

3. Новые технологии автомобилестроения/ Шандров Б.В., Варганов М.В: Наука производству, № 4. 2005, – 15 с.
4. Современное состояние и перспективы применения в отрасли ультразвуковой размерной обработки изделий./ Моргунов Ю.А., Опальницкий А.И., Перепечкин А.А.: Журнал «Известия МГТУ «МАМИ», 2012, №2, - с.140..144.
5. Перспективы развития и применения физико-химических методов и технологий в производстве двигателей/ Саушкин Б.П., Шандров Б.В., Моргунов Ю.А.: «Известия МГТУ «МАМИ», 2012, №2, с. 242...248.

### **Износ многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин при точении экспериментальной стали 75ХГСФ**

Волков Р.Б.

ОАО «ОК ЛОЗА», п. Лоза, Моск. обл  
[volkovroman@gmail.com](mailto:volkovroman@gmail.com)

*Аннотация.* Рассмотрен характер износа многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин (МНТП) при точении экспериментальной высокоуглеродистой легированной стали 75ХГСФ. Даны рекомендации по выбору формы пластин, углов режущей части и виду износостойких покрытий задних и передней поверхностей.

*Ключевые слова:* сталь, характер износа, передняя поверхность, задняя поверхность

Внедрение новых материалов для изготовления изделий вызывает необходимость оценки обрабатываемости. Различают обрабатываемость материала различными методами: лезвийной обработкой (с разделением на обрабатываемость точением, сверлением, фрезерованием ...); абразивной обработкой (шлифуемость); методами физико-химической обработки и др.

Обрабатываемость материала резанием можно оценить одним или несколькими показателями: качество обработанной поверхности; стойкость режущего инструмента; сила резания или потребляемая мощность резания; допустимые режимы обработки; ограничения на номенклатуру инструментальных материалов; тип стружки и условия ее отвода...

В зависимости от вида резания и условий обработки те или иные технологические показатели становятся определяющими. Например, при черновой обработке основным показателем является производительность, составляющие силы и потребляемая мощность резания; условия транспортировки стружки из зоны резания. При чистовой и получистовой обработке – в понятие качество обработанной поверхности входят: глубина наклепанного слоя; степень наклепа; величина и знак остаточных напряжений в этом слое.

В технологической лаборатории Университета машиностроения и в производственных условиях ОАО «ОКБ ЛОЗА» проведены исследования обрабатываемости лезвийным инструментом новой подшипниковой стали 75ХГСФ.

Малое количество исследуемого материала ограничило область исследования, только чистовой и получистовой токарной обработкой (продольное точение) и одним типом МНТ пластин. Для экспериментов выбраны наиболее распространенные в отечественном машиностроении пластины из металлокерамического сплава системы *CoroTurn 107* фирмы *Sandvik Coromant*, Швеция.

С учетом диаметров образцов и характеристик токарного станка, для исследований выбраны следующие технологические режимы обработки (таблица 1).

Определение характера и предельного износа режущей части инструмента проводилось с помощью классического однофакторного эксперимента на предельных режимах.

Через каждые 0,35м осуществлялось цифровое фотографирование передней и задних поверхностей режущей пластины с одновременным замером шероховатости обработанной поверхности на профилографе - профилометре Калибр 201. Цифровая фотография поверхно-

стей пластины проводилась на бинокулярном микроскопе МБС-9 (при увеличении  $\times 2$ ;  $\times 4$ ;  $\times 7$ ) с помощью цифровой камеры – окуляра для микроскопа *Levenhuk* серия *C*. Для определения реального масштаба одновременно фотографировался объект – микрометр (стеклянная шкала 1мм, цена деления 0,01мм). Критерием предельного износа режущей пластины служило резкое ухудшение шероховатости обработанной поверхности.

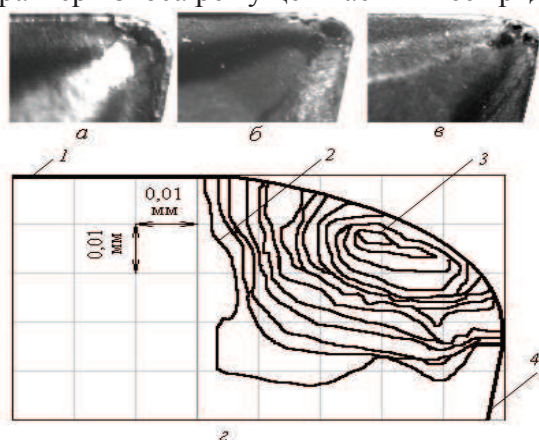
Таблица 1

## Режимы лезвийной обработки

Параметр	Скорость резания, м/мин	Подача на оборот, мм/об	Глубина резания, мм
min	78,5	0,07	0,1
max	251,2	0,28	0,25

Определения влияния технологических режимов на стойкость режущего инструмента и на шероховатость обработанной поверхности проводилось с помощью трехфакторного статистического эксперимента с преобразованием параметра оптимизации.

Проведение предварительных экспериментов по точению стали 75ХГСФ показало, что характер износа режущей части имеет ряд особенностей.

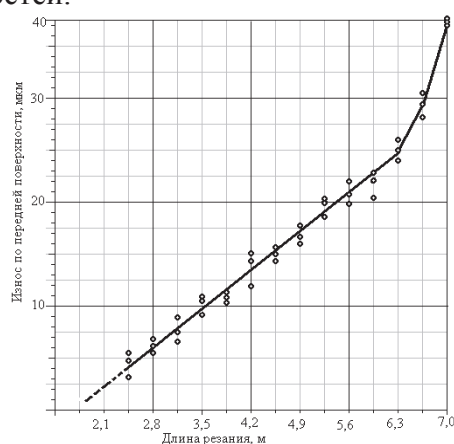


**Рисунок 1. Износ реза по передней поверхности: а – путь резания 0,2 м; б – путь резания 4,9 м; в – путь резания 7,0 м; г - изолинии износа по передней поверхности; 1 – вспомогательная режущая кромка; 2, 3 – изолинии износа (путь резания 7,0 ... 2,45 м); 4 – главная режущая кромка**

На передней поверхности, в районе вершины резца в период приработки (0,1 ... 0,2 м длины резания) происходит износ фаски и на поверхности появляется характерная светлая полоса (рисунок 1, а). Эта полоска остается на протяжении всего времени работы резца, не развиваясь в лунку. До длины резания 2,3 ... 2,5 м износ по передней поверхности выражается в небольшом округлении главной режущей кромки. На длине резания 2,5 ... 6,0 м интенсивность износа несколько возрастает. Износ выражается в появлении лунки износа, которая перемещается как в сторону вершины резца, так и в противоположном направлении (рисунок 1, б, г). При длине резания 6 м интенсивность износа еще более возрастает. При этом начинается выкрашивание по вершине резца (рисунок 1, в). Однако величина износа по передней поверхности незначительна (рисунок 2), поэтому принимать его в качестве критерия затупления нецелесообразно.

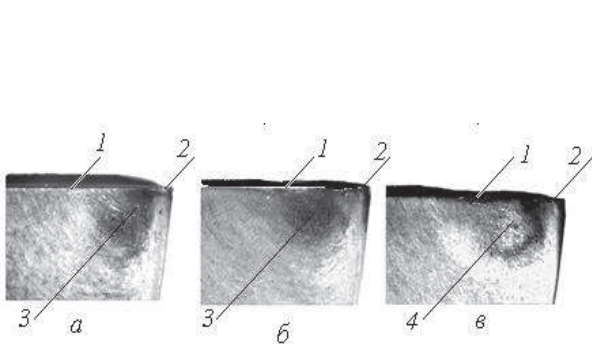
Картина износа по главной задней поверхности неоднозначна. На этой поверхности наблюдается 3 вида износа: абразивный износ покрытия 3 (рисунок 3), адгезионное выкрашивание в районе вершины 2 и адгезионный износ 4 в зоне стертого покрытия (рисунок 1).

Высокий абразивный износ покрытия объясняется особенностями химического состава стали 75ХГСФ (наличием большого количества карбидов, что приводит к высокому истира-

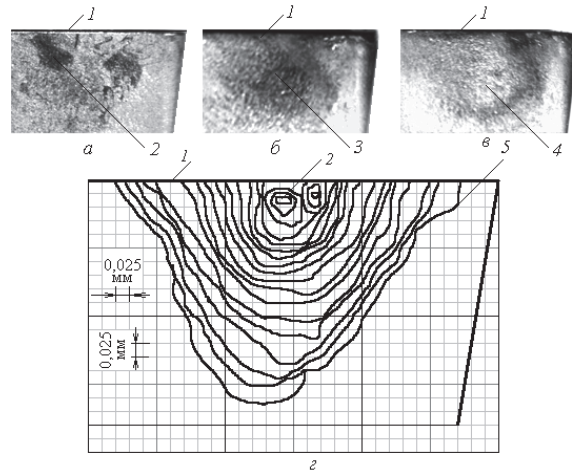


**Рисунок 2. Износ реза по передней поверхности: сталь 75ХГСФ; МНТ пластина из металлокерамического сплава системы *CoroTurn 107* фирмы *Sandvik Coromant*, Швеция; скорость резания 251,2 м/мин; подача на оборот 0,28 мм/об; глубина резания 0,25 мм**

ющему эффекту). На начальном этапе (обработка  $\sim 0,1 \dots 0,2$  м) появляются пятна 2 (рисунок 4) износа покрытия пластинки. На задней поверхности появляется единое пятно 3 абразивного износа покрытия. По мере обработки пятна сливаются. При дальнейшей обработке проявляются следы адгезионного износа 4 основного материала режущей пластинки. Интенсивность износа хорошо видна по т.н. изолиниям износа 5 (рисунок 4, з).

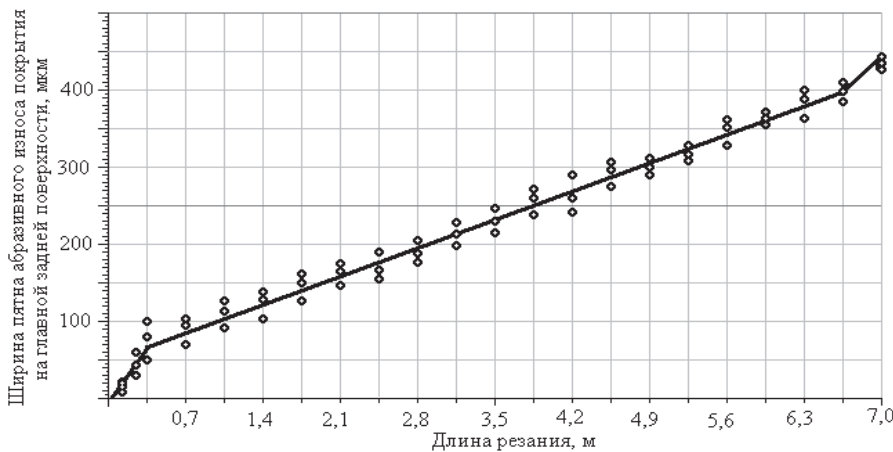


**Рисунок 3. Виды износа по главной задней поверхности: а – длина резания 1,05 м; б – 3,15 м; в – 5,25 м; 1 – главная режущая кромка; 2 – адгезионное выкрашивание в области вершины; 3 – абразивный износ покрытия; 4 – адгезионный износ**



**Рисунок 4. Абразивный износ покрытия по главной задней поверхности: а – путь резания 0,1 м; б – 2,45 м; в – 5,25 м; з – изолинии абразивного износа покрытия (путь резания 0,1 ... 7,0 м); 1 – главная режущая кромка; 2 – пятна износа покрытия; 3 – пятно абразивного износа покрытия; 4 – адгезионный износ в зоне стертого покрытия**

Кривая износа покрытия (рисунок 5) имеет стандартный вид.



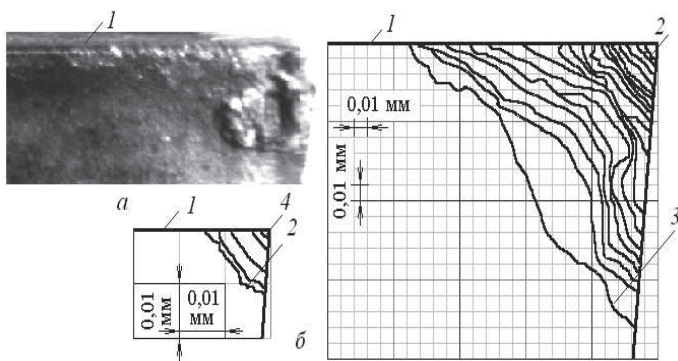
**Рисунок 5. Износ покрытия по главной задней поверхности: сталь 75ХГСФ; МНТ пластина из металлокерамического сплава системы *CoroTurn 107* фирмы *Sandvik Coromant*, Швеция; скорость резания 251,2 м/мин; подача на оборот 0,28 мм/об; глубина резания 0,25 мм**

Период приработки (появление и рост отдельных пятен износа) продолжается относительно небольшое время (во время обработки  $\sim 0, \dots$ ). При дальнейшей обработке (с 0,3 м до 5,6...6,3 м) эти пятна сливаются в единое пятно, которое растет с небольшой интенсивностью. Начиная с 2,8... 4,55 м обнажается сердцевина режущей пластинки и абразивный износ покрытия переходит в адгезионный износ материала режущей пластинки. Примерно с 6 м интенсивность износа резко возрастает.

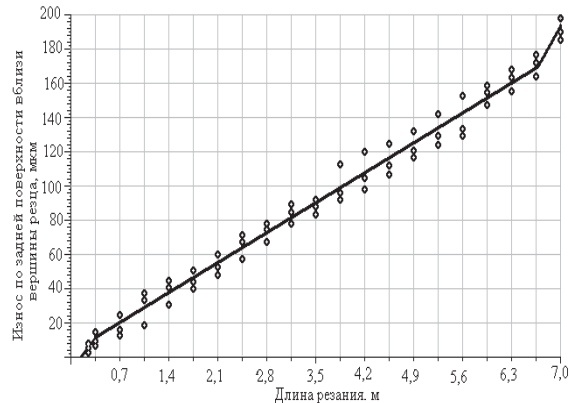
Одновременно с абразивным износом покрытия протекает адгезионный износ вблизи

вершины резца (рисунок 6, а). В начальный период резания в районе вершины резца, на главной задней поверхности появляется светлая фаска 4 (рисунок 6, б). Во время резания эта фаска развивается (на фотографии хорошо видны следы вырыва материала режущей пластинки), приводя к катастрофическому износу (изолиния 3). Кривая износа главной задней поверхности вблизи вершины резца приведена на рисунке 7.

Наличие износа вспомогательной задней поверхности определяется упругим восстановлением обработанной поверхности подшипниковой стали 75ХГСФ.



**Рисунок 6. Адгезионный износ по главной задней поверхности вблизи вершины резца: а – внешний вид; б – изолинии адгезионного износа; 1 – главная режущая кромка; 2... 3 – изолинии площадки износа (0,1 ... 7,0 м)**



**Рисунок 7. Кривая износа по главной задней поверхности вблизи вершины резца; скорость резания 251,2 м/мин**

#### Выводы

1. Сталь 75ХГСФ можно отнести к классу  $P$  по классификации ISO 513.
2. Основные проблемы при обработке данной стали это: высокая истирающая способность и большое упругое восстановление обработанной поверхности. Упругое восстановление обработанной поверхности не позволяет получить шероховатость ниже  $Ra\ 1,3\ \mu\text{м}$  (7 класс). Однако износ по задней поверхности приводит к повышению шероховатости, а при  $Ra\ 5 \dots 5,5\ \mu\text{м}$  (5 класс) необходима замена режущей пластины.
3. Расчетная формула для выбора режимов резания по критерию «Заданная шероховатость поверхности»:

$$R_a = 3,89V_p^{1,12} S_0^{1,55} t^{0,4}, \text{ [мкм]} \quad (1)$$

где:  $V_p$  – скорость резания;  $S_0$  – скорость продольной подачи на 1 оборот шпинделя;  $t$  – глубина резания.

5. При черновом точении (при допустимой шероховатости поверхности  $Ra\ 5 \dots 5,5\ \mu\text{м}$ ) в качестве критерия обрабатываемости можно принять стойкость режущей пластины:

$$T = \frac{82,8}{V_p^{2,28} S_0^{1,94} t^{3,64}} \text{ [мм]}. \quad (2)$$

6. Для уменьшения шероховатости обработанной поверхности необходимо применение пластин с повышенной величиной заднего угла (до  $7^\circ$ ): пластины CCGW09T304...312S01020FWH (Sandvik Coromant, Швеция); CNMG – 0120404F (ОАО «КЗТС», Кировоград Свердловской обл., Россия).
7. Для повышения стойкости платин необходимо применение двухкарбидного твердого сплава (марки T15K10 или его аналогов) с износостойким покрытием карбонитрида титана.

#### Литература

1. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков. Справочник/ Гузев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В.: М. Машиностроение, 2007 г., 366 с.
2. Особенности точения экспериментальной стали 75ХГФС/ Черепахин А.А., Волков Р.Б.: М., Проблемы черной металлургии и материаловедения № 1, 2013 г. – с. 79-83.



3. Исследование обрабатываемости стали 75ХГФС/ Р.Б. Волков, А.В. Голобоков, В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин: Известия МГТУ «МАМИ», 2012, т. 2, № 2 (14) – с. 51-55.

### **Принципы выбора смазочно-охлаждающих технологических сред для обработки металлов резанием**

к.т.н. Кущева М.Е., к.т.н. Клауч Д.Н., д.т.н. Кобелев О.А.  
ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИМАШ»  
8(495) 675-85-05 14otd@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены принципы выбора смазочно-охлаждающих технологических сред для обработки металлов резанием. Рациональное применение эффективных СОТС является важным фактором повышения производительности и качества обработки металлов. Эффект от действия СОТС зависит от их рационального выбора с учетом конкретных условий резания, преобладающего вида износа инструмента, инструментального и обрабатываемого материала. В ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» проведен комплекс работ по испытаниям широкой номенклатуры СОТС и разработаны рекомендации по их применению.

*Ключевые слова:* смазочно-охлаждающие технологические среды, резание, испытания, рекомендации по применению

Применение эффективных СОТС является важным фактором интенсификации процесса резания и обеспечения высокого качества поверхностного слоя обрабатываемых деталей.

За счет рационального выбора СОТС обеспечивается: повышение производительности обработки; увеличение стойкости режущего инструмента; улучшение качества поверхностного слоя за счет снижения шероховатости, формирования остаточных напряжений сжатия; повышение точности обработки в результате снижения интенсивности износа инструмента, уменьшения температурных деформаций заготовки, инструмента, элементов оборудования; эвакуация стружки из зоны резания, что особенно необходимо при обработке глубоких отверстий; улучшение санитарно-гигиенических условий труда и экологии окружающей среды; сокращение себестоимости производства за счет увеличения производительности и снижения расходов на режущий инструмент.

Эффективность действия СОТС при лезвийной обработке зависит от их рационального выбора с учетом влияния охлаждающего и смазочного действия СОТС на механизмы пластической деформации в зоне резания, изнашивания инструмента и образования микронеровностей.

Следует учитывать, что зависимости стойкости инструмента от скорости резания имеют немонотонный характер (рисунок 1).

В зоне низких скоростей резания, когда  $V < V_0$ ; где:  $V_0$  – минимальная целесообразная скорость резания, преобладает адгезионно - усталостный износ инструмента.

Температура резания мало влияет на интенсивность износа инструмента. В этих условиях основную роль играет смазочное действие СОТС.

При использовании СОТС на поверхностях контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом образуются разделительные пленки, что вызывает снижение сил адгезии и уменьшение размеров и устойчивости нароста.

Уменьшение сил адгезии приводит к снижению интенсивности износа твердосплавного инструмента, так как твердый сплав имеет низкое сопротивление растягивающим напряжениям. Уменьшение размеров нароста может привести к увеличению интенсивности износа быстрорежущего инструмента вследствие ослабления защитной роли нароста. В связи с этим для быстрорежущего инструмента в зоне низких скоростей резания наиболее эффективными являются СОТС с умеренной смазочной активностью, которые не ослабляют в значительной мере защитное действие нароста, а для твердосплавного инструмента наиболее эффективны самые активные СОТС, уменьшающие силы адгезии.