

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю

Директор ИК

Захарова А.А.

« _____ » _____ 2014 г.

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине

«Резание материалов и режущий инструмент»

для студентов, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение»

УДК 621.9.01:681.5

Измерение геометрии токарных резцов.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов, обучающихся по направлению 150700 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».- Томск: Изд. ТПУ, 2014.-12 с.

Составители

доц., к.т.н. В.Н. Козлов

Рецензент

доц., канд. техн. наук В.Ф. Скворцов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры «Технология автоматизированного машиностроительного производства»

« _____ » _____ 2014 г.

Зав. кафедрой
доц., канд. техн. наук

А.Ю. Арляпов

Лабораторная работа № 1

«Измерение геометрии токарных резцов»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепить полученные теоретические знания и получить навыки измерения геометрических параметров токарных резцов.

2. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Ознакомиться с конструкцией токарных резцов;
2. Закрепить полученные теоретические знания о геометрии режущего инструмента;
3. Получить навыки измерения геометрических параметров токарных резцов;
4. Сделать выводы о назначении резца и правильности выбора его геометрических параметров.

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

1. Инструментальный угломер.
2. Шаблоны $\varnothing 0,5 -5$ мм

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить резец, написать в отчёте его порядковый номер, марку инструментального материала, особенность конструкции (с механическим креплением режущей пластины, напайной, с прямой или отогнутой головкой, назначение резца по виду обработки (расточной, отрезной и т.п.), состояние режущей кромки и т.д.).

2. Нарисовать эскиз резца в плане, обозначить символами углы в плане, радиус при вершине, их названия.

3. Измерить геометрические параметры резца в плане, написать их численные значения в отчёте.

4. На эскизе резца в плане обозначить положение главной секущей плоскости, нарисовать эскиз резца в главной секущей плоскости, обозначить символами углы, их названия.

5. Измерить геометрические параметры резца в главной секущей плоскости, написать их численные значения в отчёте.

6. На эскизе резца в плане обозначить направление вида для указания угла наклона главной режущей кромки, нарисовать эскиз этого вида резца, обозначить символом этот углы, их названия.

7. Измерить угол наклона главной режущей кромки резца, написать его численное значение в отчёте.

8. На основании вида резца, марки инструментального материала, измеренных геометрических параметров сделать вывод о назначении резца и о соответствии всех геометрических параметров. Например, резец строгальный, предназначен для черновой обработки стальной заготовки на проход, но угол наклона режущей кромки у него выбран неправильно, т.к. λ должен быть $+10^\circ$, у выданного резца $\lambda = -10^\circ$.

9. Получить у преподавателя 2 разных резца, повторить пункты 1-8.

5. ГЕОМЕТРИЯ ТОКАРНОГО РЕЗЦА

Режущая часть инструмента (резца, зубила, зуба напильника, сверла, фрезы, зерна шлифовального круга) представляет собой форму клина, с помощью которого производится отделение стружки от обрабатываемой заготовки. При изменении геометрических параметров режущего инструмента изменяется и напряжённо-деформированное состояние в зоне резания, изменяется и вид стружки.

Изучение геометрии режущего инструмента удобнее начинать с самого распространённого и простого инструмента – проходного токарного резца.

Резец состоит из державки, с помощью которого он крепится в резцедержателе, и головки – его рабочей (режущей) части. Державка резца обычно имеет квадратную или прямоугольную форму поперечного сечения и служит для закрепления резца.

Рабочая часть осуществляет резание и состоит (ГОСТ 25762—83) из ряда элементов (рис. 1).

Передней поверхностью (1) называется поверхность инструмента, по которой сходит стружка.

Задними поверхностями называются поверхности инструмента, обращенные к обрабатываемой заготовке. **Главная задняя поверхность (6)** обращена к

непрерывно обновляемой поверхности резания, **вспомогательная задняя поверхность (5)** обращена к обработанной поверхности заготовки.

Режущие кромки образуются пересечением передней и задних поверхностей, их две: **главная режущая кромка (4)** образуются пересечением передней и главной задней поверхности, а **вспомогательная режущая кромка (2)** образуются пересечением передней и вспомогательной задней поверхности.

Главная режущая кромка (лезвие) выполняет основную работу резания – снимает стружку. Вспомогательная режущая кромка подчищает поверхность после прохождения вершины инструмента и имеет малую

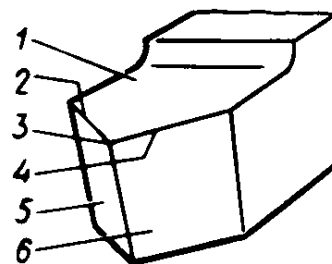


Рис. 1. Элементы режущей части токарного резца: 1 – передняя поверхность, 2 – вспомогательная режущая кромка, 3 – вершина режущей части, 4 – главная режущая кромка, 5 – вспомогательная задняя поверхность, 6 – главная задняя поверхность

длины контакта с обработанной поверхностью. Вспомогательных режущих кромок может быть несколько, например их две у отрезного резца и зуба дисковой фрезы.

Вершина резца (3) – место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. Она может быть острой, закругленной или выполненной в виде переходной режущей кромки.

На обрабатываемой заготовке (рис. 2) различают следующие поверхности: обрабатываемую (1), обработанную (3) и поверхность резания (2). **Обрабатываемой** называется поверхность заготовки, которую удаляют в результате обработки; **обработанной** называется поверхность, полученная после снятия стружки; **поверхность резания** образуется на обрабатываемой заготовке непосредственно главной режущей кромкой.

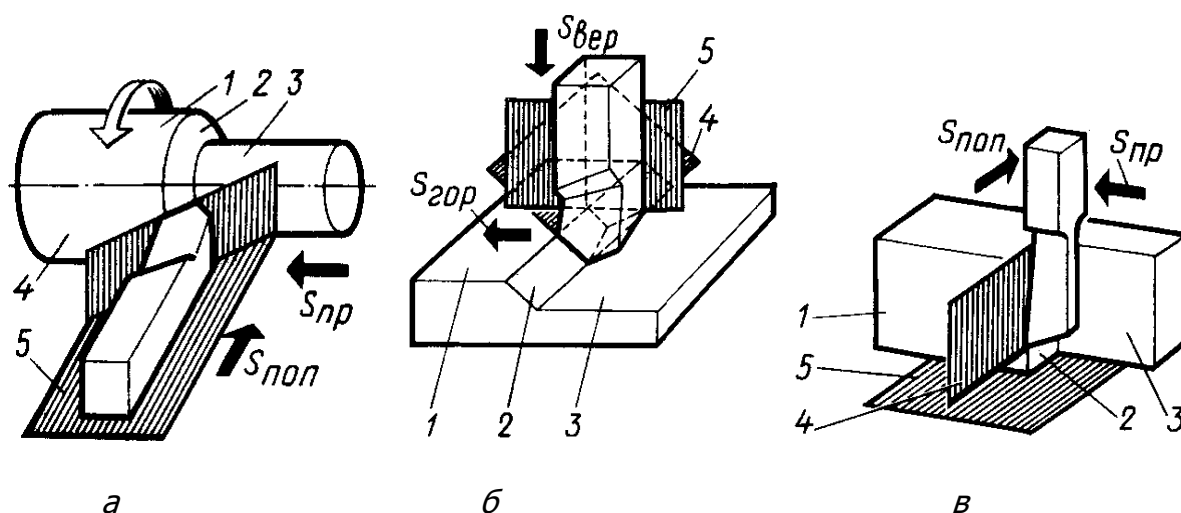


Рис. 2. Поверхности и плоскости при точении (а), строгании (б) и долблении (в).
1 – обрабатываемая поверхность, 2 – поверхность резания, 2 – обработанная поверхность

Взаимное расположение различных поверхностей режущей части инструмента характеризуется значениями углов или геометрическими элементами инструмента. Основные геометрические элементы инструмента: углы в плане и угол наклона главной режущей кромки, радиус при вершине, главные и вспомогательные углы в секущих поверхностях.

Для определения значений этих углов устанавливают следующие исходные плоскости: **плоскость резания (4)** – это плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку; **основная плоскость (5)** – это плоскость, параллельная продольному и поперечному перемещениям инструмента.

У токарного резца за основную плоскость может быть принята нижняя (опорная) поверхность резца. На универсальных токарных станках эта плоскость горизонтальна, но на некоторых токарных автоматах используется несколько суппортов и опорные (основные)

плоскости их не горизонтальны, поэтому для каждого суппорта будет своя наклонная основная плоскость.

Углы в плане – это проекции углов на основную плоскость. Для универсальных токарных станков, у которых основную плоскость горизонтальна, это углы, измеряемые на виде сверху (см. рис. 3).

Главным углом в плане φ называется угол, заключенный между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. С увеличением φ уменьшается поперечная (радиальная) составляющая силы резания P_y , но уменьшается прочность режущего клина и теплоотвод от режущей кромки, что приводит к увеличению температуры резания и уменьшению стойкости инструмента. С увеличением φ увеличивается также шероховатость обработанной поверхности.

При обточке на проход (проходной резец) оптимальный угол $\varphi = 45^\circ$, при точении в упор (упорный резец) – $\varphi = 90^\circ$, при точении по сложному контуру (подрезной резец) – $\varphi = 110^\circ$.

При обточке маложестких заготовок для уменьшения поперечной составляющей силы резания и увеличения размерной точности обработки применяются резцы с $\varphi = 90^\circ$ даже при обточке на проход. Для выдерживания требуемой шероховатости обработанной поверхности в этом случае приходится уменьшать продольную подачу, что приводит к уменьшению производительности обработки и повышению её себестоимости. Другим недостатком резцов с $\varphi \geq 90^\circ$ является заусенец у обрабатываемой поверхности, особенно при $\varphi \geq 100^\circ$. Наличие заусенца может привести к травме руки рабочего, что вынуждает дополнительно обтачивать небольшую фаску для удаления острых краёв.

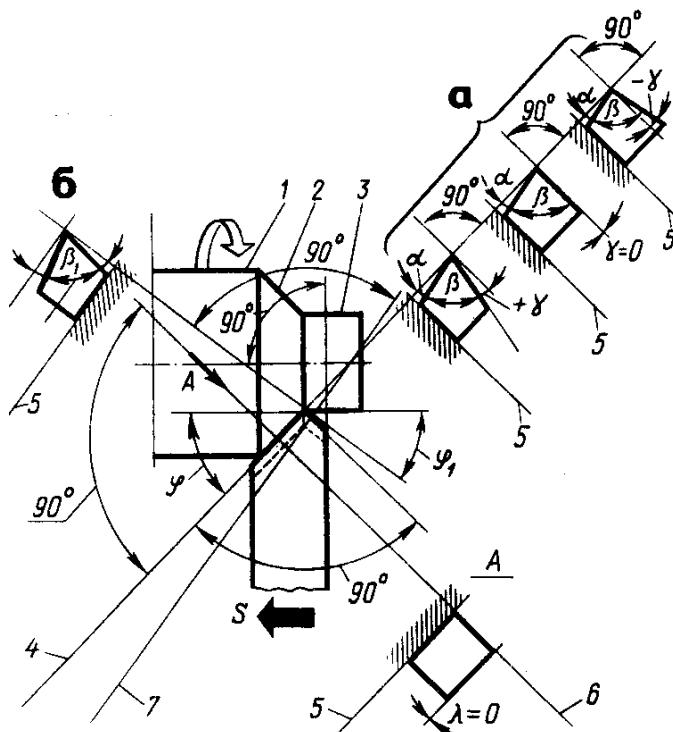


Рис. 3. Углы токарного резца в плане, главной секущей (а) и вспомогательной секущей (б) плоскостях: 1 – обрабатываемая поверхность; 2 – поверхность резания; 3 – обработанная поверхность; 4 – плоскость резания (след); 5 – плоскость, параллельная основной плоскости; 6 – главная секущая плоскость (след); 7 – вспомогательная секущая плоскость (след)

Вспомогательным углом в плане φ_1 называется угол, заключенный между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Влияние φ_1 аналогично влиянию φ , но в гораздо меньших масштабах в связи с малой длиной контакта вспомогательной режущей кромки с поверхностью заготовки. Оптимальный угол $\varphi_1 = 10^\circ$.

Углы φ и φ_1 зависят не только от заточки инструмента, но и от его установки на станке. Поворот резца при установке в резцедержателе по часовой стрелке приведёт к уменьшению угла φ и увеличению угла φ_1 .

Угол при вершине ε – это угол между проекциями на основную плоскость главной и вспомогательной режущих кромок. Он не зависит от установки резца, а зависит только от его заточки. В сумме $\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ$. На практике углом при вершине ε оперируют редко.

Радиус при вершине R (r) (на участке пересечения главной и вспомогательной режущих кромок) существенно влияет на качество обработки и её производительность. С увеличением R увеличивается прочность режущего клина, улучшается теплоотвод, что приводит к увеличению стойкости инструмента; уменьшается шероховатость обработанной поверхности. Однако с увеличением R увеличивается поперечная составляющая силы резания, что приводит к уменьшению размерной точности обработки, особенно при точении маложёстких заготовок.

При чистовом точении с малыми подачами ($s < 0,1$ мм/об) увеличение радиуса при вершине более 1,5 мм приводит, наоборот, к увеличению шероховатости обработанной поверхности и увеличению степени её наклёпа. Происходит это из-за того, что при малых подачах толщина срезаемого слоя мала, увеличение радиуса при вершине уменьшает её ещё больше на радиусном участке. Наличие **радиуса округления режущей кромки ρ** даже у острозаточенного инструмента (из-за износа и выкрашивания режущей кромки при касании поверхности заготовки) приводит к подмятию срезаемого слоя под заднюю поверхность инструмента вместо отвода его на переднюю поверхность. Это явление приводит к «затиранию» обработанной поверхности и ухудшению её качества.

При черновой обработке жёсткой заготовки оптимальный радиус при вершине $R = 2...3$ мм, при обдирке или строгании труднообрабатываемых материалов на жёстких станках $R = 30...80$ мм, при получистовой обработке $R = 0,8...1,5$ мм, при чистовом точении или обработке маложёстких заготовок $R = 0,05...0,8$ мм.

Главные углы инструмента измеряют также в **главной секущей плоскости**, перпендикулярной проекции главной режущей кромки на основную плоскость (рис. 1.10, а).

Главным передним углом γ называется угол, заключенный между передней поверхностью и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания. Если передняя поверхность криволинейная (радиусная), то углы

рассматриваются между касательной к главной передней поверхности в области контакта со стружкой и плоскостью резания. Если этот угол направлен по часовой стрелке, то передний угол считается положительным ($+\gamma$) (рис. 1.10, а, см. сечение, ближайшее к заготовке), если против – то отрицательным ($-\gamma$) (рис. 1.10, а, см. сечение, дальше от заготовки).

При увеличении *положительного* главного переднего угла облегчается стружкообразование, поэтому сила резания уменьшается, но уменьшается прочность режущего клина и теплоотвод от режущей кромки, что приводит к увеличению температуры резания и уменьшению стойкости инструмента.

Оптимальным главным передним углом считается $\gamma=+15^\circ$ при обработке чистой поверхности незакалённой стальной заготовки средней и малой твёрдости резцом из быстрорежущей стали, и $\gamma=+10^\circ$ – резцом с твёрдосплавной пластиной. Если выполняется черновая обработка или с ударами, то оптимальный угол $+5^\circ$ и 0° соответственно. При обработке закалённой заготовки или с твёрдой коркой $\gamma=-5\dots-10^\circ$, при обработке труднообрабатываемых материалов, например, титановых или жаропрочных сплавов – до -25° . При обработке алюминиевых сплавов для предотвращения налипа сходящей стружки на переднюю поверхность инструмента используются большие положительные передние углы – до $+30^\circ$.

При обработке закалённой стали и труднообрабатываемых материалов используются твёрдосплавные резцы с упрочняющей фаской на передней поверхности (см. рис. 4, а).

Передний угол на фаске $\gamma_f=-10\dots-25^\circ$, длина фаски $f \approx (0,2\dots0,8)a$, где a – толщина срезаемого слоя, которая зависит от рабочей подачи s и главного угла в плане φ : $a = s \times \sin \varphi$, мм.

Для завивания стружки и уменьшения силы резания на передней поверхности инструмента часто шлифуется канавка радиусом R , параллельно или под небольшим углом к главной режущей кромке (рис. 4, б). Величина радиуса и глубина канавки h зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала и режимов резания, и обычно подбирается опытным путём ($R \approx 2\dots10$ мм, $h \approx 0,3\dots3$ мм).

При полустойковой и чистовой обработке незакалённой стали и других нетвёрдых материалов, канавка используется отдельно без заточки фаски и выходит к главной режущей кромке. Наличие канавки позволяет увеличить главный передний угол γ на участке контакта

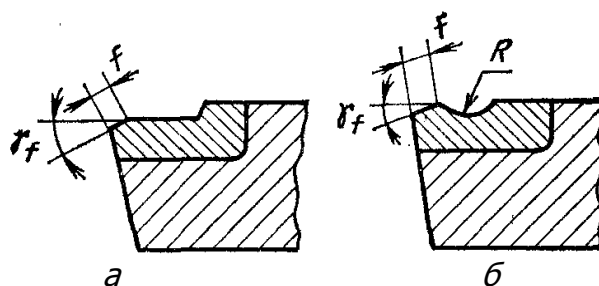


Рис. 4. Резцы с упрочняющей фаской (а) и лункой (б) для ломания и завивания стружки

(справа) и расточке отверстия (слева).

Если главная режущая кромка будет находиться выше оси центров, то главный передний угол γ будет больше, а главный задний угол α – меньше (рис. 5, б).

Если главная режущая кромка будет находиться ниже оси центров, то главный передний угол γ будет меньше, а главный задний угол α – больше (рис. 5, в). Чем больше диаметр обработанной поверхности заготовки (правильнее – поверхности резания), тем меньше будет влияние установки резца.

Для отрезного резца влияние установки будет наибольшим, т.к. в момент окончания отрезки режущая кромка будет находиться у оси вращения шпинделя. Если резец был установлен выше оси центров, то его режущая кромка может сломаться, особенно это опасно для твёрдосплавного инструмента. Если резец был установлен ниже оси центров, то останется не срезанная бобышка, и режущая кромка тоже может выкрошиться или сломаться. Поэтому отрезные резцы относительно оси центров должны устанавливаться с особой тщательностью.

Вспомогательные углы инструмента (см. рис. 2, б) измеряют во вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость. Эти углы влияют на качество обработки и стойкость инструмента гораздо меньше, поэтому на практике им уделяется гораздо меньше внимания.

Угол наклона главной режущей кромки λ расположен между главной режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. В зависимости от положения вершины резца относительно режущей кромки угол λ может быть равен нулю (см. рис. 6, а), иметь положительное (рис. 6, б) или отрицательное (рис. 6, в) значение.

При работе с ударами, например, при обточке вала со шпоночным пазом или при строгании, необходимо затачивать резцы с положительным углом $\lambda = +5^\circ \dots +15^\circ$. В этом случае главная режущая кромка при подходе к заготовке ударяется с обрабатываемой поверхностью не по всей её длине, а только её небольшим участком, удалённым от наименее прочной части – вершины

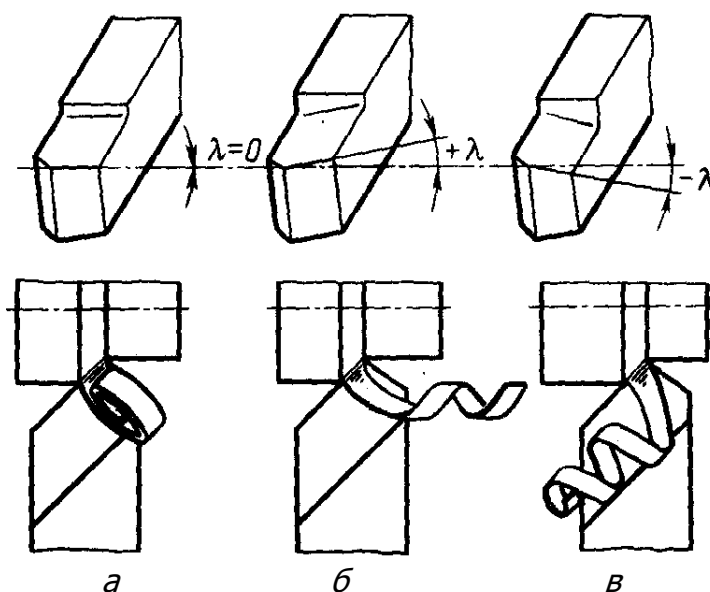


Рис. 6. Угол наклона главной режущей кромки

резца. Недостатком наличия положительного угла λ является то, что стружка отводится в сторону обработанной поверхности и может её повредить.

При чистовой обработке материалов без ударов часто применяют заточку с отрицательным $\lambda = -5^\circ \dots -15^\circ$. В этом случае стружка отводится в сторону от обработанной поверхности, что предотвращает её повреждение. Особенно это актуально при обработке алюминия и его сплавов, поскольку чистая прирезцовая поверхность алюминиевой стружки сразу же прилипает к только что обработанной и ещё не окисленной поверхности заготовки, что вызывает поломку резца и повреждение заготовки. Наличие отрицательного λ ослабляет вершину резца, поэтому рекомендуется уменьшать подачу и глубину резания в 1,5...2 раза против обработки с нулевым λ .

При обработке резцом с $\lambda = 0^\circ$ стружка отводится преимущественно в направлении, перпендикулярном главной режущей кромке, хотя может изменять своё направление в зависимости от протекания процессов стружкообразования и особенностей износа.

При увеличении угла λ по абсолютному значению как при положительном, так и при отрицательном его значении, происходит увеличение скорости перемещения стружки вдоль режущей кромки, что увеличивает температуру резания и уменьшает стойкость инструмента, хотя вероятность скола или выкрашивания режущей кромки при положительном λ уменьшается. Поэтому для работы без ударов и при отсутствии других неблагоприятных факторов обычно применяются резцы с $\lambda = 0^\circ$. У других инструментов, например у фрез и сверл, из-за особенностей их конструкций этот угол может достигать больших значений - $\lambda = -40 \dots -60^\circ$.

На практике при измерении угла λ часто исходят из другого, более общего, определения: угол λ - это угол между вектором скорости резания и перпендикуляром к главной режущей кромке.

В процессе резания значения углов инструмента (кинематических углов) изменяются по сравнению со статическим (нерабочим) состоянием. При обычных режимах резания эти изменения незначительны и ими обычно пренебрегают, но при больших подачах главный задний угол α необходимо увеличивать на $3 \dots 5^\circ$, а при необходимости учитывать изменения и других углов при заточке инструментов.

Оптимальная величина геометрических элементов инструмента и форма передней поверхности (плоская, плоская с фаской, криволинейная, с лункой и др.) зависят от целого ряда факторов и в первую очередь от физико-механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента, формы и размеров обрабатываемой заготовки, режимов резания. Размеры углов выбирают по соответствующим справочникам, предусматривают при конструировании и изготовлении инструмента и достигают заточкой.

При обработке лезвийным инструментом большое внимание уделяется управлению формой стружки и направлением её схода. Различают несколько способов управления сходом стружки, такие как изменение углов и

ориентации режущего инструмента, изменение скорости резания, подачи и глубины резания, применение изменяемой или прерывистой подачи.

Изменение углов режущего инструмента оказывает влияние на траекторию схода стружки. Начальная траектория определяется передним углом режущего инструмента и углом наклона главной режущей кромки.

Изменение формы передней поверхности инструмента, наличие канавок, порошков и выемок влияет на форму стружки, направление её схода и дробление.

Изменение режимов резания ведет к изменению геометрических параметров сечения образующийся стружки, что влияет на процесс стружкообразования. При малых значениях глубины резания, подачи и высоких скоростях при обработке сталей и других вязких материалов образуется сливная стружка. Соответственно, при увеличении глубины резания, подачи и уменьшения скорости резания будет образовываться суставчатая или элементная стружка (стружки скалывания). Сливная стружка и стружки скалывания, как правило, имеют различные траектории схода.

Особое внимание уделяется направлению схода стружки при сливном стружкообразовании, поскольку стружка при этом образуется твёрдая и прочная. Она способна повредить обработанную поверхность, что недопустимо при чистовой обработке. Для предотвращения этого затачивается отрицательный угол наклона главной режущей кромки или вышлифовывается стружкозавивающая канавка на передней поверхности на некотором удалении от главной режущей кромки. Эта канавка может быть и не параллельна режущей кромке (как правило, у режущей кромки она почти вплотную к ней подходит). Расположение канавки и её геометрические параметры зависят от обрабатываемого материала и его термообработки, инструментального материала (его прочности и хрупкости) и режимов резания.

Сливная стружка может также запутаться или намотаться на заготовку, приспособление или инструмент, что способно вызвать поломку режущего инструмента, а порой и повреждение заготовки или станка, резко увеличивается вероятность травмы рабочего. Поэтому стараются не допускать длинных стружек, для чего затачивают стружкозавивающие канавки, порошки, используют накладные стружколомы, используют сильный напор СОЖ или сжатого воздуха, специальные СОТС, изменяющие не только форму стружки, но и её характер.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение элементам режима резания.
2. Назовите основные элементы лезвия токарного резца и дайте им определение.
3. Дайте определение углам токарного резца и укажите назначение каждого из них.
4. Как изменяются углы резца в зависимости от положения его вершины относительно оси вращения обрабатываемой заготовки?

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет оформляется на листах А-го формата, желательно в клетку. Отчет обязательно должен содержать следующие пункты:

1. Название работы.
2. Цель работы и задачи исследований.
3. Перечень применяемых приборов и оборудования.
4. Краткое содержание работ и основные этапы последовательности выполнения .
5. Выводы по каждому выданному инструменту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. –М.: Машиностроение, 2012. –304 с.
2. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под общ. ред. С.В. Кирсанова. М.: Машиностроение, 2014, 520 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Составители

доц., канд. техн. наук В.Н. Козлов

Рецензент

кандидат технических наук

Скворцов В.Ф.

Подписано к печати 05.11.2012. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».


Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.

Заказ . Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru