

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОНКОМ ТОЧЕНИИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ

В.А. Рогов, П.С. Белов

Кафедра технологии машиностроения,
металлорежущих станков и инструментов
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В работе проведены экспериментальные исследования влияния различных форм вставок в державке расточного токарного резца на качество (шероховатость) обрабатываемой поверхности. Сделаны выводы о влиянии конкретных конструкций на качество обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: комбинированные державки резцов, демпфирование колебаний, композиционный материал, шероховатость.

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется шероховатость — ряд чередующихся выступов и впадин сравнительно малых размеров. Срок службы деталей существенно зависит от шероховатости поверхности. Влияние шероховатости на работу деталей машин многообразно:

— шероховатость поверхности может нарушать характер сопряжения деталей за счет смятия или интенсивного износа выступов профиля;

— в стыковых соединениях из-за значительной шероховатости снижается жесткость стыков;

— шероховатость поверхности валов разрушает контактирующие с ними различного рода уплотнения;

— неровности, являясь концентраторами напряжений, снижают усталостную прочность деталей;

— шероховатость влияет на герметичность соединений, качество гальванических и лакокрасочных покрытий;

— шероховатость влияет на точность измерения деталей;

— коррозия металла возникает и распространяется быстрее на грубо обработанных поверхностях и т.п. [1].

Разрушение детали особенно при переменных нагрузках в большей степени объясняется концентрацией напряжений вследствие наличия неровностей. Чем меньше шероховатость, тем меньше возможность возникновения поверхностных трещин от усталости металла. Отделочная обработка деталей обеспечивает значительное повышение предела их усталостной прочности [2].

При токарной обработке наибольшее значение имеет поперечная шероховатость, характеризующаяся формой и размерами винтовых выступов, образующих

неровности. Высота таких неровностей зависит от очень многих факторов, участвующих в процессе резания и действующих в разных случаях различно, и поэтому не может быть определена расчетом, а находится лишь опытным путем. При обтачивании более вязких металлов, например малоуглеродистых сталей, высота неровностей получается большей, чем при обработке хрупких металлов, например чугуна. При обработке хрупких металлов (при стружке надлома) на обработанной поверхности получают иногда очень заметные углубления, образующие продольную шероховатость.

Шероховатость поверхности уменьшается, если материал (сталь) подвергнут термической обработке, что повышает однородность его структуры шероховатости, получающийся при токарной обработке.

Высота неровностей зависит в наибольшей степени от величины подачи. При крупных подачах эта высота значительно отличается от расчетной и превышает ее в несколько раз.

Скорость резания существенно влияет на образование шероховатости поверхности. При скорости резания до 3—5 м/мин. размеры неровностей незначительны; с увеличением скорости резания неровности возрастают; при повышении скорости резания до 60—70 м/мин. высота неровностей уменьшается, и при скорости около 70 м/мин. шероховатость поверхности получается наименьшей. Дальнейшее повышение скорости резания незначительно влияет на шероховатость обработанной поверхности. Наличие нароста на резце увеличивает шероховатость поверхности, обработанной данным резцом.

Значительное влияние на шероховатость поверхности оказывает применяемый при обработке состав смазочно-охлаждающей жидкости. Наилучшие результаты получаются, если жидкость содержит минеральные масла, мыльные растворы и другие вещества, повышающие ее смазочные свойства.

Опыты ряда исследователей показали, что неровности режущей кромки резца, получившиеся вследствие некачественности доводки его, переносятся на обработанную поверхность в увеличенных размерах.

Степень затупления резца также влияет на шероховатость поверхности. При небольшом затуплении резца обработанная поверхность часто получается даже несколько чище, чем при остром резце. При дальнейшем затуплении резца шероховатость поверхности увеличивается.

На шероховатость обработанной поверхности влияют и вибрации, возникающие в процессе резания. Особое значение в этом случае приобретают чрезмерные зазоры в направляющих суппорта и в подшипниках, неточности зубчатых передач станка, плохая балансировка вращающихся частей станка, недостаточная жесткость обрабатываемой детали, углы резца, его вылет и многие другие причины. Все эти вредные явления при токарной обработке вызывают продольную шероховатость поверхности [3].

Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются по ГОСТ 2789-73 из приведенной номенклатуры:

Ra — среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz — высота неровностей профиля по десяти точкам;

Rmax — наибольшая высота профиля;

S_m — средний шаг неровностей;

S — средний шаг местных выступов профиля;

t_p — относительная опорная длина профиля, где p — значения уровня сечения профиля.

Проведение экспериментов по определению шероховатости обработанного слоя детали исследуемыми резцами выявит их наилучшие конструкции непосредственно в условиях реальной обработки и позволит наилучшим образом судить о возможности внедрения их на производство (рис. 1).

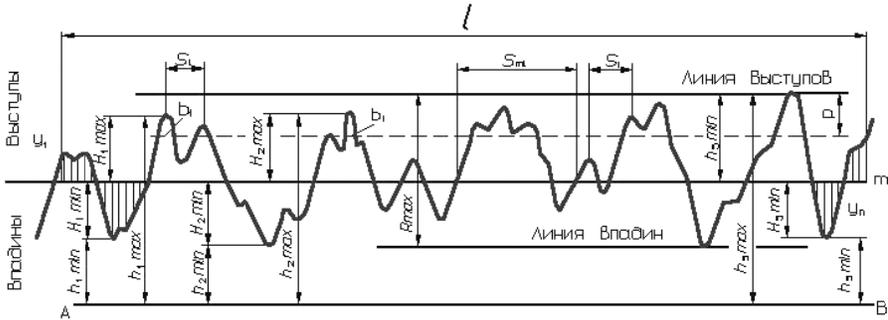


Рис. 1. Параметры шероховатости обрабатываемой поверхности

Для определения влияния режимов резания при тонком растачивании на качество (шероховатость) поверхности с применением в конструкции державки резца вставок из композиционного материала обладающего высокими демпфирующими свойствами была проведена серия экспериментов, которая проводилась на токарно-винторезном станке модели 16K20ВФ1 расточными резцами марки S32X-MCLNL 12-Bh 12, оснащенными ромбическими пластинами из твердого сплава (СТ35М) с углом при вершине 80° , производитель Sandvik Coromant (рис. 2).

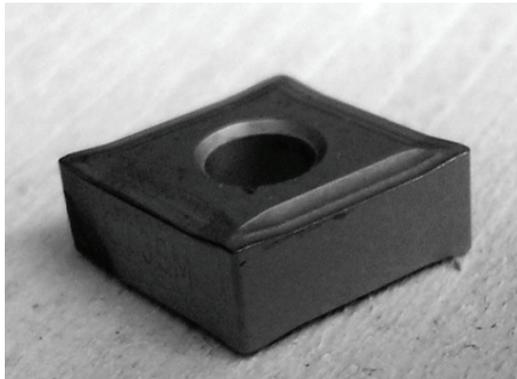


Рис. 2. Режущая пластина

Обрабатывалась заготовка в форме трубы, изготовленная из стали марки 45, с внутренним диаметром 145 мм. На заготовке были проточены канавки, разделяющие ее на пояски для удобства проведения экспериментов и измерения шероховатости. Ширина дорожки составляла 10 мм, общее количество дорожек на заготовке — 8 (рис. 3).

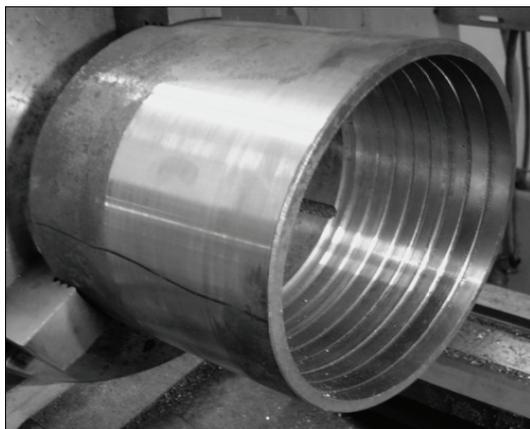


Рис. 3. Обрабатываемая заготовка, зажатая в патроне станка

На этом этапе исследовалось 11 расточных токарных резцов. Порядковые номера были присвоены согласно рис. 4.

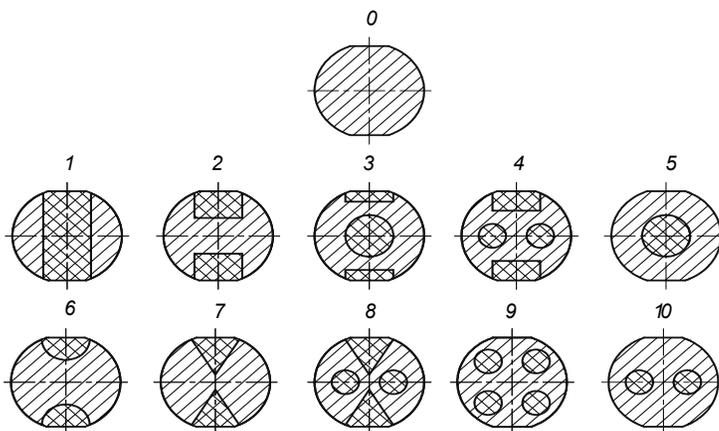


Рис. 4. Модели сечения державки

Режимы резания, при которых проводилось выявление наилучших конструкций державок расточных токарных резцов, были следующие: частота вращения шпинделя $n = 1000 \text{ мин.}^{-1}$, что соответствовало скорости резания $V = 455 \text{ м/мин.}$, глубина резания $t = 0,15 \text{ мм}$, подача S принималась равной $0,06 \text{ мм/об.}$ Вылет L был равным 120 мм .

После растачивания 8 дорожек производилось определение их продольной шероховатости в трех сечениях. Для этого использовался портативный измеритель шероховатости TR200, разработанный компанией Time Group Inc. Измеритель предназначен для работы в условиях производства и может быть использован для измерения шероховатости поверхности различных деталей. Измеритель производит расчет параметров шероховатости в соответствии с выбранной методикой и четко отображает на жидкокристаллическом экране график профиля и все измеренные параметры. Прибором возможно измерение параметров: R_a , R_z , R_y , Rq , $R_p < R_m$, R_t , R_{3z} , R_{\max} , S_k , S , S_m , t_p .

Для измерения шероховатости на поверхность детали устанавливали датчик который двигался по поверхности с постоянной скоростью. Датчик воспринимал неровности поверхности острым пером. Неровности поверхности вызывали смещения в датчике, в результате чего изменялась индуктивность катушки, которая генерировала аналоговый сигнал, пропорциональный размерам неровностей. Сигнал поступал на фазочувствительный выпрямитель. После усиления и преобразования уровня этот сигнал передавался в систему сбора данных. Собранные данные подвергались цифровой фильтрации, и микросхема цифровой обработки сигналов производила расчет параметров.

Использование портативного измерителя шероховатости TR200 сделало возможным проведение замеров шероховатости заготовки без снятия со станка, что, в свою очередь, повысило точность проводимых экспериментов (рис. 5).



Рис. 5. Портативный измеритель шероховатости TR200

После обработки данных, полученных с помощью портативного измерителя шероховатости TR200, были построены зависимости, показанные на рис. 6.

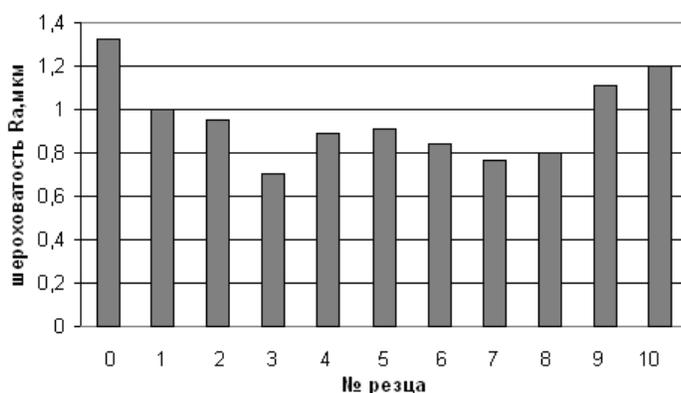


Рис. 6. Зависимость шероховатости от вида сечения державки

На рис. 6 представлено среднее значение зависимости шероховатости поверхности обрабатываемой заготовки от вида сечения державки расточного токарного резца марки S32X-MCLNL 12-Bh 12. Построенная по первой серии экспе-

риментов зависимость при постоянных значениях скорости резания $V = 455$ м/мин., глубине резания $t = 0,15$ мм, подаче $S = 0,06$ мм/об. и вылете $L = 120$ мм дала возможность определить значение параметра шероховатости обрабатываемой поверхности Ra для всех испытуемых резцов. На основании этого был сделан выбор наилучших конструкций демпфирующих вставок в державке расточного токарного резца для проведения следующей серии экспериментов.

На следующем этапе производились исследования по определению влияния режимов резания на качество (шероховатость) обработанной поверхности в зависимости от изменения одного из параметров: глубины резания, скорости, подачи или вылета резца.

Исходные данные для однофакторных экспериментов представлены в таблице.

Таблица

Исходные данные

Показатель	№ эксперимента			
	1	2	3	4
Постоянные факторы	$t = 0,15$ мм $s = 0,06$ мм/об. $L = 120$ мм	$V = 455$ м/мин $s = 0,06$ мм/об. $L = 120$ мм	$V = 455$ м/мин. $t = 0,15$ мм $L = 120$ мм	$V = 455$ м/мин. $t = 0,15$ мм $s = 0,06$ мм/мин.
Переменные факторы	$V_1 = 287$ м/мин. $V_2 = 364$ м/мин. $V_3 = 455$ м/мин. $V_4 = 569$ м/мин. $V_5 = 728$ м/мин. $V_6 = 911$ м/мин.	$t_1 = 0,05$ мм $t_2 = 0,10$ мм $t_3 = 0,15$ мм $t_4 = 0,20$ мм $t_5 = 0,25$ мм	$s_1 = 0,05$ мм/об. $s_2 = 0,06$ мм/об. $s_3 = 0,075$ мм/об. $s_4 = 0,10$ мм/об. $s_5 = 0,125$ мм/об.	$L_1 = 120$ мм $L_2 = 120$ мм $L_3 = 120$ мм

С данными режимами резания были проведены эксперименты по определению влияния режимов тонкого растачивания на качество (шероховатость) обработанной поверхности в зависимости от изменения одного параметра, решено было исследовать четыре резца три под номерами 3, 7 и 8, которые являются наилучшими по итогам первой серии экспериментов и стандартный, под номером 0, для сравнения полученных результатов.

Измерения шероховатости производились так же, как и в первом случае.

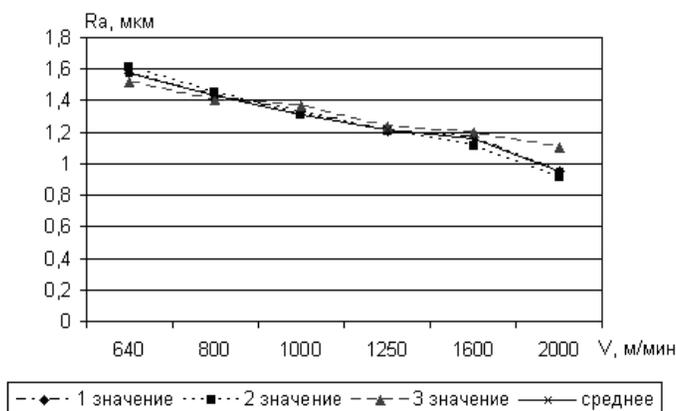


Рис. 7. Зависимость шероховатости от скорости резания для резца под номером 0

Из рис. 7 видна зависимость уменьшения шероховатости поверхности от увеличения скорости резания при постоянной глубине резания $t = 0,15$ мм, подачи $s = 0,06$ мм/об., и вылете $L = 120$ мм.

На рис. 8 видно, что при постоянной скорости резания $V = 455$ м/мин., подачи $s = 0,06$ мм/об. и вылете $L = 120$ мм, значение шероховатости увеличивается с увеличением глубины резания.

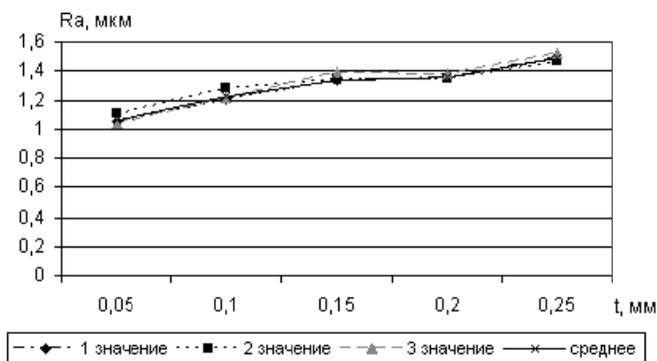


Рис. 8. Зависимость шероховатости от глубины резания для резца под номером 0

На рис. 9 также прослеживается увеличение шероховатости, но с увеличением подачи при остальных неизменных значениях. Скорость резания $V = 455$ м/мин., глубина резания $t = 0,15$ мм, вылете резца $L = 120$ мм.

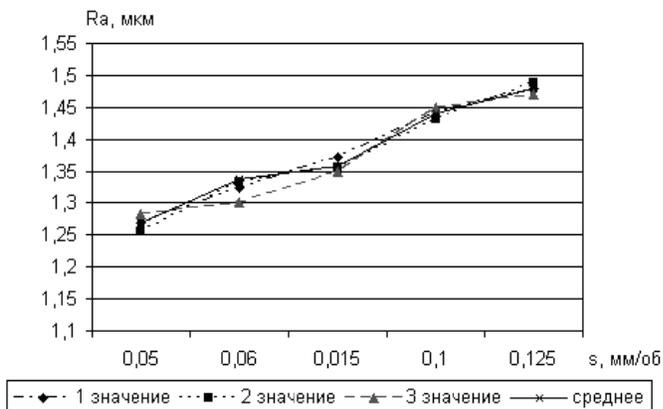


Рис. 9. Зависимость шероховатости от подачи для резца под номером 0

С уменьшением вылета значение шероховатости уменьшается при постоянной скорости резания $V = 424$ м/мин., глубине резания $t = 0,15$ мм и вылете резца $L = 120$ мм (рис. 10).

По аналогии с экспериментом для стандартного резца были поставлены опыты и для трех других экспериментальных резцов. Результаты сравнения средних значений шероховатости от изменяющихся параметров представлены на рис. 11—14.

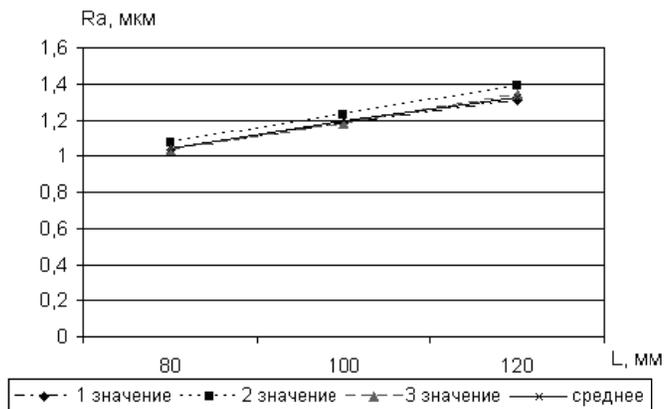


Рис. 10. Зависимость шероховатости от вылета резца под номером 0

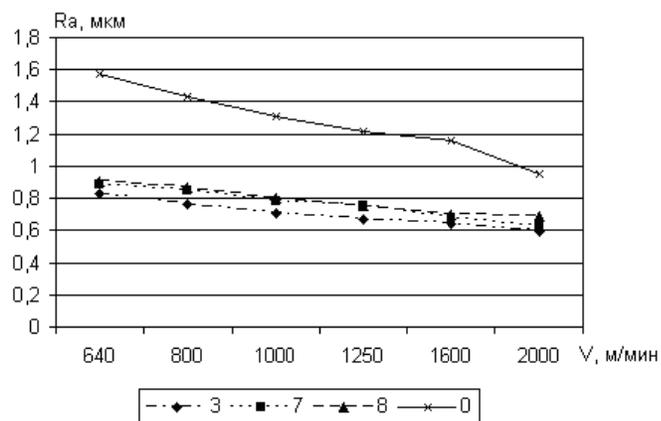


Рис. 11. Зависимость шероховатости от скорости резания для резцов под номерами 3, 7, 8 и 0

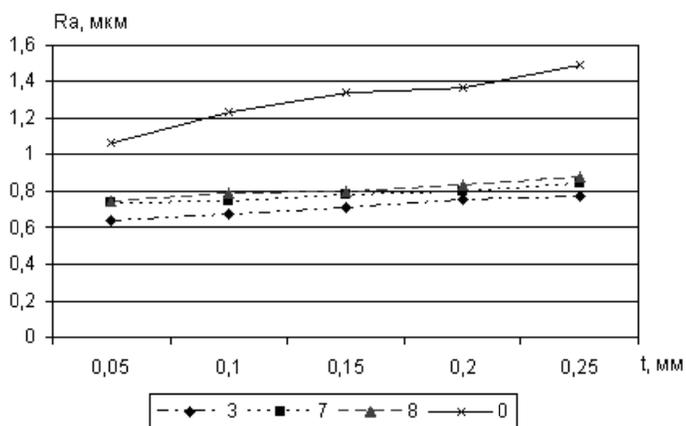


Рис. 12. Зависимость шероховатости от глубины резания для резцов под номерами 3, 7, 8 и 0

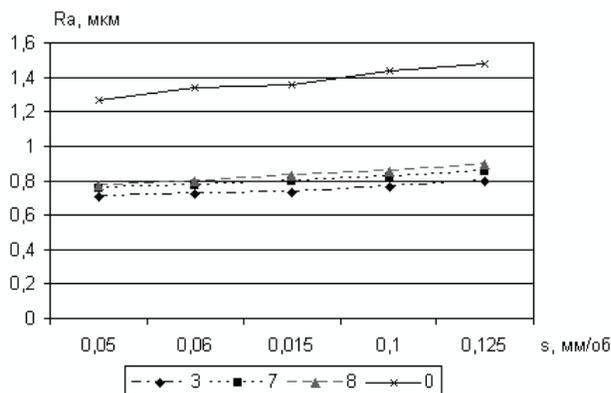


Рис. 13. Зависимость шероховатости от подачи для резцов под номерами 3, 7, 8 и 0

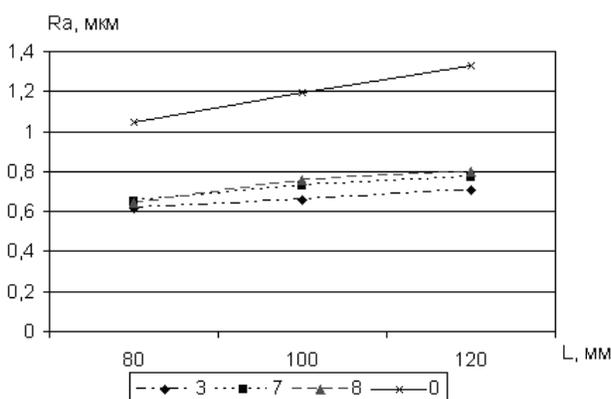


Рис. 14. Зависимость шероховатости от вылета резцов под номерами 3, 7, 8 и 0

Из приведенных выше графиков видно, что с применением демпфирующих вставок в державке резца шероховатость поверхности улучшается на 20—40%. При этом резцы, обладающие меньшей жесткостью несущего каркаса при больших нагрузках (увеличении глубины резания, подачи или скорости), имеют худшие значения шероховатости обрабатываемой поверхности, а при меньших нагрузках — наоборот. Ухудшение значения шероховатости у резцов с меньшей жесткостью при больших нагрузках объясняется увеличением силы резания, а значит, усилением прогиба резца. Как известно, несущая способность напрямую зависит от жесткости. Улучшение значения шероховатости у этих резцов при меньших нагрузках обуславливается большим объемом демпфирующей вставки, которая обладает меньшей несущей способностью, но в несколько раз лучше поглощает колебания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аваков А.А. Физические основы теорий стойкости режущих инструментов. — М.: Машгиз, 1960.
- [2] Андреев Г.С. Контактные напряжения при периодическом резании // Вестник машиностроения. — 1969. — № 8. — С. 63—66.
- [3] URL: www.tehno-line.ru

THE STUDY OF THE INFLUENCE MODE CUTTINGS UNDER FINE SHARPENING ON QUALITY OF THE SURFACES

V.A. Rogov, P.S. Belov

Department of Internal Combustion Engines
Peoples' Friendship University of Russian
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Experimental studies of the influence of the different forms of the insertions are organized in work in holder boring cutter on quality (the roughness) processed to surfaces. Findings are made about influence concrete design on quality processed to surfaces.

Key words: multifunction holder incisor, decrement rippling, composite material, roughness.