

М. Свирид

Доцент, канд. техн. наук

І. Кравець

Професор, докт. техн. наук

Г. Волосович

Професор, канд. техн. наук

С. Занько

Інженер-механік

Л. Приймак

Канд. техн. наук

Національний авіаційний
університет,
м. Київ

УДК 621.537.611

УМОВИ УТВОРЕННЯ СЕРВОВИТНОЇ ПЛІВКИ ПІД ДІЄЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

У статті досліджені технічні можливості трибологічної системи, що складається з вуглецевої сталі і мідного сплаву. Визначено параметри реагенту індустріального мастила I20-A та моторного мастила M10Г2, запропоновано параметри відновлення прецизійних пар тертя до стану трибовідновлення з використанням зовнішніх джерел енергії та вивчено умови утворення сервовитної плівки під дією магнітного поля.

магнітне поле, відновлення, поверхня тертя, сервовитна плівка, трибологічна характеристика, робочий зразок, контртіло

Вступ. Широкий асортимент механізмів, що використовуються для перекачування робочих рідин, виготовляються за високого класу точності, зміна експлуатаційних розмірів механізму на 2...4 мкм вважається неприпустимою і вимагає ремонту для підтримки розрахункових параметрів. Трибопара плунжерного насоса складається з твердого плунжера, виготовленого з легованої сталі, загартованої на мартенсит і циліндра з мідного сплаву. Для шестернчастих насосів експлуатаційні характеристики менш жорсткі, зношування шестерень і площин дотику з корпусом допускається до двадцяти мікрон. Технології відновлення обумовлюються великими витратами на демонтаж, відновлення і монтаж агрегатів. Тому питання обслуговування під час експлуатації та підтримки проектної потужності агрегату стає гострою необхідністю і предметом для дослідження.

Постановка проблеми. Трибологічно сумісні матеріали активно взаємодіють з магнітним полем. Дослідивши взаємозв'язок між внутрішньою будовою металів і магнітним полем, необхідно визначити умови і величини параметрів переносу елементів матеріалу на поверхню тертя. Трибомагнітні технології обслуговування вузлів тертя в прецизійних агрегатах включають у себе: взаємозв'язок навколишнього середовища, мастила, гідрорідини,

робочі поверхні матеріалів. Використання магнітної технології для відновлення поверхонь тертя обумовлено високим електроопором змащувальних рідких мастил, що значно уповільнює вплив трибоелектрохімічних методик. Крім цього, відновлення трибологічних пар представлені методиками можливо проводити в умовах експлуатації за безрозбірними технологіями.

Стосовно проблем підвищення робочих параметрів машин і щодо продовження їх служби спрямовано багато праць [1,2]. У праці [3] відзначені високі антифрикційні і протизносні властивості поліетіленгліколевих мастил, що використовуються в черв'ячних редукторах з підвищеним коефіцієнтом корисної дії на 15 — 20 % порівняно з нафтовими мастилами.

У деяких працях відзначається вплив електромагнітних полів на трибологічну стійкість інструментальних сталей.

Оброблені зразки досліджували за умов різних механічних впливів. Результати обробки сталі вказують на неоднозначні характеристики матеріалу [4] і здатність його підвищувати зносостійкість інструмента.

Автори роботи [5] вказують на вплив частоти імпульсного магнітного поля на дифузію алюмінію в залізо, а також на щільність дислокацій металу, змінюючи

структуру матеріалу і збільшуючи стійкість до зношування.

Вплив магнітної обробки сталі неоднозначно позначається на її властивостях та, на жаль, не пояснюється ні механізмом роботи поверхневої взаємодії, ні умовами структурних змін. Хоча в одному випадку зносостійкість збільшується майже в 2 рази, а в другому знижується на 30%.

Дослідження металів у магнітному полі та вплив його на будову і структурні зміни при високих швидкостях тертя проводилися під керівництвом Євдокимова В.Д. У праці [6] автори встановили що, проходячи безпосередньо через зону контакту, магнітні лінії, при зміцнюючій фрикційній обробці, призводять до більш високої зносостійкості сталевих поверхонь, ніж їх зносостійкість за умови проходження силових ліній за межами цієї зони.

У роботі [7] було експериментально доведено, що електромагнітне поле, що пропускалося через зони фрикційного контакту, сприяє інтенсифікації вибіркового переносу.

Метою цієї статті є дослідження умов зміни параметрів тертя поверхонь у змащувальних струмонепровідних середовищах.

Методика досліджень. Для проведення досліджень вибрали базове індустріальне мастило I20-A, що використовується для змащення в машинах і механізмах промислового обладнання, умови роботи якого не потребують особливих вимог до антиокислювальних і антикорозійних властивостей та моторне мастило M10-Г2к.

I20-A застосовується як робоча рідина в гідравлічних системах верстатного обладнання, автоматичних ліній, пресів, для змащування легко і середньо навантажених зубчастих передач, направляючих кочення та ковзання верстатів, де не потрібні спеціальні мастила, в гідравлічних системах промислового устаткування для будівельних дорожніх та інших машин, працюючих на відкритому повітрі.

Контртілом слугував матеріал діамагнітного походження ЛС59-1, хімічний аналіз поверхні: 59% міді і 34% цинку з добавкою свинцю, слід зазначити кількісний склад кисню: 2,45%, що пояснюється окисненням поверхні

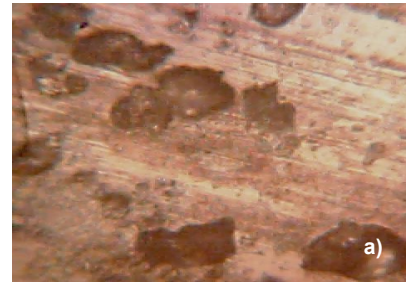


Рис. 1. Конгломерати продуктів зношування, що потрапили в зону тертя: а — латунний зразок, б — сталевий зразок (125°)

матеріалу за нормальних умов на повітрі. Природна властивість діамагнетиків — послаблювати загальне магнітне поле. Постійне нерівномірне магнітне поля силою в 0,1 Тл надає переважуючу дію на переміщення продуктів зношування, зміщуючи їх у зону негативного градієнта. При цьому продукти зношування розташовуються в зоні тертя в залежності від місця розташування зразка в магнітному полі. Утворення конгломератів з продуктів зношування фіксували за допомогою трибологічного комплексу [8].

Процес формування мікрогеометрії робочих поверхонь елементів трибосистеми плунжерних пар насосів при накладенні зовнішнього магнітного поля розглянуто з урахуванням фактора відкритого трибовузла, енергетичний стан якого спрямований до стабілізації і зменшення внутрішньої ентропії. В умовах модельного тертя латунного зразка (рис. 1,а) або сталевого (рис. 1,б) по поверхні скляного контртіла переміщуються конгломерати продуктів зношування з подальшим механічним втиранням у поверхню тертя.

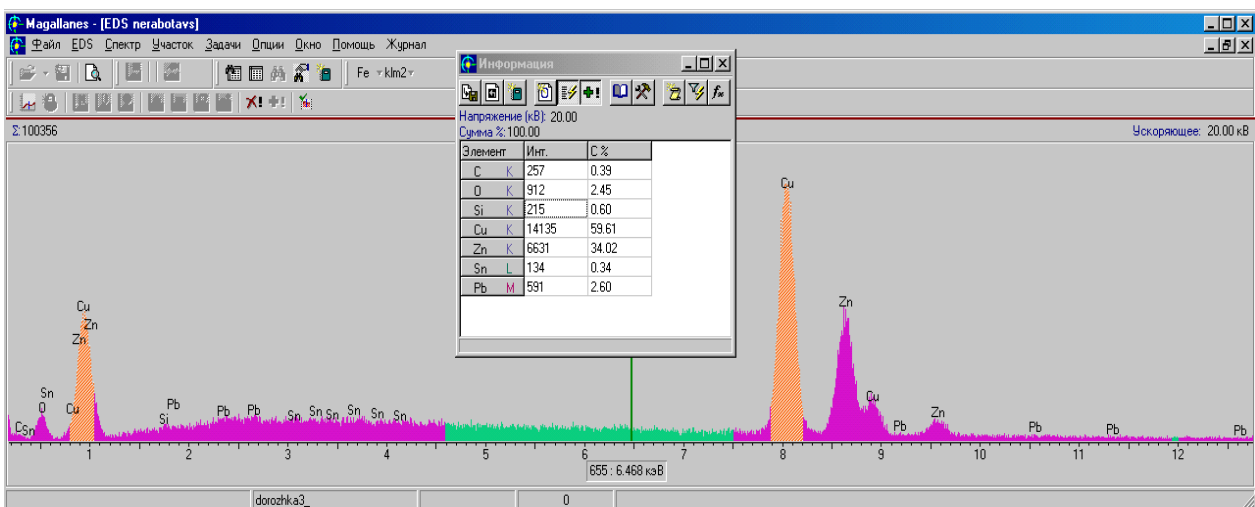


Рис. 2. Хімічний склад початкового матеріалу ЛС59-1 з вмістом кисню 2,45%

Для модельного дослідження механізму тертя в плунжерних парах [9] використовували латунний сплав ЛС59-1 (хімічний склад поверхні представлений на рис. 2) і сталь 45, загартовану на мартенсит.

Вплив магнітного поля і процесів тертя в змащувальній середовищі на продукти зношування обумовлює зміну напрямку зміщення цих продуктів по відношенню до площини поверхні тертя між зразком і контртілом.

У процесі експлуатації робочі частини машин і механізмів складають механічну й енергетичну основу вузла тертя.

При направленій локальній дії на фактичні площі контакту зони тертя магнітним силовим полем всі продукти зношування по-різному з ним взаємодіють. Одні утримуються в зоні тертя магнітним полем — феромагнетики і парамагнетики, інші виносяться із зони дії поля — діамагнетик.

При розташуванні зразка зі сталі 45 напроти полюса S у процесі зношування/відновлення інтенсивнішим є процес зношування. Напрямок магнітних ліній від сталевго зразка на латунне контртіло провокує розміщення продуктів зношування біля поверхні латуні, які концентруються по краях зразка і легко виносяться із зони тертя в робоче середовище, що збільшує зношування до десятих частин міліметра за кілометр (рис. 3).

На поверхні тертя видно дуже слабкі сліди перенесення латуні, крім цього поверхня майже на всьому протязі напрацювання не вигладжується (рис. 4) При цьому досить великий коефіцієнт тертя (до 0,11), відповідна поверхня тертя також значно зношується.

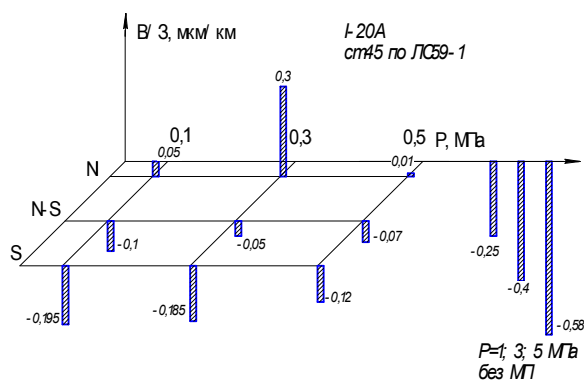


Рис. 3. Гістограми відносно процесу трибовідновлення сталі 45 в середовищі індустриального мастила I20-A під направленою дією магнітного поля і навантаження по контртілу ЛС59-1



Рис. 4. Поверхня тертя зразка зі сталі 45 по ЛС59-1 в середовищі мастила I20-A в положенні зразка на полюсі S при навантаженні $P=1$ МПа та швидкості $V=0,1$ м/с

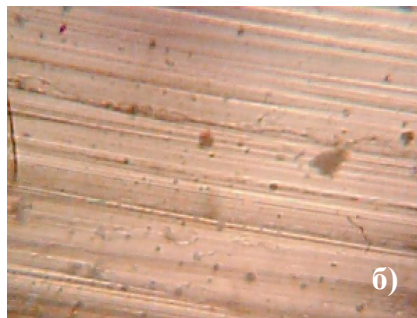
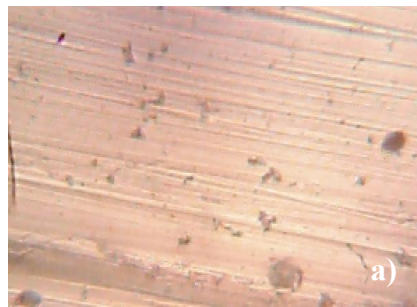


Рис. 5 Поверхня тертя зразка зі сталі 45 по ЛС59-1 в середовищі мастила I20-A в положенні зразка: а — на полюсі N, б — між полюсами N-S при навантаженні $P=1$ МПа та швидкості $V=0,1$ м/с

Переміщення зразка в магнітне поле між полюсами (N-S) характеризується меншим зношуванням і більш гладкою топографією поверхні. Це пояснюється тим, що феромагнітні частинки виносяться із зони тертя, розподіляючись по полюсах. Діамагнітні частинки виносяться в бік негативного градієнта магнітного поля, тобто у бік меншої щільності магнітних ліній (рис. 3 полюс N-S).

Феромагнітні частинки сталевго зразка підпорядковуються напрямку силового поля від полюса N до полюса S за межами тіла магніту. Процес трибовідновлення проходить на режимі, що відповідає розташуванню сталевго зразка на полюсі N, при невеликих навантаженнях, що визначається збільшенням відносного лінійного розміру сталевго зразка. Зміна характеру процесу пояснюється перенесенням продуктів тертя на зразок під направленою дією магнітних ліній, і змушує їх примагнічуватися до поверхні зразка з наступним розтиранням по поверхні сталі. Процес переносу часток зношування і формування нових трибологічних плівок за фактичними площинами контакту сталевго зразка визначається як прилиплими, крім цього вже окисленими частинками зі сталі, так і поодинокими ділянками латуні (рис. 5,а; рис. 5,б).

Продукти зношування феромагнітного походження, потрапляючи під направлений вплив нерівномірного магнітного поля, утримуються між площинами деталей, що труться, і є складовою частиною в утворенні вторинних структур тертя. Топографічний аналіз, проведений на установці в динамічному режимі тертя, вказує на інтенсивне утримання продуктів зношування при механічному зміщенні поверхонь тертя та їх взаємозв'язок з напрямом дії магнітного поля. Продукти зношування, що утворилися в процесі зношування, утримуються незалежно від сил тертя і переміщення поверхонь, напрям магнітного

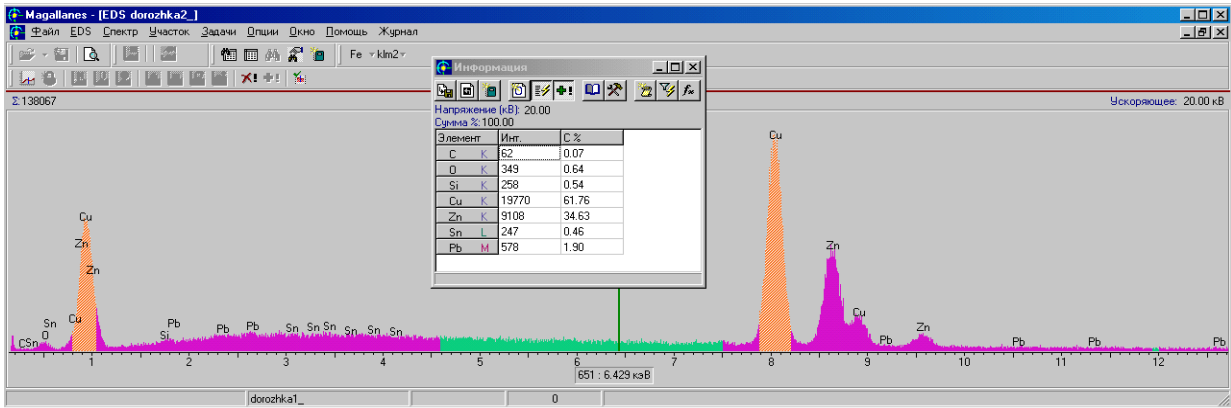


Рис. 6 Хімічний склад матеріалу LC59-1 в положенні зразка на полюсі N в мастилі I20-A із вмістом кисню 0,6 %

поля не змінює характер їх розташування. Останні, перебуваючи між поверхнями тертя, розташовуючись у зоні тертя в залежності від напрямку магнітного поля, до однієї притискаються, від іншої відштовхуються. Поведінка феромагнітного матеріалу визначає процеси зношування поверхонь, так як основна частина продуктів зношування затримується на гострих переходах зразка та при терті потрапляє між площинами і стає тонкодисперсною добавкою в мастило. На рис. 3 представлені трибологічні параметри пари тертя сталь 45 по LC59-1. Постійне розташування частинок зношування підтримується дією магнітного поля, в результаті чого на гістограмі рис. 3, поз. 1, 2, 3 (на полюсі N), в залежності від нормального навантаження, спостерігається процес трибовідновлення поверхні сталевго зразка. Збільшення фактора навантаження превалює над впливом силових ліній магнітного поля, в результаті чого зношування поверхні сталевго зразка перевищує процес відновлення, що видно з рис. 3, позиція 3. Сила магнітного потоку ще утримує продукти зношування в зоні терті, а швидкість стирання не перевищує швидкість процесу відновлення. На поверхні тертя сталі 45 спостерігаються процеси відновлення, продукти зношування сталі, тонким шаром намазуються на активні зони тертя. Так само процеси відновлення сталі проходять за рахунок продуктів зношування латунного контргтіла. Продукти зношування, з'єднання міді з цинком, хоч і мають діамагнітні властивості, але в магнітному полі силою 0,1 Тл направлено розташовуються біля поверхні сталевго зразка, оскільки магнітне поле феромагнітного зразка посилюється в тисячі разів, що підсилює магнітні характеристики діамагнетика. При цьому чітко спостерігається перенесення латуні та нанесення її на поверхню тертя сталі 45 у вигляді тонкої плівки як у позиції N так і N-S (див. рис. 5,а і рис. 5,б), де видно зміну кольору поверхні.

Напрацювання поверхні сталі 45 в середовищі мастила I20-A по LC59-1 під дією магнітного поля характеризується збільшенням ваги сталевго зразка на полюсі N і пониженням кількості кисню на поверхні латуні майже в 4 рази (до 0,6%, рис. 6).

Зміну топографії поверхні тертя сталі 45 по латуні в середовищі мастила I20-A від напрямку магнітного поля показано на рис. 7. При цьому знижується вміст кисню

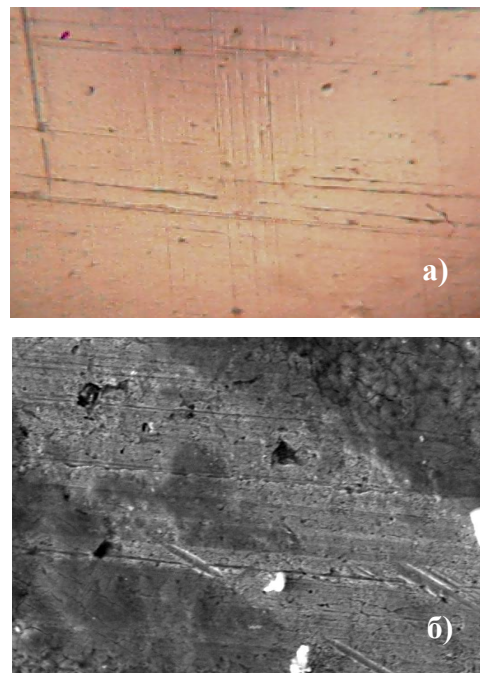


Рис. 7 Поверхня тертя: а — сталі 45 (250 \times), б — поверхня LC59-1 з вмістом кисню 0,6% в середовищі мастила I20-A на полюсі N

на поверхні що, характеризується безкисневими трибологічними плівками з утворенням так званих сервопитних плівок.

Захисні сервопитні плівки характеризують умови беззношуваного тертя. Газоподібний кисень є хімічним елементом парамагнітного походження, що визначає його положення в магнітному полі. Матеріали цього класу втягуються в магнітне поле через що спостерігається зміщення кисню від поверхні сталі в позиції зразка на полюсі N, крім цього, феромагнетик посилює магнітне поле до 8000 і більше разів. Технологічно положення зразка зі сталі 45 визначено так, щоб силові лінії перетинали поверхню тертя перпендикулярно. Звідси, атоми кисню будуть концентруватися між полюсами (N-S) або зміщуватися в зону позитивного градієнта магнітного поля, тобто більш щільне скупчення силових ліній. Такими ділянками на сталевому зразку будуть краї (гострі

кінці) поверхні тертя. З цієї причини доріжка тертя по ширині розділиться на частини з різними характеристиками поверхні. Центральна лінія буде мати меншу кількість кисню (див. рис. 7,б), темна пляма на доріжці).

Хімічний склад поверхні вказує на наявність кисню в кількості 0,64% (рис. 6), що вкрай мало. Утворенні поверхні тертя на полюсі N залишаються без кисню (див. рис. 7,а). Відповідно до твердження Д. Гаркунова [10] механізм беззношуваності характеризується перенесенням матеріалу з однієї поверхні на іншу, з утворенням плівок з пониженим вмістом кисню, що знижує окислювальний механізм процесу тертя. Зміна складу кисню на поверхні тертя визначається появою сервовитної плівки на поверхні сталі (див. рис. 7,б).

Фізична сутність магнітного трибовідновлення полягає в тому, що магнітне поле змінює траєкторію електронів або іонів, що володіють відповідними магнітними моментами. На підставі фізичних законів, умов досліджень, які впливають на поведінку внутрішнього стану матеріалу та змін поведінки поверхневих дефектів у магнітному полі, визначають умови і параметри переносу їх у зону тертя. Використання магнітних технологій для відновлення поверхонь тертя нівелює негативні умови існування високого омичного електроопору змащувальних рідких мастил, які при трибоеклектрохімічних методиках значно уповільнюють проходження процесу відновлення.

Використання різних антифрикційних добавок продовжує працездатність трибосистеми, частково захищаючи питання зношування, але не забезпечує можливості процесів відновлення в умовах безрозбірних технологій. При експлуатації найчастіше створюються умови необхідного легування поверхонь тертя, що дозволяє продовжити працездатність агрегату, не виходячи за межі розрахункових параметрів.

Для технологічного забезпечення процесу відновлення в схему постійного нерівномірного магнітного поля при розташуванні зразка на полюсі N слід подавати модифікуючий порошок необхідного складу і потрібного структурного призначення.

Направлена дія магнітного поля на легуючі порошки у змащувальних середовищах дає можливість відновити поверхню тертя на товщину до 2...4 мкм. Механізм

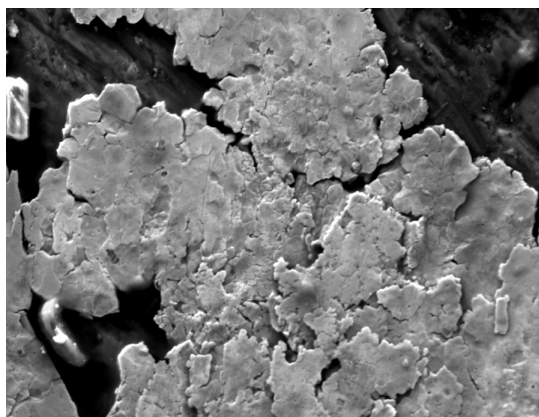


Рис. 8 Лускате покриття з порошку олова на поверхні тертя сталі 45 по латунному контртілу ЛС59-1

відновлення під час тертя полягає в розтиранні конгломератів між поверхнями сталі 45 та латуні ЛС59-1 за рахунок утримання магнітним полем модифікатора в зоні найбільшого скупчення силових ліній (рис. 8).

Магнітне поле утримує порошок (олово), що володіє парамагнітними властивостями. На поверхні сталюого зразка видно розмазані конгломерати порошку олова (рис. 8), зовні — це згустки, намазані за напрямом тертя. Хімічний склад поверхні конгломератів вказує на 80...90% вмісту олова, що говорить про механічне розплющування.

Лусочки утворюються під дією механічних навантажень по місцях контакту між двома поверхнями, найбільша кількість яких залишається в зоні тертя тільки під впливом магнітного поля. Якщо магнітне поле забрати, то на поверхні залишаються втерті порошок, які щільно втерлися в обидві досліджувані поверхні, як зразка, так і металевого або скляного контртіла. Найбільш ефективно процес трибовідновлення проходить при розташуванні сталюого зразка між полюсами магніта N-S. Магнітна індукція силою в 0,1 Тл утримує порошок олова в зоні тертя. Парамагнітний порошок олова розмазується по поверхні в зоні тертя. В таких умовах напрацювання механічна складова бере на себе всі умови навантаження на зону тертя.

Виходячи з отриманих результатів трибологічних досліджень (рис. 9), необхідно відзначити, що процес трибовідновлення проходить при розташуванні зразка на двох положеннях полюсів магніта N і N-S.

Магнітна проникність олова дещо більша від 1, а сталі приблизно 8000, такі параметри магнітного поля в найдрібніших частинках продуктів зношування дозволяють стверджувати, що частинки металу володіють значною сумарною магнітною індукцією (приблизно до 800 Тл в мікрооб'ємі), а магнітне поле порошку олова дещо більше від 0,1 Тл. Наявність такого потужного поля в частинках мікронних розмірів сприяє їх втиранню у деформовану енергетично нестабільну структуру поверхні.

Застосування тонкодисперсного порошку парамагнітного класу (олова) сприяє процесу відновлення поверхні сталі з утворенням фактичних площ контакту зі складу порошку. На гістограмах (рис. 9) показані результати трибологічних досліджень парамагнітного порошку.

Параметри тертя напроти полюса N або N-S постійного неоднорідного магнітного поля вказують на те, що на поверхні сталі осідає диспергуючий порошок. Зміщення продуктів зношування, що утворилися при механічному зношуванні зразка, автоматично притискаються до його робочої поверхні. Складові контртіла мідь і цинк (матеріали діамагнітного класу) зміщуються у бік від'ємного градієнта магнітного поля. Тобто будуть знаходитися між полюсами магніту в точці N-S. А парамагнетик олово, в силу своїх магнітних якостей, активно зміщується в бік додатного градієнта магнітного поля, що активно посилюється спрямованою дією магнітного поля від контртіла до зразка.

Таким чином, фізична модель тертя повністю підпорядковується умовам взаємодії хімічних елементів з силовими лініями магнітного поля. Збільшення навантаження до 3 МПа зменшує величину приросту зразка зі сталі 45, що майже в 30 разів більше при терті сталі 45 в

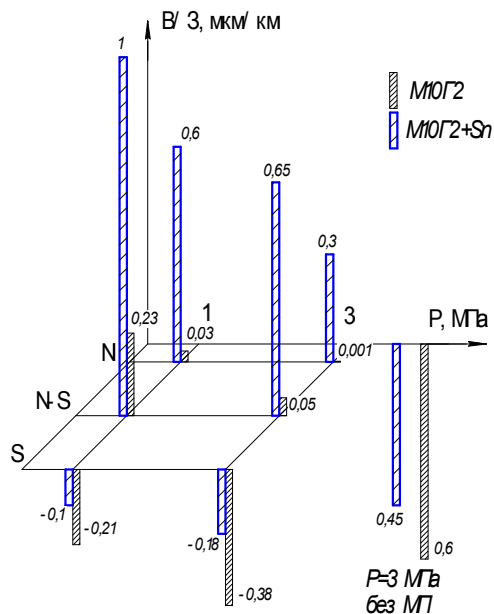


Рис. 9 Трибологічні характеристики сталі 45 у середовищі M10Г2к по латуні ЛС59-1 в магнітному полі

середовищі M10Г2_к по латуні. Добавка модифікованого порошку олова скорочує цей розрив до 2 разів, що пояснюється спрямованою дією магнітного поля на полюсі N. Розташування зразка в зоні N-S між полюсами магніту, де щільність силових ліній найменша, що негативно позначається на розташуванні діамагнітного матеріалу відносно зони тертя, призводить до того, що складові елементи виносяться з механічного впливу фактичних площ контакту.

За особливим механізмом тертя відбуваються процеси в зоні полюса S. За рахунок відриву продуктів зношування від феромагнітного матеріалу в бік контртіла спостерігається активне зношування зразка (рис. 9) Зміна стану системи від процесу трибовідновлення до умов зношування обумовлюється спрямованою дією магнітного поля на структуру феромагнетика в середовищі моторного мастила.

Виходячи з результатів, представлених на рис. 9, і з огляду на складний симбіоз складових, зібраних у вузлі тертя, від феромагнетика (сталь 45), парамагнітної добавки (олово) в моторне мастило і контртіла, склад якого мідь та цинк, обидва хімічні елементи належать до матеріалів діамагнітного класу, широкий спектр магнітних властивостей використовуваних матеріалів значно ускладнює методику дослідження процесів тертя в магнітному полі. При цьому змінюється напрям їх активного впливу на механізм тертя. Спрямована дія силових ліній на продукти зношування контртіла, що складається з міді та цинку (діамагнетиків), залежить від напрямку магнітного поля і розташування в ньому зони тертя. Продукти зношування виштовхуються із зони тертя якщо площа тертя перетинає лінії магнітного поля (розташування N-S). Але при зміщенні зони тертя від центра впливу магнітного поля, що характеризується зменшенням

градієнта щільності магнітних ліній, можна створити умови переміщення продуктів зношування на площу тертя. Матеріал, що використовується в експерименті — олово, буде зміщуватися відносно зони тертя за умови зміни градієнта силових ліній у бік збільшення щільності магнітного поля.

Трибологічне перенесення матеріалу в середовищі, що не проводить електричний струм, можливе з використанням спрямованої дії магнітного поля і матеріалу донора (модифікованого порошку).

При фрикційній взаємодії між поверхнями контакту проявляються електричні явища:

а) у більшості випадків електризація тіл при терті обумовлена так званою контактною електризацією, а сам процес тертя призводить до збільшення контактуючих областей;

б) крім контактної електризації слід мати на увазі можливість локального накопичення зарядів за рахунок їх механічного розділення;

в) електрокінетичні явища обумовлюють виникнення різниці потенціалів при русі частинок у вузьких щілинах (підшипники ковзання) і осіданні їх на поверхні тертя (потенціал осідання).

Дві металеві поверхні, що труться, розглядаються як провідники електрично ізольовані один від одного шаром діелектрика. Таке судження дозволяє представити їх як конденсатор, ємність якого залежить від товщини змащувального шару. При їх спряженому русі за наявності шорсткості поверхні, високих тисків або в силу інших дефектів, на поверхні трибоспряження виникає точковий контакт. У процесі розбіжності точкових контактів проявляються гідродинамічні ефекти витискання із зони тертя змащувального матеріалу і, як наслідок, утворення струмопровідних ділянок з продуктів ерозії. Це схоже на електричний пробій між обкладинками конденсатора і, навіть при невеликих струмах, призводить, зважаючи на малу фактичну площу контакту (на рівні одичинної мікронерівності), до того, що його щільність досягає дуже великих значень. Це призводить до підправлення (процеси мікрозварювання) і схоплювання матеріалів контактуючих тіл; внаслідок чого відбуваються електроерозійні руйнування останніх: вириви, задирки, високі рівні зношування.

Матеріал захисного тіла — діелектрик, тому не допускає розвитку подій за вищеописаною схемою. Всі електричні процеси “замикаються” на рівнях відповідних приповерхневих шарах даного матеріалу, і якщо явище пробою все-таки спостерігається, то зміни, породжувані ним, охоплюють тільки зазначений обсяг захисної структури. Електроерозійні руйнування якої, якщо так є, підсилюють екзоелектронну емісію, що призводить до додаткового припливу електронів “високої енергії” у приповерхневих шарах змащувального матеріалу, забезпечуючи додаткове розкладання його структури на іони (додатковий масоперенос), створюючи сприятливі умови для утворення нової захисної поверхні.

Взаємний вплив компонентів складу, що входять до металоплакуючої півки на захисній поверхні зумовлює утворення на ділянці її адгезії, гальванічної пари. Поляризаційні ефекти, що протікають у зоні контакту зазначе-

них елементів (необхідно зазначити, що основний компонент металоплакуючої плівки такий, що надає однаково поляризовуючу дію як на сталеві, так і на більшість поверхонь з кольорових металів), створюють на поверхні тертя бар'єр для проникнення всередину металу водню та інгібують, тим самим створюючи водневе зношування робочих елементів, яке є однією з основних причин їх руйнування.

Отже, проведенні дослідження дають можливість зробити такі висновки:

1. Досліджено технічні можливості трибологічної системи, що складається з вуглецевої сталі і латунного сплаву. Запропоновано параметри відновлення прецизійних пар тертя до стану трибовідновлення з використанням зовнішніх джерел енергії

2. Визначено технологічні характеристики розташування поверхні тертя на полюсі N для зміщення процесу трибовідновлення феромагнітних матеріалів. Досліджено механізм трибомагнітного відновлення вузлів тертя феромагнітних матеріалів при умовах створення сервовитної захисної плівки.

3. Розроблено новий метод трибовідновлення поверхонь тертя прецизійних пар трибомагнітним методом, що збільшує інтенсивність відновлення. Визначено параметри відновлення феромагнітних і діамагнітних матеріалів.

Література

1. *Запорожец В.В., Бердинский В.А.* Диагностика узлов трения авиационной техники и спецмашин. – К.: КИИГА, 1987. – 164 с.

2. *Кузьменко А.Г., Диха О.В.* Контакт, трение и износ смазочных поверхностей: монография. – Хмельницький: ХНУ, 2007. – 344 с.

3. *Стерхов А. В.; Багдасаров Л. Н.* Улучшение эксплуатационных характеристик червячных редукторов путем применения масел на основе полиэтиленгликолей // Проблема совершенствования технологии производства и улучшения качества нефтяных масел. Сборник трудов. – М.: Нефть и газ, 1996. – С. 195-198.

4. *Карпенко Г.В., Бабей Ю.И., Карпенко И.В., Гутман Э.В.* Упрочнение сталей механической обработкой. – К.: Наукова думка, 1966. – 201 с.

5. *Вержасковская М.А., Петров С.С., Покоев А.В.* Влияние импульсного магнитного поля низкой частоты на диффузию Al и плотность дислокаций в Fe / Вісник Черкаського нац. унів. – 2007. – Вип. 117. – Серія «Фізико-математичні науки». – С.

6. *Макаренко А.С., Евдокимов В.Д.* Влияние электромагнитного поля, проходящего через зону фрикционного контакта, на износ при высокоскоростном трении // Проблемы техники, 2005. – № 1. – С. 77–84.

7. *Евдокимов В.Д., Макаренко А.С.* Влияние магнитного поля на избирательный перенос при трении // Проблемы техники, 2006. – № 4. – С. 70–78.

8. *Свирид М.М., Паращанов В.Г., Занько С.М., Задніпровська С.М., Приймак Л.Б.*, патент на корисну модель: Пристрій для дослідження матеріалів на тертя та зношування, UA 36600 GO1N 3/56, 27.10.2008.

9. *Свирид М.М., Кравець І.А., Паращанов В.Г., Занько С.М., Задніпровська С.М.*, Патент на корисну модель: Спосіб відновлення поверхні тертя, UA 36601 GO1N 3/56, 27.10.2008.

10. *Гаркунов Д. Н.* Триботехника (износ и безызносность) / Дмитрий Николаевич Гаркунов: учебник. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Изд-тво МСХА, 2001. – 616 с.

Отримана 02.10.10

M. Svirid, I. Kravets, H. Volosovych, S. Zaniko, L. Pryimak
Creation conditions of servotape under the action of magnetic field

National Aviation University, Kyiv

In the article the technical capabilities of tribological system consisting of carbon steel and copper alloy are studied. The reagent parameters of industrial lubricant I20-A and motor oil M10Г_к are determined, friction precession pairs renewal parameters^к are suggested for friction surface renewal with external energy sources using and creation conditions of servotape under the action of magnetic field.

Диференція

12th European Mechanics of Materials Conference - ICMM2

31 August 2011 — 2 September 2011

Paris, France

Contact: Chairpersons:

Prof. Jacques BESSON

Centre des Matériaux Mines Paris, Paristech

CNRS UMR 7633

BP 87

F-91003 Evry Cedex, France

Tel: +33 1 60 76 30 37

Fax: +33 1 60 76 31 50

Email: jacques.besson@mines-paristech.fr