

випадків застосування дорогих високолегованих сплавів для виготовлення деталей економічно неефективним. Значний інтерес для вирішення проблеми підвищення зносостійкості і продовження терміну служби обладнання представляє використання прогресивних методів поверхневого зміцнення, що дозволяють отримати на деталях, виготовлених з конструкційних сталей, поверхневі шари, що володіють необхідним рівнем зносостійких властивостей. До таких технологій відносяться термохімічні, електрохімічні і механічні методи. Кожна з перерахованих технологій зміцнення володіє рядом переваг і недоліків, а отже вибір необхідної варто здійснювати після огляду усіх розглянутих методів для забезпечення найкращого результату підвищення зносостійкості деталей і вузлів.

Інформаційні джерела

1. Елагина О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин: учеб. пособие / О.Ю. Елагина. – М.: Университетская книга, Логос, 2009. – 488 с.: ил. – (Новая университетская библиотека).
2. Каргельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 481 с.

УДК 621.784

В.Б. Рудасьов, к.т.н., Д.З. Шматко, к.т.н., В.С. Авер'янов, к.т.н.
Дніпродзержинський державний технічний університет

ФРИКЦІЙНА ВЗАЄМОДІЯ ПАР КОЧЕННЯ

Будь-який підшипник за відсутності доброго змазування вийде з ладу. Розробка методів управління тертям для створення оптимальних умов тертя при роботі тертя кочення є актуальною задачею.

Ключові слова: *тертя кочення, мастило, підшипник.*

Любой подшипник при отсутствии хорошего смазывания выйдет из строя. Разработка методов управления трением для создания оптимальных условий трения при работе трения качения является актуальной задачей.

Ключевые слова: *трение качения, смазка, подшипник.*

Any bearing in default of the good greasing will break ranks. Development of methods of management by friction for creation of optimum terms of friction during work of friction of kacheniya is an actual task. Longevity of bearings of kacheniya, besides loading and frequency of rotation, in a great deal depends on the rightness of selection of greasings. Greasing for bearings of kacheniya diminishes friction, a noise, takes heat, protects from corrosion, fills gaps in the compressions, providing pressurization of bearing knot. Liquid, consistency and hard lubricating materials are used. They take in energy of blows, preventing the same tireless destruction of bodies of kacheniya and formation of paths in oboyme of bearing.

Keywords: *friction of kacheniya, greasing, bearing.*

Постановка проблеми. Раз-у-раз процес змащення пар тертя здійснюється після зупинки роботи машини. Підшипники ковзання нової машини мають правильні геометричні форми з мінімальним зазором між віссю і втулкою, тому об'єм мастила для заповнення даної пари тертя і витрати часу на виконання операції мінімальні. Конструктивні особливості пари тертя дозволяють мастилу якийсь час утримуватися в ній.

При ручному способі змазування "принцип достатності" змащувального матеріалу на непрацюючій машині визначається появою свіжого мастила з нього.

У процесі експлуатації відбувається знос устаткування, і зчленування вісь-втулка приймає еліпсоїдні форми. "Принцип достатності", описаний вище, у такому разі не працює, оскільки в парі тертя утворюється зазор.

Таким чином, слідуючи по шляху якнайменшого опору, змащувальний матеріал заповнює зазори і рухається назовні. При першій появі мастила подальше її нагнітання в підшипник припиняється. Із запуском машини зазори вибираються, і мастило негайно видавлюється з підшипника. У зв'язку з цим виникає "напівсухе тертя" поверхонь, яке може привести до негативних наслідків.

Аналогічним чином відбувається процес надходження мастила в підшипник кочення. Негативним моментом для таких підшипників є старіння мастила і її відкладення в резервних порожнинах. У ідеалі при змазуванні підшипника кочення старе відпрацьоване мастило повинне віддалятися і повністю мінятися на нове.

Проте на практиці справа йде іншим чином. Відкладення старого мастила в резервних порожнинах обмежують заповнення нової. Це приводить до накопичення старого мастила, яке утрудняє перекочування кульок/роликів по бігових доріжках підшипника. Особливо яскраво це виявляється у момент старту, коли відбувається значна дія на підшипник і спостерігається збільшення зносу.

Шляхом аналізу найбільш часто причин, що зустрічаються, виходу підшипників з ладу була з'ясована основна - недостатня кількість мастила на робочих порожнинах.

Таким чином, мастило підшипників рекомендується проводити на працюючому устаткуванні з використанням централізованої системи мастила або змащувальних пристроїв з дозаторами. При експлуатації автотракторної техніки неможливе використання централізованої системи мастила, зокрема при роботі підшипників кочення, що знаходяться на маточині переднього колеса автомобіля.

Важливість вживання правильного змащувального матеріалу для підшипників не можна переоцінити. Неправильне змазування є причиною більше 70% всіх відмов підшипників. Будь-який підшипник за відсутності доброго змазування вийде з ладу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що 85-90 % металевих деталей виходять з ладу унаслідок зносу і лише 10 % – унаслідок недостатньої міцності [1]. Крім того, трудовитрати на технічне обслуговування в загальному балансі витрат на підтримку в працездатному поляганні рухомого складу автотранспортних засобів складає близько 45 % [2]. Питаннями тертя кочення в машинах займалися багато учених [3, 4, 5].

Метою роботи може бути розробка теоретичних основ і механізму процесу тертя при роботі пари (тертя кочення), що тре, вдосконалення критеріїв вибору технологічних мастил і методів управління тертям для створення оптимальних умов тертя при роботі тертя кочення.

Довговічність підшипників кочення, крім навантаження і частоти обертання, багато в чому залежить від правильності підбору мастил. Мастило для підшипників кочення зменшує тертя, шум, відводить тепло, захищає від корозії, заповнює зазори в ущільненнях, забезпечуючи герметизацію підшипникового вузла. Застосовуються рідкі, консистентні і тверді змащувальні матеріали. Вони поглинають енергію ударів, запобігаючи тим самим втомному руйнуванню тіл кочення і утворенню доріжок в обоймі підшипника.

Рідкі змащувальні матеріали (змащувальні масла) ефективно зменшують втрати на тертя і охолодження підшипника. Проте необхідно пам'ятати, що зайва кількість масла в підшипнику тільки погіршує його роботу, перешкоджаючи вільному обертанню тіл кочення. При цьому збільшуються не тільки втрати на тертя, але і нагрів підшипника при роботі. Рідкі мастила використовуються при окружній швидкості валу вище 10 м/с. Частіше за все застосовуються мінеральні масла: приладове МВП, індустріальне 12 (веретенне), індустріальне 20 і масла з антифрикційними присадками (дісульфідом молібдену, графітом).

Консистентні (пластичні) мастила, що мають консистенцію густих мазей, застосовуються при окружній швидкості валу до 10 м/с. Корпус підшипникового вузла заповнюють мастилом в об'ємі 1/3 його вільного простору. Найбільше поширення набули літєві мастила Літол-24, Ціатім-221, Ціатім-201 і ін. Вони добре утримуються у вузлах тертя і не вимагають складних ущільнень, проте не рекомендується застосовувати їх при великому тепловиділенні. Пластичні мастила краще, ніж масла, працюють в таких вузлах, як маточини. Тому підшипники напівосей задніх коліс автомобілів заповнюються саме пластичним мастилом.

Тверді мастила (на основі графіту, дісульфіда молібдену, нітрату бору) використовуються у вакуумі і спеціальних середовищах. При підвищених температурах (140-275°C) можливе вживання масивних сепараторів з пластмас, що самозмазуються. Ресурс підшипника визначається часом до пошкодження перемичок сепаратора.

У працездатного підшипника доріжка кочення гладенька. При тривалій експлуатації на доріжці може з'явитися якнайтонша плівка рожевого або коричневого нальоту (результат так званого окислювального зношування). Такий підшипник цілком працездатний. Ця форма зносу розвивається поволі. У зношеного, який виробив свій ресурс, підшипника доріжка стає матовою — це перша ознака необхідної заміни.

Якщо мастило підібрано невірно або її недостатньо, на доріжці кочення виникає склоподібний блискучий слід. Надалі поверхня доріжки стає шорсткою, а потім починає лущитися. Такий підшипник в маточинах і на напіввісях видає звук, що скребе, в генераторі або водяному насосі — звук, що нагадує переривисте гудіння.

Обертання підшипника, який почав руйнуватися, супроводжується підвищеним виділенням тепла. Через теплове розширення внутрішнього кільця його може заклинити. Процес змазування підшипника може порушуватися унаслідок нагріву мастила і її витікання. Можливо також термозміцнення мастила, внаслідок чого воно перестав поступати в зону контакту.

Одержані результати. Основною вимогою, що пред'являється до мастил для багатовантажних підшипників маточин передніх коліс, водяного насоса, вичавних підшипників зчеплення, є термостійкість.

У маточинах температура підвищується і може досягати 100-120°C не тільки унаслідок роботи самого підшипника, але і від дії гальм, особливо дискових. Це надає несприятливу дію на мастило. Також небезпечний для неї такий режим роботи, при якому мастило періодично нагрівається і охолоджується. Тому мастило в маточинних підшипниках автомобілів, постійно експлуатованих в місті або на гірській дорозі, слід міняти частіше. На рівних дорогах термін служби мастила в підшипниках коліс достатньо велико. Міцність мастила, якого заповнюють вузли тертя, повинна бути достатньою, щоб вона не скидалася з роликів або кульок. Це особливо важливо для підшипників із зовнішнім кільцем, що обертається. В таких конструкціях краще утриматися від вживання дуже м'яких мастил (за винятком машин, експлуатованих в холодному районі). Для роликів підшипників використовують більш м'які мастила, ніж для кулькових.

Чим вище навантаження на підшипник, тим більшою в'язкістю повинне володіти мастило. Проте слід пам'ятати, що надмірно в'язке мастило застосовне не у всіх вузлах. Наприклад, воно може утрудняти обертання підшипників електродвигуна. Якщо говорити про автомобіль, то дуже навантажених підшипників, що вимагають тільки мастил з великою в'язкістю, в його конструкції немає.

Особлива розмова про голчаті підшипники карданних шарнірів. Їх кільця не обертаються, а тільки коливаються одне щодо іншого. В результаті відбувається так зване бринеллірованіє — утворення канавок на доріжках в місцях їх контакту з голками. При сильному бринеллірованні люфт в шарнірі збільшується і карданний вал починає шуміти. Розбирання і збірка карданного шарніра — операції, що вимагають обережності і навичку. Грубі прийоми тут недопустимі.

Для голчатих підшипників кардана підходять мастила з високою фізико-хімічною стабільністю, виготовлені на в'язкому маслі, але не дуже міцні. Вживання рідких змащувальних матеріалів для карданних шарнірів неприпустимо, оскільки в процесі експлуатації відбуватиметься їх витікання.

Як показали неодноразові обговорення проблем тертя і мастила, є багато робіт, що пояснюють змащувальну дію в окремих випадках. Проте, дотепер недостатньо вивчена фізична природа тертя в специфічних умовах роботи тіл кочення, особливо недостатньо вивчений випадок переважання граничного тертя, немає методів цілеспрямованого, відповідаючого вимогам теорії процесів і конкретної технології методів підбору технологічних мастил. Очевидно, що більш глибокий аналіз фізичної сторони механізму тертя неминуче спричинить за собою і зміна підходу до теоретичних питань процесів формозміни виробу.

З вищевикладеного ставиться проблема оптимізації і управління процесом тертя кочення в різних умовах експлуатації виробу. Єство проблеми полягає в розробці комплексних методів управління процесом тертя, дозволяючи створити умови тертя, якнайповніші задовольняючи рішенням задач підвищення продуктивності машин, збільшенню довговічності деталей при максимальній економії матеріально-технічних ресурсів.

Висновки. Поставлена важлива народногосподарська проблема вимагає комплексного підходу і її рішення повинне містити наступні основні етапи, на нашу думку:

- теоретичне і експериментальне узагальнення взаємозв'язку між тертям кочення і основними параметрами і обмеженнями процесів по граничних деформаціях, температурах, швидкостях і т.д.;
- розробку теоретичних основ і вивчення фізичної природи тертя і зносу при роботі пар кочення, що труть;
- розробку обґрунтованих вимог до технологічних мастил, методів їх вибору і упровадження в промисловість нових мастил і технологічних режимів при їх вживанні.

Інформаційні джерела

1. Костецкий Б.И., Едигорян ф.С. Классификация основных видов износа и элементы теории износа при трении качения. В сб.: «Труды КИГВФ». Киев, Изд-во. КИГВФ, 1964.
2. А.М. Антипенко, О.М. Белас, В.А. Войтов та ін. Основи трибології. Підручник. Харків, ХНТУСТ: 2008.
3. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин / В. Д. Зозуля, Е. Л. Шведков, Д. Я. Ровинский, Э. Д. Браун. АН УССР. Ин-т проблем материаловедения. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев : Наук, думка, 1990. С. 66.
4. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
5. Боуден Ф. П., Тейбор Д., Механизм трения металлов, Сб. Трение и граничная смазка, Изд. иностр. лит., 1953.