

УДК 631.3–192:662.63

ОСОБЛИВІСТЬ ВОДНЕВОГО ЗКРИХЧУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

Бублик А.Д., магістр

Журавель Д.П., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Неймовірно було припустити, що при терті може виділятися дифузійно-вільний водень із змащувального матеріалу, пластмаси або води. При нормальному тиску і температурі водень з цих речовин не виділяється. При підвищених температурах в процесі трибодеструкції пластмаси або змащувального матеріалу водень також не виділяється при первинних процесах, він виділяється при вторинних процесах [1-3].

Основні висновки, зроблені П. Коттерілом, по впливу водню на об'ємну міцність сталі зводяться до наступного: водень істотно не впливає на пружні характеристики заліза і сталі; при вмісті водню до 0,1 см³/100 г твердість сталі не міняється, хоча межа міцності зменшується; руйнуюча напруга знижується пропорційно зростанню концентрації водню; характеристики пластичності (подовження і звуження) знижуються пропорційно підвищенню концентрації водню аж до 5 см³/100 г; при подальшому збільшенні змісту водню пластичність залишається на низькому рівні; ступінь зкрихчування сталі під впливом водню зменшується з підвищенням швидкості деформації; при її гранично високому значенні (випробуванні на удар) водень не викликає зкрихчування сталі; зкрихчування сталі під впливом водню виявляється в інтервалі температур –100 ... +100 °С; найбільший ступінь зкрихчування спостерігається при нормальній і декілька нижчій температурі; для здійснення явища зкрихчування необхідна наявність напруги розтягу; у присутності водню характер руйнування сталі змінюється; замість типового для пластичного металу в'язкого руйнування спостерігається крихке руйнування (зазвичай шляхом обриву по площинах спаяності); інтенсивність зкрихчування металу під впливом водню залежить від виду обробки; сталь особливо схильна до водневої крихкості в загартованому стані; вірогідність прояву водневої крихкості підвищується також в результаті наклепу; водень викликає передчасне крихке руйнування високоміцних легованих сталей при статичному навантаженні; водень не впливає на властивості металу в ненапруженому стані; видалення водню із сталі до її деформації забезпечує повне збереження пластичності; мабуть, для прояву водневої крихкості необхідна присутність водню, здатного

дифундувати в процесі деформації; якщо водень розподіляється за зразком нерівномірно, то області, багаті воднем, володітимуть найменшою пластичністю при випробуванні на розтяг, у цих областях почнеться передчасне руйнування.

Вказані особливості впливу водню на властивості сталі встановлені експериментально при виявленні впливу водню на об'ємну міцність сталевих деталей. Можна з великою достовірністю припускати, що ці положення в деякій мірі будуть справедливими для сталі в процесах тертя і зношування. Не дивлячись на обширну літературу з описом експериментальних робіт, єдиної точки зору на механізм водневого зкрихчування немає. Це пояснюється численністю чинників, що впливають на цей механізм, складністю і недостатньою вивченою окремих елементарних фізико-хімічних процесів [3].

Розрізняють декілька видів водневого зкрихчування: зкрихчування першого роду, обумовлене джерелами, які є в початковому металі унаслідок підвищеного вмісту водню; зкрихчування другого роду, обумовлене джерелами, які розвиваються в металі з підвищеним вмістом водню в процесі пластичної деформації. Зкрихчування першого роду є зворотнім і посилюється з підвищенням швидкості деформації; зкрихчування другого роду розвивається при малих швидкостях деформацій і може бути як зворотнім, так і незворотнім.

Теорії водневого зкрихчування можна розділити на чотири групи:

1. Теорія тиску молекулярного водню, згідно якої зкрихчування є результат тиску молекулярного водню в макро- і мікропорожнинах, а також в тріщинах усередині металу. Тиск виникає в результаті молізації атомарного водню.

2. Адсорбційні гіпотези, що пояснюють зниження руйнуючої напруги унаслідок зменшення поверхневої енергії в середині тріщин при адсорбції водню (водень діє як поверхнево-активна речовина).

3. Теорія взаємодії водню з решітками металу; водень є різновидом дефекту, що знижує міцність когезійного металевого зв'язку.

4. Теорії, засновані на взаємодії водню з дислокаціями; водень проводить блокуючу дію на дислокації.

Для захисту металів від дії водню при підвищених температурах і тиску рекомендуються наступні методи:

– введення в сталь сильних карбідоутворювальних елементів (хром, молібден, ванадій, ніобій і титан) для стабілізації карбідної складової і попередження знеуглецювання сталі;

– плакирування або футерування сталі металами, що мають нижчу водородопроникненість (наприклад, мідь, срібло, алюміній, сталь 08X13, 12X18H10T і ін.);

– зменшити зміст в сталях з'єднань сірки, сурми, селену та ін., які сприяють проникненню в метал водню.

Є речовини–добавки які сприяють проникненню в метал водню. Це можуть бути з'єднання сірки, сурми, миш'яку, селену, домішки сірководню та ін. Тому наявність вказаних речовин в сталі вкрай небажано. Існують також інгібітори проникнення водню в метал. Багато полярних органічних сполук гальмують проникнення водню в метали при корозії і катодної поляризації. Так, дибензилсульфоксид при сильно негативних потенціалах катода відновлюється в дибензилсульфід і міцно адсорбується на поверхні металу. Механізм дії органічних інгібіторів проникнення водню полягає в тому, що при електролізі іони водню розряджаються на зовнішній поверхні адсорбованого шару органічних молекул, в результаті порушується безпосередній контакт іонів водню з поверхнею [4,5].

При водневому зкрихчуванні утворюється і розвивається тільки одна тріщина, яка до приводить до руйнування деталі. Як видимий, і тут є корінна відмінність водневого зношування від водневого зкрихчування.

При водневому зношуванні концентрація водню під поверхнею настільки велика, що ніяке інше джерело наводнювання не може створити і десятої частки подібної концентрації.

Переважає більшість методів боротьби з водневим зношуванням не можуть бути використані для зниження інтенсивності водневого зкрихчування металів зважаючи на принципові відмінності цих явищ.

Процеси водневого зкрихчування, а також схожі з ними процеси корозійного розтріскування сталей і сплавів вивчені більшою мірою (хоча і не до кінця). Це полегшує вивчення механізму руйнування сталі при водневому зношуванні.

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.