

ЛІТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф. *Современные пожарные автомобили*. – М.: Строиздат, 1988. – 352 с.
2. *Zweite Generation der Rettungshubschrauber in der Planung* // *Aerokurier*. – 1989. – 33, N11. p.49 – 51.
3. *Highrise family fire escape devise*: Пат. 1309993 Канада, МКИ А62 В 1/14, 1/20 / *Bajin Zivojin Z.* -N580368; Заявл. 17.10.88; Опубл. 10.11.92.
4. *Basket litter basics* / *Nussbickel P.* // *Fire Eng.* – 1992. – 145, N8. – P. 71 – 75.
5. *Slide and seek fire escape*: Пат. 5143172 США МКИ А62 В1/20 / *Rhoad W.E.* .- N7337070; Заявл. 29.07.91; Опубл. 1.09.92; НКИ 182/100
6. *Terra firma exterior-mount fire/rescue elevator*: Пат 5127491 США, МКИ А62 В1/02/ *Just-Buddy H/P* // - N650634; Заявл. 5.02.91; Опубл. 7.07.92. НКИ 182/142.
7. *Fire escape chute*: Пат. 5060753 США МКИ А62 В1/20 / *Hopkins S.* .- №648051. Заявл. 30.01.91; Опубл. 29.10.91. НКИ 182/48
8. *Пожарный робот вертикального перемещения*. Градецкий В.Г. та ін. // *Проблемы предотвращения и тушения пожаров на объектах народного хозяйства: Матер. 11 Научн-прак. конф. / МВД РФ ВНИИ противопожар. обороны*. – М., 1992. – С.200 - 201.
9. *Мартюк В.В. та ін. Пожежні автодрабини*. Навч. Посібник. – К., Видавничий дім "Альтернативи", 1998. – 186 с.
10. *Пістун І.П. та ін. Курс лекцій з безпеки життєдіяльності*. – Львів: в-во «СПЛОМ», 1997. 224с.

УДК.620.193.16

В.В.Козуб, к.т.н., доцент, О.М.Римар, к.т.н., доцент, М.С.Козут, д.т.н., професор, А.Г.Ренкас (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ЗНОШУВАННЯ ЕВТЕКТИЧНОГО ПОКРИТТЯ В КОРОЗІЙНО АКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З рН 6,8

Вивчена стійкість евтектичного покриття проти зношування при кавітації в різних корозійно-активних середовищах з рН 6,8. Покриття може бути використано для підвищення довговічності деталей пожежно-аварійної техніки та інших конструкцій, які працюють в умовах кавітаційного зношування в нейтральних корозійно активних середовищах.

Відомо [1], що зносостійкість деталей машин, які працюють в умовах абразивного зношування, переважно, залежить від поверхневої твердості металу. Зміцнення деталі дифузійним боруванням або дифузійним хромуванням підвищує поверхневу твердість виробу до 14-:18ГПа, що дає можливість суттєво збільшити зносостійкість спряжених пар тертя при абразивному впливі порівняно із стійкістю проти зношування деталей після об'ємного загартовування. В той же час, покриття із структурою боридів не захищає від інтенсивного руйнування поверхню деталі, яка працює в умовах корозійно-абразивного зношування [2]. Боридні шари теж не підвищують довговічності деталей при кавітації в хімічно активному середовищі [3].

Зміцнення деталей шляхом нанесення покриттів з евтектичною структурою, легованою бором, отриманих із реакційної суміші [4] при нагріванні деталі струмами високої частоти,

які характеризуються високою поверхневою твердістю та значною товщиною, ефективно підвищують стійкість проти зношування в більш широкому діапазоні навантажень та швидкостей ковзання як в абразивних [5], так і корозійно-абразивних середовищах [6].

Виникає цілком зрозумілий інтерес до використання цього покриття для поверхневого зміцнення деталей машин, які працюють в умовах зношування при кавітації в корозійно-активних розчинах. Одночасно виникає запитання про те, яку частку в загальному процесі зношування становлять електрохімічні явища.

Метою даної роботи є вивчення впливу різних корозійно-активних середовищ з рН6,8 на зношування евтектичного боридного покриття при кавітації, а також на підставі експериментальних даних дати оцінку поверхневому шару щодо його використання для зміцнення деталей які працюють при дії корозійного оточення.

Дослідження зразків на зношування проводили на установці з магнітострикційним вібратором на базі ультразвукового генератора УЗДН-2Т [3] при частоті коливань 22 кГц і амплітуді коливань 70 мкм. Час зношування становив дві години. Втрату ваги зразків після зношування визначали на аналітичних терезах ВЛР-200г з точністю до 10^{-5} г. Зразки діаметром 10 мм виготовлялись із сталі 45. На їх торець наносилось покриття із суміші складом [4]: чавун сірий – 58-63%, FeMn-15-18%, V_2O_5 -2-8%, вапно – решта. Суха суміш наносилась на торець зразка, а потім деталь нагрівалась струмами високої частоти до температури 1150-1200°C протягом 6-8 с з подальшим охолодженням на повітрі. Така технологія дала можливість створити покриття товщиною до 1мм.. Після поверхневого зміцнення зразки шліфувались до отримання шорсткості R_z 20. Товщина шару покриття після обробки становила 0,5мм. Проведені металографічний та рентгеноструктурний аналізи показали, що покриття має евтектичну структуру, яка складається із легованого бором та марганцем α -Fe, цементиту, Fe_2B та FeB фаз. Мікротвердість такого покриття становила 9,5-12 ГПа.

Результати зношування зразків з евтектичним боридним покриттям при кавітації в різних корозійно активних середовищах з рН6,8 і зміна їх потенціалу до та під час накладання вібраційного навантаження, порівнювались з показниками експериментальних досліджень в аналогічних умовах деталей із сталі 45 після дифузійного борування, а також після нормалізації, які мали феритно-перлітну структуру [3]. Данні експериментальних досліджень представлені в таблиці.

Обробка Сталі 45	Потенціал зразка до кавітації, мВ		Потенціал зразка при кавітації, мВ		Втрата ваги зразка при кавітації, Г,мг.	
	Водопровідна вода	3%NaCl	Водопровідна вода	3%NaCl	Водопровідна вода	3%NaCl
Нормалізація	-480	-500	-500	-580	6	13
Борування	-480	-550	-520	-560	21	32
Евтектичне покриття	-450	-520	-500	-540	4	8

Аналіз зміни електродного потенціалу до кавітації в корозійних середовищах зразків з різною структурою і властивостями свідчить, що склад середовища суттєво впливає на анодні процеси, які відбуваються на поверхні металу. Так електродний потенціал до

кавітації у водопровідній воді для зразків із сталі 45 після нормалізації досить низький. Окисні плівки, які утворюються на поверхні металу, є несуцільними і ефективно не захищають деталь від анодного процесу під дією корозійного впливу. Наявні в середовищі іони хлору виконують роль деполаризатора, гальмують утворення окисних плівок та активізують іонізацію металу на анодних ділянках, що сприяє зменшенню електродного потенціалу в середовищі 3%NaCl. Така тенденція зміни потенціалу в середовищах водопровідної води та 3%NaCl спостерігається для зразків після дифузійного борування та з евтектичним покриттям. Показник потенціалу для деталей з поверхневим евтектичним шаром дещо вищий.

При кавітації на поверхню зразка діють ударні навантаження, під дією яких руйнуються окисні плівки, утворюються ювенільні поверхні та виникає напружений стан в поверхневому шарі. Все це прискорює анодне розчинення металу і зменшує електродний потенціал. В цій ситуації склад корозійного середовища відіграє провідну роль. Так, електродний потенціал після різних методів обробки металу з різною структурою значно менший в середовищі 3%NaCl ніж у водопровідній воді. Для зразків з евтектичним покриттям електродний потенціал в середовищі з іонами хлору дещо вищий ніж у деталях після нормалізації та дифузійного борування.

Данні експериментальних досліджень зношування при кавітації в корозійних середовищах деталей після різних методів термічної та хіміко-термічної обробки показали, що їхній знос залежить як від фізико-механічних властивостей металевої поверхні зразків, так і від складу корозійного середовища.

Ударні навантаження, які виникають під час кавітації, створюють напружений стан в поверхневому шарі металу. Одночасна дія корозійного середовища сприяє інтенсивному анодному процесу та утворенню тріщин в напружених верствах зразка. В результаті сумісних дій механічного та електрохімічних факторів відбувається руйнування поверхні металу виробу. Так, зразки із сталі 45 після нормалізації, які мають феритно-перлітну структуру з мікротвердістю 1,4-1,6 ГПа при кавітаційному зношуванні в середовищі водопровідної води з рН 6,8 мають мінімальний знос. Процеси пасивації, які відбуваються під час кавітації, захищають метал від інтенсивного руйнування. В таких умовах в першу чергу зношуванню підлягають окисні плівки, а тому феритно-перлітна структура здатна приймати багатократні удари з незначною втратою ваги.

При зношуванні зразків в середовищі 3% NaCl пасивація поверхні обмежена і відбувається більш активне розчинення металу з утворенням та розповсюдженням тріщин в тонких шарах ферито-перлітної структури. Це сприяє інтенсивному зносу деталі при ударних навантаженнях в розчині, де присутні іони хлору.

Проведений візуальний аналіз зразків після зношування в корозійно активних середовищах водопровідної води та 3% NaCl показав, що вся поверхня виробу вкрита мікротвердістю і вони розміщені близько одне до одного. На зразках після зношування в розчині 3% NaCl ці викришування дещо глибші.

Проведений металографічний аналіз зразків після кавітаційного зношування в різних середовищах свідчить, що у ферито-перлітній структурі не відбувається фазових перетворень та змін в мікротвердості.

Металографічне дослідження зразків після дифузійного борування з твердістю поверхневого шару більшою 14-16 ГПа показало, що корозійне середовище суттєво впливає на збільшення зносу покриття порівняно із зносом сталі 45 після нормалізації. Це викликано особливістю структури дифузійного шару. Боридне покриття складається із стовпчастих фаз FeB та Fe₂B. Кожна із цих фаз оточується тонкою смужкою з ферито-перлітною структурою, яка легована атомами бору. Вона не є корозійностійкою, в ній активно відбуваються анодні процеси, де атоми бору активніше цьому сприяють. Все це призводить до утворення пустот і тріщин, що значно послаблює положення боридних фаз в основі металу. Такий стан

структури зміцненого шару сприяє його інтенсивному руйнуванню при накладанні ударних навантажень в середовищі водопровідної води. Знос такого покриття більш ніж в три рази перевищує знос ферито-перлітної структури без покриття в цих умовах. Іони хлору, присутні в розчині 3%NaCl, сприяють більшому зносу дифузійного боридного шару при кавітації.

Експериментальні дослідження зразків з боридною евтектичною структурою при кавітації в середовищі водопровідної води показали, що їх знос більше ніж в 5 разів менший порівняно зі зносом після дифузійного борування і в 1,5 рази менший ніж після нормалізації. Металографічний аналіз показав, що електрохімічні процеси, які виникають на поверхні зразка з евтектичною структурою в даному середовищі не створюють значних тріщин і пустот, які б зменшували здатність зміцненого шару опиратися ударним навантаженням. Відбувається загальна корозія поверхонь під напруженням. Окисні плівки на робочій поверхні зразка сприяють зменшенню зносу. В той же час в середовищі 3%NaCl, коли іони хлору суттєво гальмують утворення окисних плівок, знос евтектичного шару збільшується в два рази. Але в цих умовах знос зразків з евтектичним покриттям значно менший ніж знос зразків з ферито-перлітною структурою та зразків після дифузійного борування.

Проведені експериментальні дослідження при кавітації в різних середовищах показали, що знос деталей залежить як від їх фізико-механічних властивостей і структури, так і від складу корозійного оточення. Електрохімічний процес, який характеризується анодним розчиненням матеріалу, значною мірою залежить від корозійної стійкості матеріалу в даному середовищі. Покриття з евтектичною структурою має задовільну корозійну стійкість в середовищах з рН 6,8.

Результати експериментальних досліджень дають підставу стверджувати, що розроблена реакційна суміш дозволяє отримувати зносостійкі покриття з евтектичною структурою. Ці покриття можна успішно використовувати для підвищення довговічності деталей пожежно-аварійної та інших видів техніки, які працюють в корозійно-активних середовищах з рН 6,8 при кавітації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Похмурський В. І., Голубець В. М., Козуб В.В. Про ефективність застосування захисних покриттів для підвищення стійкості металів/ Вісник АН УРСР, 1976, №8.-С. 61-68.
2. Козуб В. В., Голубець В. М., Пашечко М. І. Износостойкость стали 45 с боридным покрытием в коррозионно-абразивных средах./ ФХММ, №2, 1985.-С. 118-120.
3. Голубець В. М., Козуб В. В.,Щуйко Я. В. Влияние коррозионной среды на изнашивание стали при кавитации/ ФХММ, №1, 1987.-С. 29-32.
4. А.с. 1747536. Состав для борирования стальных изделий/ В. В.Козуб, О. П. Калиновская, И. С. Керницкий и др.// Открытия.Изобретения. 1992, №26.-С.3.
5. Панкевич Б. В.,Козуб В. В.,Керницкий І. С., Пашечко М. І. Стійкість евтектичних покриттів в умовах абразивного зношування //Вісник ДУ "Львівська політехніка", №376. Динаміка, міцність та проектування машин і приладів.-Львів: ДУЛП,- 1999.-С. 38-41.
6. Козуб В. В.,Ренкас А. Г.,Керницкий І. С. Зношування боридного евтектичного покриття в корозійно-абразивному середовищі // Збірник наук. пр. Пожежна безпека, № 4.- Львів: ЛПБ, 2004. -С. 82-85.