

М. В. КАСЬЯН, М. Т. НАДЖАРЯН

ОБ ОДНОМ ЯВЛЕНИИ ИЗНАШИВАНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОЙ МЕДИ

Известна плохая обрабатываемость чистой меди. Небольшая общая прочность, низкая «удельная прочность», высокая теплопроводность — все эти показатели для технически чистой меди должны были диктовать возможность ее обработки на высоких скоростях резания без заметного изнашивания инструмента. Между тем интенсивность изнашивания режущего инструмента как из быстрорежущей стали, так и армированных однокарбидными и двухкарбидными твердыми сплавами при обработке этой меди неожиданно большая. Произведение давления p на температуру T — pT характеризует прединструментальную зону с реологической точки зрения. По данным [2], при определенном давлении и температуре происходит истечение меди, так как при резании меди температура на поверхности контакта режущий инструмент — стружка не превышает 300—400°C и ее надо считать максимальной. Ибо именно в этой зоне, кроме тепла деформации, выделяется тепло трения, а удельные силы значительны, то, очевидно, в этих пределах значений pT обеспечиваются условия истечения меди с некоторым нарушением геометрии стружки.

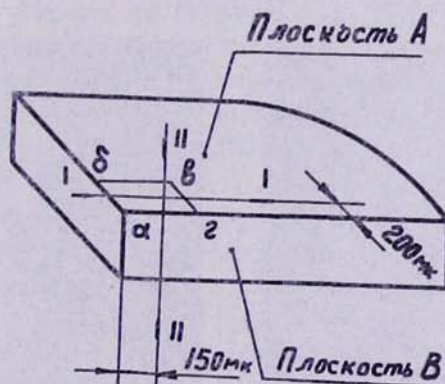
При больших напряжениях на поверхности контакта медь — материал инструмента может сказаться не только физическое состояние контактирующих материалов, но, очевидно, важную роль приобретают возможные химические связи. По данным [6, 7], из-за перепада температуры между обрабатываемым материалом и материалом инструмента термоионные процессы, экзоэлектронная и термоэлектронная эмиссии содействуют переносу составляющих материала. В частности, наблюдается довольно быстрый перенос углерода, приводящий к обеднению углеродом поверхности контакта, т. е. к образованию бедных по углероду фаз. С другой стороны, известно, что нанесение определенного жидкого металла на поверхность другого, находящегося под нагрузкой выше критической, может вызвать почти мгновенное разрушение твердого металла. Иные воздействия могут быть менее эффективными, но также достаточно действенными, со скрытым характером протекания, в особенности в условиях широкого использования высокопрочных материалов в современном машиностроении. Здесь также возникает и такая возможная механика действия: известно, что контакт меди с поверхностью металла режущего инструмента содействует выходу дислокаций на

поверхность, а свойства этой поверхности часто определяются поверхностными источниками дислокаций. Конечно, нужно считаться с факторами, препятствующими такому выходу: во-первых, необходимость дополнительной энергии на образование ступеньки, сопровождающей выход краевой дислокации, и, во-вторых, известно, что расстояние между атомами в поверхностных слоях отличается от параметров решетки в объеме. Все эти вопросы могут быть привлечены для получения некоторой картины механизма изнашивания инструмента при резании технически чистой меди.

Таблица 1

Скорость резания в м/мин	Стойкость инструмента при $h_3=0,1$ мм	
	медь	ж. Армко
200	11,2 мин.	13,7 мин.
160	15,3	17,3
120	20,2	17,6
100	25,9	23,6
80	35,8	21,0
60	37,0	23,0

Для возможности практического анализа за объекты исследования мы приняли резцы, армированные твердосплавными пластинками ВК8, изнашивание которых исследовалось при резании чистой меди и железа Армко. Определялось время, в течение которого износ задней грани в условиях использования различных скоростей резания достигал величины $h_3=0,1$ мм. Результаты приведены в табл. 1.

Рис. 1. Твердосплавная пластинка из ВК8. $\gamma=0^\circ$; $\alpha=8^\circ$.

Первое, на что обращается внимание — это то, что стойкость инструмента при обработке меди на больших скоростях резания (200—160 м/мин) меньше, чем при обработке железа Армко, и, наоборот, заметно выше при использовании нижнего диапазона скоростей (120—60 м/мин).

Контактная температура при обработке меди гораздо ниже, чем при обработке железа Армко, вместе с тем большой разницы в стойкости данных резцов при их обработке не наблюдается. Более того, на больших скоростях резания стойкость резцов при обработке меди ниже их стойкости при обработке железа Армко.

Следует предположить, что на стойкость резца сильно влияют свойства обрабатываемого материала. Возможно, что в процессе резания частицы микрослоев обрабатываемого материала стружки проникают в микropopы контактных поверхностей резца [3] или происходит диффузия этих частиц в инструментальный материал [4].

Исследованию подвергались две твердосплавные пластинки из ВК8, одна из которых обрабатывала медь МЗ, другая — железо Армко при

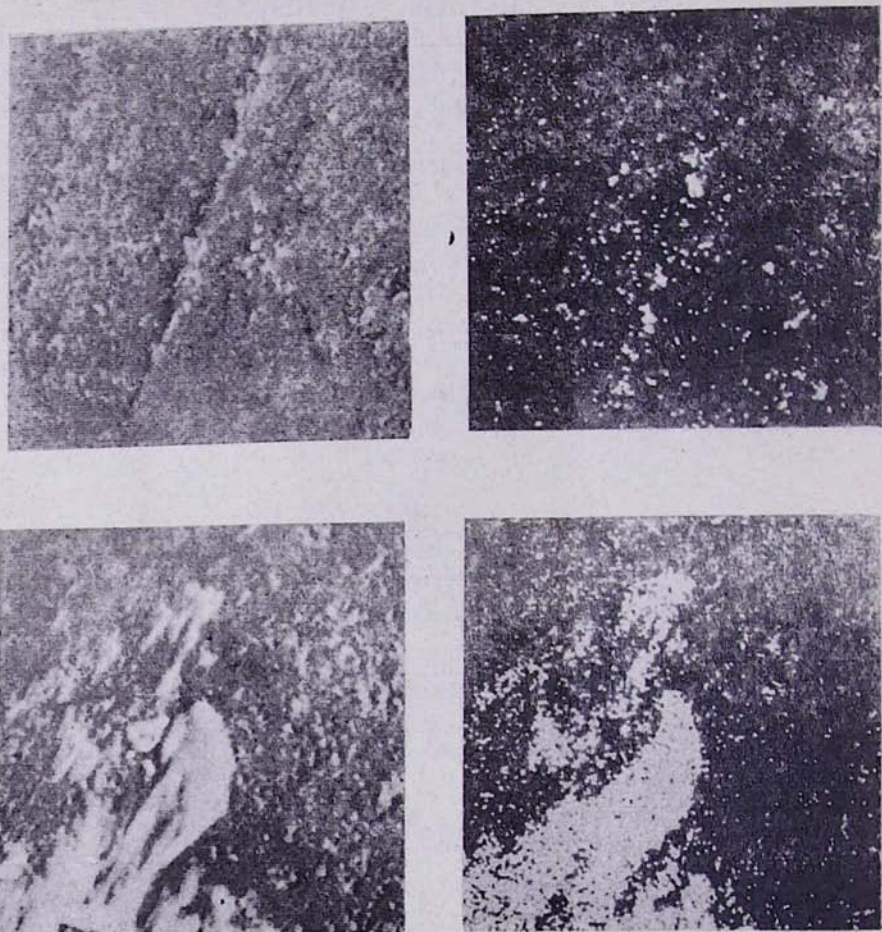


Рис. 2. Сканированные участки передних поверхностей резцов.

Увеличение $\times 300$.

- а) топография ВК8 (Cu); в) распределение Cu,
б) топография ВК8 (Fe), г) распределение Fe.

скорости резания 200 м/мин, при этом подача — $s=0,15$ мм/об., глубина резания — $t=0,25$ мм.

На приборе IXA-5 определялось количество диффундированного элемента (медь и железо) в области а, б, в, г вдоль оси I—I и распределение глубины диффузии элемента вдоль оси II—II, перемещающейся по плоскости В (рис. 1). Необходимо отметить, что после резания твердосплавные пластинки из ВК8 доводились по плоскости В с целью снятия элементов, появляющихся в результате трения задней поверхности резца с обработанной поверхностью.

Условия анализа следующие: ускоряющее напряжение электронной пушки 25 кВ, сила тока $0,5 \times 10^{-8}$ А. Зондирование профилей проводилось со скоростью 20 мк/мин, диаметр пучка — 2—3 мк.

Для выяснения содержания меди и железа на передней поверхности резцов ВК8 проведено зондирование по профилям I—I. Полученные диаграммы распределения определяемых элементов показали, что существуют зоны, где содержание меди минимальное, это главным образом зоны двух сигарообразных выемок на передней поверхности резца. Между сигарообразными выемками содержание меди увеличивается. Другая картина наблюдается на передней поверхности резца при обработке железа Армко. Здесь, наоборот, в зоне сигарообразной выемки содержание Fe-а увеличивается, а между выемками уменьшается. На рис. 2а, б представлены фотографии сканированных по передней поверхности участков, размером 300×300 мк, для меди и железа, а на рис. 2в, г — фотографии с распределением определяемых элементов на них. Ясно видно, что железо появляется на передней поверхности резца в большем количестве сравнительно с медью.

Важным вопросом является и то, как распределяются определяемые элементы (медь и железо) по глубине, т. е. происходит ли диффузия этих элементов по передней поверхности при их резании. Ответ на этот вопрос дают диаграммы распределения элемента — меди и железа по профилям II—II. Эти диаграммы показали, что медь и железо по профилям II—II, начиная сразу же с главной режущей кромки вглубь, не обнаружены.

Следует предположить, что при резании меди твердосплавной пластинкой ВК8 диффундирования меди в инструмент не происходит. Не наблюдается диффузия железа и при обработке железа Армко.

Важно отметить способность обрабатываемого материала образовывать твердые растворы и интерметаллические соединения с компонентами инструментальных материалов. По данным [5], медь и железо способны образовывать твердые растворы с рядом элементов. Так, например, при обработке меди быстрорежущими резцами на контактных поверхностях происходит взаимная растворимость железа и меди. Кроме того, в меди растворяется и вольфрам (медь в вольфраме не растворима), вследствие чего происходит перенос масс от инструментального материала в медь, количество которого зависит от процента растворимости.

Аналогичное явление происходит и при использовании твердых

сплавов для обработки меди. Дело в том, что перенос углерода с твердого сплава в медь приводит к тому, что свободный вольфрам растворяется в меди и происходит перенос инструментального материала, который удаляется со стружкой и в обрабатываемую поверхность.

Присутствие карбида титана способствует образованию интерметаллических соединений с медью ($TiCu$ и Ti_2Cu), что увеличивает объем удаляемого слоя и тем самым ускоряет износ инструмента. Следует отметить, что добавка карбида титана к твердому раствору ВК отрицательно влияет на стойкость инструмента, при этом масса, удаляемая с инструмента, увеличивается.

При обработке железа Армко также происходит взаимная растворимость: в железе — вольфрам, в вольфраме — железо. Кроме того, появляются интерметаллические соединения WFe_2 , W_2Fe_3 , а с титаном — $TiFe_2$, $TiFe$. В процентном отношении растворение меди и железа в компонентах инструментальных материалов неодинаково, что главным образом зависит от свойств этих элементов и температуры контактных поверхностей. Но тот факт, что стойкость инструмента при обработке меди на больших скоростях резания ниже, чем при обработке железа Армко, говорит о большой агрессивности меди по отношению к элементам инструментального материала.

Таким образом, при обработке технически чистой меди износ режущего инструмента связан в основном со свойствами и состоянием обрабатываемого материала и большой активностью меди по отношению к ряду элементов, которые входят в инструментальные материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Станкостроение за границей», 1950, № 2.
2. Н. З. Диевский и С. Н. Померанцев. Краткий справочник по обработке цветных металлов и сплавов, М., 1961.
3. М. А. Аранзон, Г. А. Кулаков. Механика процесса точения высокопрочных сталей резцами из эльбора-Р. «Алмазы и сверхтвердые материалы», 1974, № 2.
4. Т. Н. Лоладзе. Износ режущего инструмента. М., 1958.
5. М. Хансен и К. Андерко. Структуры двойных сплавов. М., Металлургиздат, 1962.
6. Т. Hehenkamp, Arch. Eisenhüttenwes., 1958, Bd 29.
7. Т. Hehenkamp, Т. Heumann, Arch. Eisenhüttenwes., 1962, Bd 33.