

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Т. А. ЛЕБЕДЕВ, Г. С. ОВСЕПЯН, С. Г. МАМЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ МИКРОНАПРЯЖЕНИЙ
 ТВЕРДОГО СПЛАВА

Коэффициенты термического линейного расширения в многофазных твердых сплавах группы ТК различны. При нагреве и охлаждении в твердом сплаве возникают термические микронапряжения, которые при эксплуатации существенно изменяют прочностные свойства этих сплавов [1].

В данной статье, являющейся частью общих исследований оптимизации технологических процессов термообработки твердосплавных пластин в атмосфере защитного газа, приводятся результаты экспериментальных исследований влияния скорости нагрева и охлаждения на величину термических микронапряжений твердого сплава.

При исследовании напряжений в W-C-фазе твердых сплавов Т15К6 и Т5К10 применяли метод наклонных съемок образцов на дифрактометре УРС-50ИМ. Величина и знак напряжений в данной фазе, усредненных по всему объему сплава и создающих рентгенограмму, характеризуется смещением дифракционных пиков. Средняя величина напряжений в фазе, измеренная по смещению пиков, является основой для выяснения вопроса о взаимодействии фаз.

Термические микронапряжения, действующие внутри тела, можно считать изотропными. В поверхностном же слое составляющая микронапряжений, перпендикулярная к поверхности образца, будет меньше: она обозначена величиной $K \cdot \sigma$, т. е. изменение положения дифракционной линии вызывается не $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, а $K \cdot \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, где коэффициент K определяется экспериментально: $0 \leq K \leq 1$ (рис. 1).

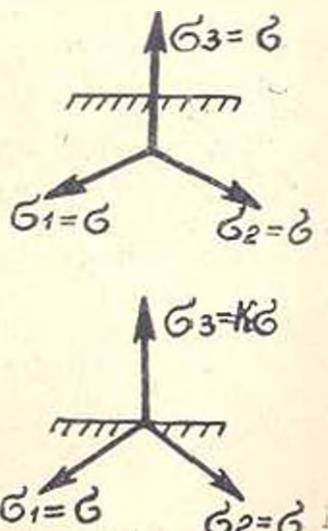


Рис. 1. Схема термических микронапряжений: а) внутри тела; б) на поверхности слоя.

Методика учета перпендикулярной составляющей $K \cdot \sigma$ дается в [2], согласно которой предполагается съемка с поверхности образца минимум под двумя углами.

Для определения термических микронапряжений в фазе WC , в качестве образцов использованы твердосплавные пластинки формы № 24 ГОСТ 2209-69, разрезанные на части на электронском станке мод. 4531.

Разрезанные пластины подвергали термообработке при разных скоростях нагрева и охлаждения в защитной газовой среде ($H_2 + CO + N_2$). Максимальная температура составила $T = 1000^\circ C$.

Термические микронапряжения были вычислены по формуле:

$$\sigma = \frac{\varepsilon_1 \cdot E}{K - 2\nu}; \quad (1)$$

$$K = \frac{1 - \nu + 2\nu \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} + \nu}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ — относительные деформации решетки в направлении, перпендикулярном и параллельном поверхности образца; K — коэффициент, учитывающий различную глубину проникновения рентгеновских лучей; ν, E — коэффициент Пуассона и модуль упругости, соответственно, равные для WC — 0,22 и 70000 кг/мм^2 , а для фазы Co — 0,3 и 21000 кг/мм^2 .

Из формул (1) и (2) следует, что значения неизвестных величин K и σ могут быть вычислены, если известны деформации ε_1 и ε_2 .

Значения деформации кристаллической решетки, измеренной под углом ψ , вычисляются по формуле:

$$\varepsilon_\psi = \varepsilon_1 \cdot \sin^2 \psi + \varepsilon_2 \cdot \cos^2 \psi, \quad (3)$$

где ε_ψ — деформация решетки; $\psi = 0^\circ$ и 45° .

При этом угол наклона образца α определяется из уравнения:

$$\alpha = \theta - \psi, \quad (4)$$

где θ — Брегговский угол.

Результаты измерений для твердого сплава T15K6 представлены в таблице, где разброс экспериментальных значений находится в пределах $8 \div 10\%$.

Как показывают полученные данные, во всех случаях, независимо от скорости нагрева и охлаждения, WC фаза находится под действием сжимающих напряжений. Величина микронапряжений в WC фазе возрастает при увеличении скорости нагрева и охлаждения. Величина термических микронапряжений пластин, термообработанных при медлен-

№ п.п.	Сплав	Скорость нагрева и охлаждения V , град/с	$\psi = 0$		$\psi = 45^\circ$		K	Напряжение σ , кг/мм ²	Интервал разброса экспериментальных значений σ_p , кг/мм ²
			смещение линии ΔV , мин	деформация $\epsilon \times 10^4$	смещение линии ΔV , мин	деформация $\epsilon \times 10^4$			
1	Т15К6	0,2	3,07	-3,75	7,56	-9,02	0,72	-101*	-(97÷105)
2		0,3	3,19	-3,93	7,38	-9,08	0,71	-101	-(98÷105)
3		0,4	3,49	-4,26	7,4	-9,1	0,73	-103	-(96÷109)
4		0,6	3,41	-4,2	7,64	-9,32	0,72	-105	-(101÷110)
5		0,8	3,82	-4,71	7,88	-9,69	0,74	-110	-(106÷115)
6		1,1	4,09	-5	8,36	-10,28	0,73	-121	-(115÷128)
7		10	5,62	-6,86	11,14	-13,6	0,75	-155	-(149÷162)
8		20	5,75	-7,08	11,41	-14,04	0,75	-160	-(153÷168)
9		30	6,39	-7,86	12,23	-15,05	0,76	-172	-(163÷180)
10		40	7,19	-8,85	11,68	-14,26	0,75	-200	-(192÷211)

* Каждая точка является средней из 20-ти опытов

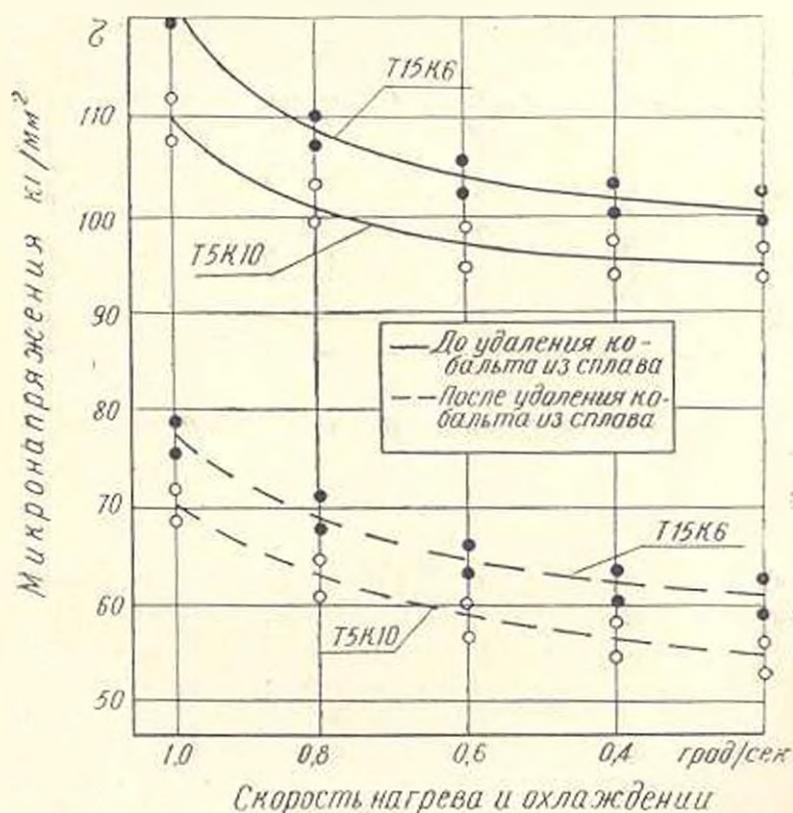


Рис. 2 (а). Влияния скорости нагрева и охлаждения на величину напряжений твердого сплава: $V=0,2-1$ град/с.

ном нагреве и охлаждении, уменьшается до 15% по сравнению с образцами, подвергнутыми термообработке быстрым нагревом и охлаждением, при которой термические напряжения увеличиваются [3]. Экспериментально найдено, что фаза $(\text{Ti; W})\text{C}$, имеющая коэффициент линейного расширения в 1,5 раза меньше, чем у кобальта, находится под действием растягивающих напряжений.

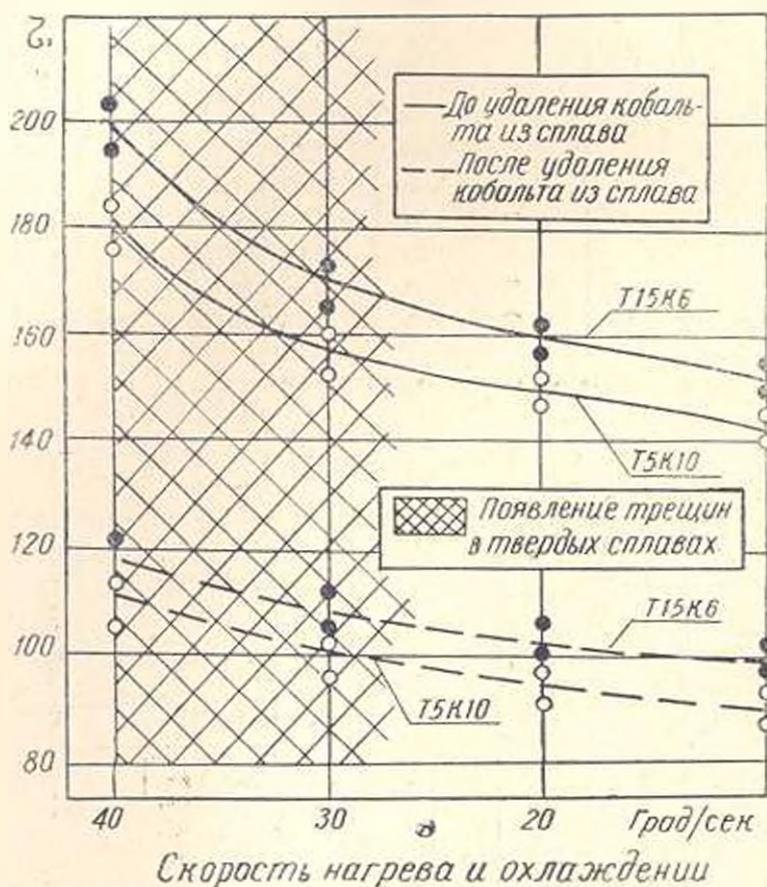


Рис. 2 (б). Влияния скорости нагрева и охлаждения на величину напряжений твердого сплава: V - 10-40 град/с.

Чтобы исключить действие кобальтовой фазы на карбид вольфрама, из сплавов T15K6, T5K10 фаза кобальта была удалена кипячением в растворе соляной кислоты (1:3) в течение 40 часов. После выщелачивания сплавов в WC фазе опять измерялись микронапряжения.

Как показано на рис. 2, после удаления из сплавов кобальта уровень микронапряжений в WC фазе значительно снижается (60÷80%). Характер изменения зависимости микронапряжений в WC фазе от влияния скорости нагрева и охлаждения остался таким же. Как показали эксперименты, увеличение скорости нагрева и охлаждения твердого сплава приводит к увеличению напряжений. За счет увеличения

термических напряжений появляются микро- и макротрещины (рис. 3).

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что внутренние напряжения в твердом сплаве находятся в сложно-напряженном состоянии. При различных скоростях нагрева и охлаждения величины термических микронапряжений в сплаве меняются.

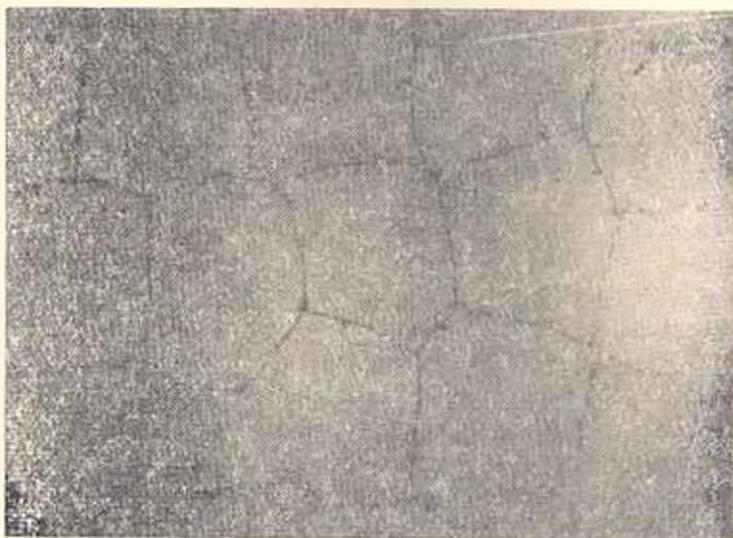


Рис. 3. Сетчатые трещины, образуемые на пластинках твердого сплава Т15К6, при быстром нагреве и охлаждении.

Был проведен комплекс экспериментальных исследований по определению и практической оценке влияния способа термообработки твердосплавных пластин на износ и стойкость инструмента на токарно-винторезном станке модели 163 в интервале параметров: $S = 0,11 \div 61$ м.м/об; $f = 0,5 \div 2,0$ мм; $V = 50 \div 300$ м/мин.

Результаты показали, что при обработке сталей 45 и ХВГ сплавы Т15К6 и Т5К10, термообработанные в защитной газовой среде медленным нагревом и охлаждением, выявили повышенную износостойкость (60—70%) по сравнению с нетермообработанными пластинками и в 2,5—3 раза — по сравнению с пластинками, подвергнутыми термообработке на установке ТВЧ.

АрмНИИМАШ

Поступило 19. III 1980

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Spath W. Einige Betrachtungen zum Festigkeitsverhalten von Hartmetallen. „Metall“, 1958, № 10, s. 925.
2. Комяк Н. И., Мясников Ю. Г. Рентгеновские методы и аппаратура для определения напряжений. Л., «Машиностроение», 1972.
3. Читлян Р. А., Овсейн Г. С. Влияние способа пайки на качество ножей торцевых фрез. «Промышленность Армении», 1976, № 1.