

С.В. ПОБЕРЕЖНЫЙ,  
 Н.И. ИВАНИЦКИЙ, канд.техн.наук,  
 Г.В. БОРИСЕНОК, канд.техн.наук (БПИ)

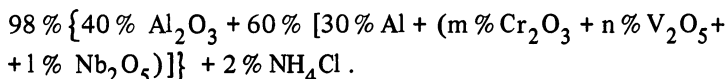
## МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ДИФфуЗИОННЫЕ КАРБИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ\*

Одним из методов создания износостойких покрытий на твердых сплавах является химико-термическая обработка в порошковых насыщающих алюмотермических смесях, содержащих оксиды карбидообразующих элементов IV–VI групп Периодической системы элементов.

Ранее были подробно исследованы процессы одно- и двухкомпонентного насыщения твердых сплавов и незначительно — процесс трехкомпонентного насыщения [1–3]. Результаты этих исследований показали, что многокомпонентное насыщение обладает рядом преимуществ: возрастает износостойкость и микротвердость карбидных покрытий на твердых сплавах. Толщина покрытий составляет 3–8 мкм, т.е. достигает оптимального значения.

В качестве примера можно взять результаты исследования износостойкости диффузионных карбидных покрытий на сплаве Т15К6, полученных в смеси, содержащей оксиды хрома, ванадия и ниобия.

Насыщение проводили при температуре 1000 °С в течение 6 ч в смеси состава (% по мас.):



Испытания стойкости твердосплавного инструмента после диффузионного насыщения проводили на токарно-винторезном станке с бесступенчатым приводом главного движения при следующих режимах резания:  $V = 100$  м/мин,  $S = 0,2$  мм/об,  $t = 1,0$  мм. В качестве критерия заглупления для пластинок с покрытием приняли размер площадки износа по задней грани: 0,5 мм.

При исследовании влияния состава насыщающей смеси на износостойкость и микротвердость диффузионных карбидных покрытий использовали симплекс-решетчатые планы [4]. Факторами, определяющими свойства сплава с покрытием, являются соотношения в смеси  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (m);  $\text{V}_2\text{O}_5$  (n);  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (l), которые принимают значения от 0 до 1 и в сумме равны 1. В качестве функции отклика в первом случае принят коэффициент стойкости  $K_{\text{ст}}$ , во втором — микротвердость карбидного покрытия.

На диаграммах "состав — коэффициент стойкости" (рис. 1, а) и "состав — микротвердость" (рис. 1, б) видны области оптимальных составов с примерно аналогичным соотношением оксидов карбидообразующих элементов: 10–35 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 20–70 %  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 25–70 %  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . В данной области  $K_{\text{ст}} = 5–5,5$ , а значения микротвердости карбидных покрытий достигают  $32000 \pm 30000$  МПа.

На основании полученных экспериментальных данных определяли коэф-

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн.наук Л.Г. Ворошина

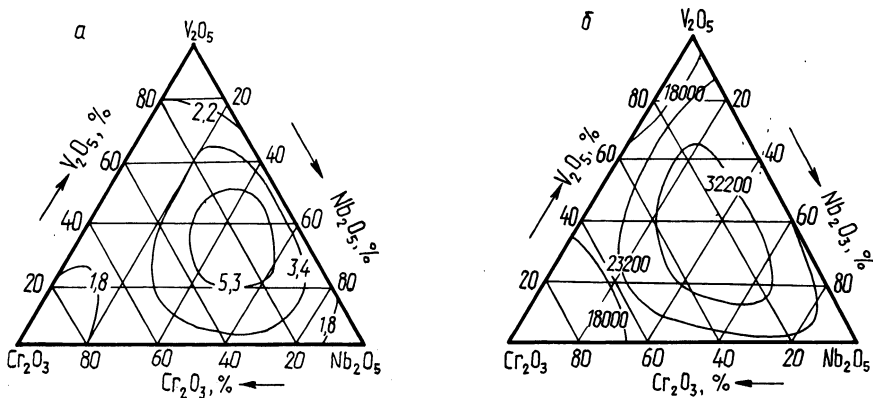


Рис. 1. Зависимость коэффициента износостойкости при резании (а) и микротвердости (б) карбидного покрытия на твердом сплаве Т15К6 от состава насыщающей смеси в системе Cr–V–Nb

коэффициент парной корреляции ( $r_{xy}$ ) между коэффициентом стойкости и микротвердостью карбидных покрытий. Расчет проводили по методике, описанной в работе [5]. Коэффициент парной корреляции между коэффициентом стойкости и микротвердостью в системе Cr–V–Nb для сплава Т15К6 оказался равен 0,88 и, поскольку выполняется условие  $r_{xy} \geq r_{кр}$  ( $r_{кр} = 0,514$  при  $f = 13$ ,  $\alpha = 0,05$ ), линейная связь считается статистически значимой [5].

Таким образом, можно сделать вывод, что микротвердость диффузионных карбидных покрытий на твердосплавном инструменте существенно влияет на его износостойкость при резании.

Если же сравнить результаты испытаний твердосплавных пластин с карбидными покрытиями, полученными в насыщающих смесях с одним, двумя и тремя оксидами карбидообразующих элементов в системе  $Cr_2O_3$ – $V_2O_5$ – $Nb_2O_5$ , то можно сделать вывод, что при увеличении числа оксидов в данной системе износостойкость карбидного покрытия увеличивается от 2–2,8 раз для однокомпонентных и двухкомпонентных до 5–5,5 раз для трехкомпонентных диффузионных карбидных покрытий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Громов Ю.Н. Исследование процессов химико-термической обработки твердых сплавов: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. – Минск, 1979. – 19 с. 2. Повышение износостойкости твердосплавного режущего инструмента методами ХТО/Г.В. Борисенок, Н.А. Витязь, Ю.Н. Громов, Н.И. Иваницкий и др. – В кн.: Тез. докл. IV Всесоюз. научн. конф. по ХТО металлов и сплавов. Минск: БПИ, 1981, с. 258. 3. Ворошнин Л.Г., Громов Ю.Н., Плотова В.А. Использование симплекс-решетчатых планов при многокомпонентном насыщении сталей и сплавов. – Там же, с. 249. 4. Зедгенидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. – М.: Наука, 1976. – 377 с. 5. Регина Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970. – 368 с.