

Р. Б. МАРТИРОСЯН, В. А. ТУМАНЯН

О ШЛИФУЕМОСТИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Вопросам обрабатываемости твердых сплавов шлифованием посвящено много работ. Однако имеется некоторый пробел. В частности, влияние температуры поверхностных слоев обрабатываемого материала на показатели процесса шлифования не изучены. Между тем, этот вопрос представляет определенный теоретический и практический интерес:

1. При шлифовании температура в контакте распределяется весьма неоднородно. Учитывая высокие скорости резания, можно полагать, что распределение температуры на поверхности резания в точках врезания новых зерен также будет весьма неоднородно. Таким образом, несмотря на то, что обрабатываемая поверхность от предыдущего прохода нагревается относительно невысоко, зерна в зоне контакта режут слои, нагретые до разных температур—от температуры на обрабатываемой поверхности до значительно высоких. Отсюда для более глубокого и тонкого анализа характеристик шлифуемости материала следует учесть также влияние температуры.

2. При шлифовании без выхода шлифуемой поверхности из зоны контакта (например, ручная заточка режущего инструмента) температура поверхности резания в зависимости от продолжительности резания меняется в широком диапазоне и достигает значительных величин.

3. В тех случаях, когда износ трущихся пар протекает в основном в результате разрушения поверхностных слоев под воздействием сил трения, интенсивность «изнашивания» материала при обработке шлифованием может характеризовать его износостойкость.

С этой точки зрения является весьма привлекательным сопоставление зависимостей интенсивности съема инструментального материала от температуры при шлифовании с интенсивностью износа при резании.

В данном исследовании ставилась цель: выявление влияния температуры на шлифуемость твердых сплавов.

Нагрев твердосплавных пластинок производился как «естественным» методом, так и искусственным. При естественном нагреве шлифование производилось без выхода шлифовального круга из зоны контакта с поверхностью пластины.

Температура регулировалась изменением давления в зоне контакта и скоростью резания.

Искусственный нагрев производился с помощью плоских нихромовых нагревателей 1 (рис. 1), установленных с двух сторон шлифуемой

пластины 2. Температура регулировалась изменением силы тока регулятора напряжения РНО—250—5.

Нагревательное устройство позволяло предварительный нагрев пластины произвести в диапазоне от комнатной температуры до 1000°C . После начала шлифования предварительная температура поверхности падала, стремясь стабилизироваться. Запись параметров производилась при установившемся температурном режиме. Установившийся температурный режим менялся от 100 до 900°C .

С целью удобства регулирования скорости резания исследования производились на токарно-винторезном станке модели ИК62.

Общий вид установки показан на рис. 1.

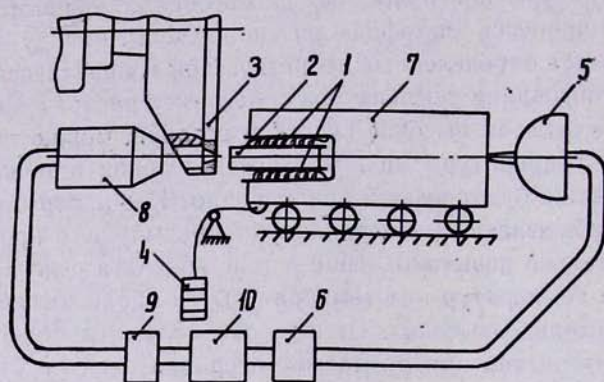


Рис. 1. Схема установки.

Чашечный алмазный шлифовальный круг 3 (АЧК150×10×3×32 из синтетических алмазов марки АСБ-63/40—Б1—50—29) закреплялся на оправке, установленной в шпинделе станка. Шлифуемая пластина 2 прижималась к торцу круга грузом 4, таким образом, скорость подачи, которая равняется скорости съема обрабатываемого материала, устанавливалась автоматически в зависимости от величины груза. Груз изменялся от 1 до 6 кг, что соответствовало условному давлению $P_{ус}$ на шлифуемой поверхности от 9 до 52 г/мм^2 . Скорость съема определялась с помощью датчика перемещения 5, сигналы от которого передавались через усилитель 6 осциллографу 10. При первом способе нагрева температура поверхности резания с момента начала шлифования повышается с замедляющейся интенсивностью. Датчик перемещения включался после стабилизации температуры на поверхности контакта. Шлифование при установившемся температурном режиме производилось в течение восьми секунд.

Записи осциллограмм перемещения люльки 7 с пластиной во времени имели прямолинейный характер, что указывало на стабильность температуры на поверхности контакта в период записи.

Перемещение люльки 1 складывается из линейного съема материала с поверхности твердого сплава и износа поверхности шлифовального

круга. Линейный износ поверхности шлифовального круга по сравнению с «износом» пластины пренебрежимо мал, поэтому путь l , пройденный льюшкой, принимался равным линейному съему материала с поверхности твердого сплава. Интенсивность съема q определялась отношением

$$q = \frac{l}{t} = \frac{1}{8} l \text{ мм/сек.}$$

Температура шлифуемой поверхности измерялась фотоэлектрическим методом [1]. Фотоизмерительная головка 8 была установлена позади шлифовального чашечного круга против шлифуемой пластины.

На шлифовальном круге просверлено отверстие диаметром 2 мм. При вращении круга, когда отверстие проходит промежуток между поверхностью пластины и объективом измерительной головки, инфракрасные лучи от нагретой поверхности заготовки, проходя через отверстие в шлифовальном круге D2 и через объектив измерительной головки, воспринимаются фотосопротивлением. Сигналы от фотосопротивления усиливаются низкочастотным усилителем 9 и передаются шлейфовому осциллографу 10.

На рис. 2. показано влияние условного давления контакта на интенсивность съема при шлифовании твердого сплава ВК8 при скорости круга 15,7 м/сек.

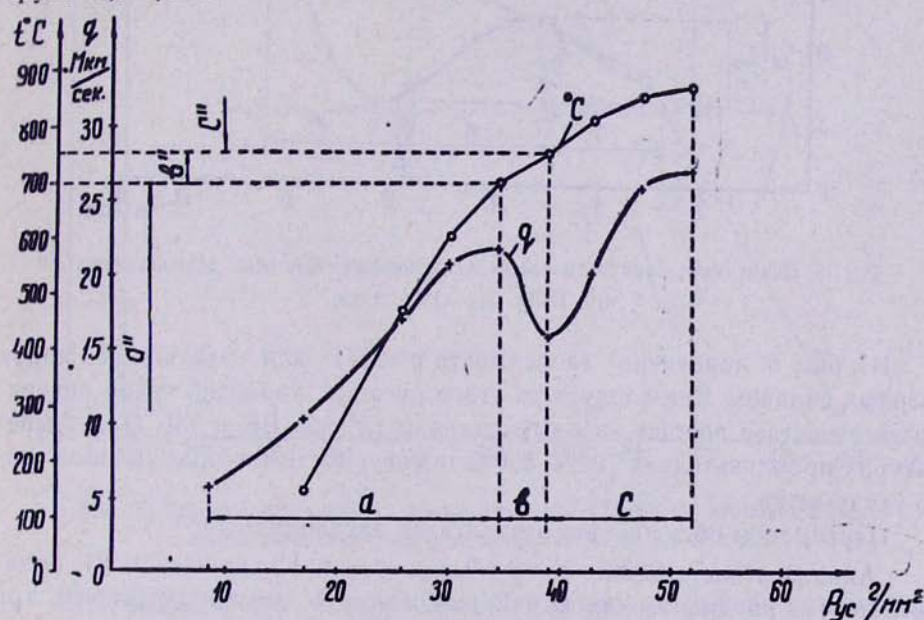


Рис. 2. Общий вид установки.

Как видно из рис. 2, в некоторой зоне давлений общая закономерность повышения q с увеличением P_{yc} нарушена; q в этой зоне аномально уменьшается, достигая некоторого минимума, а на рис. 3 показано влияние скорости резания на интенсивность съема твердого сплава ВК8 при условном давлении $P_{yc} = 48 \text{ г/мм}^2$; аналогичное аномальное явление наблюдается при скоростях $9 \div 15 \text{ м/сек.}$

Очевидно, «аномальное» поведение указанных кривых является следствием изменения температуры контактных слоев с увеличением P_{yc} и V .

Для подтверждения этого предположения были произведены опыты с искусственным нагревом пластины твердого сплава при постоянном $V=15,7$ м/сек и $P_{yc}=17$ г/мм². Полученная зависимость l от t приведена на рис. 4.

Как видно из рис. 4, характер зависимости $q=f(t)$ является довольно сложным, с явно выраженным минимумом при температуре приблизительно 750°C.

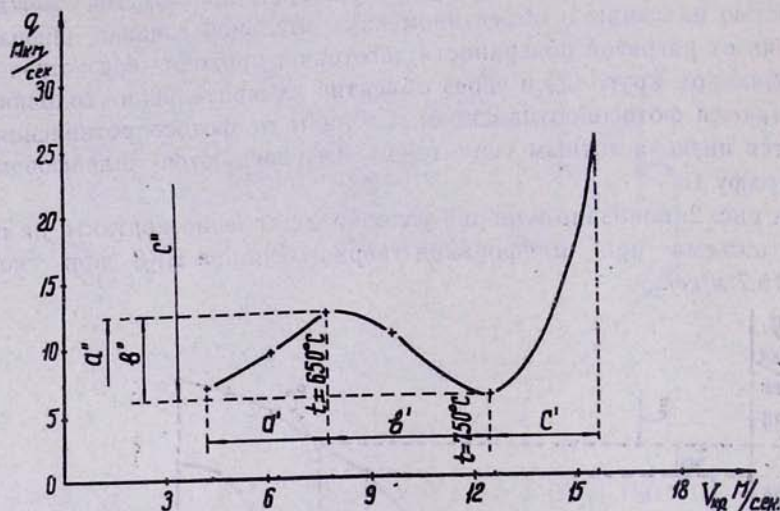


Рис. 3. Зависимость скорости съема от условного давления при шлифовании ВК8; $V_{кр}=15,7$ м/сек.

На рис. 5. приведена зависимость $q=f(t)$ для различных марок твердых сплавов. Как следует из этого рисунка, характер такой зависимости свойствен вообще твердым сплавам группы ВК и ТК. При температурах приблизительно 700 ÷ 800°C шлифуемость твердых сплавов резко ухудшается.

Перейдем к обсуждению результатов экспериментов.

Анализ зависимостей $q=f(P_{yc})$ и $q=f(V)$ (рис. 2 и 3) показывает, что на диапазонах изменения P_{yc} и V можно выделить три интервала с аналогичным поведением этих функций. В интервале a и соответственно a' функции монотонно возрастают, в интервале b и b' монотонно убывают, а в интервалах c и c' вновь возрастают.

Примечательно то, что интервалы с аналогичным поведением этих функций соответствуют интервалам примерно одинаковых температур:

$$a'', t \leq 700^\circ C; b'', 700^\circ C \leq t \leq 750^\circ C \text{ и } c'', t > 750^\circ C.$$

Это обстоятельство подтверждает предположение о том, что причиной аномальности кривых $q = f(P_{yc})$; $q = f(V)$ является влияние температуры поверхности на свойства обрабатываемого твердого сплава.

Как видно из рис. 4, диапазон температур можно разбить на три интервала в соответствии с характером поведения функции $q = f(t)$.

Первый интервал a'' —до 700°C характеризуется медленным падением q с увеличением t , во втором интервале b'' от 700 до примерно 750°C интенсивность съема резко падает, третий интервал, c'' , t больше 750°C , характеризуется стремительным повышением q .

Следует отметить, что температура, при которой происходит минимальный съем металла, во всех трех случаях (рис. 2, 3 и 4) одинаковая и равняется примерно 750°C . Это вновь подтверждает наше предположение о влиянии температуры на шлифуемость.

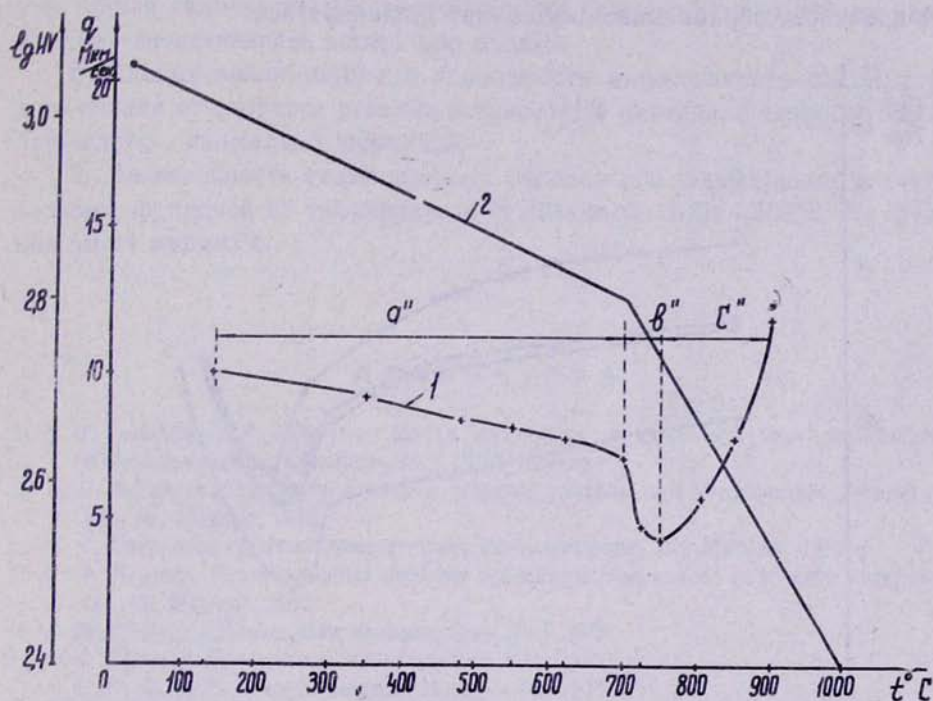


Рис. 4. Зависимость скорости съема твердого сплава от скорости резания при шлифовании твердого сплава ВК8; $P_{yc} = 48 \text{ г/мм}^2$.

Как видно из рис. 4, кривая $q = f(t)$ также ведет себя «аномально». Попытаемся объяснить это явление. Известно, что с изменением температуры изменяются и механические свойства инструментальных материалов.

Исследованию влияния температуры на твердость и вязкость вольфрамо-кобальтовых и титано-вольфрамо-кобальтовых твердых сплавов промышленного выпуска посвящен ряд работ [2—7], из которых следует, что твердые сплавы типа ВК и ТК с повышением температуры разупрочняются и при этом вязкость их повышается.

В работах [6, 7] показано, что зависимость твердости вольфрамо-кобальтовых твердых сплавов от температуры испытания (до 1000°C) подчиняется экспоненциальному уравнению Ито-Шишюкина.

В тех же работах установлено, что на кривых «логарифм твердости—температура» твердых сплавов типа ВК имеется перегиб при $700 \rightarrow 720^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, выше этих температур скорость разупрочнения металлокерамических композиций WC—Co увеличивается.

На рис. 4 нанесена также зависимость твердости от температуры для твердого сплава ВК8, заимствованная из работы [5]. В интервале температур a'' и b'' наблюдается соответствие характеров изменения твердости и обрабатываемости. На первый взгляд это могло бы показаться противоречивым, так как можно было полагать, что с уменьшением прочности обрабатываемость будет увеличиваться.

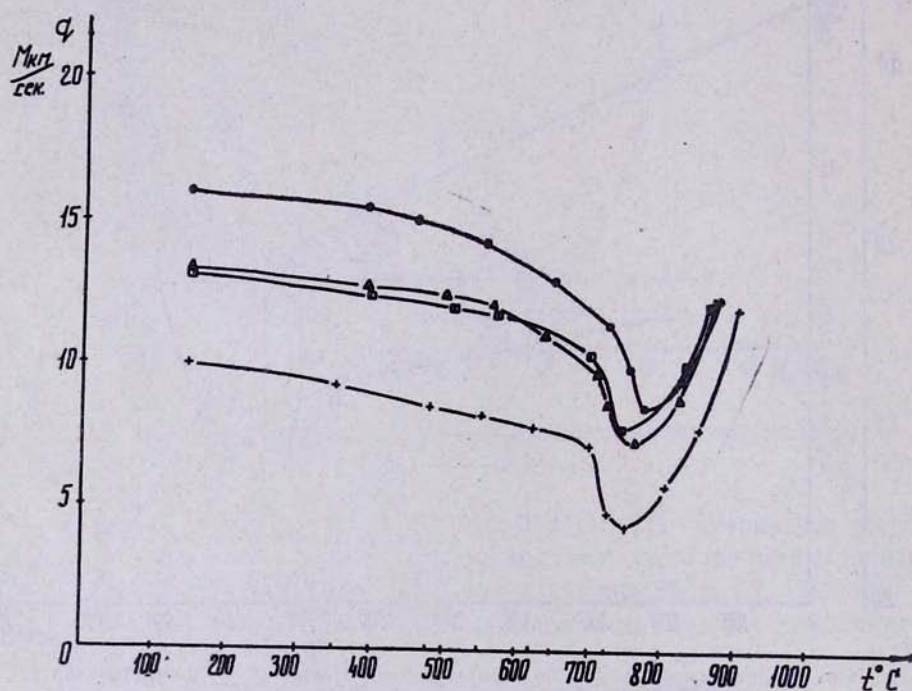


Рис. 5. Кривая 1—зависимость скорости съема твердого сплава ВК8 от температуры нагрева, $V_{кр} = 15,7$ м/сек; $P_{ус} 17$ г/мм²; кривая 2—зависимость логарифма твердости сплава ВК8 от температуры.

Рассмотрим этот вопрос детально: работа образования стружки является функцией не только прочности обрабатываемого материала, но и степени ее деформации, величина которой при прочих равных условиях определяется вязкостью. С увеличением вязкости степень деформации стружки увеличивается, поэтому можно полагать, что в интервале a'' и b'' , несмотря на падение твердости, работа резания повышается вследствие увеличения вязкости. Повышение работы резания при постоянной

глубине врезания зерен приводит к повышению силы резания, а при постоянной прижимной силе (P_{yc}) это приводит к уменьшению глубины внедрения зерен, что равносильно уменьшению интенсивности съема.

В интервале c'' , то есть при t больше 750°C , прочность настолько уменьшается, что роль вязкости постепенно становится второстепенной. Таким образом, влияние температуры на шлифуемость следует объяснить характером влияния температуры на работу разрушения материалов.

Выводы

1. а) При шлифовании по схеме продолжительного прижима шлифуемой поверхности к поверхности круга, в некотором интервале давлений, общая закономерность интенсивности съема твердого сплава нарушается—интенсивность аномально падает.

б) Общая закономерность зависимости интенсивности съема твердого сплава от скорости резания в некотором интервале скорости также нарушается, аномально снижаясь.

2. Интенсивность съема твердых сплавов при шлифовании является сложной функцией от температуры. В диапазоне $700 \div 800^\circ\text{C}$ эта функция имеет минимум.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Туманян, Г. А. Туманян. Метод измерения температуры при шлифовании. «Промышленность Армении», № 2, 1973, Ереван.
2. А. И. Бетанели. Твердость сталей и твердых сплавов при повышенных температурах. М., Машгиз, 1958.
3. М. Г. Лозинский. Высокотемпературная металлография. М., Машгиз, 1956.
4. Н. Ф. Казаков. Радиоактивные изотопы в исследовании износа режущего инструмента. М., Машгиз, 1960.
5. А. М. Платов. «Порошковая металлургия», № 3, 1962.
6. А. Б. Платов. «Порошковая металлургия», № 4, 1963.
7. Г. С. Креймер. Прочность твердых сплавов. М., 1971.