

## Повышение эффективности применения резцов, оснащенных безвольфрамовыми твердыми сплавами

Канд. техн. наук С. В. ГРУБЫЙ

На ЗИЛе прошли производственные испытания и стали применяться резцы, оснащенные сменными многогранными пластинами из безвольфрамовых твердых сплавов (БВТС). Производственный опыт свидетельствует о возможности использования указанных резцов на операциях непрерывного точения заготовок с равномерным припуском при наличии достаточно жесткого оборудования и оснастки [1]. С применением резцов, оснащенных БВТС, в поточно-массовом производстве снизился расход дефицитных вольфрамсодержащих инструментальных материалов, в ряде случаев повысилась стойкость инструмента и увеличилась производительность обработки, улучшились экономические показатели. Вместе с тем следует отметить, что рациональное использование БВТС возможно только при правильном назначении режимов резания и выборе условий эксплуатации резцов [2, 3].

С целью повышения эффективности и расширения области применения резцов из БВТС в поточно-массовом производстве были проведены комплексные лабораторные (МВТУ им. Баумана) и производственные (ПО ЗИЛ) исследования токарных сборных проходных резцов конструкции ЗИЛ [2] с механическим креплением сменных многогранных пластин различных форм из сплавов КНТ16 и ТН20. В лабораторных условиях обрабатывали заготовки из конструкционных углеродистых и легированных сталей различных марок в нормализованном состоянии ( $\sigma_B = 465 \div 800$  МПа, 126—223 НВ). Производственные испытания резцов проводили на токарных операциях обработки деталей автомобиля ЗИЛ на станках типа гидрокопировальных и многошпиндельных полуавтоматов (Мод. 50СА, 1713, 165П8, 1К282). Резцы испытывали, как правило, с применением СОЖ (ЭГТ или Укринол-1). Время поворота или замены пластины определяли по технологическим признакам и обеспечению требований к выполняемой операции. При этом фиксировали число обработанных деталей, величину износа резцов, число сколов, поломок или причины замены пластины.

Износ резцов, оснащенных БВТС, изучали в ходе проведения стойкостных исследований при изменении условий резания и режимов в широких пределах. Параметры износа режущих пластин измеряли с помощью специальных оптико-механических устройств без снятия резца со станка. Регистрировали линейные параметры: длину  $b_d$ , ширину  $a_d$  и глубину  $h_d$  лунки на передней поверхности; максимальную ширину площадки износа по главной задней  $h_{z,гд}$  и вспомогательной  $h_{z,всп}$  поверхностям. Износ резца по массе по передней  $m_d$  и задней  $m_z$  поверхностям определяли на основе микрометрических измерений. Изношенные поверхности режущих пластин исследовали на растровых электронных микроскопах (РЭМ) «Стереоскан» и «Камебакс» с микрорентгеноспектральными анализаторами. Силы резания регистрировали динамометром УДМ-600. Шероховатость обработанной поверхности измеряли с помощью микроскопа МИС-11 и профилометров «Калибр».

Установлено, что при непрерывном точении на передней поверхности пластин из БВТС образуется лунка в результате частичного износа фаски и стружколомающей канавки, а на задних поверхностях — площадка износа. Габаритные размеры лунки в первую очередь зависят от сечения срезаемого слоя и направления схода стружки и практически не изменяются за период резания. Ширина площадки износа неравномерна по величине на главной, переходной и вспомогательной задних поверхностях, причем наибольшая ширина площадки износа наблюдается, как правило, на главной или вспомогательной задних поверхностях.

Изучение износа показало, что постепенное увеличение линейных параметров во времени для пластин из БВТС наблюдается при  $v > 0,84$  м/с и  $s = 0,1 \div 0,45$  мм/об. На рис. 1 показаны зависимости параметров износа от периода резания для резцов, оснащенных пластинами из сплава ТН20. Можно отметить, что при  $h_{z,гд} = 0,3$  мм резко увеличивается интенсивность изнашивания вспомогательной задней поверхности и

заметно возрастают износ по массе  $m_3$  и шероховатость обработанной поверхности. Для резцов с пластинами из сплава КНТ16 на участке нормального изнашивания заметного изменения интенсивности изнашивания задних поверхностей не наблюдается.

Анализ частных кривых износа для периода нормального изнашивания резцов с пластинами формы 02114—100412 (ГОСТ 19048—80) ( $\varphi=90^\circ$ ) из сплава КНТ16 позволил вывести обобщенную формулу

$$h_{3,г.л} = \frac{3,48 v^{1,60} t^{0,88} s^{2,053} K'_{им}}{e^{-7,627s}} + \left( \frac{2,04 \cdot 10^{-6} v^{2,16} t^{0,49} e^{11,014s}}{s^{2,529}} K''_{им} K''_{сож} \right) \tau,$$

где  $K'_{им}=0,41$ ,  $K''_{им}=0,31$  — поправочные коэффициенты для сплава ТН20;  $K''_{сож}=0,48$ ;  $v \geq 1,67$  м/с,  $t=0,7 \div 4$  мм,  $s=0,1 \div 0,45$  мм/об,  $\tau=10 \div 60$  мин.

Проведенное на РЭМ исследование поверхностей режущих пластин, соответствующих участку нормального изнашивания, выявило наличие на них обрабатываемого металла при  $v=0,84 \div 3,5$  м/с и различной величине износа реза. Обрабатываемый металл наблюдается в виде относительно крупных частиц или наливов, представляющих собой деформированный несплошной слой с явно выраженным направлением вдоль линии скольжения. Наиболее крупные частицы обрабатываемого металла (до 0,3—0,4 мм) обнаружены на передней поверхности при обработке с  $v=0,84 \div 1,33$  м/с; при обработке с  $v > 1,33$  м/с налип металла зарегистрированы на передней и задних поверхностях. Наличие и характер расположения наливов и частиц металла на изношенных поверхностях пластин свидетельствуют о возникновении адгезионных сил схватывания, играющих, по-видимому, основную роль в общем механизме изнашивания резцов из сплавов БВТС.

Изучение параметров износа показало, что в качестве критерия затупления для резцов из БВТС целесообразно принять ширину площадки износа по главной задней поверхности. Изменение остальных линейных параметров износа по массе и сопутствующих признаков (шероховатости обрабатываемой поверхности и силы резания) связано с изменением  $h_{3,г.л}$ . Так, увеличение  $h_{3,г.л}$  приводит к монотонному росту составляющих силы резания [2], а также увеличению шероховатости обработанной поверхности.

Шероховатость обработанной поверхности увеличивается с увеличением износа и подачи (рис. 2). Скорость резания в диапазоне  $v \geq 0,67$  м/с, а также форма пластин и марка БВТС существенного влияния на величину шероховатости не оказывают.

Помимо этого, с увеличением износа главной задней поверхности реза изменяется состояние обработанной поверхности. Можно отметить, что регулярный микро рельеф обработанной поверхности без заметных наливов существует при работе острым резцом и сохраняется при увеличении износа до 0,5 мм. С возрастанием износа до 0,8 мм качество обработанной поверхности заметно снижается — регулярный микро рельеф нарушается и, как показывает микрорентгеноспектральный анализ, возникают налипцы, представляющие собой деформированный слой обрабатываемой стали.

С увеличением времени резания наступает катастрофический износ, при котором наблюдается характерное выкрашивание и разрушение режущих кромок, что приводит к появлению микросколов на лезвину и поломкам пластин. Поломки пластин наступают для сплава КНТ16 при  $h_{3,г.л}=0,55 \div 0,65$  мм, для сплава ТН20 при  $h_{3,г.л}=0,35 \div 0,45$  мм.

Катастрофический износ может быть вызван также пластической деформацией режущего клина пластин, которая возникает на интенсивных режимах резания. Развитию пластической деформации способствует нагрев пластины вследствие пониженной теплопроводности.

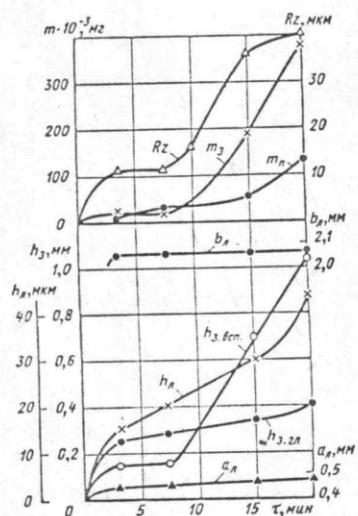


Рис. 1. Влияние периода резания на параметры износа резцов: сплав ТН20;  $v=3,31$  м/с;  $t=1,5$  мм;  $s=0,2$  мм/об

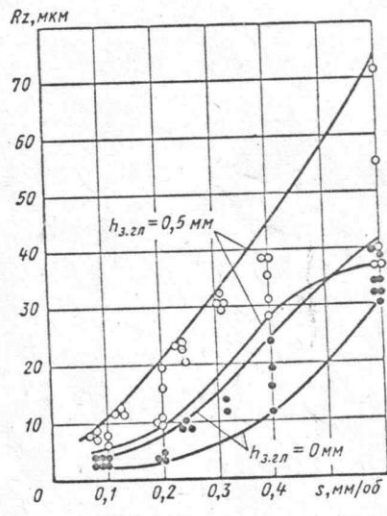


Рис. 2. Влияние подачи на шероховатость обработанной поверхности: сплав КНТ16;  $v=2$  м/с;  $t=2,5$  мм

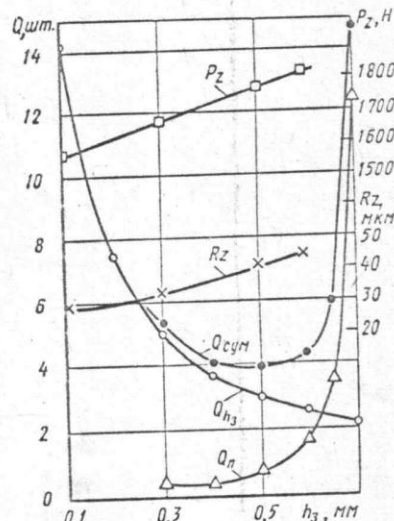


Рис. 3. Влияние износа резцов на удельный расход вершин, главную составляющую силы, шероховатость обработанной поверхности:

сплав КНТ16;  $v=1,55$  м/с;  $t=2,5$  мм;  $s=0,4$  мм/об

ти сплава БВТС. В результате пластической деформации режущего клина нарушается процесс нормального стружкообразования и наблюдается срез поверхностных контактных слоев пластины. Пластическая деформация режущего клина для различных сплавов БВТС определяется условиями резания. Так, заметная пластическая деформация для пластин из сплава КНТ16 наступает при  $v > 1,7$  м/с и  $s > 0,4$  мм/об при работе без СОЖ. Выбор режимов резания согласно рекомендациям [2—4] позволяет уменьшить отрицательное влияние пластической деформации на работоспособность резцов из БВТС.

Максимально допустимую величину принятого критерия затупления устанавливали по результатам производственных опытов с учетом числа сколов и поломок пластин. Проведенные опыты показали, что использование резцов с пластинами из сплава ТН20 в поточно-массовом производстве затруднено вследствие значительного числа сколов и поломок пластин. При этом число сколов и поломок практически не зависит от величины износа, которая не превышает 0,3 мм, ввиду преждевременного выхода резцов из строя. Для резцов с пластинами из сплава КНТ16 число сколов и поломок пластин зависит от величины износа. Характерным примером является токарная обработка винта гидроусилителя рулевого управления автомобиля. По результатам испытаний на этой операции рассчитали удельный расход режущих вершин (число вершин на обработку 1000 деталей) при изнашивании без поломок и сколов  $Q_k$ ; из-за поломок и сколов  $Q_n$ ; суммарный  $Q_{сум}$  (рис. 3).

Следует отметить, что с увеличением износа снижается удельный расход вершин  $Q_k$ , монотонно увеличи-

ваются шероховатость обработанной поверхности и главная составляющая силы резания. Начиная с  $A_{з,гн} = 0,3$  мм, заметно увеличивается удельный расход  $Q_n$  режущих вершин из-за поломок и сколов. Кривая суммарного удельного расхода имеет минимум при износе 0,5 мм.

Таким образом, максимально допустимой величиной износа пластин из сплава КНТ16 при непрерывном точении следует считать 0,5 мм, так как дальнейшее использование этих пластин приводит к их повышенному расходу.

Использование резцов, оснащенных сменными многогранными пластинами из БВТС, согласно полученным рекомендациям позволит повысить эффективность и расширить область их практического применения.

#### Список литературы

1. Исследование и применение резцов, оснащенных безвольфрамовыми твердыми сплавами / С. В. Грубый, Л. Б. Цейтлин, Е. К. Зверев, В. Д. Колесниченко.— Технология автомобилестроения, 1982, № 7, с. 23—26.
2. Грубый С. В., Зверев Е. К. Режущие свойства резцов, оснащенных безвольфрамовыми твердыми сплавами.— Вестник машиностроения, 1983, № 12, с. 41—45.
3. Андреев В. Н., Анмегилян Б. О., Вартанян В. Г. Режущие свойства резцов с пластинами из безвольфрамовых твердых сплавов.— Станки и инструмент, 1981, № 7, с. 16—18.
4. Бобров В. Ф., Иванов В. В. Режущие свойства титановых твердых сплавов при непрерывном точении углеродистых и легированных конструкционных сталей.— Вестник машиностроения, 1979, № 2, с. 53—56.