

6. Акименко В.Б., Буланов В.Я., Рукин В.Я. и др. Железные порошки. - М.: Наука, 1982. - 264 с.
7. Кубашевский О., Эванс Э. Термохимия в металлургии. - М.: Иностранная литература, 1954. - 415 с.
8. Исаев С.И. Курс химической термодинамики. - М.: Машиностроение, 1975. - 255 с.
9. Лошинская Е.И. Термодинамика и основы кинетики металлургических процессов. - М., 1951. - 140 с.
10. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. - М.: Химия, 1975. - 535 с.

ГИУА

17.06.1997

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН) т. 1.1. № 3, 1998, с. 283-287

УДК 621.9.029:621.78.062

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Г.С. ОВСЕПЯН, А.Ж. ГАЛСТЯН, Г.А. АМБАРЯН, Г.А. КАРАПЕТАН

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЗОТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Մշակվել է ջերմաքիմիական եղանակով մշակվալուն շերտի ստացումը կողորոշում և տեխնոլոգիա, որը մասնակիորեն կիրառելի է տիտանափոփրանակոբալտային կոմպոզիցիաների համար. հաստատվել է, որ դիֆուզիոն շերտի ձևավորման ցկարգրում կարևոր դեր են խաղում պաշտպանիչ գազի բաղադրությունը, ջերմաստիճանը, պոսուման տևողությունը: Ոստումասիրվել է կարծր համաձուլվածքե քիթեղիկների ջերմաքիմիական մշակման գործընթացը, որը հնարավորություն է տալիս 1,7... 1,8 անգամ բարձրացնել կտրող գործիքի մշակալումությունը, մշակման արտադրողականությունը՝ տևտեսելով թանկարժույ կարծր համաձուլվածքե գործիքներ:

Разработана технология нанесения износостойких покрытий методами химико-термической обработки, в частности карбонитрирования, применительно к титановольфрамкобальтовым композициям. Установлено, что при формировании диффузионного слоя важную роль играют состав защитного газа, температура, выдержка. Исследован процесс химико-термической обработки твердосплавных пластин, позволяющих повысить износостойкость режущего инструмента в 1,7...1,8 раза.

Ил. 2. Библиогр. 5 назв.

Principally new directions and technologies are developed for application of wear resistant platings by means of chemical/thermal treatment, particularly at carbonitriding of titanium-tungsten-cobalt composites. It is shown that the composition of shielding gaseous medium, temperature, and exposition play an important role during the formation of the diffusive layer. The process of chemical/thermal treatment is investigated for hard alloy plates which permit to improve the wear resistivity of the cutting tool for 1,7...1,8 times.

[1/2. Ref. 5.

Твердые сплавы в качестве инструментальных материалов являются лидирующими в металлообрабатывающей промышленности. Их эксплуатационные свойства в значительной степени определяются

износостойкостью, характеризуемой, в свою очередь, твердостью (HRA=86...92). Многочисленные попытки повысить уровень свойств твердых сплавов путем комбинаций компонентов не привели к существенным результатам. В этой связи новым направлением в развитии твердосплавного инструмента следует считать нанесение износостойких покрытий методами химико-термической обработки, в частности карбонитрирования, применительно к титановольфрамо-кобальтовым композициям. Именно сочетание свойств нитридов и карбидов титана, т.е. их синтез, позволяет наилучшим образом повысить уровень эксплуатационных свойств.

Целью настоящей работы является исследование и разработка технологии получения износостойкого карбонитридного диффузионного слоя.

Анализ научной и производственной информации показывает, что для титановольфрамокобальтовых сплавов нет необходимости наносить комплексное покрытие в виде $Ti(C,N)$. Оно менее эффективно, чем формирование TiC_xN_{1-x} покрытия путем ограниченного нитрирования, т.е. частичного разуглероживания карбида титана, достаточно устойчивого в пределах $TiC_{0,5}N_{0,5} \dots TiC_{0,97}N_{0,03}$.

Такое технологическое решение значительно упрощает процессы карбонитрирования, сохраняет структурную целостность поверхностных слоев твердого сплава и, следовательно, существенно повышает эксплуатационные характеристики режущего инструмента [1, 2].

При исследовании систем сплавов Ti-C-N и Ti-W-C выявлено, что лучшим упрочняющим покрытием для твердых сплавов марок ТК является карбонитридное покрытие состава TiC_xN_{1-x} , свойства которого сопоставимы с TiC и более предпочтительны, чем TiN. Как отмечалось [3], карбид титана достаточно устойчив в пределах $TiC_{0,5} \dots TiC_{0,97}$. Следовательно, дефицит углерода (C) можно компенсировать азотом (N). Наиболее приемлемыми являются карбонитриды составов $TiC_{0,7}N_{0,3} \dots TiC_{0,9}N_{0,1}$. Этот интервал целесообразен и по технологическим соображениям, а именно, карбонитридный слой создается азотированием рабочей поверхности твердого сплава, т.е. без операции нанесения "покрытия" как такового. Диффузионное насыщение твердого сплава азотом (т.е. азотирование) в пределах $N_{0,1} \dots N_{0,3}$ не связано с большим разуглероживанием сложного карбида (Ti,W)C, а следовательно, его разупрочнением. Кроме того, для таких концентраций азота технологическое исполнение не требует высоких температур и больших выдержек. Наконец, азотированием преследуется цель уменьшить структурную дефектность основной фазы $(Ti,W)C_{1,80} \dots (Ti,W)C_{1,00}$, за счет удаления кислорода, находящегося в твердом растворе, и доведения его состава до стехиометрии $(Ti,W)C_1N_1$. Совершенствование структуры должно произойти и за счет заживления остаточной пористости, а также удаления

свободного углерода, содержащегося в твердых сплавах заводского производства.

При анализе кинетических закономерностей ХТО обычно используется эмпирическая зависимость глубины диффузионного слоя δ от продолжительности τ процесса [4]:

$$\delta = R\tau^n,$$

где R, n - постоянные, определяемые экспериментальным путем.

Для установления корреляционных соотношений между примесью твердой фазы и продолжительностью насыщения используем обобщенное уравнение кинетики гетерогенных химических реакций:

$$R^* = \frac{(1-\alpha)}{S\tau^{1-\lambda}} V^n \int_{m_0}^m \frac{dm}{[cV - (m - m_0)]^n},$$

где $S = RS_0 / \tau^\lambda$, S_0 - начальная площадь насыщаемой твердой фазы; m_0, m - начальная масса твердой фазы в момент времени τ ; V - объем насыщающей фазы; c - предельная концентрация насыщенного реагента; α - постоянная, зависящая от свойств реагирующих фаз; R^* - константа скорости реакции.

Процесс формирования структуры при азотировании металлокерамических твердых сплавов осуществлялся в конвейерной печи типа КВП-60 с газогенераторной установкой, которая состоит из двух основных частей: зоны термообработки и зоны охлаждения. Режимы термообработки: скорость нагрева - 70...80 град/мин; скорость охлаждения - 25...30 град/мин; температура термообработки (максимальная) - 1200°C; продолжительность цикла термообработки - 50...60 мин; производительность печи - 40 кг/ч. Полученный газ подавали в камеру печи с помощью установки ЭН-60-М01. Состав газа колебался в пределах 40...60%N₂; 15...20% CO; 30...35%N₂. Исходным сырьем служили природный газ и сжиженные пропан-бутановые смеси с кислородом. Металлокерамические твердосплавные пластинки, подвергаемые термообработке в атмосфере указанного газа при температуре 1000...1200°C, приобретали карбонитридный диффузионный слой толщиной до 30...35 мкм (рис.1).



Рис.1 Термообработанный слой, образованный на поверхности твердого сплава после термической обработки в атмосфере защитного газа. Выдержка при температуре 1200°C - 50 мин., толщина слоя 25...30 мкм. $\times 1350$ сплав Т15К6

Большой интерес представляет формирование толщины диффузионного слоя. В атмосфере защитного газа изменение температуры процесса существенно влияет на толщину диффузионного слоя. Установлено, что при формировании диффузионного слоя важную роль играют состав защитного газа, особенно содержание в газовой среде азота, температуры, выдержки. С увеличением их количества (рис. 2) толщина диффузионного слоя возрастает [5].

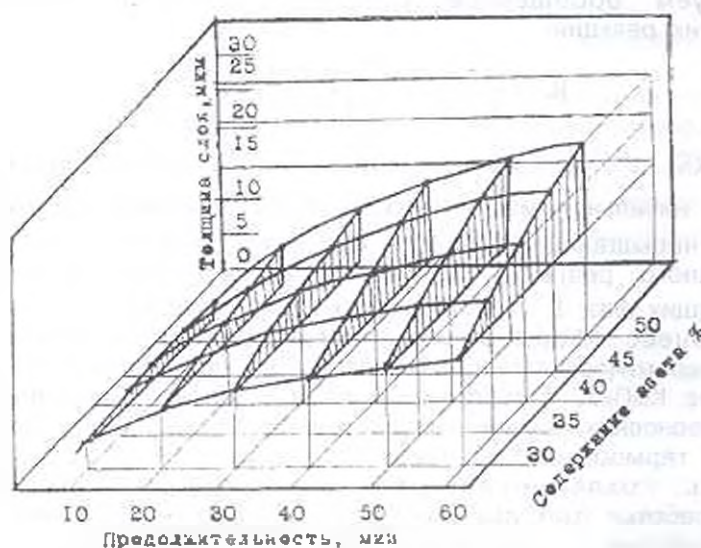


Рис. 2. Влияние атмосферы газовой среды и времени выдержки на глубину слоя ($T=1200^{\circ}\text{C}$)

Проведен фазовый анализ диффузионного слоя, в результате чего установлено, что при термообработке твердосплавных пластин в атмосфере защитного газа ($\text{N}_2 + \text{CO} + \text{H}_2$) при температуре $T=1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ в поверхностном слое образуется новая фаза - $(\text{Ti,W})\text{C}_x\text{N}_{1-x}$. Найдено, что количество углерода и азота в новой фазе колеблется в пределах $(\text{Ti,W})\text{C}_{0.6}\text{N}_{0.4}\text{--}(\text{Ti,W})\text{C}_{0.8}\text{N}_{0.2}$.

В результате исследования установлены оптимальные параметры упрочняющей термической обработки твердосплавных пластин: повышается износостойкость и долговечность дорогостоящего твердосплавного инструмента (износостойкость непоретачиваемых пластин в 1,7...1,8 раза выше, чем стандартных), производительность обработки, увеличивается скорость резания, уменьшается шероховатость обработанной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Toth L.E. Transition Metal carbides and Nitrides. - New York, 1971. - 294 p.
2. Самсонов Г.В. Нитриды. - Киев: Наукова думка, 1969. - 378 с.
3. Stone L., Marlotin H. // J. Metals - 1953. - №5 - P. 1498.
4. Прокошкин Д.А. Химико-термическая обработка металлов Карбонитритация. - М.: Машиностроение, 1984. - 240 с.
5. А.с. 1044676 СССР С 23 С 11/ 14. Способ газового азотирования твердосплавных пластин / Г.С. Овсепян (СССР). № 3372128/22-02, Заявл 23.12.81; Опубл. 30.09.83. Бюл. № 36. - 6 с.

ГИУА

08.07.1997

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. 1.1, № 3, 1998, с. 287-295.

УДК 621.311.001

ЭНЕРГЕТИКА

В.С. ХАЧАТРЯН, Н.П. БАДАЛЯН

РЕШЕНИЕ Y-Z- ФОРМЫ УРАВНЕНИЯ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ЭЭС МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРИ P-U-ТИПЕ СТАЦИОННЫХ УЗЛОВ

Ստացված ոչ գծային հանրահաշիվյալի հավասարումների համակարգերի հանրահաշիվային է Նյուտոն-Րաֆսոնի մեթոդով լուծարվում է ած. դեպքը. երբ առկա անհայտ էլեկտրական կաշանների համար նախնական ինֆորմացիա են կառավարող անհայտ էլեկտրական կաշանների արժեքները և լարումների մոդուլները:

Применяется метод Ньютона-Рафсона для решения совокупности систем нелинейных алгебраических уравнений. Рассматривается случай, когда в качестве исходной информации относительно независимых стационарных узлов задаются активные мощности и модули напряжений.

Библиогр. 4 назв.

Newton-Rafson method is used for solving the simultaneous nonlinear algebraic equation set. A case is viewed when active powers and voltage modules are given as initial information on independent station units.

Ref. 4.

Рассматривается электроэнергетическая система (ЭЭС), состоящая из $M+1$ узлов, которую при удалении определенного количества ветвей можно представить как совокупность радиально связанных N подсистем [1-3]. Если полученные подсистемы состоят из $M_1, M_2, \dots, M_N$ узлов, то $M_1 + M_2 + \dots + M_N = M$. Предполагается, что один из стационарных узлов выбран в качестве базисного, так что M характеризует число независимых узлов. Базисный узел выбирается в первой подсистеме, которая состоит из $M_1 + 1$ узлов. Для изложения работы принимается система индексов, что и в [4]. Однако, в