УДК 666.3/7: 541.138.2: 620.198.27

Гідроабразивна стійкість композиційних газотермічних покриттів на основі інтерметалідів

О. М. Полярус, кандидат технічних наук,старший науковий співробітник
О. П. Уманський, доктор технічних наук, професор
С. М. Чернега*, доктор технічних наук, професор

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ

Визначено стійкість газотермічних покриттів на основі інтерметалідів та сталей в умовах гідроабразивного зношування. Рекомендовано композиційне покриття NiTi – 30 % CrB_2 для підвищення надійності деталей машин, що працюють в умовах агресивної дії абразиву у водних середовищах.

***Ключові слова**: зношування гідроабразивне, сталь, інтерметаліди, газотермічне покриття, руйнування, структура.*

Підвищення надійності деталей машин і механізмів, що працюють в умовах агресивної дії різноманітних водних середовищ є актуальним завданням сучасного матеріалознавства. Перспективним, а іноді єдиним можливим способом підвищити експлуатаційні характеристики деталей є застосування композиційних матеріалів на основі металів з добавками тугоплавких сполук, а також захисних покриттів з них. Нанесення таких покриттів дозволяє значно підвищити фізико-механічні характеристики поверхневого шару, який найбільш інтенсивно сприймає зовнішні навантаження та вплив навколишнього середовища.

Проведені раніше комплексні дослідження корозійної та кавітаційної поведінки композиційних матеріалів систем NiAl(NiTi) – CrB_2 у водних середовищах [1 – 3] показали, що матеріал NiTi – 30 мас. % CrB_2 практично не кородує у морській воді завдяки утворенню більш корозійностійкої (порівняно з NiTi) нової фази Ni_3Ti та додаткової боридної фази на етапі розробки композиту. Разом із тим також було встановлено, що розроблені композиційні матеріали на основі інтерметалідів NiAl і NiTi є стійкими проти кавітаційного зношування. Особливий інтерес представляють дослідження поведінки розроблених матеріалів й в умовах гідроабразивного зношування.

Метою даної роботи є вивчення гідроабразивної стійкості композиційних покриттів на основі інтерметалідів NiAl та NiTi.

В роботі брали участь О.А. Бондаренко, К.М. Гальцов, І.С. Марценюк

Для гідроабразивних випробувань в якості середовища використовували трубопровідну воду. В якості абразиву використовували порошок SiC дисперсністю до 500 мкм. Матеріалами для досліджень були газотермічні покриття з вихідних інтерметалідів NiAl та NiTi, NiAl – 30 мас. % CrB_2 та NiTi – 30 мас. % CrB_2, а також зразок з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т та Сталь 45. В якості матеріалу-підкладки було обрано також сталь 12Х18Н10Т. Час випробувань становив 200 годин.

На рис. 1 наведено результати втрати маси зразків після гідроабразивних випробувань. Найвищі значення зносу відповідають сталевим зразкам. На відміну від цього для вихідних інтерметалідів та розроблених композиційних матеріалів показники зносу є значно меншими.

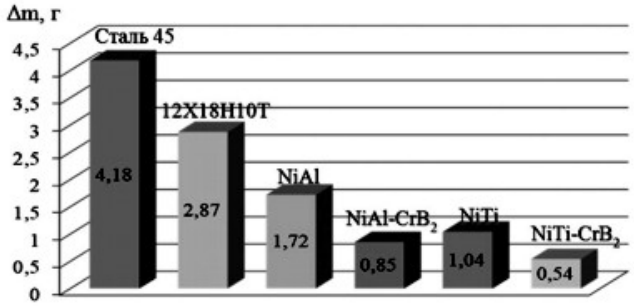

Рис. 1. Гістограма зношування зразків при гідроабразивних випробуваннях.

Дослідження макро- та мікроструктур матеріалів (рис. 2) після проведення випробувань показують, що для сталевих зразків характерним є інтенсивне випрацювання «нижньої» частини зразка. Дані структурного аналізу корелюють із результатами інтенсивності зношування, наведеними на рис. 1. Як і у випадку із кавітаційними випробуваннями, структура поверхні зразка зі сталі 45 містить велику кількість зон руйнацій у вигляді виразок та глибоких раковин (рис. 2 а).

Для зразка із нержавіючої сталі характерним є відсутність (рис. 2 б, 3) ділянок пошкоджень, а зона випрацювання складається з двох ділянок: певної втрати матеріалу у нижній частині та потоншення зразка у напрямку натікання абразивного потоку.

Для вихідного інтерметалідного покриття NiAl (рис. 2д) та композиційного покриття на його основі (рис. 2 е) є характерним відсутність випрацювання матеріалу-підкладки, але спостерігається часткове випрацювання покриттів у напрямку натікання абразивного потоку.

Для покриття з NiTi (рис. 2 в) та розробленого композиційного покриття NiTi – 30 мас. % CrB_2 (рис. 2 г) характерним є відсутність випрацювання як самих покриттів, так і матеріалу-підкладки, що дозволяє рекомендувати дані покриття в якості захисних від гідроабразивного зношування.

Таким чином встановлено, що покриття NiTi – 30 мас. % CrB_2 має найменші значення інтенсивності зношування, а структура таких покриттів характеризується відсутністю ділянок випрацювання та пошкоджень, що дозволяє рекомендувати даний матеріал для подальшого застосування в якості захисних покриттів.

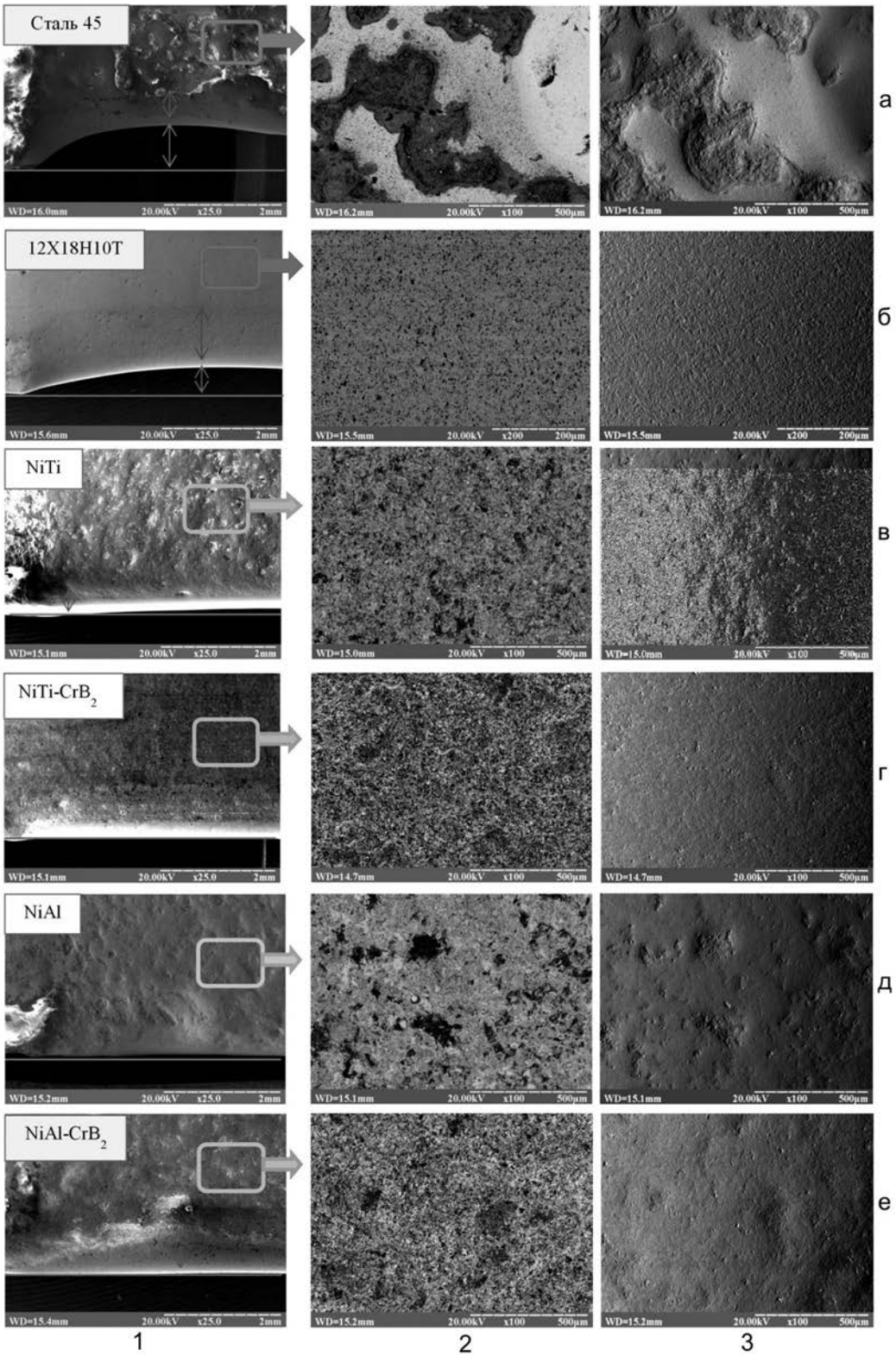

Рис. 2. Макро- та мікроструктури зразків після гідроабразивних випробувань.

Література

1. Полярус О.М., Чернега С. М., Уманський О. П., Марценюк І. С., Федоран Ю. О. Дослідження кавітаційноіі стійкості матеріалів систем Ni-Al та Ni-Ti // Міжнародна наукова конференція «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 6»: тези доповіді, 1 – 2 грудня 2016 р. – Київ, 2016. – С. 249 – 251.
2. Poliarus O., Umanskyi O., Chernega S., Talash V. New composite materials for protection of shipbuilding and hydroenergetic equipment details from cavitation and corrosion wear // Abstract book of the E-MRS 2016 Fall Meeting – Warsaw, Poland. – September 19 – 22, 2016. – P. 411.
3. Poliarus O.M., Umanskyi O.P., Bondarenko O.A., Galtsov K.M., Chernega S.M., Chernatska V.Yu. The study of cavitation and hydro-abrasive resistance of NiAl and NiTi-based coposites materials // E-MRS 2017 Fall Meeting. – Warsaw, Poland, 2017. – P. 105.

References

1. Poliarus O.M., Cherneha S.M., Umanskyi O.P., Martseniuk I.C., Fedoran Yu.O. *Materialy dlia roboty v ekstremalnykh umovakh – 6* (Materials for work in extreme conditions – 6), International scientific conference, Kyiv, 2016, pp. 249 – 251 [in Ukrainian].
2. Poliarus O., Umanskyi O., Chernega S., Talash V. *E-MRS 2016 Fall Meeting*, Poland: Warsaw, 2016, pp. 411 [in English].
3. Poliarus O.M., Umanskyi O.P., Bondarenko O.A., Galtsov K.M., Chernega S.M., Chernatska V.Yu. *E-MRS 2017 Fall Meeting*, Poland: Warsaw, 2017. – P. 105 [in English].

Одержано 22.01.19

А. Н. Полярус, А. П. Уманский, С. М. Чернега

Гидроабразивная стойкость композиционных газотермических покрытий на основе интерметаллидов

Резюме

Определена стойкость газотермических покрытий на основе интерметаллидов и сталей в условиях гидроабразивного износа. Рекомендовано композиционное покрытие NiTi – 30 % CrB_2 для повышения надежности деталей машин, работающих в условиях агрессивного воздействия абразива в водных средах.

Ключевые слова: износ гидроабразивный, сталь, интерметаллиды, газотермическое покрытия, разрушение, структура.

A. N. Poliarus, A. P. Umanskyi, S. M. Cherneha

Hydroabrasive resistance of composite gas-thermal coatings based on intermetallic compounds

Summary

The resistance of gas-thermal coatings based on intermetallic compounds and steels under hydroabrasive wear conditions is determined. Recommended composite coating NiTi – 30% CrB_2 to improve the reliability of machine parts that work in conditions of aggressive exposure to abrasive in aqueous media.

Keywords: hydroabrasive wear, steel, intermetallics, gas-thermal coating, destruction, structure.