

роченной стали У8 значительно ниже, чем стали 45. Это наблюдается при нанесении и карбидохромовых, и боридных слоев.

При сравнении износостойкости инструментальных сталей ХВГ, Х12Ф1, 5ХНМ, ДИ-23 (45Х3В3МФС) после термообработки и после диффузионного упрочнения с последующей термообработкой было обнаружено, что стали, содержащие в большем количестве карбидообразующие элементы, изнашиваются меньше. В закаленном и отпущенном состоянии наибольшей износостойкостью обладает сталь ДИ-23, износостойкость сталей Х12Ф1 и 5ХНМ близка, а низколегированной стали ХВГ в 1,5 меньше стали ДИ-23 и в 1,3 раза меньше сталей Х12Ф1 и 5ХНМ.

Для стали ХВГ наиболее предпочтительны, с точки зрения износостойкости, алюминотермическое хромотитанирование и бороалитирование из насыщающей смеси на основе карбида бора (повышение стойкости в 10 и 34 раза соответственно), для стали Х12Ф1 – борирование и бороалитирование (повышение стойкости в 12 и 22 раза), для стали 5ХНМ – хромосилицирование и бороалитирование из насыщающей смеси на основе борного ангидрида (повышение стойкости в 8 и 18 раз соответственно). Для стали ДИ-23 могут быть рекомендованы все исследованные процессы диффузионного упрочнения, позволяющие повысить износостойкость в 10–18 раз.

УДК 669.781

*Г.В.Борисенок, Ю.В.Туров, Ю.Н.Громов,  
О.Б.Кутасов*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО–ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОБАЛЬТА КАК СВЯЗКИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

В работе предпринята попытка смоделировать химический состав кобальтовой связи твердых сплавов типа ВК путем последовательного насыщения кобальта марки К1 вольфрамом и углеродом, а также исследовать с помощью металлографического и дюрOMETрического методов анализа структуру и твердость получаемых диффузионных слоев после химико-термической обработки и термообработки (закалки и старения).

Для получения на кобальте вольфрамированных слоев исследовались порошковые алюминотермические составы, содержащие окись вольфрама (поставщик атомов вольфрама) и порошок алюминия (восстановитель) в различных соотношениях, а также постоянное количество (30% по массе) окиси алюминия (“инертная” добавка) и хлористого аммония (2% по массе) – активатора. Насыщение проводили при температуре 1050<sup>0</sup>С в течение 4 и 6ч.

После вольфрамирования проводили цементацию образцов кобальта при температуре 950<sup>0</sup>С, продолжительности 4 ч в составе (% по массе): 90% древесный уголь, 10% сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Т а б л и ц а 1. Влияние состава смеси и продолжительности насыщения на толщину диффузионных слоев на кобальте

Соотношение в смеси $WO_3/Al$	Толщина диффузионного слоя (мкм) за время насыщения (ч)			
	4	6	4	6
	После ХТО-1		после ХТО-2	
9/1	7--10	60	100	150
4/1	28--30	80	140	190
1,5/1	185	210	240	300
0,6/1	300	350	420	500
0,25/1	820	950	900	1100

В табл. 1 приведены результаты диффузионного насыщения кобальта вольфрамом (ХТО-1), вольфрамом и углеродом (ХТО-2) в исследованных составах.

Из табл. 1 видно, что по мере уменьшения окиси вольфрама в насыщающей смеси (при соотношении меньше, чем 4/1) толщина диффузионных слоев резко увеличивается, что обусловлено одновременной диффузией в кобальт алюминия и вольфрама. Последующая цементация приводит к увеличению толщины диффузионных слоев за счет насыщения углеродом и их "диффузионного рассасывания" при дополнительной изотермической выдержке.

После всего цикла химико-термической обработки образцы кобальта подвергали закалке с температуры 950–1050°C в масле и старению при 400 и 500°C в течение 1, 3, 5 и 10 ч.

Результаты дюрометрического анализа показали, что микротвердость поверхностных объемов (не более 100 мкм от поверхности) диффузионных слоев, полученных в составах при соотношении  $WO_3/Al$  как 9/1...4/1 и после дальнейшей цементации, колеблется после закалки в пределах 750... 800 кгс/мм<sup>2</sup>. Дополнительное старение при температурах 400...500°C в течение 1--10 ч приводит к снижению твердости до уровня 400...500 кгс/мм<sup>2</sup>.

Это позволило сделать предположение, что закалка может повысить эксплуатационную стойкость изделий из твердых сплавов типа ВК. Лабораторные испытания неперетачиваемых пластин из твердого сплава ВК8, подвергнутых закалке с температуры 950°C, показали повышение их эксплуатационной стойкости при точении ковкого чугуна (режим резания: скорость – 100 м/мин; подача – 0,2 мм/об; глубина – 1,0 мм) в 1,5 раза.