

Y.V. Ivashchenko, N.V. Franchik, A.S. Khodakivskyi

Structure of diffusion layers of iron alloys after laser treatment
in saturation atmosphere

Summary

The structure and properties of the surface layers of iron alloys after saturation with nitrogen and carbon under laser irradiation were investigated by microstructure, microhardness and X-ray methods. It was shown, that process of laser treatment in the gas environment results in saturation iron by carbon and nitrogen and contributes to strengthening the surface.

УДК 621.785.536

*Титаноалітування твердого сплаву ВК8
в закритому реакційному просторі*

В.Г. Хижняк, доктор технічних наук, професор
А.І. Дегула, Д.В. Лесечко

Національний технічний університет України "КПІ", Київ

Досліджено фазовий та хімічний склад, структуру та мікротвердість поверхневих зон титанованого і титаноалітованого твердого сплаву ВК8. Показано залежність будови та складу покриттів від параметрів обробки. Встановлено, що підвищення експлуатаційних властивостей різальних титаноалітованих пластин ВК8 зростає в 2,6 – 3,5 рази.

Технології нанесення на поверхню тврдосплавних ріжучих інструментів зносостійких покриттів широко використовують в промисловості [1]. В результаті такої обробки термін експлуатації інструментів, якість оброблювальної поверхні, продуктивність праці при різанні значно зростає.

Відомі покриття з карбідів, нітридів, боридів, оксидів перехідних металів. Карбід титану TiC в покриттях характеризується високою твердістю, не схоплюється при різанні з нагрітою стружкою. Розроблені багат шарові покриття за участю сполук TiC, TiN та оксиду алюмінію Al₂O₃. Певна комбінація шарів різних сполук в покритті може визначати необхідні властивості виробу. Знання та багаторічний досвід у використанні багат шарових покриттів для різальних інструментів дозволяють вибирати саме необхідний порядок розташування шарів. Так, комбінація TiC, TiN, Al₂O₃ дає поверхні інструменту при експлуатації високотемпературну стабільність, стійкість до лункоутворення. Зумовлено це тим, що оксид алюмінію Al₂O₃ має серед згаданих в роботі сполук найкращу термічну і хімічну стабільність, але у порівнянні із карбідом TiC невисоку твердість. Так, вільна енергія утворення оксиду Al₂O₃ при температурі 1000 К становить -1360,8 кДж/моль. Для порівняння вільні енергії утворення TiN та TiC для тієї ж температури складають відповідно -242,9 та -171,7 кДж/моль [2, 3].

Термічна та хіміко-термічна обробка

Аналіз результатів досліджень [4, 5], показав можливість отримання на сталях та твердих сплавах багатшарових дифузійних покриттів на основі карбідів, нітридів, оксидів, інтерметалідів перехідних металів IV – VI груп періодичної системи. Науково-технічна інформація щодо структури та властивостей комплексних дифузійних покриттів за участю титана та алюмінію на твердих сплавах відсутня.

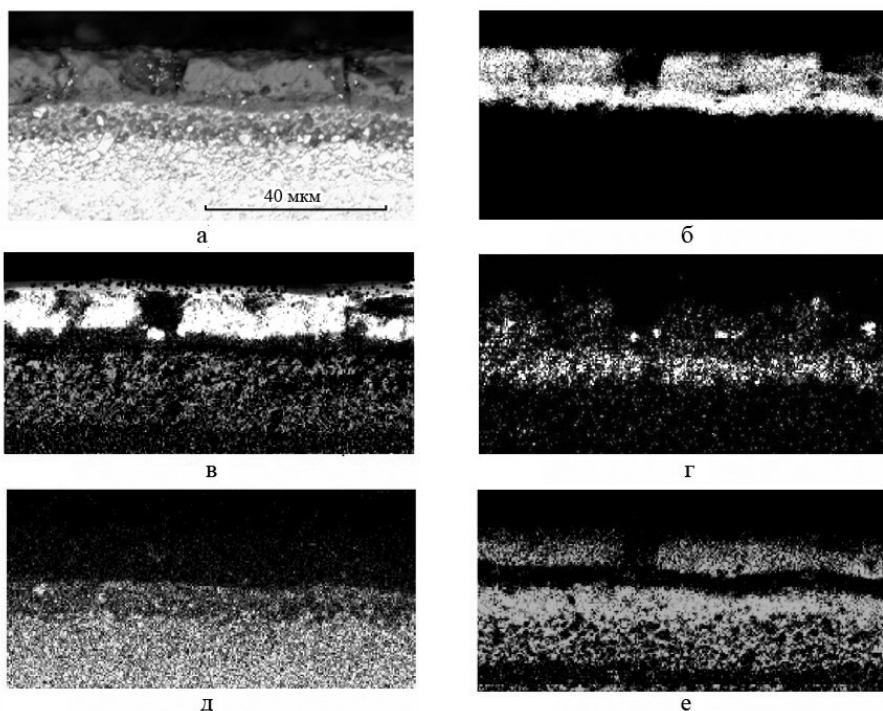
Метою роботи є встановлення можливості отримання на поверхні твердого сплаву ВК8 дифузійних покриттів титану та алюмінію, дослідження їх будови та властивостей.

Захисні покриття за участю титану та алюмінію на поверхню твердого сплаву ВК8 наносили при температурі 1323 К і протягом чотирьох годин в закритому реакційному просторі контейнера з плавким затвором. В якості вихідних компонентів використовували порошки титану, алюмінію, оксиду алюмінію, хлористого амонію. Кількість оксиду алюмінію та хлористого амонію в насичуючій суміші становила відповідно 50,0 та 5,0 % ваг. Вміст титану в сумішах становив 40,0 та 35,0 %, алюмінію відповідно 5,0 та 10,0 %. Фазовий та хімічний склади, товщину, мікротвердість покриттів на твердому сплаві ВК8 визначали відомими методами фізичного матеріалознавства.

Після закінчення процесу ХТО зразки сплаву ВК8 мають світло-сіре забарвлення по всій оброблювальній поверхні. Відшарувань, сколів, тріщин в покриттях не спостерігається.

Фазовий та хімічний склад, деякі характеристики титаноалюмінієвих покриттів наведені в таблиці.

Захисні шари на сплаві ВК8 виявляються на шліфах після травлення реактивом Мураками у вигляді кількох зон з відтінками від світлого до темно-сірого (рисунок).



Мікроструктура дифузійного титаноалітованого сплаву ВК8. а – у відбитих електронах; у характерному рентгенівському випромінюванні: б – титану, в – алюмінію, г – кисню, д – вольфраму, е – кобальту. Температура процесу 1323 К, час насичення 4 години. Склад насичуючої суміші: $50 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 5 \text{ NH}_4\text{Cl} + 40 \text{ Ti} + 5 \text{ Al}$.

Фазовий та хімічний склад, характеристики покриттів за участю титану та алюмінію на сплаві ВК8

Вид обробки, температура насичення, °С; час насичення, годин	Склад насичуючої суміші, %	Фазовий склад покриття	Період кристалічної ґратки, нм	Товщина, мкм	Мікротвердість, ГПа	Хімічний склад, % ат			
						W	Ti	Al	Co
Титаноалювання 1050, 3	50Al ₂ O ₃ +5NH ₄ Cl +45Ti	TiC	a= 0.43284	4,5	29,0	0.3	50.5	-	0.2
		Co ₆ W ₆ C		1,5	9,5	-	-	-	-
		AlCo Ti ₂	a= 0.29565	8,5	12,0	-	53.5	31.0	5.5
Титаноалювання 1050, 4	50Al ₂ O ₃ +5NH ₄ Cl +35Ti+10Al	Co ₂ Ti	a=0.4830 c=1.5950	4,5	11,0	-	33.0	26.0	41.0
		TiC	a= 0.43378	3,5	29,5	1.0	48.5	0.8	0.5
		Зона з підвищеним вмістом кисню (Me ₂ O ₃ , WC)		6,0	10,5	10.0	1.0	8.8	26.0
Титаноалювання 1050, 4	50Al ₂ O ₃ +5NH ₄ Cl +40Ti+5Al	Зона з підвищеним вмістом алюмінію (WC, Co(Al))		15,5	13,5	40.5	-	5.0	10.5
		AlCo Ti ₂	a= 0.29505	8,0	11,5	-	51.0	40.2	8.8
		TiC	a= 0.43337	5,5	28,5	2.0	49.0	-	0.8
		Зона з підвищеним вмістом кисню (Me ₂ O ₃ , WC)		4,0	12,0	12.4	1.3	6.4	25.0
		Зона з підвищеним вмістом алюмінію (WC, Co(Al))		8,5	12,8	42.5	-	7.9	18.6

* Вимірювання проведено в центральних зонах шару

Встановлено, що після титанування та титаноалітування на сплаві ВК8 утворюються багатошарові покриття різного фазового та хімічного складів. Так при титануванні формується двошарове покриття TiC , Co_6W_6C . Шар останньої фази розміщується на границі TiC – основа. Формування фази Co_6W_6C при титануванні зумовлено взаємодією карбідів основи WC з Co за наступною реакцією $WC + Co \rightarrow Co_6W_6C + C$. Вуглець, який є продуктом реакції, надходить до поверхні, взаємодіє з титаном і утворює карбід TiC . Вважають [4] наявність в покритті шару Co_6W_6C небажаною. В цьому випадку внаслідок високої крихкості карбіду Co_6W_6C експлуатаційні властивості твердого сплаву в умовах перервного різання зменшуються [1]. Виключити присутність вказаного карбіду можливо за рахунок збільшення кількості вуглецю в насичуючому середовищі або відводу кобальту з основи.

Слід зазначити, що шар на основі карбіду Co_6W_6C в титаноалітованих покриттях не був виявлений. До титаноалітованої дифузійної зони входять інтерметаліди за участю титану, алюмінію, кобальту, карбід титану TiC , складний оксид Me_2O_3 . Насичення в суміші з вмістом алюмінію 5 % не супроводжується утворенням шару Co_2Ti . Можна вважати, що можливою причиною встановленого є значна товщина шару карбіду TiC , який гальмує дифузію кобальту до поверхні і одночасно дифузію титану та алюмінію в основу. Останнє підтверджується значно меншою товщиною зони з підвищеним вмістом алюмінію при насиченні з сумішшю, що містять 5 % алюмінію, в порівнянні з 10 % алюмінію.

Локальним мікрорентгеноспектральним аналізом показано розподіл насичуючих елементів – титану, алюмінію та елементів основи – вольфраму, кобальту, вуглецю по товщині дифузійної зони (таблиця).

Максимальна концентрація титану має місце в зовнішньому шарі інтерметалідів та шарі TiC . Слід зазначити, що глибина проникнення алюмінію в сплав ВК8 значно більша, ніж титану. Так в зонах основного сплаву з підвищеним вмістом алюмінію, концентрація якого в центрі вказаних зон складає 5,0 – 7,9 % ат, титан відсутній (таблиця).

Максимальну мікротвердість після титаноалітування було виявлено для шарів на основі карбіду титану TiC , в якому розчиняються в незначній кількості алюміній, вольфрам та кобальт – 28,5 – 29,5 ГПа. Мікротвердість шарів інтерметалідів та зони оксидів складає 11,0 – 12,0 ГПа.

В роботі проведені стійкісні випробування твердосплавних пластин з механічним кріпленням при обробці сталі У8А за наступними режимами: швидкість різання – 1,73 м/с, подача – 0,434 мм/об, глибина різання – 1 мм. Ріжучі властивості пластин з покриттями порівнювали з властивостями пластин без покриттів шляхом визначення періоду стійкості. Стійкість титанованих та титаноалітованих пластин в порівнянні з вихідними збільшилася відповідно в 2,6 та 3,1 рази.

Висновки Визначено, що на сплав ВК8 при титаноалітуванні утворюються багатошарові покриття за участю інтерметалідів Co_2Ti , $AlCoTi_2$, карбіду TiC , оксиду Me_2O_3 . Виявлено перерозподіл вольфраму і кобальту в дифузійній зоні та значне проникнення насичуючих елементів, в першу чергу алюмінію, в основу.

Підвищення стійкості титаноалітованих багатограних твердосплавних пластин з механічним кріпленням зі сплаву ВК8 при різанні сталі У8А в порівнянні з серійним в 3,1 рази дозволяє рекомендувати процес титаноалітування для впровадження з метою підвищення робоздатності твердосплавних пластин із сплаву ВК8.

Література

1. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. Тугоплавкие соединения. Справ. / Самсонов Г.В., Винницкий И.М. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
3. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1965. – 428 с.
4. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Куницкий Ю.А. Диффузионные карбидные покрытия. – Киев: Техника, 1991. – 168 с.
5. Хижняк В.Г., Дегула А.И., Лоскутова Т.В. Титанохромування твердого сплаву ВК8 за умов зниженого тиску в середовищі хлору // Металознавство та обробка металів. – 2008. – № 4. – С. 36 – 40.

Одержано 22.05.09

В.Г. Хижняк, Д.В. Лесечко, А.И. Дегула

Титаноалитирование твердого сплава ВК8 в закрытом реакционном пространстве

Резюме

Исследованы фазовый и химический состав, структура и микротвердость поверхностных зон титанованого и титаноалитированого твердого сплава ВК8. Показана зависимость строения и состава покрытий от параметров обработки. Установлено, что повышение эксплуатационных свойств резальных титаноалитированных пластин ВК8 возрастает в 2,6-3,5 раза.

V.G. Khizhnyak, D.V. Lesechko, A.I. Degula

Titanoaliting of VK8 carboloy in the closed reactionary space

Summary

Phase and chemical composition, structure, microhardness of superficial areas of titaning and titanoaliting VK8 carboloy are investigatied. The dependence of structure and composition of coating on the parameters of treatment is shown. It is found that properties of cuttings titanoaliting plates of VK8 increases in 2,6 – 3,5 time.