

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ І НЕМЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ

УДК 621.891

В.Г. Хижняк, д.т.н., проф.

Т.В. Лоскутова, к.т.н., доцент

А.И. Дегула, аспірант

Д.В. Лесечко, інженер

В.Д. Лескова, магістр

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ПРИ УЧАСТИИ ТИТАНА И ХРОМА НА СТАЛЯХ И ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ

Национальный технический университет Украины «КПИ»

DegA81@bigmir.net

Изучено строение и некоторые особенности защитных покрытий при участии титана и хрома на стали У8А и твердом сплаве ВК8. Установлен фазовый и структурный состав полученных многокомпонентных покрытий. Определена микротвердость карбидных и карбооксидных слоев, а также коэффициент увеличения стойкости при резании.

Суть проблемы. В последнее время как защитные покрытия широко используются тугоплавкие соединения, которые повышают работоспособность деталей машин, инструмента в условиях трения скольжения, кавитации, при действии высоких температур и агрессивных сред [1]. К особо распространенным можно отнести многослойные покрытия на основе нитридов, боридов, карбидов. Критерием выбора определённого покрытия являются эксплуатационные требования, при этом должны быть учтены следующие характеристики материала основы и покрытия: твердость, прочность, коэффициент термического расширения, и т.д.

Очевидно, что при различных вариациях чередования слоев в покрытиях возможна реализация тех или иных критериев [2], однако возможность получения нужной композиции ограничена технологическими особенностями методов обработки.

Ввиду ограниченного количества материалов с высокой твердостью и требуемыми свойствами, в роли материала для защитных покрытий определённый интерес представляют карбиды, оксиды и оксикарбиды металлов IV-VI групп периодической системы [3].

Методика и суть эксперимента. Покрытия наносили на образцы из твердого сплава ВК8 и стали У8А. В качестве исходных реагентов использовали порошки хрома и титана, четыреххлористый углерод и древесный уголь. Для реализации процесса была использована оригинальная установка на базе лабораторной шахтной электропечи сопротивления с герметичной металлической камерой. Процесс получения комплексных карбооксидных хромтитановых покрытий включал:

- хромирование на протяжении 2-3 часов;
- введение в реакционное пространство экспериментально подобранной порции воздуха;
- титанирование 1-2 часа.

Результаты эксперимента. Результаты послойного рентгеноструктурного анализа карбооксидного покрытия на стали У8А и твердом сплаве ВК8 приведены в табл.1.

В совмещении с методами послойного микрорентгеноспектрального, металлографического и дюротрического анализа, установлено присутствие в диффузионном оксихромтитановом слое присутствие трех зон.

В стали У8А непосредственно на внешней стороне покрытия расположена зона интерметеллида Fe_2Ti и карбида титана TiC . Периоды кристаллической решетки карбида TiC в оксикарбидных покрытиях на сталях У8А оказываются меньшими периода решетки при обычном титанировании. Это обусловлено в первую очередь меньшим содержанием углерода в карбидном покрытии. Так же наблюдается присутствие оксида титана TiO . Следующая зона состоит из двух фаз: карбида хрома Cr_{23}C_6 и сложного оксида Me_2O_3 который можно записать в виде $(\text{Ti},\text{Cr})_2\text{O}_3$. В третью зону входит карбид Cr_7C_3 .

В покрытии на твёрдом сплаве ВК8 с поверхности расположен Fe_2Ti , источником железа, которое сконцентрировано в основном на внешней стороне покрытия будет материал реторты. Непосредственно под слоем интерметалида расположен слой карбида титана TiC , за ним

следует зона смеси карбида Cr_{23}C_6 и оксида Me_2O_3 . Непосредственно к основе примыкает карбид хрома Cr_7C_3 .

Таблица 1

Фазовый состав и характеристики покрытий на стали У8А и твердом сплаве ВК8

Вид обработки t °С, время насыщения	Марка сплава	Фазовый состав	Период кристаллич еской решетки, нм	Толщина слоя, мкм	Микро твердость, ГПа (нагрузка 50 грамм)
Хромо титанирование при участии кислорода 1050°С 3,5 часа	Сталь У8А	TiC	a=0,4315	5,0	35,5
		Me_2O_3	a=0,4981 c=1,3647	13,5	17,5-21,5
		Cr_{23}C_6	a=1,0669		
		Cr_7C_3	a=0,6968 b=1,2173 c=0,4515	7,5	16,0
	ВК8	Fe_2Ti	a=0,4791 c=0,7805	1,0	-
		TiC	a=0,4310	3,0	29,5
		Me_2O_3	a=0,4998 c=1,3647	12,0	17,0-20,5
		Cr_{23}C_6	a=1,0639		
		Cr_7C_3	a=0,7007 b=1,2223 c=0,4528	5,5	16,0

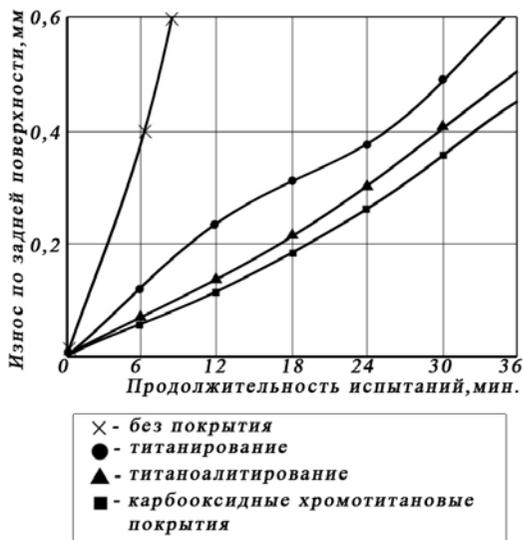
Металлографически покрытия определяются в виде светлой зоны с четкой границей разделения с основой. Большую часть покрытия занимает зона с гетерогенной структурой. Зерна оксидов Me_2O_3 темного цвета в большинстве случаев имеют четко выраженную огранку, неправильную форму, вытянуты вдоль диффузионных потоков нормально к поверхности.

Как показали результаты микрорентгеноспектральных исследований оксиды возле границ с основой, которые образовались на этапе хромирования легированы титаном в незначительном количестве. В это же время, оксиды на внешней стороне покрытия содержат больше титана и намного меньшее количество хрома.

Химический состав оксидов и их количество в гетерогенной смеси «оксикарбиды хрома» влияет на микротвердость отдельных зон покрытия. Так, микротвердость гетерогенной зоны для стали У8А колеблется в пределах 17,5 – 21,5 ГПа, а для твердого сплава ВК8 17,0 – 25 ГПа. Максимальную микротвердость в исследованных покрытиях имеют слои на основе карбида титана TiC – 29,5...35,5 ГПа.

Толщина покрытий, полученных при благоприятных условиях насыщения приведена в таблице 1. Анализ полученных данных показал, что скорость нанесения оксикарбидных покрытий больше скорости нанесения традиционных карбидных примерно в 1,5 – 2,5 раза. Можно считать, что причиной интенсификации насыщения при предложенном методе является участие в формировании покрытий не только углерода, но и кислорода. Это подтверждается присутствием в покрытиях оксида Me_2O_3 , количество которого в некоторых зонах покрытия достигает 40 – 50%.

В работе были проведены стойкие сравнительные испытания твердосплавных многогранных пластин с механическим креплением (табл. 2, рисунок).



Кинетика износа неперетачуемых пластин из твёрдого сплава ВК8 при тчении стали 40X13 ($v=2,5$ м/с, $s=0,434$ мм/об, $t=1,0$ мм)

Испытания проводились в жестких условиях резания согласно известным рекомендациям. Режущие свойства пластин с покрытиями сравнили с режущими свойствами пластин без покрытий путем определения коэффициента стойкости.

Таблица 2

Влияние защитных покрытий на стойкость режущих пластин с ВК8 в сравнении с необработанными.

Обрабатываемый материал	Режим резания			Коэффициент увеличения стойкости		
	Скорость $V, \text{м/с}$	Подача $S, \text{мм/об}$	Глубина $T, \text{мм}$	Титанирование	Титаноалитирование	Титанохромирование (с участием кислорода)
Сталь 45(поковка)	5,3	0,02	1,5	4,0	4,2	4,5
Сталь У8А	1,73	0,434	1,0	2,7	4,5	5,0
Сталь 40Х13	2,5	0,434	1,0	2,0	2,5	2,8
Сплав ВТ8	1,3	0,128	1,0	0,6	1,8	2,1
Медь М1	3,3	0,045	1,0	1,0	2,5	2,5

Последний высчитывали как соотношение периода стойкости пластин с покрытием к стойкости пластин без покрытия. Испытания проводили до образования фаски износа по задней поверхности 0,8 мм.

Анализ полученных данных показал, что исследованные в работе покрытия повышают работоспособность твердых сплавов в 2,0 – 5,5 раза. Максимальная скорость износа непереключаемых твердосплавных пластин при точении сталей независимо от типа нанесённого покрытия наблюдается в начальный промежуток времени, затем уменьшается и стабилизируется []. Максимальный коэффициент стойкости показали многогранные пластины с гетерогенными оксикарбидными хромотитановыми покрытиями при точении стали 45 и У8А.

Выводы.

1. Показана возможность получения карбооксидных хромотитановых покрытий на стали У8А и твердом сплаве ВК8 .
2. Особенностью строения покрытий является наличие слоя с гетерогенной структурой, который состоит из карбидов хрома Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 и оксидов металла Me_2O_3 .

3. Проведенные испытания твердого сплава ВК8 показали, что стойкость инструмента с предложенными покрытиями превосходит стойкость необработанного в 2,0 – 5,5 раз.

Список литературы

1. *Верещака А.С., Третьяков И.П.* Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. –М.: Машиностроение, 1986. -192с.
2. *Подборка каталога SECO 2005.* Seco Tools AB.2005. .249 p.
3. *Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Куницкий Ю.А., Киндрачук М.В.* Диффузионные карбидные покрытия. - К: Техника, 1991. - 168с.

УДК 621.891

В.Г. Хижняк, Т.В. Лоскутова, А.І. Дегула, Д.В. Лесечко, В.Д. Лескова
Захисні покриття за участю титану і хрому на сталях та твердих сплавах// Проблем тертя та зношування: Наук.-техн.зб.-К.:Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010.-Вип.52.-С.199-203.

Вивчена будова і деякі особливості захисних покриттів за участю титану і хрому на сталі У8А і твердому сплаві ВК8. Встановлений фазовий і структурний склад отриманих багатокomпонентних покриттів. Визначена мікротвердість карбідних і карбооксидних шарів, а також коефіцієнт збільшення стійкості при різанні.

Рис.: 1, табл.: 2, список літ.: 3найм.

Стаття надійшла до редакції 05.09.09