

К.Г. КАРАПЕТЯН, А.А. АЛАЯН, Г.С. ОВСЕПЯН

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛОГРАФИИ ПРИ РЕШЕНИИ КОНКРЕТНЫХ МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Применением методов количественной металлографии С.А. Салтыкова определены количества структурных составляющих ренированного твердого сплава (ВК8) и их ориентации при различных состояниях материалов.

Ключевые слова: стереометрия, металлография, фаза, рентгеноструктурный анализ, зерно, диффузия, износостойкость.

Исследована структура, возникаемая в результате диффузионной металлизации пластинки из твердого сплава ВК8 тугоплавким металлом – рением. Структура данной композиции исследована методом количественной металлографии и рентгеноструктурным анализом.

Метод случайных и направленных секущих С.А. Салтыкова [1], наряду с линейным методом А. Розиваля и методом хорд А.Г. Спектора (количество микрочастиц в объеме и их распределение по размерам), является наиболее приемлемым при решении металловедческих задач, так как позволяет автоматизировать процесс подсчета сканированием картины поверхности шлифа лучом. Однако выбор метода при решении различных задач зависит от многих факторов. Например, при наличии очень малых количеств избыточной фазы (до 2...3 %) метод точек А. Глаголева нецелесообразен, поскольку при количествах 0,1...1,0 % в нескольких полях зрения может не совпасть ни одна точка. Линейный метод А. Розиваля или метод случайных секущих С.А. Салтыкова также затруднены, особенно, если фаза очень мелкая. В этих случаях более приемлемым является планиметрический метод, так как он учитывает все частицы, попавшие в поле зрения микроскопа, и задача заключается в учете этих частиц во всех полях зрения. Метод случайных и направленных секущих применен для определения степени ориентации линий.

Степень ориентации рассчитана для частично ориентированной системы и определялась по формуле С.А. Салтыкова [1]:

$$\alpha = \frac{\overline{m}_\perp - \overline{m}_\parallel}{\overline{m}_\perp + \left(\frac{\pi}{2} - 1\right)\overline{m}_\parallel} \cdot 100,$$

где α - степень ориентации зерен, %; \overline{m}_\perp - среднее число пересечений границ зерен секущими, перпендикулярными направлению прокатки; \overline{m}_\parallel - то же, параллельными этому направлению.

Рентгеноструктурный анализ проведен на дифрактометре D/max - 2500 фирмы RIGAKU (Япония) в условиях симметричной и асимметричной съемок на

Си к α - излучении. Диапазон сканирования угла 2θ при симметричной съемке составлял $10...90^\circ$.

При симметричной съемке установлены (в порядке убывания интенсивности) линии рения (Re), карбида вольфрама (WC), чистого вольфрама (W), карбидов кобальта (Co_6W_6C , Co_2W_4C), фаз Re_3W и Co_3W . Симметричная съемка образца, не подвергнутого диффузионной металлизации, подтвердила отсутствие вольфрама и наличие фаз - WC и Co_6W_6C . Это, видимо, доказывает, что при ренировании происходит замещение атомов вольфрама рением, выделение вольфрама и его взаимодействие с рением.

В условиях асимметричной съемки ("скользящий режим") угол между падающим лучом и поверхностью образца составляет 2° , поэтому информация о фазовом составе относится преимущественно к поверхностному слою, а подложки вносят в рентгеновский спектр минимальный вклад. При асимметричной съемке установлены (в порядке убывания интенсивности) линии Re, W, Co_6W_6C , Re_3W , WC (следы). В таблице приведены данные асимметричной съемки.

Результаты рентгеноструктурного исследования и анализа диаграммы состояния W-Re (рис. 1) показывают, что при ренировании твердого сплава (BK8) происходит довольно быстрая диффузия вольфрама в поверхностный слой с образованием интерметаллической фазы Re_3W . Для металлографического исследования границ был изготовлен косой шлиф, микроструктура которого приведена на рис. 2. Используя линейный метод А. Розиваля, совмещенный с методом направленных секущих С.А. Салтыкова, было определено количество избыточной фазы в приграничной со стороны рения зоне, которое в среднем по двум направлениям составило 7,93%.

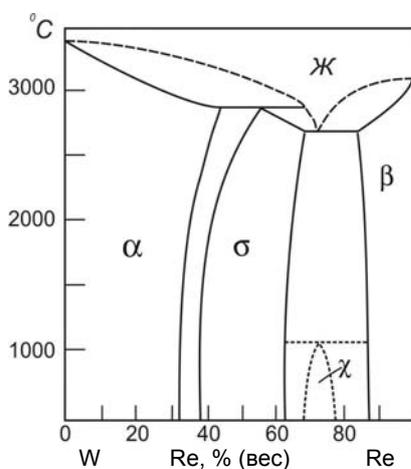


Рис. 1. Диаграмма состояния системы вольфрам-рений

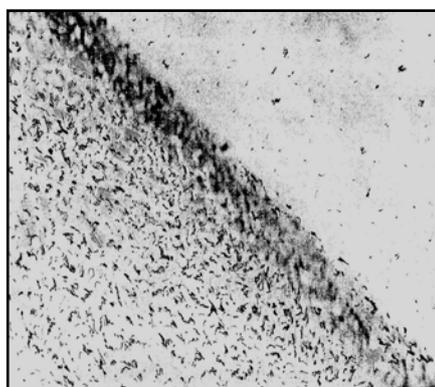


Рис. 2. Микроструктуры границы ренированного твердого сплава (BK8)

Данные асимметричной рентгеновской съемки

[Re-2a1, raw] Re-2a1		2gr-Re-2a1		2gr			Peak ID Report					
SCAN: 10.0/90.0/0.02/3(sec). Cu(30KV.200mA). I(cps)=610, 11-30-04 13:18												
PEAK: 19-pts/para,olic Filter. Threshold = 3.0. cutoff = 0.1%. BG = 3/1.0. Peak-Top = Summit												
NOTE: Intensity = CPS. 2T(0)=0.0(0). Wavelength to Compute d-Spacing = 1.54056A(Cu/K-alpha1)												
#	2-Theta	d(A)	Intensity	I%	Phase ID	d(A)	I%	h	K	l	2-Theta	Delta
1	12.446	7.1059	10	1.8								
2	24.944	3.5667	4	0.7								
3	29.400	3.0355	3	0.5								
4	36.104	2.4858	14	2.5	Co6W6C	2.4900	60.0	3	3	1	36.040	-0.064
5	37.720	2.3828	173	31.3	Re	2.3800	33.0	1	0	0	37.767	0.047
6	40.501	2.2255	234	42.3	Co6W6C	2.2200	80.0	4	2	2	40.605	0.104
7	42.980	2.1026	553	100.0	Re	2.1000	100.0	1	0	1	43.037	0.156
8	44.302	2.0429	17	3.1	Re3W	2.0450	80.0	3	3	2	44.255	-0.048
9	46.440	1.9537	2	0.4	Re3W	1.9570	60.0	4	2	2	46.358	-0.082
10	48.542	1.8739	5	0.9	WC	1.8700	100.0	1	0	1	48.650	0.108
11	56.461	1.6284	46	8.3								
12	57.720	1.5959	3	0.5								
13	58.665	1.5724	4	0.7								
14	60.740	1.5236	3	0.5	Co6W6C	1.5240	60.0	5	5	1	60.720	-0.020
15	68.058	1.3765	72	13.0	Re	1.3800	17.0	1	1	0	67.859	-0.198
16	69.240	1.3558	2	0.4	Re3W	1.3550	60.0	7	1	0	69.288	0.048
17	72.580	1.3014	3	0.5	Re3W	1.3050	80.0	7	2	1	72.350	-0.230
18	73.447	1.2882	5	0.9	WC	1.2900	60.0	1	1	1	73.327	-0.120
19	75.360	1.2602	58	10.5	Re	1.2600	13.0	1	0	3	75.372	0.012
20	80.421	1.1931	10	1.8	Co6W6C	1.1960	10.0	9	1	1	80.188	-0.232
21	82.159	1.1722	60	10.8	Re	1.1700	17.0	1	1	2	82.350	0.190
22	83.881	1.1525	36	6.5	Re	1.1500	17.0	2	0	1	84.105	0.224
23	87.540	1.1135	11	2.0								

Этим же методом была определена степень частичной направленности избыточной фазы относительно границы металлизации по вышеприведенной формуле С.А. Салтыкова, которая составила $\alpha = 39,0 \pm 1\%$. Очевидно, избыточная фаза Re_3W образована в результате диффузии по межграницным поверхностям зерен осаждаемого рения с образованием σ -фазы на этих границах.

При охлаждении с температуры металлизации (1180...1150(С) σ -фаза, реагируя с β -твердым раствором, на основе рения по перитектоидной реакции (ост.) образует интерметаллид Re_3W - χ -фаза в тех же местах, т.е. по границам зерен β -твердого раствора вольфрама в рении. Таким образом, можно констатировать образование непрерывного, структурно связанного твердого

раствора на основе рения с постепенным переходом к подложке (ВК8) и соответствующим изменением твердости (твердость χ -фазы - HV - 1500 МПа).

Твердосплавные металлизированные рением непоретачиваемые пластинки с механическим креплением были опробованы в качестве режущего инструмента при обработке образцов из стали марок 45 и 40Х.

Физико-механические свойства и химический состав сталей соответствовали ГОСТ 1050-74 и ГОСТ 4543-71. Обрабатываемые материалы (образцы) были в виде круглых заготовок \varnothing 180...200 мм длиной L= 350...400 мм.

Эксперименты по исследованию износостойкости твердых сплавов проводились на токарно-винторезном станке модели 163 с бесступенчатым регулированием числа оборотов в пределах $n = 10...1250$ об/мин, предельные подачи $S = 0,1...1,6$ мм/об, глубина резания $t = 1,2$ мм. Фактическое число оборотов проверялось с помощью тахометра типа ТК-20. Износ резца определялся по задней грани. В качестве основного критерия принималась величина фаски износа резца по задней грани $h_z = 1,0$ мм.

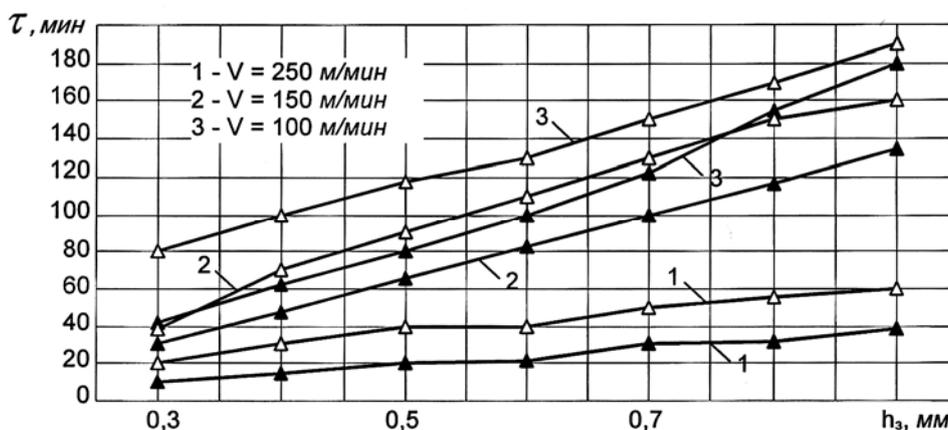


Рис. 3. Зависимость стойкости твердосплавного режущего инструмента от величины износа по задней грани резца при точении стали марки 45; подача – $S = 0,1$ мм/об, глубина резания – $t = 1,2$ мм

△—△ - упрочнение тугоплавким металлом - рением
 ▲—▲ - без дополнительной обработки (стандартные)

Для сравнения параллельно проводились испытания на стойкость тех же пластинок без металлизации при тех же режимах резания. Результаты экспериментальных данных приведены на рис.3. Как видно из рисунка, стойкость металлизированных, ренированных, твердосплавных пластинок, по сравнению со стандартными, без покрытия, выше в 1,5...2,0 раза. Ренированные твердосплавные пластинки имеют следующие особенности (рис. 4).

Рений с кобальтом образуют непрерывный ряд твердых растворов [2], что, в свою очередь, способствует укреплению связи между кобальтом и карбидами (рис. 4). Рениевый слой обладает высокой теплопроводностью и увеличивает прочность твердого сплава наряду с высокой пластичностью и коррозионной стойкостью.

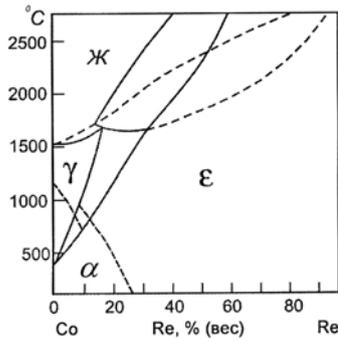


Рис. 4. Диаграмма состояния системы кобальт – рений

Таким образом, в результате металлизации рением образуется непрерывное, структурно связанное с подложкой твердого сплава покрытие, которое способствует повышению износостойкости и работоспособности твердосплавного режущего инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салтыкова С.А. Стереометрическая металлография. - М.: Металлургия, 1970.-375 с.
2. Хамидов О.Х., Тылкина М.А., Савицкий Е.М. Структура и свойства соединений рения // В кн.: Рений в новой технике. – М.: Наука, 1970. – С. 41-45.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 29.10.2005.

Կ.Գ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա.Ա. ԱԼԱՅԱՆ, Գ.Ս. ՎՈՎՍԵՓՅԱՆ

ՏԱՐԱԾԱԶՈՓԱԿԱՆ ՄԵՏԱՂԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԿՈՆԿՐԵՏ ՄԵՏԱՂԱԳԻՏԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Ս.Ա.Սալտիկովի քանակական մետաղագրության եղանակների կիրառմամբ ստացվել են ռենիումացված կարծր համաձուլվածքի (BK8) կառուցվածքային բաղադրիչների քանակները և դիրքավորումները նյութերի տարբեր վիճակների դեպքում և դրանց ազդեցությունը հատկությունների վրա:

Առանցքային բառեր. տարածաչափություն, մետաղագրություն, ֆազ, ռենտգենաստրուկտուր վերլուծություն, հատիկ, դիֆուզիա, մաշակայունություն:

K.G. KARAPETYAN, A.A. ALAYAN, G.S. HOVSEPYAN

APPLICATION OF THE METHODS OF STEREOMETRIC MATERIALS SCIENCE TO SOLVING CONCRETE PROBLEMS IN MATERIALS SCIENCE

The quantities and observations of the rhenium hard alloys (BK8) for different states of materials, and their influence on properties have been determined by employing S.A. Saltykov's methods of quantitative materials science.

Keywords: stereometry, materials science, phases, roentgen-structural analysis, grain, diffusion, wearability.