

ХАРАКТЕР ИЗНОСА ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ ТИТАНА

М. Ф. ПОЛЕТИКА, А. И. АФОНАСОВ

К наиболее важным особенностям титановых сплавов, определяющих характер износа инструмента, можно отнести следующие: низкая пластичность в сочетании с высокой прочностью, низкая теплопроводность, высокая химическая активность по отношению к металлам и газам. Эти свойства титановых сплавов определяют специфику процесса резания, которая проявляется в элементном характере стружки, схватывании срезаемой стружки с частицами инструмента, в отсутствии нароста, в высоких контактных температурах и давлениях и в малых площадках контакта стружки и поверхности резания с инструментом.

Для изучения механизма изнашивания резцов было проведено комплексное исследование, которое можно разбить на три этапа. Первый этап — анализ работоспособности разных инструментальных материалов и выбор геометрических параметров. На втором этапе исследований изучался характер износа инструмента на разных режимах резания.

Третий этап — исследование геометрии изношенных поверхностей инструмента. Опыты были поставлены на жестком токарном станке модели ИД63А с бесступенчатым регулированием оборотов шпинделя. Для сравнительной и качественной оценки работоспособности инструмента использовался трехкомпонентный жесткий упругоэлектрический динамометр с проволочными тензодатчиками [1]. Температура резания измерялась методом естественной термопары. Составляющие силы резания и температура записывались на шлейфовый осциллограф МПО-2.

Кроме этого, в каждом опыте измерялись: длина площади контакта стружки с передней гранью инструмента, длина площадки износа по задней грани. Измерения проводились с помощью переносных микроскопов МИР-1М со специальными приспособлениями.

Время опыта контролировалось секундомером и отметчиком времени на ленте осциллографа. Действительная геометрия инструмента на разных стадиях затупления фиксировалась методом слепков [2]. Поскольку вопросы выбора инструментального материала и его геометрии при обработке резанием титановых сплавов уже опубликованы в литературе, то в данной статье рассматривается характер износа твердосплавного инструмента марки ВК8 и ВК6М при точении титановых сплавов ВТ3-1 и ВТ6. Что касается геометрии изношенных поверхностей инструмента, то этот вопрос в основном освещен В. А. Наумовым [3].

Износ рабочих поверхностей инструмента представляет собой сложный физико-химический процесс разрушения поверхностных слоев, складывающийся из абразивного, адгезионного, диффузионного, окислительного и деформационного процессов. Все эти виды износа очень тесно связаны между собой, определяя в целом суммарный износ инструмента. Однако удельный вес каждого из этих видов в общем суммарном износе весьма различен и зависит от свойств материалов контактирующих пар, а также от условий обработки.

Проведенные наблюдения и измерения позволяют представить следующую картину износа твердосплавного инструмента в зависимости от времени работы и режимов резания титановых сплавов. На первых этапах работы наиболее интенсивное развитие износа происходит на задней поверхности, а затем постепенно начинает изнашиваться

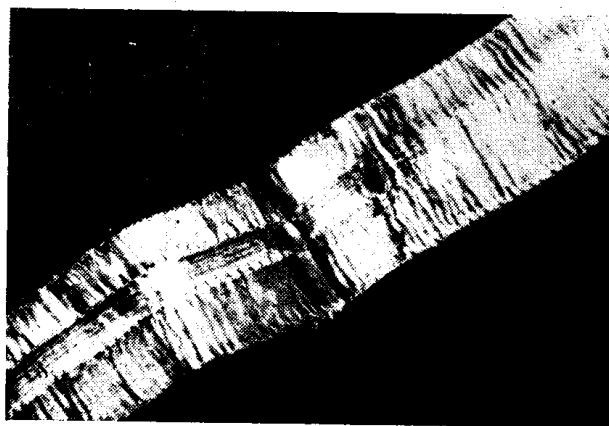


Рис. 1

передняя поверхность. При этом лунка износа не образуется, а наблюдается опускание режущей кромки — «завал». Интенсивность износа зависит от величины скорости резания и подачи. Плавное нарастание износа во всех случаях наблюдается до величины фаски износа по задней грани порядка $0,2 \div 0,3$ мм, а далее износ начинает прогрессировать. В процессе износа наблюдается зональное выкрашивание режущей кромки. В местах выкрашивания создаются очаги более интенсивного износа. Частицы твердого сплава, уносимые сходящей стружкой, имеют размеры от микроскопических до заметных невооруженным глазом. На рис. 1 показана фотография титановой стружки с приварившимся к ней кусочком твердого сплава. Там же четко заметна дополнительная деформация поверхности стружки в месте вырывания. Истирание задней поверхности происходит равномерно без очагов выкрашивания. После выкрашивания режущей кромки износ переносится и на заднюю грань инструмента, где образуются глубокие продолговатые выемки по длине, значительно большей, чем основная фаска износа по задней грани. Момент этой стадии износа легко обнаруживается по рискам на обработанной поверхности, по виду сходящей стружки, при этом динамометром фиксируется рост горизонтальных составляющих силы резания.

С этого момента наступает период интенсивного износа. Зональные выкрашивания режущей кромки не всегда имеют место. Очень часто износ протекает равномерно, и только при достижении определенной величины фаски износа по задней грани происходит мгновен-

ное разрушение режущей кромки по всей длине рабочего участка. В большинстве случаев снос режущей кромки происходит при фаске износа по задней грани сыше 0,4 мм. Передняя грань при этом резко понижается, наступает этап катастрофического износа. В связи с этим за критерий затупления твердосплавных резцов марки ВК8 и ВК6М при обработке труднообрабатываемых сплавов титана принимается величина фаски износа вдоль задней поверхности, равная 0,4 мм.

Протекание износа во времени сильно зависит от скорости резания, подачи и переднего угла инструмента, как основных факторов, определяющих тепловой и силовой режим работы режущих кромок инструмента. График на рис. 2 показывает значительную разницу в стойкости инструмента при увеличении скорости резания и подачи.

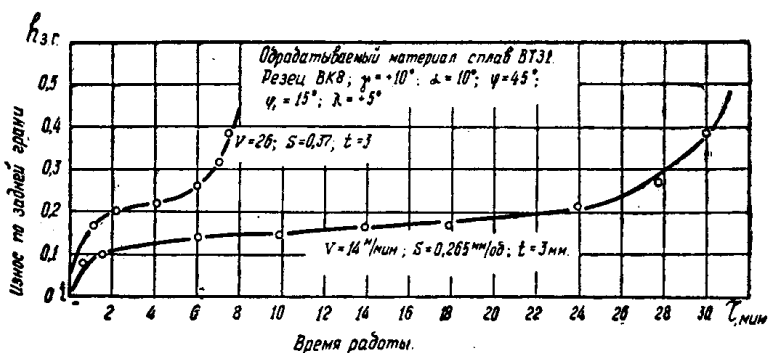


Рис. 2

Развивая описанные представления о характере износа инструмента при точении титановых сплавов, следует остановиться на ряде причин, обуславливающих специфику износа. Важным обстоятельством, определяющим характер износа, являются высокие контактные нагрузки на рабочих поверхностях инструмента.

Это связано с малыми размерами площади контакта инструмента с обрабатываемым материалом. Как показывают экспериментальные данные, при обработке резанием титановых сплавов видимая площадь контакта в 2 ÷ 3 раза меньше, чем при резании стали той же твердости в аналогичных условиях. Чтобы объяснить подобное явление, необходимо учесть одну из особенностей титановых сплавов — чрезвычайно высокую активность по отношению к кислороду и азоту воздуха. За счет проникновения воздуха со стороны менее нагруженного участка контактной зоны, примыкающего к точке отрыва стружки от передней грани, значительно сокращается площадь пластического контакта. С ростом скорости резания повышается температура контакта, что способствует более интенсивному взаимодействию контактной стороны стружки с окружающей атмосферой. Площадь пластического контакта при этом уменьшается быстрее, чем номинальная площадь контакта.

Существенное влияние на износ оказывает характер распределения температуры и напряжений на контактных поверхностях инструмента. По данным А. Н. Резникова [4], при точении титанового сплава ВТ2 твердосплавным инструментом ВК8 на скорости резания — 30 м/мин, при подаче 0,2 мм/об максимум температуры (1000°С) концентрируется вблизи режущей кромки. Ярко выраженная неравномерность наблюдается и в распределении напряжений вдоль режущих кромок. Эпюры распределения касательных и нормальных напряжений, полученные В. Ф. Бобровым [5] для сплава ВТ-2, показывают, что интенсивность напряжений на режущей кромке при точении тита-

нового сплава значительно больше, чем для стали 40, латуни Л78 и серого чугуна. Специфика контактных явлений определяет и геометрию изнашиваемых поверхностей инструмента. По мере износа наблюдается завал режущей кромки со стороны передней грани, формирование отрицательного заднего угла на фаске износа по задней грани, при этом радиус скругления режущего лезвия по причине самозатачивания изменяется в пределах $15 \div 20$ мк.

На критических этапах износа наблюдается пластическая деформация режущего клина, которая проявляется в виде наплывов, выпучивания передней и задней поверхности инструмента за площадками контакта.

Очевидно, что под воздействием высоких контактных температур происходит размягчение кобальтовой связки, при этом касательные напряжения достигают предела текучести на сдвиг контактных слоев инструментального материала. На стадии интенсивного износа происходит притупление режущей кромки и образуется большой радиус скругления, который сопрягает изношенную переднюю грань инструмента с отрицательной фаской износа по задней грани. При дальнейшей работе таким инструментом радиус скругления режущей кромки вновь уменьшается в результате самозатачивания.

Таким образом, физическая картина износа инструмента связана со специфическими особенностями процесса резания титановых сплавов и зависит от условий обработки. При низких скоростях резания наблюдается абразивный и адгезионный износ, которые дополняют друг друга.

Повышение скорости резания и подачи ведет к увеличению концентрации температур и напряжений у режущих кромок инструмента.

В этих условиях решающую роль начинает играть присущая титану высокая химическая активность, способствующая усилению адгезии (схватыванию) и возникновению диффузионных процессов, которые интенсифицируют износ инструмента. С увеличением износа или дальнейшим повышением режимов обработки возрастает тепловая и силовая нагрузка на контактных поверхностях инструмента, что приводит к пластической деформации режущих кромок инструмента или к сколу.

Проведенные исследования характера износа твердосплавного инструмента при точении труднообрабатываемых сплавов титана представляют значительный интерес для решения основного вопроса обрабатываемости резанием труднообрабатываемых сталей и сплавов—определения стойкости и работоспособности режущего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Васильев. Применение проволочных датчиков для измерения сил резания при обработке металлов. Периодическая информация, тема № 28, № К-54-83, М., 1953.
2. Г. Л. Куфарев, В. А. Наумов. Влияние износа на силы резания при точении. Известия Томского политехнического института, том 147, 165.
3. В. А. Наумов. Особенности процесса резания изношенным инструментом. Кандидатская диссертация, Томск, 1966.
4. А. Н. Резников. Теплообмен при резании и охлаждении инструментов. Машгиз, М., 1963.
5. В. Ф. Бобров. Определение напряжений в режущей части металлорежущих инструментов. Сб. трудов «Высокопроизводительное резание в машиностроении». Издательство «Наука», М., 1966.