УДК 621.891

В.А. Тім, асп.

ФРЕТИНГ-КОРОЗІЯ, ЯК ОДИН З ОСНОВНИХ ВИДІВ ЗНОШУВАННЯ В ГІДРОМАШИНАХ, ТА ЇЇ НАСЛІДКИ

Національний авіаційний університет

Розглянуто механізм відмов вузлів тертя гідравлічних машин під впливом фретинг-корозії, що розвиваються на контактуючих поверхнях деталей в умовах експлуатації, як основа для подальшої розробки методів поверхневого зміцнення та відновлення тертьових деталей

Загальна постановка проблеми. Фретинг-корозія суттєво погіршує якість поверхневих тертьових шарів деталей гідромашин, що приводить до істотного зниження їх втомної міцності і взагалі довговічності. В залежності від умов навантаження, властивостей матеріалів пар тертя і середовища на ділянках поверхонь, що зруйнувалися під впливом фретинг-корозії можуть протікати процеси схоплення, абразивного руйнування, втомні процеси, що супроводжуються окисненням і корозією (втомно-корозійні процеси). Все це свідчить про складність протікання процесів фретинг-корозії, а вивчення механізмів фретинг-корозії та розробка шляхів підвищення довговічності пар тертя, що експлуатуються в умовах фретинг-корозії є актуальним.

Огляд публікацій і аналіз невирішених проблем. Під час огляду наукової літератури було виявлено, що достатньо широко і детально розглянуті питання гідродинаміки, конструювання, принципи дії гідромашин, але недостатньо висвітленні причини та признаки проявлення їх відмов, які у більшості випадків пов’язані із зношуванням їх деталей в результаті перебігу на робочих поверхнях процесів фретинг-корозії. Суттєвий внесок у вирішення проблеми фретинг-корозії внесли М.Л. Голего, А.Я. Алябьєв, В.В. Шевеля, а також закордонні вчені Г.А.Томлінсон, Р. Уотерхауз та багато інших. В роботах [1–4] наголошується, що фретинг-корозія викликає втомне розтріскування на поверхнях конструкцій, абразивное зношування та виникнення задирів, що може призвести до заклинювання рухомих частин та, навіть повного виходу з ладу агрегату.

Мета роботи. Дослідити природу та виконати системний аналіз причин руйнування поверхонь тертя деталей під впливом фретинг-корозії гідравлічних насосів та моторів для подальшої розробки та запропонування шляхів забезпечення їх працездатності.

Матеріали і методи досліджень. Гідравлічні машини, як насоси так і мотори, не зважаючи на їх конструкцію, аксіально-плунжерні, шестерінчасті, роторні, лопатні, тощо, сучасних машин використовують для подачі рідини до споживачів, для підтримки або зміни тиску в гідравлічних системах, для регулювання продуктивності та керування силовими агрегатами [5].

Для отримання даних були проведені дослідження на матеріалах одібраних під час проведення дефектації гідравлічних насосів наступних типів:

1. Насос гідравлічний НШ39 шестерінчатого типу. Частота обертання 2500 об/хв, робоче середовище гідравлічне мастило АМГ-10, робочий тиск 150 кгс/см^2, встановлюється на гелікоптерах МИ-8, МИ-24, міжремонтний ресурс 1500 год.

2. Насос гідравлічний 435Ф, частота обертання 2070 об/хв, робоче середовище АМГ-10, мастило МК-8, робочий тиск 150 кгс/см^2, встановлюється на літаках АН-32, АН-12, міжремонтний ресурс 1500 год.

3. Насос гідростатичний EATON AH128535, частота обертання 1000–3000 об/хв, робоче середовище гідравлічне мастило SAE-10, робочий тиск 480 кгс/см^2, встановлюється на сільгостехніці John Deere.

Дослідження деталей гідравлічних насосів проводили методами візуального та мікрометричного контролю. Макрографічні дослідженння проводили за допомогою мікроскопа МБС-2 за збільшенням 2080, мікроскопічні – на мікроскопі NEOFOT-32 і електронномікроскопічні – на електронному растровому мікроскопі.

Результати досліджень. Наслідками зношування під впливом фретинг-корозії проявляються двояко, безпосередньо при утворенні порошкообразних оксидів металів, виконуючих роль абразиву, а в деяких випадках вони призводять до заклинюванню контактуючих деталей трибо вузла, та побічно, коли на робочих поверхнях виникають ікро тріщини, які в результаті довгого впливу змінних навантажень розвиваються в втомні тріщини, знижуючи поверхневу міцність деталей. Згідно роботі [6] фретинг-корозія може призвести до виникнення інших продуктів хімічних реакцій між структурними складовими по-

верхні та оточуючого середовища, які можуть не бути абразивними. Погіршення якості поверхні деталей, як показують експериментальні дані, під впливом фретингу втомна міцність та довговічність можуть знизитися в десятки разів. Причина того, що фретинг-корозія є одним із поширених видів зношування в гідравлічних насосах та моторах являється те, що конструктивно дуже багато виконано контактуючих пар, які працюють в умовах відносної нерухомості, тому ступінь руйнування залежить від властивостей конструкційного матеріалу, його структури, напруженого стану та інших чинників. Вигляд робочої поверхні вузла тертя гідронасоса з пошкодженням, типовим для фретинг-корозії, подано на рис.1

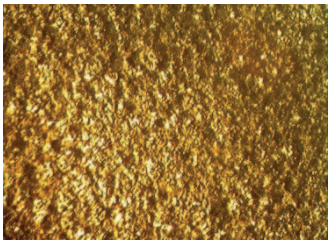


Рис.1 Зовнішній вигляд п'ятна руйнування бронзової опори гідравлічного шестерінчастого насосу НШ-39 під впливом фретинг-корозії

Дослідження опори НШ 39-70, НШ 39-80, НШ 39-90, НШ 39-100 шестерінчатого насосу НШ 39, виготовлених з оловянистої бронзи БрОС8-2-2. Коли шар частинок оксидів в зазорі між виступаючими нерівностями тонкий, знос в результаті абразивного дії продуктів фреттинг-корозії буде максимальним. Подальше абразивну дію призводить до зростання кількості продуктів зносу і до потовщення прошарку оксидів, що супроводжується зниженням інтенсивності зношування в слідстві погашення відносного руху. Проникнення частинок в сусідні западини призводить до перерозподілу тиску в зоні контакту. У центрі контакту тиск збільшується, а на кордоні зменшується. У результаті середина ділянки контакту зношується сильніше, ніж його межа, і поступово безліч сусідніх заглиблень з'єднуються в одне велике поглиблення. Як тільки шар оксидів досягає постійної товщини, швидкість зношування стабілізується.

Під час фреттинг-корозії також протікають процеси на мікрорівні. Під впливом сил тертя і циклічних тангенціальних зсувів кристалічна решітка поверхневих шарів розхитується і руйнується.

Підвищення контактного тиску за рахунок перекосу опори під впливом гідравлічного тиску в зоні високого тиску у вихідному штуцері

насоса, обумовленого фреттинг-корозією, сприяє збільшенню зносу. Є ряд наукових робіт дані, які свідчать, що між швидкістю зношування і навантаженням існує пряма пропорційна залежність, тобто при збільшення контактної навантаження збільшується знос при постійній амплітуді переміщення деталей, що сполучаються.

В процесі проведення досліджень установлено, що мікротріщини втомного зношування виникають не тільки на поверхні деталей, рис. 2, а і у підповерхневих шарах. Основним джерелом зародження поверхневих і підповерхневих мікротріщин є змінні поля напружень під впливом виникнення каверн при фретингу.



Рис. 2. Виникнення розтріскування в області пятна контакта стальній опорній пластині в результаті фретинг-корозії в парі з похилою чавунною шайбою

Також наслідком фретинг руйнування може бути абразивне зношування. На пошкоджених ділянках тертьових поверхонь спостерігаються вириви, що стимулює ріст її шорсткості, а оксиди металів як продукти зношування у вигляді порошку ініціюють абразивне зношування, так як оксиди металів завжди мають твердість значно більшу ніж метали. Різноманітний колір порошку свідчить про те, що при фретинг-корозії енергія розсіюється у вигляді тепла, яке інтенсифікує фізико-механічні процеси на робочих поверхнях деталей. Цьому виду зношування крила та ін. форми і механізми. Руйнування визначаються взаємодією поверхонь тертя з абразивним середовищем, сутність якого заключається не тільки в ковзані твердих частинок по поверхні деталі, а і в її пластичному деформуванні, занурені в місцях контакту, руйнування поверхневих шарів без відокремлення металу або із появою мікростружки. Типовим представником цього виду руйнування є пошкодження циліндру силового сервопоршня управління похилою шайбою аксиально-плунжерного насосу.

Висновок. Встановлення фізики фритнг зношування деталей гідромашин, механізму його розвитку – це передумова розробки методів підвищення їх зносостійкості.

Список літератури

1. *Аксёнов А.Ф.* Износостойкость авиационных топливно-гидравлических агрегатов/ А.Ф.Аксёнов, В.Н.Лозовский. – М.: Транспорт, 1986. – 240с.

2. *Голего Н.Л.* Фретганг–коррозия металлов/ Н.Л.Голего, АЛ.Алябьев, В.В.Шевеля. – К., 1974

3. *Причини* втрати працездатності тертьових деталей аксіально-плунжерних гідравлічних насосів /В.Ф. Лабунець, В.А. Тіт, А.В. Дмитренко, Р.М. Діденко //Проблеми тертя та зношування: наук-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ – друк», 2010. – Вып. 53. – С. 120–127.

4. *Трибологія*. Підручник / М.В.Кіндрачук, В.Ф.Лабунець, М.І.Пащенко, Є.В.Корбут. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2009.– 392 с.

5. *Лозовский В.Н.* Надежность гидравлических агрегатов/ В.Н.Лозовский. – М.: Машиностроение, 1974. – 320с.

6. *Дьяченко П.Е.* Влияние шероховатости поверхности на ее знос / П.Е. Дьяченко // Качаство поверхностей деталей машин, ЛОНИТОМАШ, Кн. И. Машгиз, 1950. –210 с.

Тит В.А. **Фреттинг-коррозия, как один из основных видов изнашивания в гидромашинах, и ее последствия** // Проблеми тертя та зношування: наук.- техн. зб. – К.: НАУ, 2011. – Вип. 56. – С.142–146.

Рассмотрен механизм отказов узлов трения гидравлических машин под воздействием фреттинга, которые развиваются на контактирующих поверхностях деталей в условиях эксплуатации, как основа для дальнейшей разработки методов поверхностного укрепления и возобновления трущихся деталей.

Рис. 2, список лит. 6 наим.

Tit V.A. **Frettage-corrosion, as one of basic types of wear in hydromashines, and her consequences**

The mechanism of refuses of knots of friction of hydraulic machines under act of frettage, that develop on the contacting surfaces of details in the conditions of exploitation, is considered, as basis for further development of methods of the superficial strengthening and proceeding in the ground details.

Ключові слова: фретинг-корозія, руйнування, зношування, працездатність.

Стаття надійшла до редакції 24.10.2011