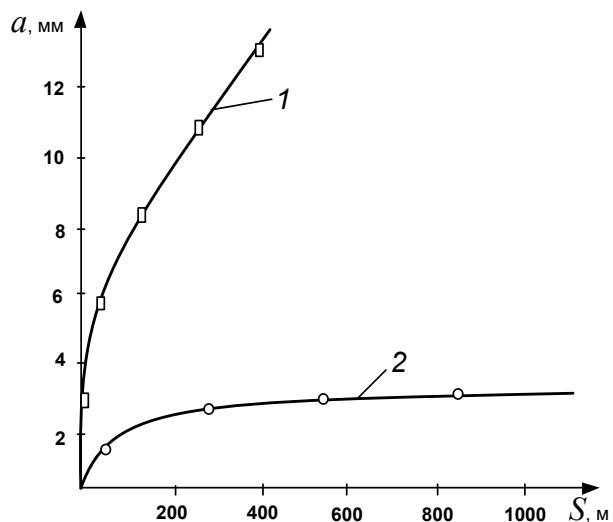


Рис. 3. Графік залежності розміру площадки контакту кільця (a) від шляху тертя (S); 1 – поліетилен-В; 2 – Ф4УВ20

Література

1. Глебов А.В. Легче и долговечнее / А.В. Глебов // Автоцентр. – 2004. – № 28. – С. 39
2. Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики / Г.А. Сиренко. – К. : Техніка, 1985. – 195 с.
3. Свідерський В.П. Підвищення зносостійкості кульової опори автомобіля ВА3-2109 / В.П. Свідерський, Л.М. Кириченко, О.Ф. Письменюк. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – Ч. 1. – Т.1. – № 5. – С. 71-73.

4. Свідерський В.П. Підвищення зносостійкості втулок кронштейна маятникового важеля рульового керування автомобіля ВАЗ-21011. / В.П. Свідерський, Л.М. Кириченко, О.О. Дука // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – 2007. – № 1. – С. 58-61.

Надійшла 18.1.2011 р.

УДК 620.193.16

М.С. СТЕЧИШИН, О.О.БІЛЕЦЬКИЙ
Хмельницький національний університет

РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ТА СПОСОБУ ОЦІНКИ КАВІТАЦІЙНО-ЕРОЗІЙНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

В роботі описана установка для проведення кавітаційно-ерозійних випробувань полімерних матеріалів, а також спосіб і методика оцінки довговічності полімерів та полімерних покриттів.

The setting for realization of cavitation-erosion tests of polymeric materials, and method and methodology of estimation of longevity of polymers and polymeric coverage were described in the article.

Ключові слова: кавітаційно-ерозійна зносостійкість, оцінка довговічності, полімерні покриття.

Постановка проблеми. Відомі способи оцінки довговічності конструкційних сталей, чавунів при їх корозійному, корозійно-механічному, кавітаційно-ерозійному, гідроабразивному зношуванні в корозійно-активних середовищах за втратами маси за певний час проведення випробувань [1]. Для оцінки зносостійкості захисних покриттів, особливо термодифузійних, застосовують значення швидкостей руйнування структурних складових покриття [1, 2].

Недоліком такої оцінки зносостійкості полімерних покриттів є неможливість порівняння результатів випробувань різних полімерів між собою внаслідок великої різниці густини полімерних матеріалів. Крім того, в момент дії кавітаційних бульбашок на двошарові системи з різними акустичними властивостями (покриття– підложка), ударні хвилі частково відбиваються від підложки і проходять в зворотньому напрямку, що викликає появу тангенційних напружень і, відповідно, деформацій зсуву ділянок поверхні покриття. Останнє зумовлює відшарування покриття від поверхні підложки та наступний відрив відшарованих ділянок покриття. При подальшій кавітації відбувається руйнування основного матеріалу (підложки), який також враховують при оцінці зносостійкості покриття.

Відомі також способи дослідження кавітаційної стійкості металів [3] при яких зразок у процесі гідроерозії підлягає анодній поляризації, що дозволяє скоротити час випробувань для отримання результатів зносостійкості металів в лабораторних умовах співвідносних з результатами натурних випробувань. Основний недолік цього способу полягає в необхідності мати дані натурних випробувань, які і не потрібні для вибору типу полімерного покриття, оптимізації його складу, структури та товщини. Крім того, при поляризації зразків корозійні процеси інтенсифікуються на поверхні металу основи ослаблюючи зчеплення полімеру з металом, що не відповідає реальним процесам руйнування полімерних покриттів в умовах експлуатації. Тому було поставлено завдання підвищення точності оцінки довговічності полімерних і полімеркомпозиційних покриттів при їх кавітаційно-ерозійному зношуванні в середовищах-електролітах, отримання порівняльних характеристик стійкості полімерів, оптимізації їх складу за вмістом і співвідношенням компонентів наповнювача, товщини покриття тощо.

Для реалізації поставленого завдання необхідно було також створити лабораторну установку для проведення кавітаційно-ерозійних випробувань полімерних матеріалів. Існуючі лабораторні установки призначені для проведення кавітаційно-ерозійних випробувань металевих зразків здебільшого оснащені сорочками або спіральними теплообмінниками, в яких для охолодження робочого середовища використовується проточна вода або система охолодження взагалі відсутня. Як показали проведені випробування полімерних матеріалів, така система охолодження і тим більше її відсутність не забезпечує сталу температуру робочого середовища особливо в зоні кавітації.

Разом з тим, температура поверхні полімеру суттєво впливає на його характеристики міцності. Навіть незначне перевищення температури (для кристалічних полімерів вище температури плавлення, а для аморфних – температури оскління) веде до катастрофічного руйнування поверхонь полімерів незалежно від виду навантаження: тертя, кавітація, циклічне навантаження тощо. Разом з тим, температури детонації кавітаційних бульбашок у багатьох випадках перевищують поріг теплостійкості полімерів. Так, за даними різних авторів вони знаходяться в межах 500...700 °С, але можуть сягати і 1000...3000 °С.

Проведені дослідження показали, що приповерхнева температура поверхонь зразків значно відрізняється від середньої температури середовища. Різниця температур залежить від виду полімеру і знаходиться в межах 8 °С для полікапролактаму і до 27 °С для ебоніту та фторопласту після 1 хв проведення кавітаційних випробувань. Для сталі 45 і сірого чавуну відповідна різниця температур становить всього 4 °С. При цьому, для полімерів приповерхнева температура невпинно зростає в процесі кавітації, а для залізобуглецевих сплавів (сталь, чавун) вона стабілізується в часі [4].

Накопичення приповерхневої температури полімерів при кавітації пояснюється тим, що їх