

МЕХАНІЗМ ПРОЦЕСУ ОБЛІТЕРАЦІЇ В ПРЕЦИЗІЙНИХ СПРЯЖЕННЯХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В.В. Аулін, *д-р. техн. наук, проф.*,
А.В. Гриньків, *канд. техн. наук, с.н.с.*,

А.Є. Чернай, *асп.*,

А.П. Лукашук, *асп.*,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Досліджено процес облітерації зазорів в прецизійних трибоспряженнях деталей. Виявлена роль в'язких включень в робочих рідинах, у тому числі і асфальто-смолянистих утворень.

Основними чинниками, що визначають зусилля зсуву в прецизійних трибосистемах, є:

- геометричні характеристики деталей трибоспряжень і зазор між ними;
- фізико-хімічні властивості робочої рідини і ступінь її чистоти;
- температура, значення і стабільність тиску рідини;
- час знаходження деталей у спокої і характер їх відносних переміщень в процесі роботи.

Крім того, однією з складових зусилля зсуву є сила, необхідна для руйнування прошарку з поляризованих молекул і різних частинок.

Облітерація зазорів, між деталями прецизійних трибоспряжень полягає в утворенні на спряжених поверхнях адсорбційних граничних шарів полярно активних молекул рідини. Обумовлено це явище силами молекулярної взаємодії на межі розділу рідкої і твердої фаз. При зіткненні твердих тіл з навколишнім середовищем в результаті взаємодії поля твердої фази з полями атомів і молекул середовища на поверхні твердого тіла спостерігається скупчення молекул рідини, що зростає з часом.

Перехід молекул при адсорбції з рідкої фази на поверхню твердого тіла пов'язаний з різкою зміною умов їх існування. Молекула, що здійснює в об'ємі рідини тепловий безладний рух і що знаходиться під всебічним впливом полів сусідніх молекул, при адсорбції піддається односторонній дії сильного локального поля, здатного змінити розподіл заряду і, отже, змінити і структуру. При цьому, адсорбційна адаптація полярних молекул жирних кислот на поверхні металевої решітки виражається в їх орієнтації.

Молекули, здійснюючи тепловий рух в рідкому середовищі, зустрічаються з поверхнею металу, як з твердою стінкою нескінченно великої маси. Наближаючись до поверхні кристалічного зерна, полярна молекула піддається дії його молекулярного поля. При цьому в молекулі відбувається перерозподіл зарядів і вона, орієнтуючись по напрямку поля, підходить до поверхні з прискоренням і завдає удару. Удар може бути не пружним, якщо молекула, будучи оберненою полярним кінцем до поверхні, фіксується (адсорбується) одним з центрів тяжіння, тобто в деформованому стані енергія удару частково перетворюється на внутрішню енергію молекул або витрачається на утворення нестійкого перехідного стану - короткоживучої квазімолекули, в якій міжатомні зв'язки (їх число, довжина, вузли) змінені в порівнянні з початковими молекулами. Стабілізація такого перехідного комплексу або його розпад по новому шляху і є хімічний акт продуктів реакції. При цьому молекула орієнтується вертикально відносно поверхні.

Якщо ж молекула при ударі звернена до поверхні неполярним кінцем або удару завдається в області відносного низького значення потенціалу поля, то взаємодія є пружною. В цьому випадку деформація повністю зворотна і ніяких хімічних змін не відбувається. Будова і внутрішня енергія молекул до і після удару однакові. Сили, що виникають при цьому, повідомляють молекулі прискорення протилежного знаку, але вона знов йде в рідину. В умовах статистичного переважання непружних ударів число молекул, фіксованих і стійко орієнтованих поверхнею, з часом може зрости.

Після утворення конденсованого мономолекулярного шару, тобто після заповнення молекулами всіх вільних місць на адсорбуючій поверхні, при достатньо високій концентрації їх в об'ємі формуються подальші ряди мультимолекулярного граничного шару. Такі ряди побудовані у вигляді паралельних шарів дзеркально-орієнтованих молекул.

В'язкість граничних шарів відрізняється від об'ємної в'язкості рідини. Ці шари здатні витримувати великі нормальні навантаження без руйнування і володіють властивістю пружного опору зрушенню. При цьому зусилля, необхідне для відносного переміщення деталей, зростає і тим значніше, чим більше це опір.

Якщо товщина адсорбованих граничних шарів набагато менша, ніж розмір зазору, то вони не здійснюють помітного впливу на витрату рідини через зазор. У міру зменшення співвідношення між товщиною вказаних шарів і розміром зазору (зменшується прохідний перетин) вплив облітерації стає все істотнішим. Найбільша товщина граничного шару, що обумовлює ступінь облітерації зазору, визначається тим, що активність поля поверхні деталей по відношенню до молекул рідини зменшується із збільшенням відстані між ними.

Товщина адсорбованого шару для високомолекулярних рідин (наприклад, дизельного палива) може складати 0,1...10 мкм. Зарощування зазору між спряженими деталями (прецизійні трибоспряження, наприклад, плунжерна трибопара) шириною до 10 мкм може відбутися за декілька хвилин.

Інтенсивність процесу на спряжених поверхнях полярно активних молекул залежить від витрати рідини крізь зазор, які зростають з його збільшенням. Також впливають на інтенсивність процесу облітерації збільшення перепаду тиску рідини і зменшення її в'язкості. З підвищенням температури робочої рідини процес облітерації посилюється.

На інтенсивності облітерації впливає довжина зазору, властивості спряжених поверхонь деталей і наявність в робочій рідині асфальто-смолянистих речовин, здатних до окислювальної полімеризації, особливо при підвищених температурах.

Поступове накопичення в зазорах малорухливих прецизійних трибоспряжень асфальто-смолянистих утворень, випадаючих з рідин нафтового походження у вигляді нерозчинних частинок, може привести до істотного підвищення тертя між деталями.

Якщо деталі прецизійних трибоспряжень дати спокою, процес облітерації зазору повторюється.

Таким чином, процес облітерації зазорів в прецизійних трибоспряженнях деталей істотно посилюється в результаті забруднення робочої рідини в'язкими включеннями, які, фільтруючись в капілярній щілині, закупорюють її і сприяють утворенню на поверхнях деталей багатшарової адсорбції полярно активних молекул. При цьому істотно збільшується зусилля тертя, що виникає в прецизійних парах у зв'язку з гідравлічним затисканням.

Список літератури

1. Борисов Г. А. Механизм процесса облитерации / Г. А. Борисов, В. В. Миронов // Ремонт, восстановление, модернизация 2005. №4. С. 38-39
2. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. Киев: Техника, 1970. – 395 с.
3. Лозовский В. Н. Надежность золотниковых и плунжерных пар. М.: Машиностроение, 1974. – 128 с.
4. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах [Текст] : [монографія] / Аулін В. В. – Кіровоград : Лисенко В. Ф. [вид.], 2014. - 369 с.
5. Аулін В.В. Фізичні основи явищ самоорганізації і облітерації мастильних середовищ в зазорах трибосполучень деталей / В.В. Аулін // Проблеми трибології (Problems of tribology). Хмельницький. ХНУ, 2009. – №4 – С.103-111.
6. Аулін В.В. Процеси облітерації і самоорганізації мастильних середовищ трибосистем / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик // Инженерия поверхности и реновация изделий. Материалы 9-й междунауч.-техн. конф., 25–29 мая 2009, г. Ялта. – Киев: АТМ України, 2009. – С.19-23.
7. Аулін В.В. Зменшення негативного впливу явища облітерації на рівень надійності золотникового механізму / В.В. Аулін, А.С. Чернай / Тези доповідей IV-ої міжнар. інтернет-конф. "Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій", 11.11.2016 року: збір. наук. праць. Частина 1. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – С.26.