

## ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ СТРУЖКИ В ПРОЦЕССЕ ТОЧЕНИЯ БЕЗВЕРШИННЫМИ РЕЗЦАМИ

Попов А.А.<sup>1</sup>, Солоха А.И.<sup>1</sup>, Чазов П.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», Россия (652055, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская, д.26) e-mail: [chazov2010@mail.ru](mailto:chazov2010@mail.ru)

---

В статье рассматривается экспериментальное определение деформации поперечного сечения стружки, полученной при чистовой обработке стали 45 безвершинными резцами. Рассматриваются две схемы резания: с положительным и отрицательным значением угла наклона лезвия. Представлены схемы процесса безвершинного точения и подготовки микрошлифов поперечного сечения стружки. Приведено описание подготовки микрошлифов поперечного сечения стружки, полученной при точении безвершинным резцом. Установлено, что характер деформации стружки в поперечном сечении будет различным с изменением знака угла наклона лезвия. По полученным микрофотографиям структуры стружки установлено, что работа инструментом с положительным углом наклона лезвия уменьшает неоднородность деформации. Полученные данные являются основой для оценки степени деформации срезаемого слоя материала и определения механики процесса безвершинного точения.

---

Ключевые слова: деформация стружки, косоугольное резание, деформации, сечение срезаемого слоя.

## FEATURES OF STRAIN IN THE CHIP TURNING STRAIGHT-EDGE CUTTERS

Popov A.A.<sup>1</sup>, Soloha A.I.<sup>1</sup>, Chazov P.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yurga Technological Institute of National Research Tomsk Polytechnic University, Russia (652055, Kemerovo region, Yurga, st. Leningrad, 26), e-mail: [chazov2010@mail.ru](mailto:chazov2010@mail.ru)

---

The article deals with the experimental determination of the cross-sectional deformation of chips received for finishing turning steel 45 straight-edge cutters. We consider two cutting patterns : a positive and a negative value of the angle inclination of the edge. The schemes of the process of turning and training microsections chip cross section. Describes the preparation of cross-sectional microsections chips obtained by turning straight-edge cutter. It has been established that the nature of the deformation of chips in a cross section will vary with the sign of the angle inclination of the edge. The micrographs on the structure of the chip set that the work tool with a positive angle of the edge reduces the heterogeneity of deformation. The obtained data are the basis for assessing the degree of deformation of the shear layer of the material and determine the mechanics of the process straight-edge turning.

---

Keywords: deformation of the chip, oblique cutting, deformation, cutting cross-section.

Как известно, косоугольное резание осуществляется резцом с углом наклона режущей кромки отличным от нулевого значения [1, 8]. В результате изменения угла наклона режущей кромки в значительной степени будут меняться характеристики процесса стружкообразования: температура в зоне контакта инструмента с заготовкой, значения статических углов вдоль режущей кромки, характеристики определяющие деформации, а также качество обработанной поверхности [1-6]. Большая часть современного металлорежущего инструмента работает по схеме несвободного косоугольного резания, это связано с благоприятным влиянием изменения угла наклона режущей кромки на качество обработанной поверхности, производительность механической обработки и стойкость лезвия инструмента, при выборе рациональной схемы резания и режимов обработки.

Разновидностью косоугольного точения является обработка резцами безвершинной

конструкции, чья режущая кромка расположена под углом к оси вращения заготовки и не имеет вершины [5, 6]. Важной особенностью такого процесса является высокое качество обработанной поверхности при повышенной производительности процесса.

На основе предложенного в работах [7, 9] способа геометрического анализа процесса резания разработаны две схемы работы безвершинного резца (см. рисунок 1). Как видно на представленных схемах, безвершинный резец имеет протяженную режущую кромку, расположенную под углом наклона лезвия  $\omega$  к оси обрабатываемой заготовки [6]. При этом, положение статической основной плоскости  $P_{vc}$  будет переменным и изменяться от т.А. к т.Б, что приводит к изменению ориентации статической системы координат вдоль режущей кромки инструмента и, как следствие, к значительному изменению геометрии лезвия [6, 10].

Еще одной отличительной особенностью процесса точения безвершинными резцами, в сравнении с обычными резцами с вершиной, является форма сечения срезаемого слоя материала [8]. Как установлено в работе [8] основной отличительной особенностью сечения является малая толщина срезаемого слоя материала при большой ширине. Следовательно, при обработке контактировать с заготовкой будет протяженный участок режущей кромки.

### **Основные результаты**

Для исследования процесса стружкообразования важной задачей является нахождение характеристик деформации при переходе обрабатываемого материала в стружку [9].

В связи с этим, для оценки влияния угла наклона лезвия и установочных параметров процесса безвершинного точения проводилась обработка валов с различными режимами резания. В ходе обработки была получена стружка при следующих параметрах:

- 1) Угол наклона режущей кромки –  $\omega = -30^\circ \dots -60^\circ$  и  $\omega = 30^\circ \dots 60^\circ$ ;
- 2) Глубина резания –  $t = 0,1 \dots 0,5$  мм;
- 3) Подача –  $s = 0,11 \dots 0,52$  мм/об;
- 4) Материал обрабатываемой заготовки – Сталь 45;
- 5) Материал режущей части инструмента – Т5К10.

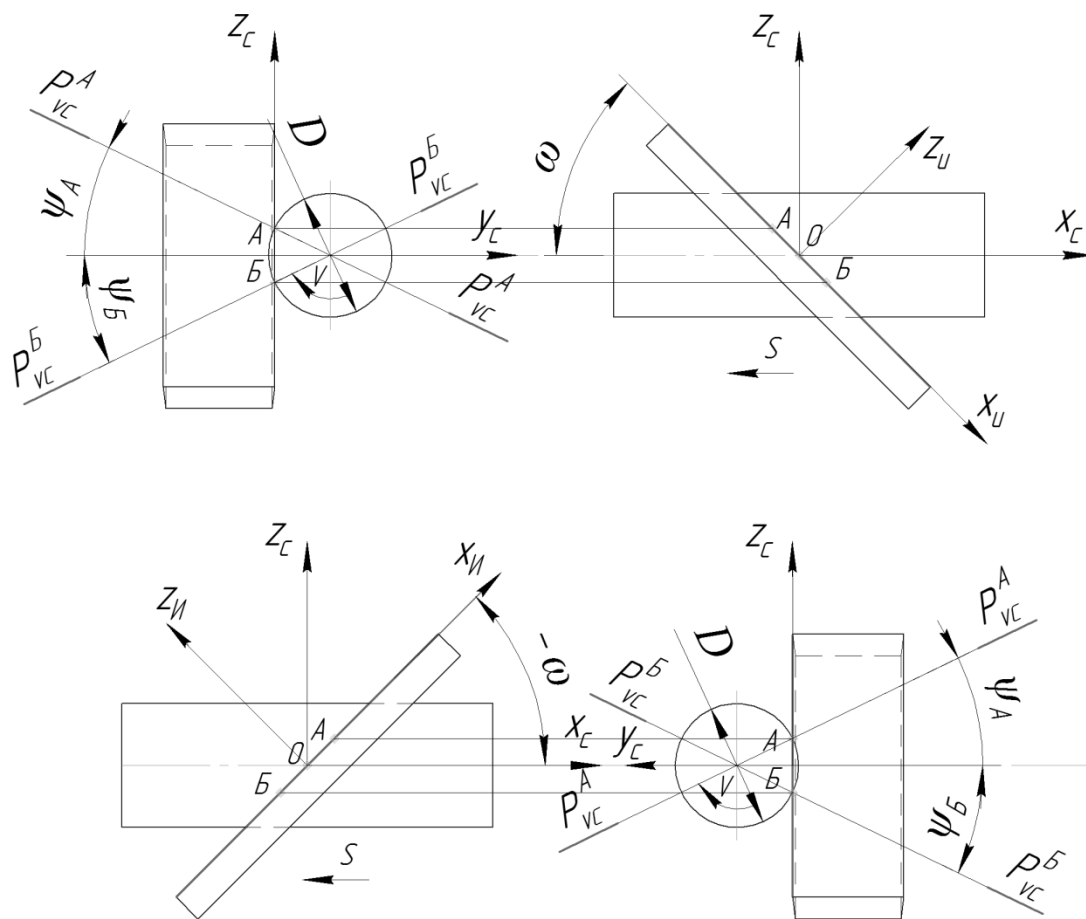


Рис. 1. Схема процесса безвершинного течения с ориентацией осей инструментальной и статической систем координат [6]

Оценка деформационных характеристик поперечного сечения стружки возможна путем рассмотрения её поперечного сечения с использованием металлографического микроскопа. Для этого необходимо подготовить микрошлифы исследуемых образцов. Процесс подготовки шлифов к исследованию усадки стружки в поперечном сечении выполнялся следующим образом:

- 1) стружку с исследуемыми параметрами в определённой последовательности располагалась перпендикулярно горизонтальной поверхности на стекле;
- 2) фиксация стружки осуществлялась с использованием пластилина, ровным тонким слоем, наклеенным на стекле;
- 3) расположение стружки с необходимыми параметрами было схематично зарегистрировано;
- 4) после фиксации стружки необходимые области со стружкой накрывались подготовленными металлическими кольцами с выточенными внутри канавками, канавки необходимы для надёжной фиксации образцов стружки залитых эпоксидным клеем и предотвращения их выпадения в процессе обработки;
- 5) подготовленные кольца с зафиксированной стружкой заливались эпоксидным клеем и откладывались до полного высыхания клея.

По представленной выше последовательности было подготовлено четыре образца колец со стружкой, полученной при указанных выше режимах обработки и значениях угла наклона лезвия. После высыхания эпоксидного клея, микрошлифы подвергались предварительной обработке на шлифовальной бумаге в последовательном уменьшении зернистости: 25Н, 320, 600, 800, 1000, 1200, 2000 в соответствии с ГОСТ 13344-79. При этом, визуально контролировалось наличие царапин от предшествующей обработки до состояния с равномерной шероховатостью.

При достижении зернистости шлифовальной бумаги в 2000 мкм, микрошлифы полировались алмазной пастой ГОСТ 25593-83, на станке 1К62, обороты шпинделя  $n=2000$  об/мин. Алмазная паста наносилась на бархатный картон, который крепился к специальному приспособлению, представленному на рисунке 2. В процессе обработки микрошлифы периодически остужались в холодной воде, поскольку данное действие необходимо для предотвращения нагрева и смещения клея вместе со стружкой. Фотографии полученных таким образом микрошлифов стружки представлены на рисунке 3.

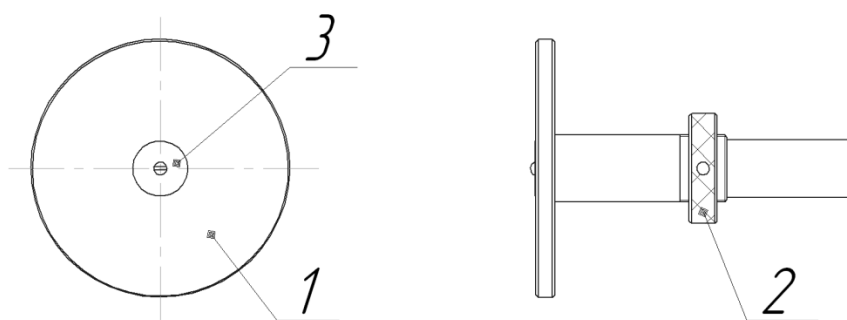


Рис. 2. Приспособление для полирования образцов на токарном станке: 1 – оправка для полирования, 2 – фиксирующее кольцо, 3 – прижимная шайба



Рис. 3. Фотографии образцов

Для изучения структуры поперечного сечения полученной стружки использовался металлографический микроскоп ЛабоМет-1, на который устанавливалась цифровая

фотокамера. Фотографирование осуществлялось при прямом освещении в отраженном свете с увеличением в 1000 раз. Микрофотографии поперечного сечения стружки, полученной при работе безвершинными резцами, представлены на рисунке 4.

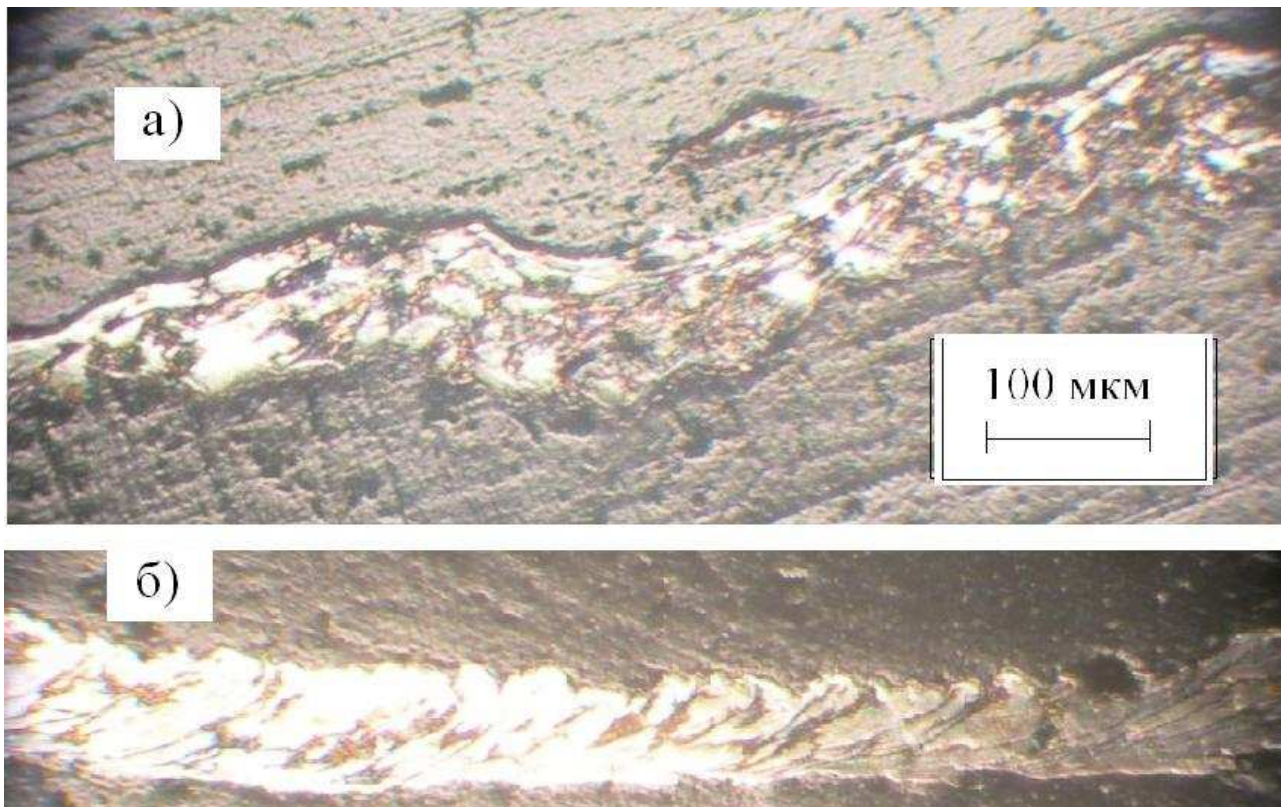


Рис. 4. Микрофотографии поперечного сечения стружки, режимы обработки:

а)  $V=100$  м/мин,  $t=0,3$  мм,  $s=0,3$  мм/об,  $D=40$  мм,  $\omega=-45^\circ$ ,  $\alpha_{и}=15^\circ$ ,  $\gamma_{и}=0^\circ$ ;

б)  $V=100$  м/мин,  $t=0,3$  мм,  $s=0,3$  мм/об,  $D=40$  мм,  $\omega=45^\circ$ ,  $\alpha_{и}=15^\circ$ ,  $\gamma_{и}=0^\circ$

### Выводы

По полученным в ходе исследований микрофотографиям поперечного сечения стружки можно сделать следующие выводы:

1) Стружка, полученная при работе безвершинными резцами, имеет значительную неоднородность в поперечном сечении, что связано со сложным механизмом взаимодействия лезвия инструмента с обрабатываемой заготовкой и не постоянными условиями деформирования срезаемого слоя вдоль рабочего участка режущей кромки.

2) Изменение знака угла наклона режущей кромки, при прочих постоянных условиях обработки, приводит к изменению неоднородности деформации поперечного сечения стружки. Так при значении  $\omega=-45^\circ$  наблюдается волнистая форма сечения стружки с большой неоднородностью структуры, в то время как при  $\omega=45^\circ$  сечение стружки будет менее искажено и различима слоистая структура в рассматриваемом сечении, что согласуется с общеизвестными данными о процессе стружкообразования [1].

## Список литературы

1. Бобров В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов. - М.: Машгиз, 1962. – 152 с.
2. Петрушин С.И. Проскоков А.В. Стружкообразование с развитой зоной пластических деформаций при резании материалов // Известия ТПУ. – 2009. - Т. 314. - №2. – С. 57-62.
3. Петрушин С.И. Проскоков А.В. Теория несвободного резания материалов. Геометрия несвободного резания // Вестник машиностроения. – 2009. - № 11. – С. 56-63.
4. Петрушин С.И. Проскоков А.В. Теория несвободного резания материалов. Образование стружки с единственной условной поверхностью сдвига // Вестник машиностроения. – 2009. - № 12. – С. 58-64.
5. Подгорков В.В. Чистовое точение однокромочными резцами // СТИН. – 1974. - №1. – С. 30-31.
6. Петрушин С.И., Филиппов А.В. Анализ геометрии косоугольного обтачивания безвершинными резцами // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты, материаловедение – 2013.- №2. – С. 8-13.
7. Петрушин С.И., Баканов А.А., Махов А.В.. Геометрический анализ конструкций сборных режущих инструментов со сменными многогранными пластинами. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 100 с.
8. Филиппов А.В. Сечение срезаемого слоя при косоугольном точении безвершинным резцом // СТИН. – №4. – С. 21-25.
9. Филиппов А.В., Проскоков А.В. Исследование процесса стружкообразования при резании металлов методом цифровой корреляционной спекл-интерферометрии // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2014. – №2. – С. 100-113.
10. Filippov A.V. Constructing a model of the equivalent wedge oblique cutting edge // Applied Mechanics and Materials – 2013. – Vol. 379. – pp. 139-144.

### Рецензенты:

Сапожков С.Б., д.т.н., заведующий кафедрой естественно-научного образования ФГБОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», г. Юрга.

Петрушин С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», г. Юрга.