

УДК 621.9.02 001.2

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА РЕЗЦА И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА И ТЕМПЕРАТУРУ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОНКОМ ТОЧЕНИИ

© 2016 В.Г. Круцило, Л.П. Ситкина, И.Н. Разумова

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 20.09.2016

Приведены зависимости параметров качества обработанной поверхности от износа инструмента и режимов резания при тонком точении. Даны методика определения критерия износа резцов в зависимости от требований параметров качества деталей.

Ключевые слова: резец, износ, параметры качества, обрабатываемая поверхность, процесс резания., тонкое точение.

При исследовании качества обработанной поверхности при тонком точении результаты в большинстве случаев получают с помощью острозаточенных резцов.

Однако в процессе резания происходит износ резца и трансформация его геометрии. Кроме режимов резания: скорости V , подачи S , глубины t , геометрии резца, износ инструмента существенным образом влияет на параметры качества обработанной поверхности [1-5]. Из многообразия параметров качества выделим шероховатость обработанной поверхности (среднее арифметическое отклонение профиля R_a), остаточные напряжения $\sigma_{ост}$ и деформационное упрочнение (микротвёрдость HV).

На рис.1 показана классическая зависимость износа резца по задней поверхности от времени работы. Обычно выделяют три участка кривой: OA – первоначальный интенсивный износ (период приработки), AB – основной участок равномерного износа, BC – участок катастрофического износа. Точка В соответствует стойкости резца и критерию износа по задней поверхности. После этого резец отправляют на переточку.

Следует отметить, что в процессе резания происходит трансформация геометрии резца (рис. 2).

Вместо радиуса r (рис. 2а) появляется площадка длиной MN (рис 2в), а вместо острого заднего угла α (рис. 2б) появляется площадка шириной h_3 (рис. 2г).

Увеличиваются силы резания и, в частности, силы трения и температура в зоне резания. В результате этого изменяются параметры качества

*Круцило Виталий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные станочные и инструментальные системы». E-mail: ask@samgtu.ru
Ситкина Лариса Петровна, старший преподаватель кафедры «Автоматизированные станочные и инструментальные системы».*

Разумова Ирина Николаевна, ассистент кафедры «Автоматизированные станочные и инструментальные системы».

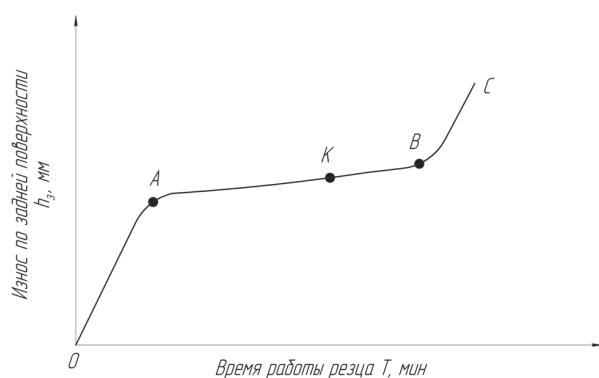


Рис 1. Кривая износа резца

обработанной поверхности R_a , $\sigma_{ост}$, HV .

На рис. 3 приведена топография износа резца при тонком точении стали 40Х HRC³45.

Эта картина износа резца является типичной при обработке закаленных сталей и позволяет судить об изменении геометрии резцов в процессе работы и влиянии износа на параметры качества обработанной поверхности.

При финишной обработке параметры качества являются определяющими для выбора режимов резания и критериев износа резца (участок AB, рис. 3). В зависимости от требований к качеству стойкость резца может быть ограничена (точка K, рис.3).

Стойкость резца может быть также ограничена вследствие повышения температуры в зоне резания с увеличением износа.

Далее рассмотрим влияние режимов резания и износа резца на отдельные параметры качества поверхностного слоя и температуру в зоне резания.

Температура в зоне резания, как и износ резца влияет на параметры качества.

На рис. 4 показана качественная зависимость влияния износа на температуру в зоне резания.

Это особенно важно для материалов, из которых при повышении температуры могут происходить структурно-фазовые превращения, например, титановые сплавы.

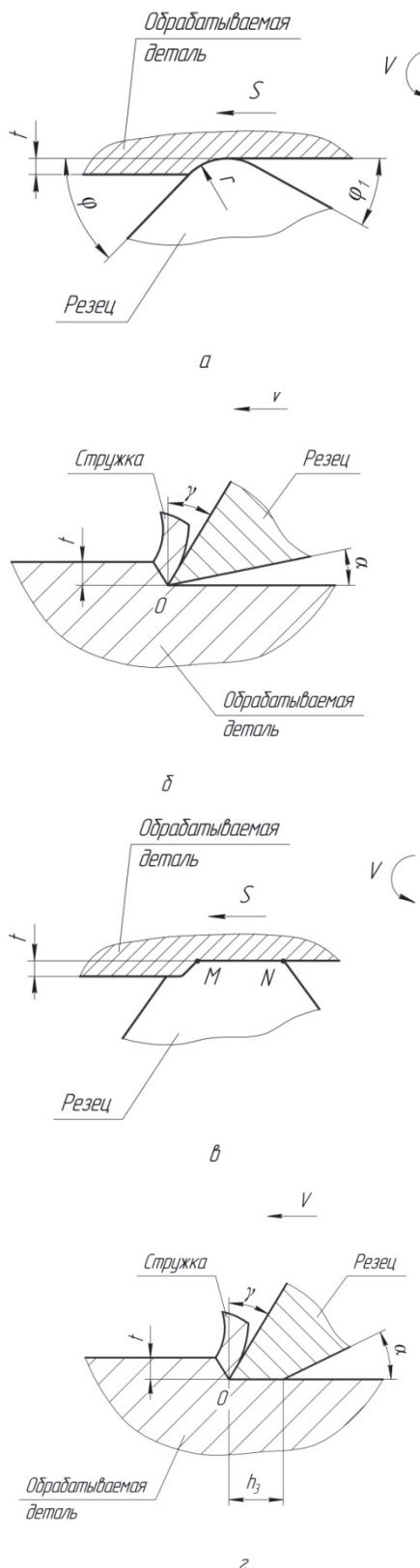


Рис 2. Трансформация геометрии резца в процессе резания:
а, б – первоначальная геометрия
в, г – изменение геометрии в процессе резания

При увеличении износа резца температура в зоне резания повышается в 1,5-2 раза. Повышение температуры влияет на изменение пластичных свойств обрабатываемого материала и на воз-

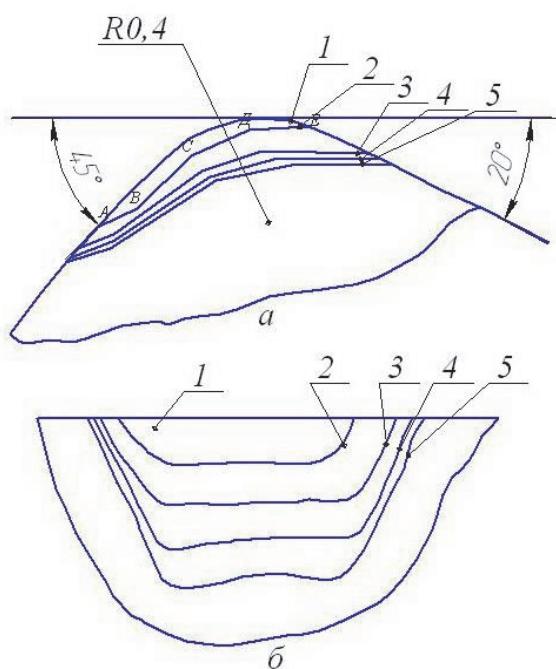


Рис. 3. Топография износа резца при точении стали 40Х HRC > 45

(V= 70 м/мин; S = 0,04 мм/об; t = 0,2 мм; γ = -10°;
α = α₁ = 20°; φ = 45°; φ₁ = 20°; λ = 0°; r = 0,4 мм),
материал резца Т30К4:
а – передняя поверхность; б – задняя поверхность;

1 – h₃ = 0; 2 – h₃ = 0,1мм; 3 – h₃ = 0,2 мм;
4 – h₃ = 0,3 мм; 5 – h₃ = 0,4 мм

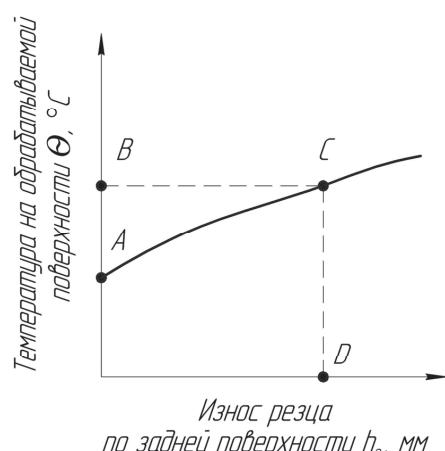


Рис. 4. Влияние износа на температуру в зоне резания

можные структурно-фазовые изменения в поверхностном слое детали.

По мере износа резца изменяется шероховатость обработанной поверхности

На рисунке 5 представлена качественная зависимость параметров шероховатости R_a, R_z и R_{max} в зависимости от износа резца. Как видно из рисунка 5 в процессе износа ухудшается шероховатость обработанной поверхности в 1,5-2 раза.

При износе резца изменяются такие параметры качества поверхности как: остаточ-

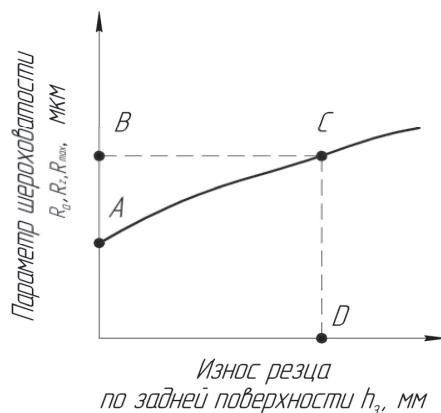


Рис. 5. Влияние износа резца на параметры шероховатости обработанной поверхности

ные напряжения и деформационное упрочнение. Кроме износа резца, как указывалось выше, на параметры качества влияют режимы резания, а именно: скорость резания, подача и, в меньшей степени глубина резания.

Напряжения 1 рода в поверхностном слое деталей из закаленных сталей, определяли по методу акад. Давиденкова Н.Н. и рентгенографически - на дифрактометре «ДРОН-0,5».

Тангенциальные остаточные напряжения исследовали на кольцах ($D = 56$ мм; $d = 50$ мм; $h = 3$ мм). Рентгенографические исследования проводили на образцах, вырезанных из дисков ($L = 16$ мм; $B = 18$ мм; $h = 3$ мм).

Деформационные упрочнения определялись исследованиями микротвердости на приборе ПМТ-5.

На рис. 6-9 и рис. 10 показано влияние различных параметров процесса резания: износа резца, подачи, скорости резания на тангенциальные остаточные напряжения.

Исследования показали, что на величину остаточных напряжений и глубину их залегания наибольшее влияние из режимов резания оказывает подача. С увеличением подачи возрастают как абсолютный максимум сжимающих остаточных напряжений, так и глубина их проникновения. Аналогичные зависимости получены и при

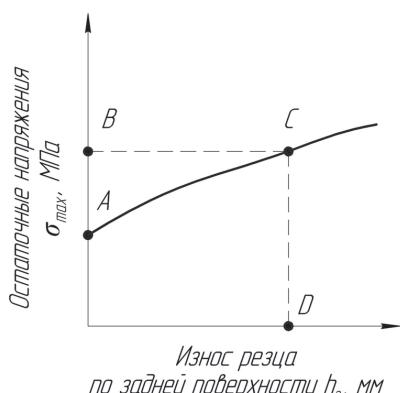


Рис. 6. Влияние износа резца на остаточные напряжения

точении других закаленных сталей. Абсолютный максимум эпюра остаточных напряжений находится на глубине 8...20 мкм. У всех эпюр отмечен спад напряжений у поверхности. По мере удаления от поверхности абсолютные значения напряжений, пройдя максимум, резко падают. Падение это тем больше, чем меньше подача.

Глубина слоя $\Delta\alpha$, мкм.

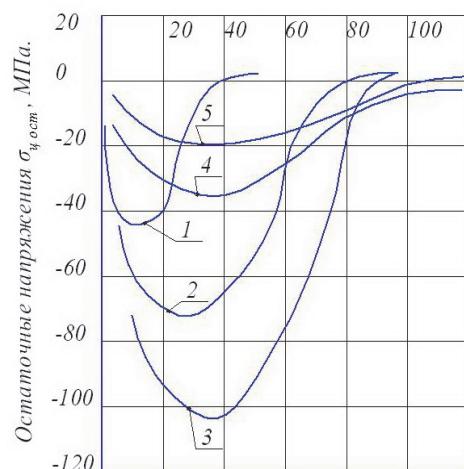


Рис. 7. Влияние износа резца (а) по задней поверхности на тангенциальные остаточные напряжения (б) при точении стали 12Х2НВФА ($V = 70$ м/мин; $S = 0,04$ мм/об; $t = 0,2$ мм):
1 – $h_3 = 0$; 2 – $h_3 = 0,1$ мм; 3 – $h_3 = 0,2$ мм;
4 – $h_3 = 0,3$ мм; 5 – $h_3 = 0,4$ мм

Глубина слоя $\Delta\alpha$, мкм.

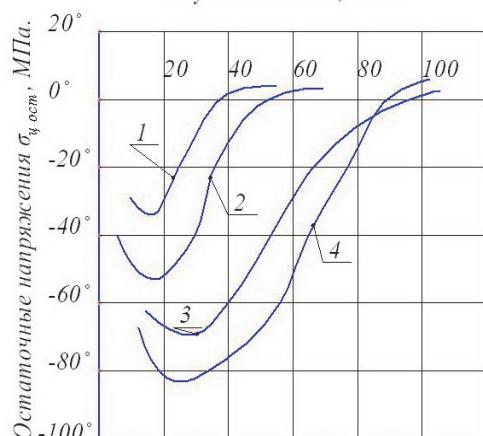


Рис. 8. Влияние подачи на тангенциальные остаточные напряжения при точении стали 38ХМЮА твердостью $HRC \geq 45$ резцами Т30К4 ($V = 70$ м/мин, $t = 0,2$ мм):
1 – $S = 0,04$ мм/об; 2 – $S = 0,08$ мм/об;
3 – $S = 0,12$ мм/об; 4 – $S = 0,16$ мм/об.

Режимы резания, износ резца и температура в зоне резания также влияют на микротвердость поверхностного слоя и глубину. На рис. 10-13 показано влияние технологических факторов, на упрочнение при тонком точении закаленных сталей.

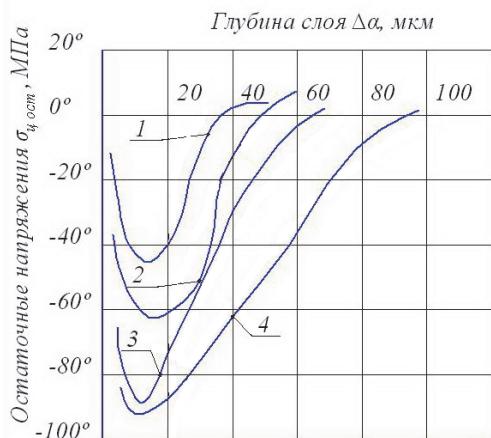


Рис. 9. Влияние подачи на тангенциальные остаточные напряжения при точении стали 12Х2НВФА твердостью $HRC \geq 45$ резцами Т30К4 ($V=70$ м/мин; $t = 0,2$ мм):
1 – $S = 0,04$ мм/об; 2 – $S = 0,08$ мм/об;
3 – $S = 0,12$ мм/об; 4 – $S = 0,16$ мм/об

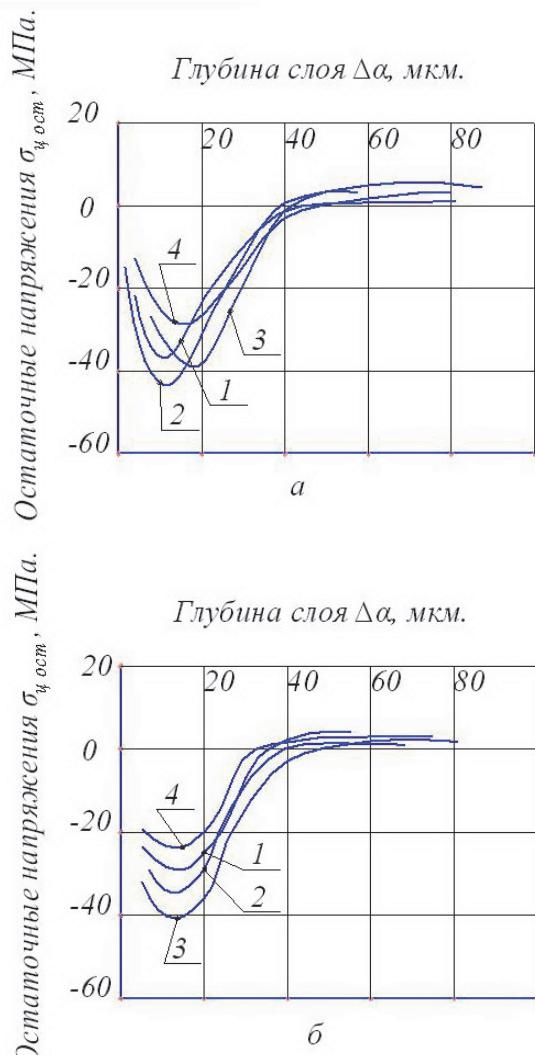


Рис. 10. Влияние скорости резания на тангенциальные остаточные напряжения ($S = 0,04$ мм/об; $t = 0,2$ мм):
1 – $V = 40$ м/мин; 2 – $V = 70$ м/мин;
3 – $V = 112$ м/мин; 4 – $V = 144$ м/мин;
а – 12Х2НВФА; б – 13Х3НВМ2Ф

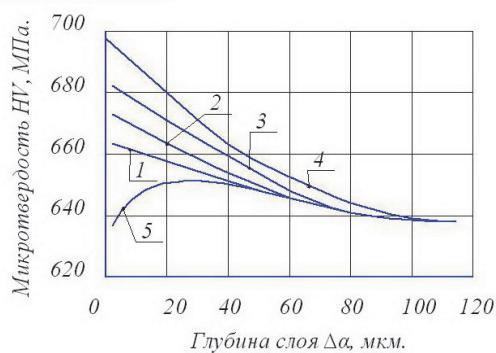


Рис. 11. Распределение твердости в поверхностном слое образцов из стали 12Х2НВФМА:

1 – исходный образец; 2...4 – после точения резцами из эльбора – Р ($V = 70$ м/мин; $t = 0,2$ мм);
2 – $S = 0,04$ мм/об; 3 – $S = 0,08$ мм/об;
4 – $S = 0,12$ мм/об; 5 – шлифование

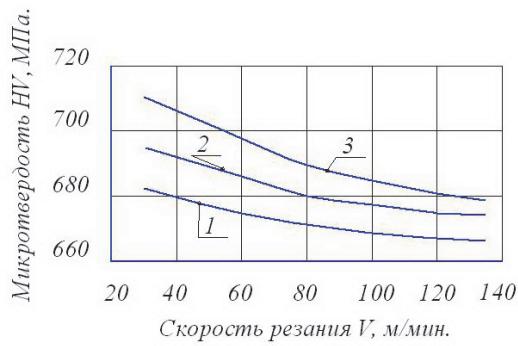


Рис. 12. Влияние скорости резания на поверхность твердость образцов из стали 12Х2НВФМА при точении резцами из эльбора – Р ($t = 0,2$ мм):
1 – $S = 0,04$ мм/об; 2 – $S = 0,08$ мм/об; 3 – $S = 0,12$ мм/об

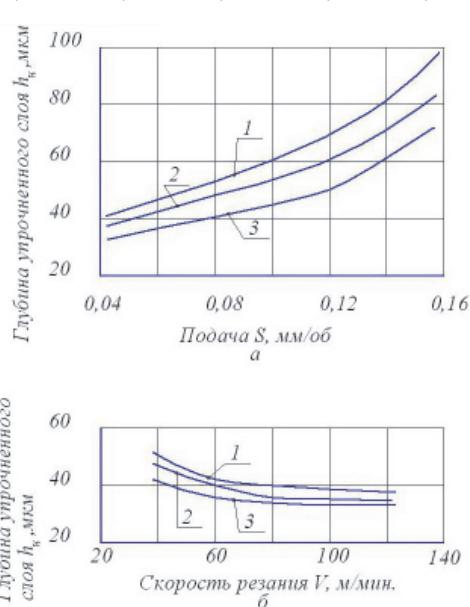


Рис. 13. Влияние подачи (а) и скорости резания (б) на глубину упрочненного слоя при точении закаленных цементуемых сталей резцами из эльбора – Р:
а – $V = 70$ м/мин; $t = 0,2$ мм; б – $S = 0,04$ мм/об; $t = 0,2$ мм;
1 – 12Х2НВФМА; 2 – 13Х3НВМ2Ф; 3 – 18 ХГТ

Вывод: при финишной обработке деталей за критерий износа принимается минимальный из критериев износа по каждому параметру качества обработанной поверхности и максимально допустимой температуре в зоне резания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник конструктора-инструментальщика [под общ. ред В.А Гречишникова и С.В Кирсанова]. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2006. 542 с.
2. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, В.И. Кокарев, А.Г. Схиртладзе [под ред. С.В. Кирсанова]. М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Анискин, Н.Г. Бойм и др. [под общ. ред. А.А. Панова]. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2004. 784 с.
4. Процессы формообразования и инструменты: учебное пособие / М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин [и др.]. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 440 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: В 2т. [под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова]. 5-е изд., исправл. Машиностроение-1, 2003. Т.1. 912 с. Т.2. 912 с.

THE INFLUENCE OF CUTTER WEAR AND CUTTING CONDITIONS ON QUALITY PARAMETERS AND THE TEMPERATURE OF THE TREATED SURFACE DURING FINE TURNING

© 2016 V.G. Crutsilo, L.P. Sitkina, I. N. Razumova

Samara State Technical University

The dependences of the parameters of the quality of the machined surface of the tool wear during fine turning. Given the method of determining the criterion of wear cutters depending on the requirements of the quality parameters of parts.

Keywords: cutter, wear, quality parameters, the surface being treated, the process of cutting, fine turning.

Vitaly Crutsilo, Candidate of Technics, Associate Professor at the Automated Machine Tools and Tooling Systems Department. E-mail: ask@samgtu.ru

Larisa Sitkina, Senior Lecturer at the Automated Machine Tools and Tooling Systems Department.

Irina Razumova, Assistant Lecturer at the Automated Machine Tools and Tooling Systems Department.