

УДК 620.193.16

Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, В.Ю. Сухенко
**Стійкість газотермічних покриттів
при кавітаційно-ерозійному зношуванні**

*Український державний університет харчових технологій
м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, Україна, 01033*

В статті приведено результати досліджень кавітаційно-ерозійної стійкості захисного покриття ПГ-СРЗ на основі хромонікелевого сплаву в кислих середовищах. Встановлено, що зносостійкість сталей 20 і 45 з захисним покриттям підвищилась в 1,2...2 рази.

Ключові слова: зносостійкість, кавітаційно-ерозійне зношування, покриття.

Стаття постуила до редакції 17.09.2002; прийнята до друку 26.09.2002

В багатьох галузях промисловості для обробки рідких середовищ вико-ристовують процеси змішування, диспергування, гомогенізації тощо. Серійне обладнання, яке протягом тривалого часу застосо-

робочої камери, що лежить в основі принципу дії ГКА, суттєво інтенсифікують процес оброблення [1]. Однак, робочі вузли ГКА зазнають кавітаційно-ерозійного зношування і найбільш ефективним режимом оброблення відповідає максимальний рівень їх ерозії. Зношування вузлів значно зростає при температурі 40...50 °С, яка найбільш поширена при здійсненні багатьох технологічних процесів. Тому забезпечення достатньої зносостійкості вузлів ГКА є ключовою проблемою при їх конструюванні та експлуатації. Більшість досліджень, свідчать, що ерозія робочих поверхонь деталей обумовлена високим локальним тиском (до 1000 МПа), який спричиняється колапсом бульбашок. Отже, за своєю природою, кавітаційна ерозія зумовлена механічними факторами, підсиленими корозійними процесами, а її величина залежить від властивостей конструкційних матеріалів і активності технологічних середовищ.

Кавітаційно-ерозійне зношування робочих вузлів ГКА при обробленні кислих середовищ має свої особливості. Воно зумовлене властивостями середовищ, які можуть також містити велику кількість розчинених і нерозчинних речовин, мають різну хімічну активність і поверхневу активність, поверхневий натяг, густину тощо. За таких умов середовище одночасно спричиняє на поверхні робочих вузлів ГКА механічний, хімічний і адсорбційний вплив [2].

Для досліджень зносостійкості перспективних захисних покриттів використовували установку з магнітострикційним вібратором (МСВ), в якій кавітаційний режим генерується ультразвуковими коливаннями концентратора МСВ. Частоту коливань встановлювали 22 кГц, амплітуду коливань – 40 мкм, а зазор між зразком і концентратором – 0,5 мм. Кавітаційно-ерозійне руйнування визначали за втратою маси зразків ΔG ваговим методом. Досліди

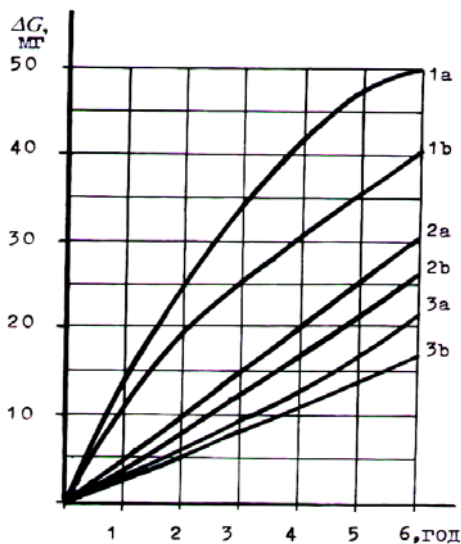


Рис. 1. Залежність втрати маси зразків ΔG (мг) з сталей 20 (а) і 45 (б) від часу досліджень в кислих середовищах: 1- рН 4,1; 2 – рН 5,0; 3 – рН 6,2.

вують при виконанні таких операцій, металомістке, споживає багато енергії і не завжди забезпечує необхідну якість продуктів. Крім того, воно відрізняється низькою надійністю. Використання гідродинамічних кавітаційних апаратів (ГКА) в більшості випадків дозволяє уникнути зазначених недоліків. Ударно-хвильові ефекти, які супроводжують колапс кавітаційних бульбашок в обмеженому об'ємі

проводили в кислих середовищах з рН 4,1, 5,0 та 6,2. Робочу температуру підтримували в межах 50 ± 2 °С. Досліджували зразки з сталей 20, 45, 12Х18Н10, які часто застосовують при виготовленні технологічного обладнання.

Аналіз одержаних результатів свідчить, що всі досліджені зразки зазнають найбільшого руйнування в середовищі з рН 4,1 (табл. 1). З підвищенням рН

напилення з одночасним оплавленням. Якість оплавлення контролювали візуально. Металографічний аналіз покриття показав, що при оплавленні при температурі 900...1000°С його структура була сформована у вигляді округлих дендритів, а на границі оплавлення утворилась суцільна гомогенна структура завтовшки 40...50 мкм.

Порівняння характеру кавітаційно-ерозійного

Таблиця 1

Кавітаційно-ерозійна стійкість зразків конструкційних матеріалів в кислих середовищах

Час досліджень, год	Водневий показник середовища					
	рН 4,1		рН 5,0		рН 6,2	
	Втрата маси зразків ΔG , мг					
	Сталь 20	Сталь 45	Сталь 20	Сталь 45	Сталь 20	Сталь 45
1	11,94	10,86	4,17	4,04	2,63	2,39
2	23,76	20,29	9,83	7,28	5,58	4,94
3	33,16	26,01	15,03	11,62	9,07	8,05
4	42,93	30,04	20,46	16,63	12,70	10,43
5	47,82	35,01	25,88	20,94	17,44	13,40
6	50,24	41,07	30,48	26,07	21,83	17,03

середовища втрата маси зразків зменшується (рис. 1).

Металографічним аналізом встановлено, що ерозія вуглецевих сталей відбувається рівномірно по всій поверхні зразків і має міжкристалітний характер. При мікроударній дії середовища ушкодження, які виникають на границях фазових складових сталей, додатково інтенсифікуються електрохімічними процесами. Прискоренне крихке руйнування і інтенсивне тріщиноутворення зумовлені розклинюючою дією утворених оксидних плівок.

Результати експериментів підтверджують, що вуглецеві сталі непридатні для виготовлення робочих вузлів ГКА для оброблення кислих середовищ. А використання високолегованих корозійно- і кавітаційно-стійких сталей типу 12Х18Н10 не завжди оправдане з економічних міркувань. Тому робочі вузли ГКА доцільно виготовляти з вуглецевих сталей з подальшим поверхневим зміцненням. Для цього можна використовувати методи газополуменевого нанесення захисних покриттів, які, в порівнянні з іншими, характеризуються невисокими витратами матеріалів і простотою обладнання [3].

На зразки зі сталі 45 наносили шар захисного покриття завтовшки 0,4...0,5 мм з порошку самофлюсованого сплаву ПГ-СР3 з переважним розміром частинок 60...100 мкм. Отримували покриття у вигляді хромонікелевої матриці з розподіленими в ній дрібнодисперсними частинками карбідів, боридів або силіцидів. Вибір цього захисного матеріалу обумовлений тим, що захисні покриття з самофлюсованих сплавів забезпечують високі експлуатаційні властивості деталей в умовах абразивного зношування, в агресивних середовищах, при підвищених температурах (500...600 °С). Такі покриття мають твердість 45...55 HRC і добре оброблюються різанням. Покриття наносили пропанокисневим газовим пальником ГН-2 за схемою

руйнування зразків без покриття та із захисним покриттям виявило певну різницю між ними при загальній тенденції підвищення втрати маси зразків зі збільшенням тривалості досліджень і зниженні рН середовища від 6,2 до 4,1 (рис. 2). Так, ерозія

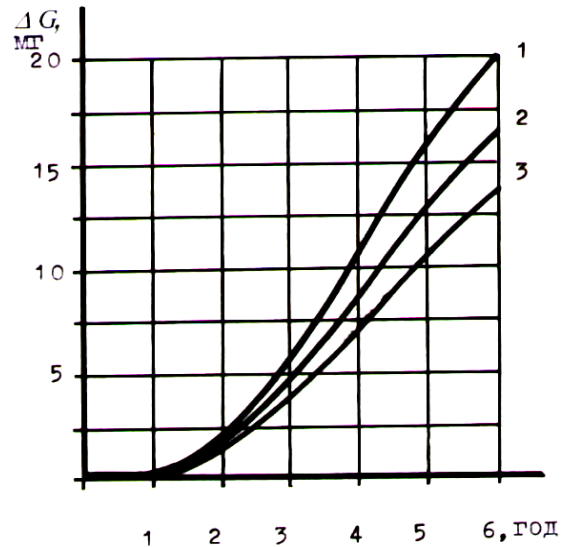


Рис. 2. Залежність втрати маси зразків ΔG (мг) зразка з захисним покриттям ПГ-СР-3 від часу досліджень в кислих середовищах:

1- рН 4,1; 2 – рН 5,0; 3 – рН 6,2.

матеріалу поверхні покриття починається з утворення мікротріщин на залишках границь дендритів та інших дефектах поверхневого шару, які виникають при його швидкому і нерівномірному охолодженні. На початковому етапі кавітаційної ерозії в міждендритному об'ємі покриття відбувається накопичення напружень втомлюваного

характеру, що викликає його пошарове руйнування при ударно-хвильовій дії колапсуючих кавітаційних бульбашок. Водночас, завдяки поліпшенню корозійної стійкості, захисне покриття збільшує зносо-

Результати досліджень свідчать, що захисні покриття, утворені газополуменим нанесенням з подальшим оплавленням порошку ПГ-СРЗ, за безпечують задовільні експлуатаційні характеристики і

Таблиця 2

Порівняльна зносостійкість зразків з захисним покриттям ПГ-СРЗ і сталі 12Х18Н10

Час досліджень, год	Водневий показник середовища					
	рН 4,1		рН 5,0		рН 6,2	
	Втрата маси зразків ΔG, мг					
	ПГ-СРЗ	12Х18Н10	ПГ-СРЗ	12Х18Н10	ПГ-СРЗ	12Х18Н10
1	0,32	1,67	0,14	1,65	0,12	1,60
2	2,03	4,03	1,71	3,32	1,52	3,29
3	5,51	6,69	4,70	5,79	4,13	5,75
4	10,41	9,12	8,87	8,25	7,28	7,52
5	15,58	11,67	12,80	10,03	10,47	9,42
6	19,72	14,08	16,36	12,11	13,43	11,39

стійкість конструкційного матеріалу відповідно в 2, 1,6 та 1,2 раза в середовищах з рН 4,1, 5,9 та 6,2, наближаючись до зносостійкості легованої сталі 12Х18Н10 при аналогічних умовах досліджень (табл. 2).

можуть бути використані для підвищення зносостійкості робочих вузлів ГКА, які працюють в умовах кавітаційно-ерозійного зношування застосовуються для оброблення кислих технологічних середовищ.

- [1] О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, П.М. Немирович та ін. *Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості*, РВЦ УДУХТ, К. 87 с. (1999).
- [2] Г.А. Прейс, Н.А. Сологуб, А.И. Некоз. *Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности*, Машиностроение, М. 208 с. (1979).
- [3] Ю.Г. Сухенко, О.І. Некоз, М.С. Стечишин. *Технологічні методи забезпечення довговічності обладнання в харчовій промисловості*, Елерон, К. 108 с. (1993).

Y.G Sukhenko, A.A. Litvinenko, A.I. Nekoz, V.Y. Sukhenko

The Resistance Of The Gas-Thermal Covers In The Erosion Process Of Wear

*Ukrainian State University of Food Technologies
68, Vladimirska Str., Kiev, 01033, Ukraine*

The article demonstrates the results being got in the research for the cavity and erosion process of wear of the stability of gas-thermal covers ПГ-СРЗ on the basis of chromium-nickel alloy in the acid surrounding. We can state that the wear of the steel 20 and the steel 45 under increased in 1,2 up to 2.