

$$N = 0,6213 \frac{b_1 \cdot h_{г.н}}{h_0 \cdot d_0} \cdot \left(\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_{-н}} \right)^{t_r} \quad (15)$$

При этом принята величина показателя степени $t_r = 5$ [2], температурная зависимость предела прочности $\sigma_{сж}$ по данным Г.С. Креймера [2].

Анализ полученных данных (рис. 3.) показывает, что интенсивное снижение действующих нагрузок σ_m в зоне температур выше 820 К при практически линейном снижении прочности сплава ВК8 приводит к росту числа циклов m , требуемых в среднем для разрушения слоя толщиной h_0 при температурах 970 ÷ 1070 К. Замедление снижения σ_m при $\Theta > 1020$ К вследствие усиления явлений высокотемпературного схватывания [1] контактирующих материалов приводит к снижению интенсивности нарастания m в зоне высоких температур контакта. В то же время увеличивается площадь поперечного сечения $h_0 d_0$ единичного фрагмента износа вследствие роста критического размера разрушающих микротрещин в зоне высоких температур, как показано выше (рис. 2).

Совместное влияние указанных выше факторов приводит к экстремальности зависимости $N(\Theta)$ при температурах 990 ÷ 1030 К, что соответствует температуре максимума коэффициента адгезии f_a , диапазону гомологических температур (0,6 ÷ 0,65) $\Theta_{пл}$ обрабатываемого материала, при которых наблюдается минимальная интенсивность износа инструмента и максимальная скорость диссипации механической энергии в тепловую.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шустер Л.Ш., Постнов В.В., Мигранов М.Ш.. Разработка математических моделей контактных процессов для управления мехатронными станочными системами. / Новые технологии управления движением технических объектов. 2-я Междунар. науч.-техн. конф. г. Новочеркасск, 1999. – С. 146.
2. Постнов В.В., Шарипов Б.У., Шустер Л.Ш. Процессы на контактных поверхностях, износ режущего инструмента и свойства обрабатываемой поверхности. Учебн. пособие. – Свердловск: Изд. УПИ, 1988. – 224 с.

Уфимский государственный авиационный технический университет

УДК 621.165.004

Л.Ш. ШУСТЕР, М.Ш. МИГРАНОВ, В.В. ПОСТНОВ

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Представлены результаты экспериментальных исследований триботехнических характеристик процесса резания при точении и фрезеровании с использованием режущего инструмента с многослойными износостойкими покрытиями.

Возрастающую роль применения покрытий для повышения износостойкости режущего инструмента как для обработки металлов резанием в условиях современного машиностроительного производства, так и при эксплуатации деталей с покрытиями в машинных узлах и агрегатах трудно переоценить. Использование современного высокопроизводительного и дорогостоящего металлорежущего оборудования, оснащенного системами числового программного (ЧПУ) и адаптивного управления (АдСУ), особенно в условиях

гибких автоматизированных производств (ГАП) и мехатронных систем, повышает требования, предъявляемые к качеству, надежности режущего инструмента, ужесточает условия его работы. Отмечается увеличение расхода инструмента на единицу выпускаемой продукции и затрат на инструмент [1, 4], составляющих до 4 – 7 % всех затрат на изготовление изделий. Таким образом, повышение работоспособности режущих инструментов за счет увеличения их стойкости, надежности и производительности является одним из главных факторов повышения эффективности в целом всего производства. В связи с этим актуальной задачей является создание принципиально новых инструментальных материалов, так называемых композиционных, которые обладают повышенной поверхностной износостойкостью и относительно высокой прочностью, а также вязкостью.

Режущие инструменты работают в условиях воздействия сложного комплекса факторов, например, высоких контактных напряжений и температур, а также в условиях активного протекания физико-химических процессов. При этом контактные площадки инструмента интенсивно изнашиваются в условиях абразивного воздействия инструментального материала, адгезионно-усталостных, коррозионно-окислительных и диффузионных явлений [3, 4]. Работоспособность инструмента может быть повышена за счет такого изменения поверхностных свойств, при которых контактные площадки режущего клина будут наиболее эффективно сопротивляться вышесказанным видам изнашивания и явлениям как при комнатной, так и при повышенной температурах. При этом инструментальный материал должен одновременно обладать достаточным запасом прочности при сжатии и изгибе, приложении ударных импульсов и знакопеременных напряжений. Перечисленные свойства обычно являются взаимоисключающими и создание режущего инструмента с идеальным комплексом указанных свойств в объеме однородного тела практически не представляется возможным, поэтому в настоящее время очень большое внимание уделяется многокомпонентным и многослойным покрытиям.

Известно [2–4], что химический состав, физико-механические и теплофизические свойства покрытий могут значительно отличаться от соответствующих свойств инструментального и обрабатываемого материалов и, как следствие, многослойное покрытие следует рассматривать как своеобразную «третью среду». Причем эта среда с одной стороны может заметно изменять поверхностные свойства инструментального материала, с другой – влиять на контактные процессы, деформацию, температуру и усилия резания, направленность тепловых потоков, термодинамическое напряженное состояние режущей части инструмента, проявляя эффект каждого из слоев покрытия.

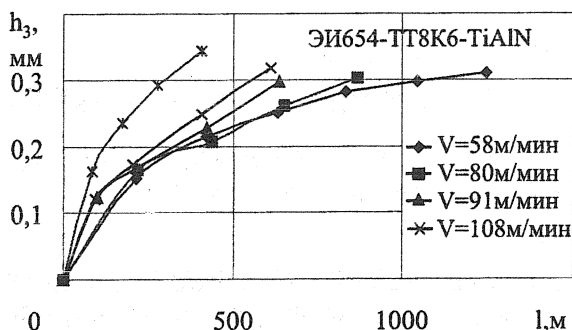


Рис.1. Влияние длины пути резания на износ инструмента по задней поверхности при точении с различными скоростями резания

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований закономерностей влияния на износостойкость инструментального материала с многослойными покрытиями в зависимости, во-первых, от их химического состава и кристаллохимического строения, во-вторых, технологии получения этих покрытий, в-третьих, при лезвийной обработке различных материалов в широком диапазоне изменения элементов режима резания.

Проведены триботехнические исследования на адгезиометре при использова-

нии сферических инденторов из быстрорежущей стали Р6М5 без покрытия, с покрытиями (TiCr)N и (TiCr)N + эпилама – материал образцов из стали 40Х (20 HRC), а также серии натурных испытаний при фрезеровании и точении. Фрезерование осуществлялось на вертикально-фрезерном станке НЕСКЕРТ стали 40Х концевыми фрезами ($d = 12 \text{ mm}$, $z = 4$) марки “Carbide” (США) – твердый сплав на основе карбидов вольфрама; “Carbide” + покрытие (TiAl)N; “HSS”+ покрытие (TiCr)N (Россия) – быстрорежущая карбидосталь; М42 (Япония) – быстрорежущая сталь с содержанием 8 % Со; М42 + покрытие (TiAl)N и резцовыми фрезами ($d = 90 \text{ mm}$, $z = 1$) со сменными четырехгранными твердосплавными пластинами ТТ8К6 и ТТ8К6 + покрытия TiN, (TiCr)N, (TiAl)N, (AlTi)N, (TiAlCr)N, (AlTiCr)N с различным процентным содержанием каждого из элементов покрытия, при различных режимах резания ($n = 500 - 900 \text{ об/мин}$, $S = 60 - 100 \text{ мм/мин}$, $t = 1 - 3 \text{ мм}$, $b = 4 - 10 \text{ мм}$). Причем эти покрытия нанесены как различными фирмами («Бальцерс», «Caromant», “Carbide”, МКТС и другие) так и методами, в частности, после предварительного отжига импульсами, как основы, так и самого покрытия; с отдельных катодов; от сплавного катода. Точение производилось на токарном станке 16К20 сталей и сплавов – 40Х, ЭИ – 654, ЖС6УВИ твердосплавными пластинами ТТ8К6 со всеми вышеперечисленными покрытиями.

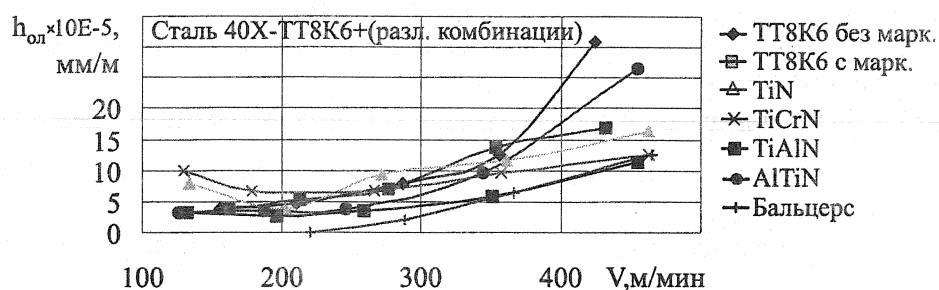


Рис. 2. Влияние скорости резания на относительный линейный износ инструмента при точении с различными покрытиями

При фрезеровании и точении исследовались такие эксплуатационные свойства режущего инструмента и самого процесса, как износ инструмента по задней поверхности (рис. 1), относительный линейный износ, температура и усилия резания, коэффициент усадки стружки, а также период стойкости (рис. 2) и показатели качества обработанной поверхности.

По результатам этих исследований можно сделать следующие выводы:

- применение покрытия и эпиламы существенно снижает прочность на срез адгезионных связей практически во всем исследованном диапазоне температур контакта;
- износостойкость концевых фрез в зоне низких скоростей резания в значительной мере определяет наличие хорошего покрытия. Очевидно, титаново-алюминиевые покрытия по сравнению с другими показали более высокую износостойкость где-то на 30 – 45 % и при высоких режимах резания;
- износостойкость твердосплавных пластин с покрытиями при точении, в сравнении с основой в исследуемом диапазоне режимов обработки составляла в среднем на 15 – 25 % в лучшую сторону (рис. 2, 3).

Лучшие показатели эксплуатационных свойств многослойных покрытий характерны для $(\text{TiAl})\text{N}$, $(\text{AlTi})\text{N}$, $(\text{AlTiCr})\text{N}$. Видимо, это объясняется тем, что эти многослойные покрытия оказывают влияние на перераспределение теплового потока в зоне контакта и износостойкость режущего инструмента в зоне приработочного износа.

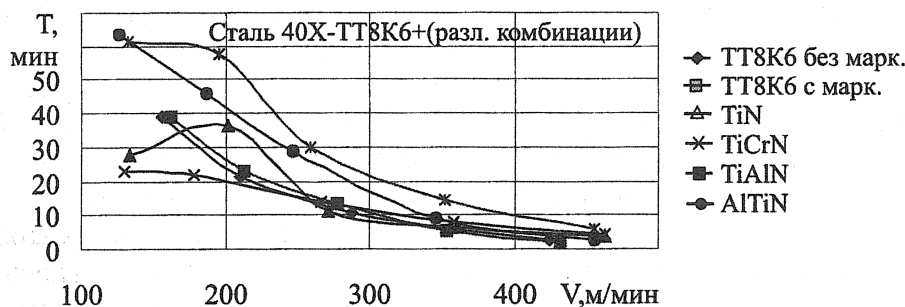


Рис.3. Влияние скорости резания на период стойкости инструмента с различными покрытиями

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А.А., Гаврилов А.Г., Падалко В.Г. Прогрессивные технологические процессы в инструментальном производстве. – М.: Машиностроение, 1981.–214 с.
2. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986.–192 с.
3. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1982.–320 с.
4. Старков В.К. Технологические методы повышения надежности обработки на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1984.–120 с.

Уфимский государственный авиационный технический университет

УДК 621.011

М.Г. ГОЛЬДШМИДТ

О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ

Показано, что при лезвийной обработке формирование остаточных напряжений в поверхностном слое определяется напряженно-деформированным состоянием металла в зоне стружкообразования.

Остаточные напряжения в поверхностном слое, образующиеся при обработке резанием, могут вызвать изменение эксплуатационных свойств поверхности, а также коробление детали, особенно заметное при недостаточной жесткости последней.

Знание механизма формирования остаточных напряжений (ОН) позволяет прогнозировать возможные их негативные проявления и определять технологические пути регулирования точности и качества поверхности [1].