

**«Износостойкость газотермических покрытий из высокохромистых сталей с метастабильным остаточным аустенитом»**

Григорчик А.Н., Кукареко В.А.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

Исследовано структурно-фазовое состояние, микротвердость и триботехнические характеристики гиперзвуковых газотермических покрытий из высокохромистых мартенситных сталей 40X13 и 95X18. Показано, что газотермическое покрытие из стали 40X13 после механической шлифовки содержит в фазовом составе  $\alpha$ -Fe (65 об.%),  $\gamma$ -Fe (11 об.%), оксиды  $Fe_3O_4$  и FeO (24 об.%). В свою очередь покрытие из высокоуглеродистой мартенситной стали 95X18 включает в себя:  $\alpha$ -Fe (7 об. %),  $\gamma$ -Fe (68 об. %), оксиды  $Fe_3O_4$  и FeO (25 об. %). Можно видеть, что в газотермическом покрытии из стали 95X18 содержится аномально высокое количество  $\gamma$  – фазы. Это явление связано с термической стабилизацией аустенита за счет высокого содержания углерода в напыляемой стали 95X18, а также с замедленным охлаждением покрытия в интервале мартенситного превращения. В тоже время в покрытии из стали 40X13 за счет низкой концентрации углерода мартенситное превращение в процессе напыления покрытия протекает более полно. Вследствие этого покрытие из стали 40X13 имеет более высокую твердость по сравнению с покрытием из стали 95X18 (таблица 1).

Таблица 1 - Микротвердость и интенсивность массового изнашивания газотермических покрытий из мартенситных сталей

Материал напыляемого покрытия	Твердость HV 10, кгс/мм <sup>2</sup>	Интенсивность массового изнашивания $I_q \cdot 10^{-3}$ , мг/м	Микротвердость покрытия после трения HV 0,025, кгс/мм <sup>2</sup>
40X13	600	4,5	700-800
95X18	350	1,1	800-850

В результате триботехнических испытаний газотермических покрытий из мартенситных сталей установлено, что покрытие из стали 95X18 имеет износостойкость в  $\approx 4$  раза выше, чем покрытие из стали 40X13. Высокое сопротивление изнашиванию покрытия из стали 95X18 обусловлено деформационно-активированным  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращением в поверхностном слое при трении. При этом на поверхности трения газотермического

покрытия из стали 95X18 образуется тонкий слой с пониженным содержанием аустенита ( $V_{\gamma} \approx 22$  об.%,  $V_{\alpha} \approx 53$  об.%), характеризующийся высокой микротвердостью ( $\geq 800$  HV 0,025) и износостойкостью (см. таблицу 1).

Таким образом, газотермические покрытия из высокохромистых мартенситных сталей являются перспективными материалами высоконагруженных пар трения.

УДК 621.78, 621.793

### **Отжиг композитов с покрытиями TiAlN на борированных стальных подложках**

Константинов В.М., Ковальчук А.В.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что при нанесении покрытий методом физического парофазного осаждения может происходить разогрев подложки до 100...400 °С, а при конденсации с ионной бомбардировкой происходит «перемешивание» компонент покрытия и подложки и формирование тонкого переходного слоя между ними. В связи с этим справедливо отметить, что варьируя химический состав подложки можно изменять характер ее взаимодействия с покрытием, а также состав, структуру и свойства формируемой переходной зоны. Кроме того, можно предположить, что последующее регламентированное термическое воздействие на композит с покрытием в состоянии привести к структурным и фазовым изменениям, которые будут способствовать повышению его прочностных характеристик.

В данной работе исследована микротвердость (HV 0.2) поверхности композитов «борированная сталь – градиентное PVD покрытие TiAlN» после отжига 200 °С, 400 °С и 600 °С в течение 30 и 60 мин. Материалы подложек – стали У8А и 9ХС, предварительно подвергнутые однофазному и двухфазному борированию в порошковой среде «besto-bog».

Установлено, что отжиг при 200 °С не приводит к повышению микротвердости композитов. Напротив, на отдельных образцах микротвердость снижается, что может быть связано со смещением максимума остаточных сжимающих напряжений от поверхности к сердцевине. Отжиг при 400 °С практически не изменяет и незначительно повышает микротвердость композитов с подложками, подвергнутыми однофазному и двухфазному борированию соответственно.

В результате отжига при 600 °С происходит повышение микротвердости для всех композитов с покрытиями на борированных подложках из сталей У8А и 9ХС и тем сильнее, чем больше время