

Цель работы:

- 1) изучить назначение, конструкцию и геометрию основных типов резцов;
- 2) приобрести практические навыки замеров конструктивных и геометрических элементов и определения области рационального применения токарных резцов;
- 3) закрепить полученные теоретические знания соответствующего раздела курса «Обработка конструкционных материалов резанием».

Оборудование рабочего места. Для выполнения лабораторной работы применяется следующее оборудование:

- набор токарных резцов (проходной прямой, проходной отогнутой, проходной упорный, подрезной, отрезной);
- штангенциркуль, масштабная линейка, универсальный угломер ЛТМ, настольный угломер, радиусомер;
- методические указания к лабораторной работе;
- учебная литература [1–8].

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В часы индивидуальной работы, пользуясь настоящими методическими указаниями и рекомендуемой литературой, накануне занятий следует изучить типы, назначение, геометрию и область применения резцов.

2. Выяснить, из каких материалов изготавливаются их режущие части.

3. Ознакомиться с ранее указанным измерительным инструментом и научиться им пользоваться.

4. Произвести замеры геометрических и конструктивных элементов резцов, указанных преподавателем, в соответствии с протоколом (табл. 1.1).

5. Убрать рабочее место.

6. Оформить и сдать отчет в соответствии со следующими указаниями:

- вычертить схему обработки детали проходным, подрезным и отрезным резцами. На схеме указать обрабатываемую и обработанную поверхности, поверхность резания, главную и вспомогательную режущие кромки, указать стрелками направление главного движения и движения подачи;

- дать краткую характеристику изучаемого инструмента, указать его назначение и тип, материал режущей части;
- выполнить эскизы измеряемых инструментов с указанием всех геометрических характеристик инструмента (количество проекций и сечений выбирается из условия полного представления всех геометрических характеристик инструмента);
- заполнить протокол измерений;
- определить область рационального применения изучаемого инструмента.

Таблица 1.1. Протокол измерений конструктивных и геометрических параметров токарных резцов

Измеряемые элементы	Обозначение и размерность	Результаты измерений резцов		
		Проходной	Подрезной или проходной упорный	Отрезной
Длина резца	L , мм			
Длина рабочей части резца	l_1 , мм			
Длина хвостовика резца	l_2 , мм			
Сечение хвостовика	$B \times H$, мм			
Высота резца	H , мм			
Радиус закругления вершины	r_v , мм			
Главный угол в плане	ϕ , град ϕ_1 , град			
Вспомогательный угол в плане	ϕ' , град ϕ'' , град			
Угол при вершине	ε , град ε_1 , град			
Главный передний угол	γ , град			
Главный задний угол	α , град			
Угол заострения	β , град			
Вспомогательный задний угол	α' , град α'' , град			
Угол резания	δ , град			
Угол наклона гл. реж. кромки	λ , град			
Материал режущей части				
Хим. состав реж. части				
Температуростойкость	$T_{кр}$, °С			
Допустимая скорость резания	$V_{кр}$, м/мин			

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЦАХ И ПОВЕРХНОСТЯХ ПРИ ТОЧЕНИИ

2.1. Основные понятия, относящиеся к обработке резцами

В процессе резания различают три вида движения:

– **главное движение резания (D_r)** – прямолинейное поступательное или вращательное (при точении) движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью; V – вектор скорости главного рабочего движения (рис. 2.1);

– **движение подачи (D_s)** – прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания (при точении это перемещение резца относительно оси детали), предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность. Характеризуется вектором скорости (V_s) рассматриваемой точки режущей кромки в движении подачи (D_s) или подачей, соответствующей одному обороту заготовки (S , мм/об.);

– **условно-вспомогательное движение** – установочные перемещения суппорта, резцедержателя, задней бабки при подготовке к процессу резания и в процессе резания.

Сумма главного движения резания и вспомогательного движения подачи составляет результирующее движение, характеризующееся вектором скорости (V_e).

На обрабатываемой детали при снятии с нее стружки резцом различают следующие поверхности:

– **обрабатываемая поверхность (1)** – поверхность, с которой нужно снять стружку;

– **обработанная поверхность (3)** – поверхность, с которой снята стружка;

– **поверхность резания (2)** – поверхность на обрабатываемой детали, образуемая режущей кромкой в процессе резания. Поверхность резания является переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями.

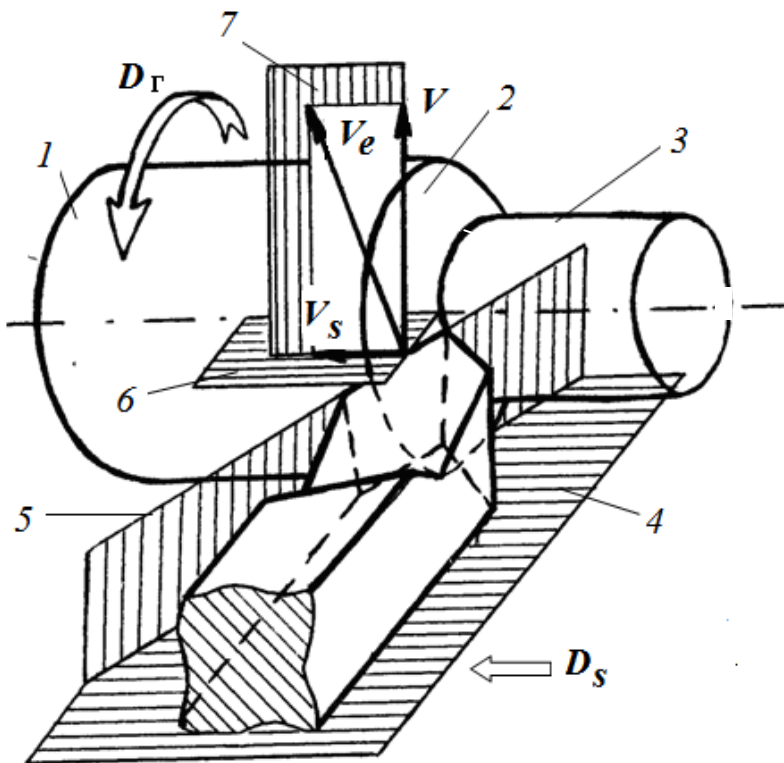


Рис. 2.1. Схема обработки заготовки проходным прямым резцом с основными плоскостями

Для изготовления, контроля и эксплуатации резцов необходимо задать систему отсчёта. Для этих целей служат различные системы координат:

- инструментальная (ИСК);
- статическая (ССК);
- кинематическая (КСК).

Каждая система координат образуется тремя основными плоскостями: основной, рабочей и плоскостью резания (рис. 2.1).

Основная плоскость (P_V) – координатная плоскость 6, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения реза-

ния в этой точке. Эта плоскость определяет пространственное положение системы координат.

Рабочая плоскость (P_S) – плоскость 7, в которой расположены векторы скоростей главного движения и движения подачи.

Плоскость резания (P_n) – плоскость 5, касательная к главной режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости.

Вспомогательная плоскость резания (P_n') – плоскость, касательная к вспомогательной режущей кромке, перпендикулярная основной плоскости (см. рис. 2.5).

Главная секущая плоскость (P_τ) – плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Нормальная секущая плоскость (P_n) – плоскость, перпендикулярная вспомогательной режущей кромке в рассматриваемой точке и основной плоскости (см. рис. 2.5).

В зависимости от расположения этих плоскостей и различают вышеуказанные системы координат.

В инструментальной системе координат (**ИСК**) основная плоскость проходит через вершину резца параллельно плоскости 4, проходящей по основанию резца. Предназначена данная система координат для изготовления инструмента и контроля геометрических параметров резца в процессе заточки. Геометрические параметры инструмента в данной системе обычно называют углами заточки.

В статической системе координат (**ССК**) основная плоскость проходит через рассматриваемую точку (вершину резца) перпендикулярно вектору скорости главного движения. Направление же вектора скорости главного движения зависит от положения вершины резца (выше или ниже) относительно оси обрабатываемой детали. Поэтому статическая система координат учитывает изменение углов резца после установки инструмента на станок.

В кинематической системе координат (**КСК**) рассматриваются геометрические параметры инструмента в процессе резания. Основная плоскость проходит перпендикулярно вектору результирующего движения (векторная сумма главного движения и движения подачи). Кинематическая система координат предназначена для определения точных геометрических параметров в процессе резания.

2.2. Конструкция резца

Резец состоит из рабочей части l_1 (лезвия) и корпуса l_2 (хвостовика), имеющего вид стержня прямоугольного, квадратного, круглого или трапецидального сечения. На рис. 2.2 показан резец прямоугольного сечения с размерами по высоте (H) и ширине (B) и алгоритм определения его элементов.

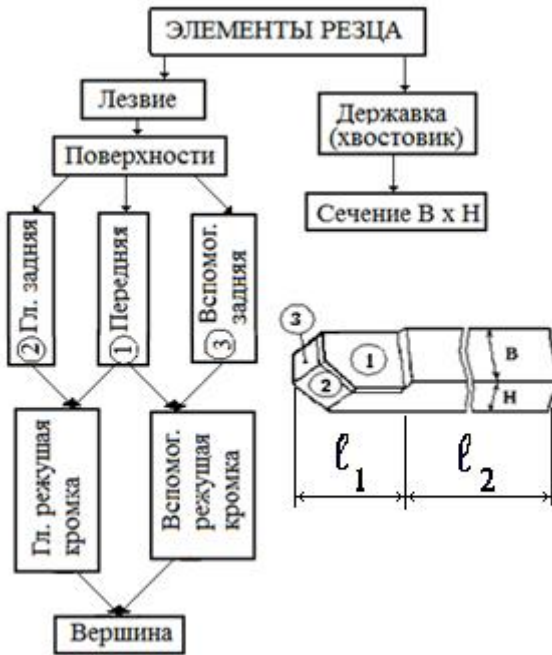


Рис. 2.2. Конструкция прямого проходного резца с алгоритмом определения его элементов

Лезвие резца l_1 имеет следующие элементы:

- **переднюю поверхность 1** – поверхность, по которой сходит стружка;
- **главную заднюю поверхность 2** – поверхность, обращенную к поверхности резания;

- **вспомогательную заднюю поверхность 3** – поверхность, обращенную в процессе резания к обработанной поверхности детали;
- **главную режущую кромку**, которая образуется в результате пересечения передней 1 и главной задней 2 поверхностей и выполняет основную работу резания;
- **вспомогательную режущую кромку**, образованную в результате пересечения передней 1 и вспомогательной задней 3 поверхностей;
- **вершину** резца, образованную в результате пересечения трех поверхностей или главной и вспомогательной режущих кромок. Она в плане может быть острой, закругленной или в виде прямой линии, называемой переходной кромкой.

Токарные резцы подразделяют следующим образом.

1. **По способу изготовления:** *цельные* – лезвие и хвостовик резца сделаны из одного материала; *составные* – лезвие и хвостовик резца сделаны из разных материалов (например, лезвие – из быстрорежущей стали, а хвостовик – из конструкционной стали, обычно стали Ст5, Ст6, 40, 45, 50, 40Х); *с припаянной или приклеенной* пластиной (из быстрорежущей стали или твердосплавной); *сборные* – резцы, режущая часть которых крепится механическим способом к хвостовику резца.

2. **По форме и расположению лезвия относительно хвостовика** (рис. 2.3): *прямые* (а, б); *отогнутые* – отогнутые влево (в), отогнутые вправо (г); *оттянутые* – оттянутые влево (д), оттянутые вправо (ж), оттянутые посередине (е); *изогнутые* – изогнутые вниз (з); изогнутые вверх (и).

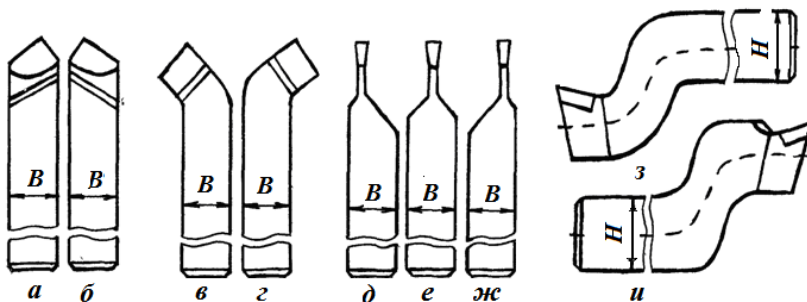


Рис. 2.3. Деление резцов по форме и расположению лезвия относительно хвостовика

3. **По направлению подачи** (рис. 2.4): *правые* и *левые*. Правыми резцами называются резцы, работающие при подаче справа налево.

Левыми резцами – резцы, работающие при подаче слева направо. Правый или левый резец определяется по положению главной режущей кромки правилом руки. Если большой палец правой руки, положенной на резец сверху, указывает на главную режущую кромку, то такой резец является правым. Если же большой палец левой руки, положенной на резец сверху, будет указывать на главную режущую кромку, то такой резец будет левым.

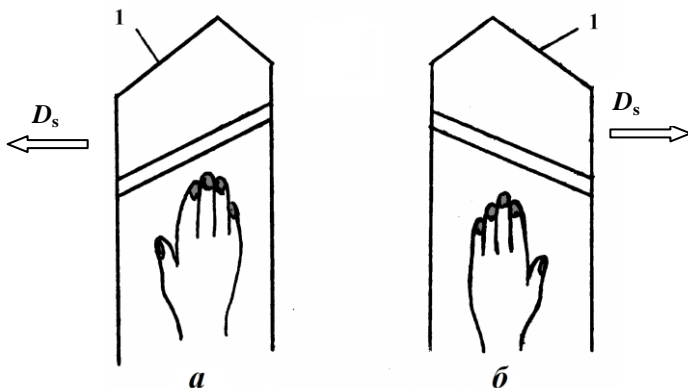


Рис. 2.4. Виды резцов по направлению подачи:
а – правые; б – левые

4. По назначению (прил. 1, 2):

- *проходные* (а, б, в) – для обработки наружных цилиндрических и конических поверхностей;
- *подрезные* (г) – для обтачивания торцевых поверхностей (торцевания);
- *расточные* (д, е) – для обработки внутренних цилиндрических и конических поверхностей;
- *галтельные* (ж) – для протачивания галтелей (канавок с закруглёнными углами);
- *отрезные* (з) – для отрезания и протачивания наружных канавок;
- *канавочные* (и) – для протачивания внутренних канавок;
- *резьбовые* (к, л) – для внешней и внутренней резьбы;
- *фасонные* – для обработки фасонных поверхностей.

Резцы также можно разделить на черновые и чистовые. Черновые резцы имеют острую вершину, чистовые имеют радиус при вершине. Чем больше радиус, тем чище обработанная поверхность. Кроме того, чистовые резцы должны иметь отрицательное значение угла наклона главной режущей кромки, так как в этом случае стружка отклоняется в сторону обрабатываемой поверхности и не царапает обработанную.

2.3. Геометрия резца

Форма (геометрия) резца характеризуется его главными и вспомогательными углами, углами в плане и углом наклона главной режущей кромки.

2.3.1. Главные и вспомогательные углы резца

Главные углы измеряются в *главной секущей плоскости* P_τ , перпендикулярной линии пересечения основной плоскости и плоскости резания (главной режущей кромки), рис. 2.5.

В главной секущей плоскости различают четыре угла: главный передний угол γ , главный задний угол α , угол резания δ и угол заострения β . Названия углов γ и α идентичны названию поверхностей (см. конструкцию резца, рис. 2.2).

Главным передним углом γ называется угол между передней поверхностью лезвия резца и основной плоскостью.

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью лезвия резца и плоскостью резания.

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью лезвия резца и плоскостью резания.

Углом заострения (углом клина) β называется угол между передней и главной задней поверхностями.

Между значениями главных углов существуют следующие зависимости (алгебраические равенства):

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \quad \beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma); \quad (1)$$

$$\alpha + \beta = \delta; \quad (2)$$

$$\delta = 90^\circ - (\gamma). \quad (3)$$

Кроме рассмотренных главных углов, резцы характеризуются вспомогательным задним углом α' .

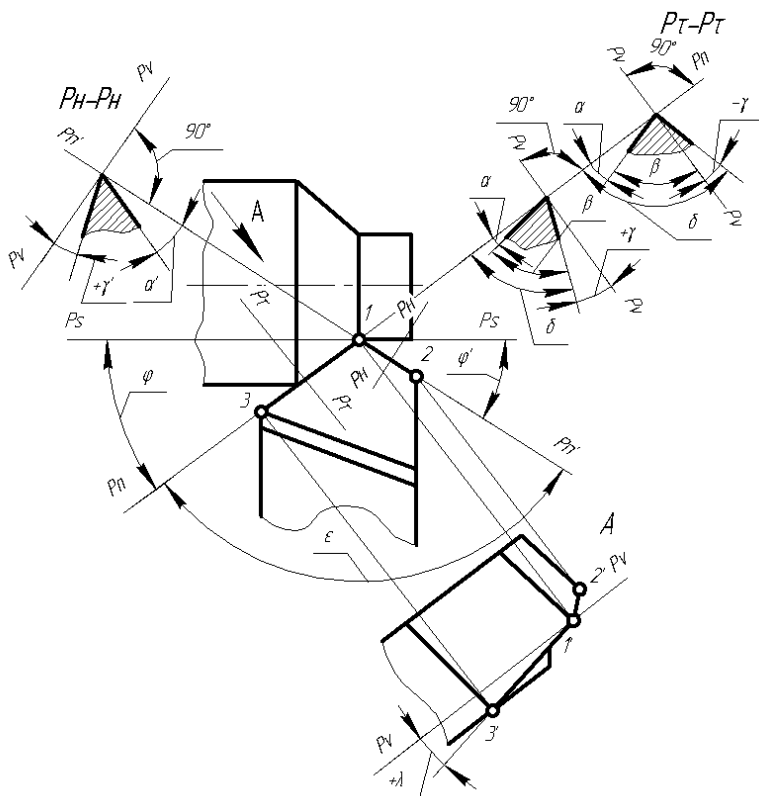


Рис. 2.5. Главные и вспомогательные углы проходного резца

Вспомогательным задним углом α' называется угол между вспомогательной задней поверхностью (см. рис. 2.2) и вспомогательной плоскостью резания (P_n') (см. рис. 2.5), проходящей через вспомогательную режущую кромку резца перпендикулярно основной плоскости.

Значения задних углов α и α' лежат в диапазоне от 5° до 15° (при обработке чугунов и сталей – от 6° до 12°). Задние углы в основном оказывают влияние на трение между задними поверхностями инструмента и обрабатываемой деталью, на силы резания и температуру в

зоне резания. С увеличением задних углов уменьшается трение, что приводит к уменьшению температуры в зоне резания, уменьшению износа резца, снижению силы резания. Однако чрезмерное увеличение заднего угла приводит к уменьшению прочности режущих кромок.

Значения главных передних углов γ могут лежать в пределах от -15° до $+30^\circ$. Условно считается, что угол γ может быть положительным и отрицательным. Отрицательный угол ($-\gamma$) имеет место при угле резания $\delta > 90^\circ$. В этом случае также удерживается алгебраическое равенство $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$. С увеличением переднего угла γ уменьшается работа, затрачиваемая на процесс резания, и шероховатость обрабатываемой поверхности.

Передний угол γ оказывает влияние на прочность режущей кромки резца и температуру в зоне резания.

Значения углов β и δ зависят от выбора углов α и γ .

2.3.2. Углы резца в плане, угол наклона главной режущей кромки

Углы резца в плане измеряются в основной плоскости (рис. 2.6).

Главным углом в плане ϕ называется угол в основной плоскости между плоскостью резания (P_n) и рабочей плоскостью (P_s).

Вспомогательным углом в плане ϕ' называется угол между вспомогательной плоскостью резания (P_n') и рабочей плоскостью.

Углом при вершине в плане ϵ называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Для углов в плане всегда выполняется равенство

$$\phi + \epsilon + \phi' = 180^\circ. \quad (4)$$

Значение главного угла в плане ϕ изменяется в пределах от 10° до 90° . Угол ϕ оказывает значительное влияние на качество обработанной поверхности, уменьшение этого угла приводит к снижению шероховатости. При этом увеличивается активная длина режущей кромки, что улучшает условия теплоотвода и уменьшает износ режущего инструмента. Также ϕ определяет соотношение между осевой и радиальной составляющими силы резания. При обработке длинных деталей и деталей малой жесткости главный угол в плане ϕ выбирается равным $60-90^\circ$. При обработке жестких деталей данный угол должен быть значительно меньшим. Наиболее распространен угол $\phi = 45^\circ$.

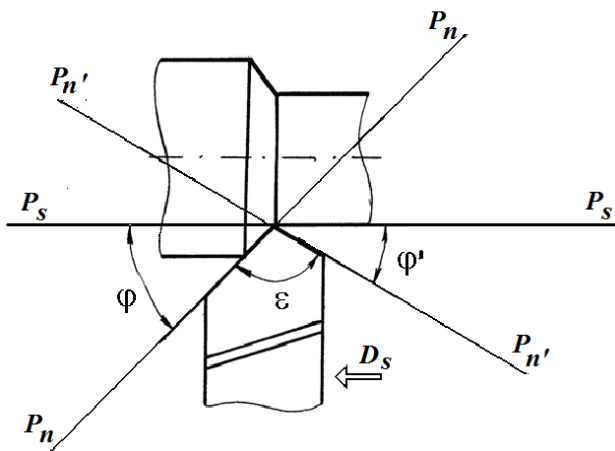


Рис. 2.6. Углы проходного резца в плане

Значения вспомогательного угла ϕ' лежат в диапазоне от 0° до 45° . Он также оказывает влияние на качество обработанной поверхности. Чем меньше данный угол, тем меньше шероховатость, но больше сила трения.

Угол наклона главной режущей кромки λ измеряется в плоскости резания (рис. 2.7).

Углом наклона главной режущей кромки λ называется угол между главной режущей кромкой и основной плоскостью.

Угол λ считается положительным, когда вершина резца является наинизшей точкой главной режущей кромки, и отрицательным – когда вершина резца является наивысшей точкой главной режущей кромки, λ равен нулю, если главная режущая кромка совпадает с основной плоскостью (P_v). Значение угла λ находятся в пределах от -5° до $+5^\circ$.

Угол λ оказывает влияние на направление схода стружки. При отрицательном значении угла λ стружка сходит на обрабатываемую поверхность детали. При положительном значении угла λ стружка сходит в сторону обработанной поверхности детали. При угле $\lambda = 0$ стружка сходит против направления подачи или вдоль корпуса (стержня) резца. Кроме этого угол λ влияет на прочность главной режущей кромки, на составляющие силы резания.

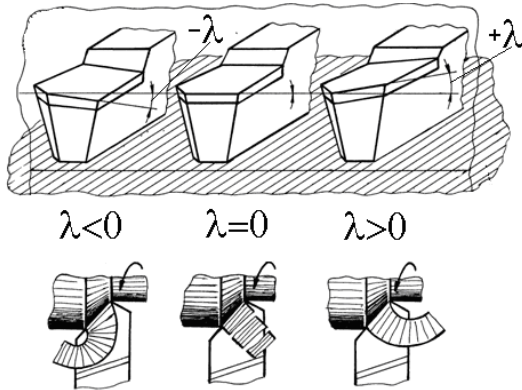


Рис. 2.7. Угол наклона главной режущей кромки

2.3.3. Углы отрезного реза

На отрезном резе, также как и на проходном, различают углы в главной и вспомогательной секущих плоскостях (рис. 2.8).

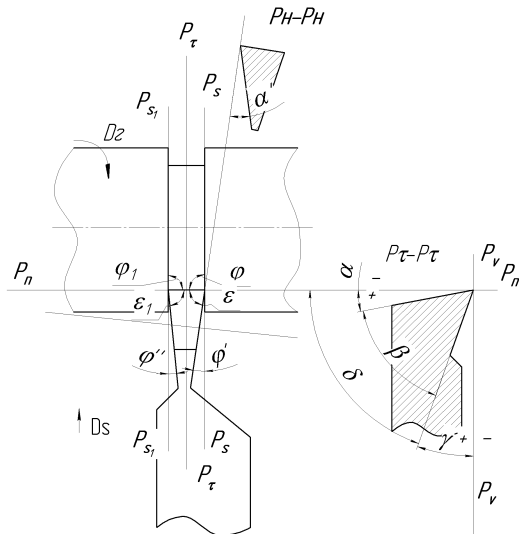


Рис. 2.8. Геометрия отрезного реза

В главной секущей плоскости P_T различают главные углы α , β , γ .

В нормальной секущей плоскости P_n определяют вспомогательный угол α' .

Определение углов отрезного резца производится так же, как и проходного.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в приведенной ниже последовательности.

С помощью штангенциркуля или измерительной линейки произвести измерение сечения хвостовика $B \times H$ (ширина B и высота H), длины резца L .

С использованием универсального угломера произвести измерение геометрических параметров резца:

– измерение главных (α , β , γ , δ) и вспомогательных (α' , γ') углов резца (рис. 3.1).

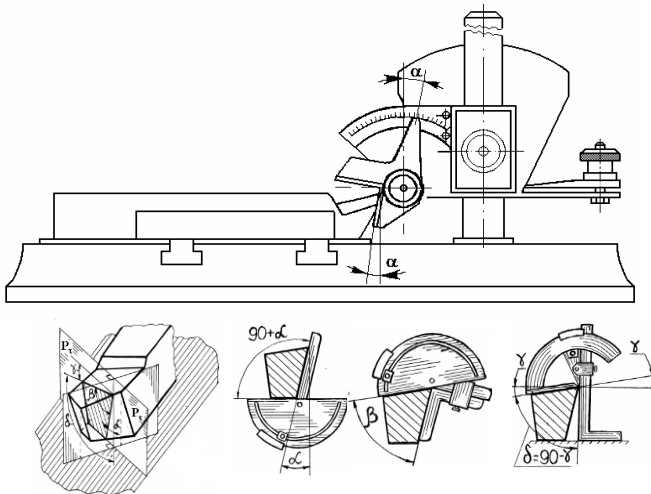


Рис. 3.1. Измерение углов резца в главной секущей плоскости

При измерении главных углов резца шкала угломера должна располагаться параллельно главной секущей плоскости (P_T) или

совпадать с ней. Замерив углы α и γ , угол резания δ и заострения β можно будет вычислить, воспользовавшись формулами (1)–(3).

При измерении вспомогательных углов резца плоскость угломера должна располагаться параллельно вспомогательной секущей плоскости (P_n). В этой плоскости производят измерение вспомогательных углов α' и γ' , аналогично измерению главных углов α и γ ;

– **измерение углов в плане (ϕ , ϵ , ϕ')** (рис. 3.2).

Углы резца в плане можно измерить двумя способами. При первом способе необходимо спроецировать главную и вспомогательную режущие кромки на плоскость, проходящую по основанию резца. Через проекцию вершины резца провести направление подачи (перпендикулярно хвостовику резца при продольной подаче или параллельно – при поперечной подаче), после чего замерить углы между соответствующими линиями.

При втором способе шкала угломера располагается строго параллельно рабочей плоскости и замер производится непосредственно на резце;

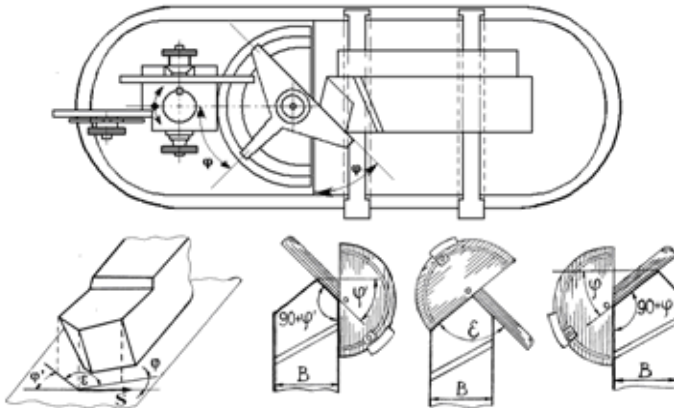


Рис. 3.2. Измерение углов резцов в плане

– **измерение угла наклона главной режущей кромки (λ)**.

Угол наклона главной режущей кромки можно определить непосредственным измерением (рис. 3.3), при этом шкала угломера должна

располагаться параллельно плоскости резания, или его можно вычислить с помощью линейных измерений по формуле

$$\sin \lambda = (h_1 - h_2) / b, \quad (5)$$

где h_1 – высота вершины резца, мм;

h_2 – высота второго края главной режущей кромки, мм;

b – длина главной режущей кромки, мм (измерение высот необходимо производить с помощью штангенциркуля).

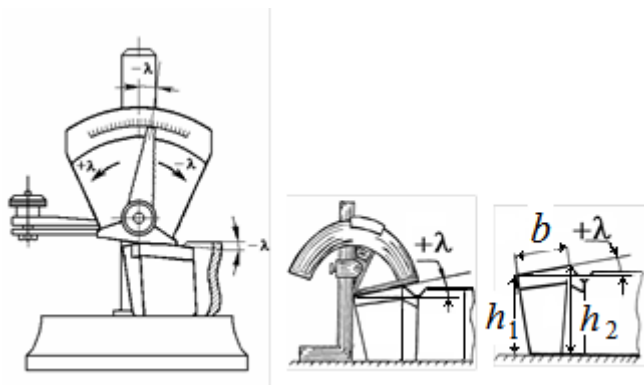


Рис. 3.3. Измерение угла наклона главной режущей кромки

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды движения можно выделить при токарной обработке?
2. Какие поверхности различают на обрабатываемой детали?
3. Что называется обрабатываемой поверхностью, обработанной поверхностью, поверхностью резания?
4. Дайте понятие основной плоскости, плоскости резания, рабочей плоскости.
5. Как можно классифицировать токарные резцы?
6. Как подразделяются токарные резцы по назначению? Какие виды работ они выполняют?
7. Какие материалы используют для изготовления лезвия и хвостовика резца?
8. Что означает термин «правый резец»? Какие еще бывают резцы?
9. Какие углы относятся к главным углам? Где они измеряются?

10. Что называется главным передним углом? Какие значения он может принимать?

11. Что называется главным задним углом? Какие значения он может принимать?

12. Между какими поверхностями измеряется угол заострения и угол резания? Как их можно вычислить?

13. Какие углы относятся к углам резца в плане? В какой плоскости они измеряются?

14. Между какими плоскостями измеряется главный угол резца в плане, вспомогательный угол резца в плане, угол при вершине резца в плане?

15. Каким математическим соотношением связаны углы резца в плане между собой?

16. Чему равен главный угол резца в плане для отрезного резца?

17. Что называется углом наклона главной режущей кромки? В какой плоскости он измеряется?

18. Какие значения может принимать угол наклона главной режущей кромки? На что он оказывает влияние?

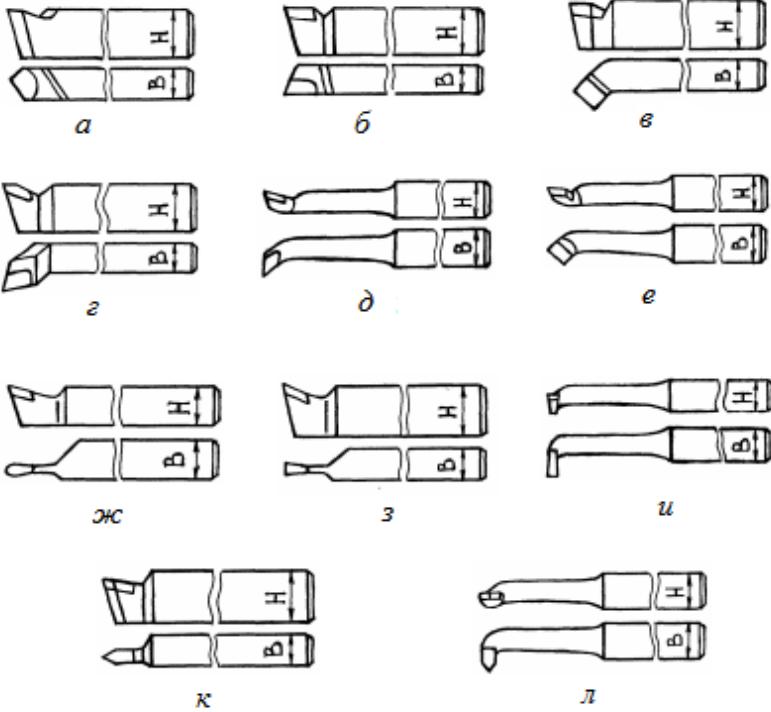
19. В каких диапазонах находятся значения главных задних и главных передних углов резцов? На что оказывают влияние эти углы в процессе резания?

20. Какие значения могут принимать углы резца в плане? Какое влияние оказывают эти углы на процесс резания?

ПРИЛОЖЕНИЯ

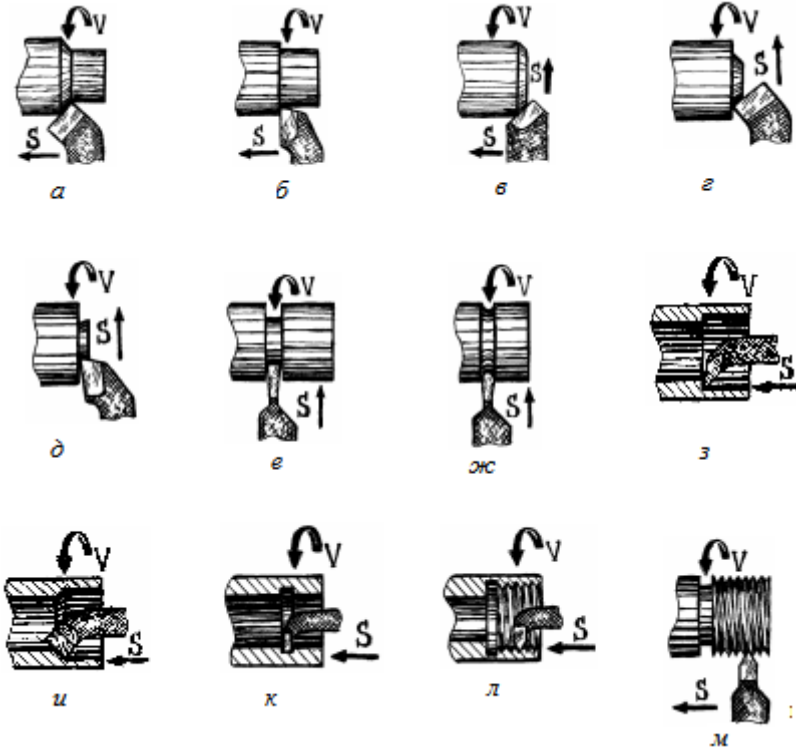
Приложение 1

Деление резцов по назначению



a – проходной прямой; *б* – проходной прямой упорный; *в* – проходной отогнутый;
г – подрезной; *д* – расточной для глухих отверстий; *е* – расточной для сквозных
отверстий; *ж* – галтельный; *з* – отрезной; *и* – канавочный; *к* – резьбовой для наружной
резьбы; *л* – резьбовой для внутренней резьбы

Основные виды работ, выполняемые резцами



а, б – точение наружных цилиндрических и конических поверхностей; *в* – точение наружных фасок; *г* – подрезание торцов проходными отогнутыми резцами; *д* – подрезание торцов подрезными резцами; *е* – точение наружных канавок и отрезание; *ж* – точение галтелей; *з, и* – растачивание внутренних цилиндрических и конических поверхностей, растачивание внутренних фасок; *к* – растачивание внутренних канавок; *л* – нарезание внутренней резьбы; *м* – нарезание наружной резьбы

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского. – Москва: Машиностроение, 1985. – 448 с.
2. Некрасов, С. С. Обработка материалов резанием: учеб. пособие / С. С. Некрасов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 336 с.
3. Горохов, В. А. Технология обработки материалов: учеб. пособие / В. А. Горохов. – Минск: Беларус. навука, 2000. – 439 с.
4. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / А. М. Дальский [и др.]. – 2-е изд. – Москва: Машиностроение, 1990. – 352 с.
5. Драгун, А. П. Режущий инструмент: учебник / А. П. Драгун. – Ленинград: Лен-издат, 1986. – 271 с.
6. Дриц, М. Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебник / М. Е. Дриц, М. А. Москалев. – Москва: Высш. шк., 1990. – 447 с.
7. Лященко, Д. Н. Изучение конструкции и геометрии токарных резцов: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» / Д. Н. Лященко, В. М. Стрижов. – Барнаул, 2005. – 14 с.
8. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий: ГОСТ 25762–83. – Введ. 01.07.84. – Москва: Изд-во стандартов, 1983.