

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОФТОРОПЛАСТОВИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

Листопад І.О., к.т.н., доц., Галич І.В., асист., Єфремова М.О., студ.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

В статті розглянуто питання використання металофторопластових підшипників і способи їх використання в області сільськогосподарського машинобудування

Введення. Проблеми вдосконалення машин і механізмів сільськогосподарської техніки і вимоги підвищення надійності і довговічності визначають актуальність використання металофторопластових підшипників у вузлах машин.

Аналіз досліджень. Дослідження показали, що металофторопластові підшипники мають незначне гідродинамічне тертя, невеликі габарити, просту конструкцію, швидкохідність, малу чутливість до ударних навантажень і короткочасних перевантажень, це визначило їх використання у машинобудуванні [1].

Мета дослідження. Метою даної роботи є визначення і використання металофторопластових підшипників ковзання в машинобудуванні.

У сучасній техніці підшипники ковзання і кочення є основними типами рухливих сполучень, кожен з них має свою сферу застосування, визначувану технічними і економічними вимогами.

Підшипники ковзання відомі і застосовуються вже досить давно. Примітивні підшипники ковзання були знайдені уперше в розкопках, що відносяться до епохи неоліту, коли люди уперше опанували уміння свердління отворів в камені.

Зростаючі споживи техніки сприяли появі нових типів рухливих сполучень. Для високих швидкостей обертання за останні роки розроблені підшипники ковзання з газовим мастилом, в яких використовується магнітний підвіс.

Тертя в опорах валів, що служать для передачі механічної енергії знижує к. п. д. машин і повинне бути по можливості виключено. Підшипники ковзання забезпечують дуже низький рівень сил тертя тільки при роботі в режимі гідродинамічного або гідростатичного мастила, коли контактуючі робочі поверхні повністю розділені плівкою мастильної рідини. Режим гідродинамічного мастила виникає лише при досить високій швидкості відносного руху, який визначається геометрією підшипникового вузла, величиною навантаження і в'язкістю мастила.

Важливими достоїнствами підшипників ковзання є здатність витримувати великі перевантаження, безшумність в роботі, простота у виготовленні, мають

менші розміри у напрямі діючого навантаження порівняно з підшипниками кочення. Остання особливість підшипників ковзання іноді робить вирішальний вплив при конструюванні мініатюрних і великих вузлів тертя.

Область переважного використання підшипників ковзання розширилася з появою матеріалів, здатних працювати в умовах сухого тертя без рідкого або пластичного мастила. У багатьох конструкціях мастило є або неефективним, або небажаним. У багатьох підшипникових вузлах машин, механізмів, побутових приладів, працюючих в звичайних умовах, використання підшипників ковзання, що не вимагають мастила, дозволяє відмовитися від застосування складних масло систем, що спрощує конструкцію і підвищує її надійність.

Найбільш сприятливу сукупність властивостей мають металофторопластові підшипники (рис. 1), що складаються з міцної конструкційної основи (як правило, сталевий), пористого шару антифрикційного сплаву (наприклад, бронзи), просоченого сумішшю фторопласту з наповнювачем, і тонкого поверхневого шару такого ж складу. Такі підшипники можуть витримувати дуже великі навантаження і здатні працювати без мастила в широкому діапазоні температур.



Рис. 1 – Типи підшипників які застосовують металофторопластові антифрикційні стрічки

Металофторопластових матеріал без мастила при малих швидкостях допускає дуже великі навантаження (до 350 МПа). Зберігає працездатність в інтервалі температур від -200 до $+280$ °С. При температурі понад $+120$ °С. Із здатність навантаження поступово знижується; при температурі $+280$ °С досягає приблизно половини початкової величини. При низьких швидкостях ковзання ($0,05-0,1$ м/с) і високих навантаженнях коефіцієнт тертя матеріалу мінімальний ($0,12-0,14$). При навантаженнях в межах $0,1-10$ МПа і при швидкостях ковзання $0,2-5$ м/с коефіцієнт тертя може змінюватися від $0,1$ до $0,2$, тобто бути в межах звичайних підшипникових матеріалів при граничному мастилi.

Розвиток підшипників ковзання, здатних працювати при сухому терті, розділяють на три головні етапи.

Етап I – розробка матеріалів, що само змащуються. Спочатку з'явилися углеграфітові матеріали і полімери з наповнювачами, прогрес на цьому етапі був досягнутий з появою так званого фторопласту.

Етап II – характеризується нанесенням м'якого антифрикційного шару на тверду конструкційну основу. Дослідження в цій області показали, що міцність і властивості тонких плівок, нанесених на тверду основу, і їх зносостійкість збільшуються зі зменшенням товщини плівки(плівки завтовшки 0,3-0,5 мм здатні витримувати великі питомі навантаження і при товщині 0,3 мм поводяться по теплопровідності як метал основи), але при цьому зменшується величина допустимого лінійного зносу підшипника, а це обмежує його довговічність.

Етап III – антифрикційна плівка, що витрачається, постійно поповнюється і оновлюється таким, що поступає в зону тертя матеріалом, що само змащуються, міститься в порах каркаса.

Існують підшипники, що само змащуються, ковзання підрозділяють на монолітні і комбіновані.

Монолітні підшипники виготовляють зазвичай з чистого фторопласту і мають хороші антифрикційні властивості, але для ряду умов застосування недостатньо міцні і зносостійкі. Тому підшипники з чистого фторопласту або графітового матеріалу застосовують порівняно рідко. Частіше монолітні підшипники виготовляють з композиційних матеріалів.

Гідність полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) полягає в тому, що при виході з ладу підшипник не пошкоджує сталеву поверхню валу (термопластичний матеріал оплавляється і тече), це значно спрощує ремонт підшипникового вузла. Ця особливість поведінки ПКМ відрізняє їх від металевих сплавів і порошкових матеріалів, які у разі задирку повністю виводять з ладу не лише підшипник, але і контактуючий вал.

У нашій країні проводяться дослідження по застосуванню антифрикційних ПКМ. Основними недоліками їх, являються: високе значення коефіцієнта тертя при гідродинамічному мастилі; обмеженість допустимої швидкості ковзання і навантаження при роботі в режимах сухого тертя.

Для їх усунення вирішувалося завдання по дослідженню можливості поліпшення антифрикційних і міцних властивостей ПКМ за рахунок зміни їх структури шляхом так званого «легування» (введення наповнювачів з високим вмістом кремнію або природного мінералу).

Аналіз експериментальних даних показав, що при «легуванні» ПКМ відбувається:

- підвищення міцних характеристик в 1,2-1,3 разу;
- зменшення коефіцієнта тертя в 1,5 разу;
- підвищення зносостійкості в 1,3-1,4 разу;
- підвищення гранично допустимої температури на 10%;
- підвищення допустимої швидкості ковзання на 30-40%;
- підвищення питомого навантаження на 10-15%.

При дослідженні отримали композиційні матеріали «леговані» графітом. Введення графіту дозволяє надати властивості самозмащування текстолітам, в

яких використовується фенолоформальдегідна смола. На основі епоксидних смол створені такі композиційні матеріали, як масляний і епоксидний. Підвищення міцності графітових матеріалів досягають вкрапленням в полімери і метали. Матеріали такого виду випускаються в нашій країні і за кордоном. На основі графіту розроблені нові композиційні матеріали: нигран, углеситалл, графити.

Перспективними для важких умов роботи без мастила являються комбіновані матеріали, що само змащуються, в яких композиційний антифрикційний робочий шар нанесений на тверду конструкційну основу. У Німеччині розроблений комбінований матеріал марки «Спрелафлон», що є композиційним шаром з фторопласту, свинцю і фенолоформальдегідної смоли з добавками, наноситься на сталеву основу. У машинобудуванні багатьох країн широко застосовують комбінований металофторопластовий матеріал, що має високі міцні і антифрикційні властивості. Технологія виготовлення металофторопластового матеріалу передбачає спікання на омедненій сталевій основі тонкого пористого шару з часток сферичної форми високо олов'яної бронзи з подальшим просоченням (вкрапленням) його в пори матеріалу і стає наповнювачем. Сталева основа з вкрапленням металофторопластового матеріалу має високу міцність, а бронзовий пористий каркас забезпечує швидке відведення тепла, що виникає при терті, це служить резервуаром для твердого мастила, роль якого грає фторопласт, поверхневий шар антифрикційного матеріалу запобігає зносу зв'язаної з підшипником деталі і збільшує працездатність.

Металофторопластових підшипників працюючих в умовах відсутності мастильного матеріалу і мають початковий функціональний модуль у вигляді конструкційної основи з мало вуглецевої сталі, на яку через тонкий шар міді нанесений пористий шар сферичних часток олов'яної бронзи (діаметром близько 0,1 мм) завтовшки 0,3-0,4 мм. Загальний об'єм пір складає 30-40% об'єму модуля. З суміші фторопласту з наповнювачем (дисульфід молібдену) формується тонкий поверхневий шар, що закриває вершини, що виступають в зовнішніх сферичних часток бронзи [4].

Отриманий складений матеріал із сталевий стрічки, що несе, припеченої до неї пористої підкладки і фторопластового наповнення, має істотні переваги. Вони полягають в підвищеній механічній міцності, високій зносостійкості і надійності, приносять економію кольорових металів і фторопласту.

Металофторопластові підшипники мають високі антифрикційні властивості в діапазоні температур від 73 до 553 К; тиск $p_v = 1,5$ МПа, швидкість обертання від 1 до 14 м/с, працездатні у вакуумі, рідких середовищах, не мають мастильної дії, дозволяють замінити складні шарикопідшипникові вузли. Діаметр цих деталей в два менший, маса менше в порівнянні з традиційними підшипниками кочення, при цьому виключається використання дорогих легированих сталей [2]. Подібний стрічковий матеріал застосовується в найрізноманітніших галузях, в основному, у вузлах, працюючих без мастила, хоча введення мастила, як правило, чинить сприятливу дію на роботу підшипників. Підшипники використовуються з

традиційними оліями у вузлах тертя, працюючих в режимах гідродинамічного і змішаного тертя (у вузлах тертя: насосів для перекачування нафти, гідронасосів керма автомобілів та ін.) [3].

Проведені дослідження показали, що металофторопласти підшипники можуть використовуватися в різних вузлах сільськогосподарських машин і устаткування замість підшипників кочення, вони дають можливість регулювати швидкість обертання шпинделів в широкому діапазоні (до 20 000 об/хв.), зменшити шум і вплив вібрацій на роботу пристроїв, тим самим дозволивши збільшити швидкість і термін служби виробів в цілому.

Висновки

1. Металофторопластові підшипники знайдуть застосування в машинобудівній, станкобудівній, авіаційній і інших галузях промисловості у відповідальних вузлах обертального і коливального (поворотного-обертального) руху.

2. Особливий інтерес мають підшипники металофторопластиковою стрічкою працюючи в режимах гідродинамічного і змішаного тертя.

3. Вітчизняні традиційні технології виготовлення МФЛ (металофторопластові стрічки) доки не дозволяють отримувати подібні матеріали з високими експлуатаційними властивостями із-за недостатності полімерного мастила, визначуваного завтовшки фторопластової плівки (соті долі мм). Причина в неможливості вкрапляти фторопласт на достатню глибину і міцно з'єднати його з пористим бронзовим шаром.

Список використаних джерел

- 1 Крукович А.Р. Застосування в машинах і механізмах підшипників ковзання, що містять металофторопластові елементи. Наукові праці ДВГТУ, вип. 128, стаття 17, 2005.
- 2 Муратов Х.И. Оснащення парової турбіни ВКВ-22 - I підшипниками з "сухим" картером і з металофторопластовими антифрикційними елементами. Энергетик, № 7, 2004.
- 3 Композиційні підшипники ковзання, що самосмазуються, і технологія їх виробництва // тр. междунар. конф. – М., 2003. - С. 253-257.
- 4 Семенов А.П. Подшипники скольжения [Текст] / А.П. Семенов – М.: Машиностроение, 1969. - 72с.
- 5 Богатин О. Основы расчета полимерных узлов трения [Текст] / О.Б. Богатин, В.А. Мороз, И.Н. Черский. – Новосибирск: Наука, 1983. - 36с.

Анотація

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛОФТОРОПЛАСТОВИХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Листопад И.А., Галич И.В., Єфремова М.А.

В статтє рассмотрен вопрос использования металофторопластових подшипников и способы их использования в области сельскохозяйственного машиностроения

Abstract

TO THE QUESTION OF THE USE OF МЕТАЛОФТОРОПЛАСТОВИХ SLIDEWAYS IN AN ENGINEER

I. Listopad, I. Galych, M. Yefremova

In the article the question of the use of the металлофторопластових bearing and methods of their use are considered in area of agricultural engineer