УДК 631.3–192:662.63

ВОДНЕВЕ РУЙНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ МЕТАЛІВ ДЕТАЛЕЙ СПОЛУЧЕНЬ

Іванова Д.В., бакалавр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Із всіх видів руйнування поверхонь при терті ковзання, відомо, що водневе зношування найважче піддається вивченню, не дивлячись на те, що воно проявляється у вузлах тертя машин різних галузей техніки і по широті прояву може бути порівнянне з абразивним зношуванням. Процеси, що відбуваються при водневому зношуванні, знаходяться на стику таких областей науки, як електрохімія, органічна хімія, каталіз, хімія полімерів і змащувальних матеріалів, механохімія та ін.[1].

Водневе зношування залежить від концентрації водню в поверхневих шарах деталей, що труться. Він виділяється з матеріалів пари тертя або з навколишнього середовища (змащувального матеріалу, палива, води та ін.) і прискорює зношування. Водневе зношування обумовлене наступними процесами, що відбуваються в зоні тертя:

- інтенсивним виділенням водню при терті в результаті трибодеструкції водневовмісних матеріалів, що створює джерело безперервного проникненню водню в поверхневий шар сталі або чавуну:
- адсорбцією водню на поверхнях тертя;
- дифузією водню в шар, що деформується, сталі, швидкість якої визначається градієнтами температур і напруги, що створює ефект накопичення водню в процесі тертя;

особливим видом руйнування поверхні, пов'язаного з одночасним розвитком великого числа зародків тріщин по всій зоні деформації і афектом накопичення водню, характерним для руйнування, є миттєве утворення дрібнодисперсного порошку матеріалу. У технічній літературі протягом багатьох років публікуються результати численних досліджень по впливу водню на зниження об'ємної міцності матеріалів, особливо при дії циклічних навантажень[2,3].

Область прояву водневого зношування вельми обширна. Практично всі поверхні сталевих і чавунних деталей, що труться, містять підвищену кількість водню і, отже, схильні до підвищеного зношування. Наявність в повітрі парів води створює сприятливі умови для водневого зношування, не говорячи вже про розкладання в зоні контакту змащувального матеріалу, палива або пластмаси.

На рис.1 і 2 наведено результат негативного впливу водневого зносу на робочі органи відцентрових насосів.

Рис. 1. Кришка відцентрового насоса в результаті водневого зносу

Рис. 2. Робоче колесо відцентрового насоса в результаті водневого зносу

Водневе зношування може бути викликане не тільки воднем, який утворюється при терті, але і воднем, який може утворитися при різних технологічних процесах. При виплавці чавуну в доменному процесі з вологи дуття утворюється водень, який і потрапляє в метал (такий водень називають біографічним). При термічній обробці, наприклад в результаті азотування (при дисоціації аміаку), водень, що виділяється, дифундує в сталь. Наводнювання сталевих виробів відбувається при електроосадженні кадмію, цинку, хрому і нікелю. Одним із способів усунення водню при гальванічних покриттях є термообробка виробів при температурі 200 °С.

Для видалення окалини, продуктів корозії сталеві вироби піддають витримці в кислоті. Занурення сталі в розчин кислоти приводить до розчинення заліза на анодних ділянках і виділення водню на катодних ділянках з одночасним проникненням водню в сталь.

Існує два основних види зношування поверхонь сталевих і чавунних деталей під впливом водню: зношування диспергуванням і зношування руйнуванням [4,5].

При зношуванні диспергуванням будь-яких змін в поверхневому шарі деталей не спостерігається. При вивченні зносостійкості наводнених сталевих зразків (наводнювання проводилося електролітичним способом) встановлено, що при незначному наводнюванні зносостійкість зразків із Сталі 45 декілька збільшується, а при подальшому наводнюванні падає.

Це пов'язано з тим, що при початковому наводнюванні декілька підвищується твердість сталі. Потім мікротвердість при наводнюванні падає і стає менше початковою. Зменшення мікротвердості сталі при насиченні її воднем свідчить про розпушування її поверхневого шару, зниження зносостійкості.

Водневе зношування руйнуванням має специфічну особливість: поверхневий шар сталі або чавуну руйнується миттєво на глибину до 1 ... 2 мкм. Концентрація водню в сталі безперервно зростає. Водень потрапляє в зародкові тріщини, порожнини, міжкристальні межі і інші місця. Водень молізується, що поступає в порожнини, і, не маючи можливості вийти назад при зменшенні об'єму, прагне розширити порожнину, створюючи високу напругу.

Повторення циклу викликає ефект накопичення, що продовжується до тих пір, поки внутрішній тиск в порожнинах не призведе до руйнування сталі по всіх розвинутих тріщинах, що з'єдналися.

Таким чином, ступінь наводнювання залежить від багатьох чинників: стани сталі і особливо наявність в розчині навіть нікчемних кількостей (слідів) сірки, фосфору, миш'яку, селену (званих «отруйниками»), які здатні уповільнювати реакції хімічної десорбції і, таким чином, збільшувати площу покриття воднем і власне адсорбцію. Тому на практиці вибір інгібітору повинен бути ретельно продуманий, інакше можливе підвищення абсорбції водню.

При фосфатуванні водень проникає в сталь. Необхідно регулювати у ванні вміст вільної кислоти і певних окислювальних агентів і тим самим знижувати кількість абсорбованого водню.

Атмосферна корозія металу може викликати абсорбцію водню в тому випадку, якщо вона протікає в промисловій атмосфері, що містить сірчистий ангідрид і кислу сірчанокислу сіль.

Водень, що проник в сталь, при терті поступово дифундуватиме в поверхню і викликатиме її зношування.

Список літератури.

1. Журавель Д. П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11. Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь, 2018. 44 с.

2. Журавель Д. П., Юдовинський В.Б. Вплив меркаптанів біопалива на водневе зношування поверхонь тертя. Вісник Львівського НАУ /ЛНАУ. Львів, 2009. – Вип. 13, т. 2. С. 182-189.

3. Журавель Д. П. Прогнозирование ресурса плунжерных пар топливных насосов. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КНТУ. Кіровоград, 2012. Вип. 25, т. 1. С. 46-49.

4. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-33.

5. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. Праці ТДАТУ. Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.