

ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ КЕРМЕТОВ

В области резания металлов под термином «теплостойкость» понимается сохранение режущих свойств лезвия инструмента при режимах резания, сопровождающихся возникновением высоких температур. Применительно к инструменту из быстрорежущей стали термин «теплостойкость» обычно используется как красностойкость. Более высокие температуры, при которых работает твердосплавный инструмент, позволяет говорить о жаростойкости твердых сплавов. Этот же термин полностью применим и к новым минералокерамическим и керамико-металлическим инструментальным материалам [2].

Известно, что для твердых сплавов, работающих в условиях высоких температур резания, необходима большая жаростойкость. Для керметов большая жаростойкость тем более необходима, ибо ими работают в условиях, превышающих температуры резания, чем при использовании твердых сплавов.

Кинетика изменения пластин керметов под действием больших количеств теплоты изучалась в сравнении с аналогичными опытами, проведенными для твердых сплавов Т15К6 и ВК6.

С. С. Можаяев и Т. Г. Саромотина [2] и Н. Ф. Казаков [1] выявили, что на пластинах твердого сплава Т15К6 при температуре 900°C с выдержкой от 0,25 до 8 часов и на пластинах Т15К6 и ВК6 при выдержке в течение 20 мин при температурах от 200 до 950°C появляются окисные пленки серо-желтого и серо-зеленого цветов. По мере увеличения времени выдержки (при данной температуре), а также при повышении температуры эти пленки достигают значительной величины. Они представляют собой пористое и хрупкое образование, обладающее определенной текстурой и легко разрушаемое руками. Таким образом, пластины твердого сплава, находящиеся в соответствующих тепловых и температурных условиях, слой за слоем, постепенно обращаются в окисел, становясь при этом тоньше. При достаточно длительной выдержке во времени при высоких температурах окисление идет до конца и приводит к полному разложению пластины твердого сплава.

Исследование теплостойкости пластин керметов НС20М и ВЗ было проведено при объемном однотемпературном многократном и ступенчатом однократном воздействии на них, включающее два комплекса экспериментов. Однотемпературный многократный нагрев проводился при температуре 900°C и выдержках 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 и 8 часов; ступенчатый

Результаты исследований пластины кермета

Среднее арифметическое отклонение профиля, R_a мкм			
числовые значения			
исходные		после нагрева	
поверхности			
передняя	боковая	передняя	боковая

Однотемпературный многократный нагрев ($T=900^\circ\text{C}$)Пластины кермета $\frac{\text{НС20М}}{\text{ВЗ}}$

Длительность нагрева, ч	0,25	0,05		0,08	
		0,05	0,04	0,5	0,3
0,5		0,05		0,083	0,0887
		0,04	0,04	0,5	0,3
1,0		0,05		0,074	0,103
		0,05	0,04	0,5	0,45
2,0		0,05		0,083	0,101
		0,05	0,06	0,4	0,4
8,0		0,05		0,15	0,165
		0,05	0,05	0,4	0,4

Ступенчатый однотемпературный нагрев ($t=20$ мин.)Пластины кермета $\frac{\text{НС20М}}{\text{ВЗ}}$

Температура нагрева, $^\circ\text{C}$	200	0,06		0,06	
		—	—	—	—
300		0,06		0,06	
		—	—	—	—
400		0,08		0,08	
		—	—	—	—
500		0,05		0,15	
		0,05		0,1	
		0,05		0,15	
600		0,06	0,05	0,25	
		0,05		0,15	
700		0,05		0,25	
		0,05		0,25	
800		0,05		0,25	0,2
		0,05		0,25	
900		0,05		0,35	0,3
		0,05		0,25	
950		0,05		0,3	0,25
		0,05		0,35	0,3

однократный нагрев — при выдержке, равной 20 мин и температурах 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 950°C.

Все эксперименты сопровождались измерениями электросопротивления, микротвердости, массы, объема и шероховатости, визуальным осмотром и изучением микроструктуры микрошлифованных поверхностей пластин, проводимыми до и после нагревов.

Таблица 2
Значения коэффициента и показателей степени в зависимости

$$R_a = C \cdot t^x \cdot T^y$$

Марка кермета	Поверхность	C	x	y
НС20М	Передняя	0,00257	0,805833	0,233432
	Боковая	0,00419	0,683021	0,221594
ВЗ	Передняя	0,00176	0,990357	0,05342
	Боковая	0,00261	0,516547	0,093235

Результаты измерений, вычисленные после их математической обработки и исключения аномальных значений на ЭВМ «Наири», показали существенное отличие в поведении пластин керметов в сравнении с твердосплавными.

При нагревании на пластинах керметов появлялись трудноудаляемые пленки окислов, толщина которых зависит от времени нагревания; цвет окислов на поверхностях пластин кермета НС20М — желто-коричневый, пластин ВЗ — серо-зеленый. В отличие от твердых сплавов, которые под действием тепловых нагрузок в диапазоне температур 200—950°C разрушались, пластины кермета практически сохраняли свою целостность.

При одинаковых тепловых нагрузках и времени выдержки пластины ВЗ проявили большую склонность к окислению, чем пластины НС20М, причем это наблюдалось при больших выдержках времени и значительных температурах. Наиболее ярко выраженные окисленные места у пластин кермета ВЗ связаны с накоплением зерен карбидов и напоминают их форму в исходном состоянии.

Электросопротивление пластин керметов ВЗ и НС20М с удлинением времени нагрева (от 0,25 до 8 часов при $T=900^\circ\text{C}$), и с повышением температуры нагрева до 400°C ($t=20$ мин) снижалось. При нагревании от 400 до 950°C с выдержкой $t=20$ мин пластины становились неэлектропроводными.

Микротвердость изменялась в зависимости от температуры нагревания и длительности выдержки при заданной температуре. При изменении температуры от 200 до 600°C (для НС20М) и от 200 до 500°C (для ВЗ) наблюдался рост микротвердости, почти в 2—1,35 раза, затем, после экстремума, — снижение в 1,73—4,22 раза при температуре 950°C. Измерения микротвердости в зависимости от длительности выдержки при температуре, равной 900°C, выявили экстремальное значение микро-

твердости для пластин НС20М после 1 часа, у пластин ВЗ — после 0,5 часа.

Замеченное некоторое уменьшение массы пластин в результате длительных тепловых нагрузок в течение 1, 2 и 8 часов или высоких температур (600, 700, 800, 900 и 950°C) объясняется образованием при этих условиях триоксида молибдена, которая испаряется.

Под действием тепловых нагрузок наблюдалось явление заметного выдвигания (выдавливания) зерен карбидов из массы Al_2O_3 , сопровождающееся изменением шероховатости поверхностей пластин керметов (табл. 1). Однотемпературный многократный нагрев обеспечил выдвигание зерен карбидов у НС20М на 0,03 (при $t=0,25$ ч) до 0,16 мкм (при $t=8$ ч), у ВЗ соответственно на 0,26 до 0,35 мкм по боковой поверхности; при ступенчатом однократном нагреве выдвигание замечено только начиная с 500°C на 0,010 мкм и при 950°C — на 0,2 (для НС20М) и соответственно на 0,05 и 0,25 мкм (для ВЗ). Обобщенные зависимости вида $R_a = C \cdot t^x \cdot T^y$ для керметов НС20М и ВЗ в табл. 2.

Микроструктурные исследования подтвердили наличие окисленных карбидных составляющих и их объемность при рассмотрении под микроскопом МИМ-7 ($\times 369$ —НС20М; $\times 1080$ —ВЗ) с небольшим затемнением световым фильтром части структуры, находящейся в поле зрения.

На основании проведенного исследования сделано предположение, что резание металлов керметами, очевидно, происходит в основном выстулающими карбидами, которые, кроме того, играют роль своеобразной «замазки» возникающих вырывов в массе Al_2O_3 . Образующиеся пленки окислов сложного карбида (Ti, Mo, W)C оказывают важное влияние на повышение износостойкости керамико-металлического инструмента. В результате частичного окисления оставшаяся часть пластин керметов (после снятия с нее окисла) несколько изменяет свои физические, механические и режущие свойства. В определенном диапазоне работы, эти параметры характеризуют пластины керметов с лучшей стороны. Наличие размельченных карбидных включений вызывает минимальную вероятность вырыва карбидов из массы Al_2O_3 , хорошую «залеживаемость», (самозатачиваемость) и высокое электросопротивление пластин, которое благоприятно при длительном сохранении пластин керметов в рабочем состоянии, превосходящих твердые сплавы в 2—5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Ф. Казаков. Радиоактивные изотопы в исследовании износа режущего инструмента. М., 1960.
2. С. С. Можжев и Т. Г. Саромотина. Скоростное и силовое точение сталей повышенной прочности. М., 1957.