

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и
инструменты»

Часть 1

Витебск
2026

УДК 621.9.02

Составитель:

А. Л. Климентьев

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения»
УО «ВГТУ», протокол № 10 от 19.05.2026.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 9 от 29.05.2026.

Режущий инструмент : лабораторный практикум. Ч. 1 / сост. :
А. Л. Климентьев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2026. – 39 с.

Лабораторный практикум является руководством по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Режущий инструмент». Изложены элементы теории, методика и порядок выполнения лабораторных работ. Предназначен для студентов специальности 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» дневной очной и заочной сокращенной форм обучения.

УДК 621.9.02

© УО «ВГТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦОВ	4
1.1 Элементы теории	4
1.2 Порядок выполнения работы	22
Список рекомендуемых источников	22

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН	23
2.1 Элементы теории	23
2.2 Порядок выполнения работы	29
Список рекомендуемых источников	30

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ	31
3.1 Элементы теории	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	38

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦОВ

Цель работы: изучение видов, элементов конструкции и основных геометрических параметров резцов.

1.1 Элементы теории

Резец – однолезвийный инструмент для обработки деталей с поступательным или вращательным главным движением резания и возможностью подачи в любом направлении.

Классификация резцов.

Резцы принято классифицировать по ряду классификационных признаков:

- *по роду работы* – токарные (*а*), строгальные (*б*), долбежные (*в*) (рис. 1.1);
- *по направлению подачи* – правые и левые (рис. 1.2);
- *по исполнению головки* – прямые (*а*), отогнутые (*б*), изогнутые (*в*), оттянутые (*г*), «новаторские» (рис. 1.3);
- *по установке относительно заготовки* – радиальные (*б*), тангенциальные (*а*) (рис. 1.4);
- *по схеме работы* – проходные, подрезные, отрезные, прорезные (канавочные), расточные, резьбонарезные (резьбовые), фасонные (рис. 1.5);
- *по характеру обработки* – черновые (обдирочные), чистовые, для тонкого точения;
- *по форме сечения стержня державки* – с прямоугольным сечением, с квадратным сечением, с круглым сечением;
- *по форме режущей кромки* – с прямолинейной кромкой (*а*), с криволинейной кромкой (*б*) (рис. 1.6);
- *по форме передней поверхности* – плоской (*а*), плоской с фаской (*б*), радиусной (*в*), радиусной с фаской (*г*) (рис. 1.7);
- *по способу изготовления* – цельные (*а*), составные с приваренной головкой (*б*), составные с припаянной или приваренной пластинкой (*в*), с приваренной полоской, с наплавленной головкой, с механическим креплением режущей пластинки (*г*) (рис. 1.8);
- *по материалу режущей части* – из углеродистой стали, из быстрорежущей стали, с пластинами из твердого сплава, с пластинами из минералокерамики, с режущими элементами из сверхтвёрдых материалов.

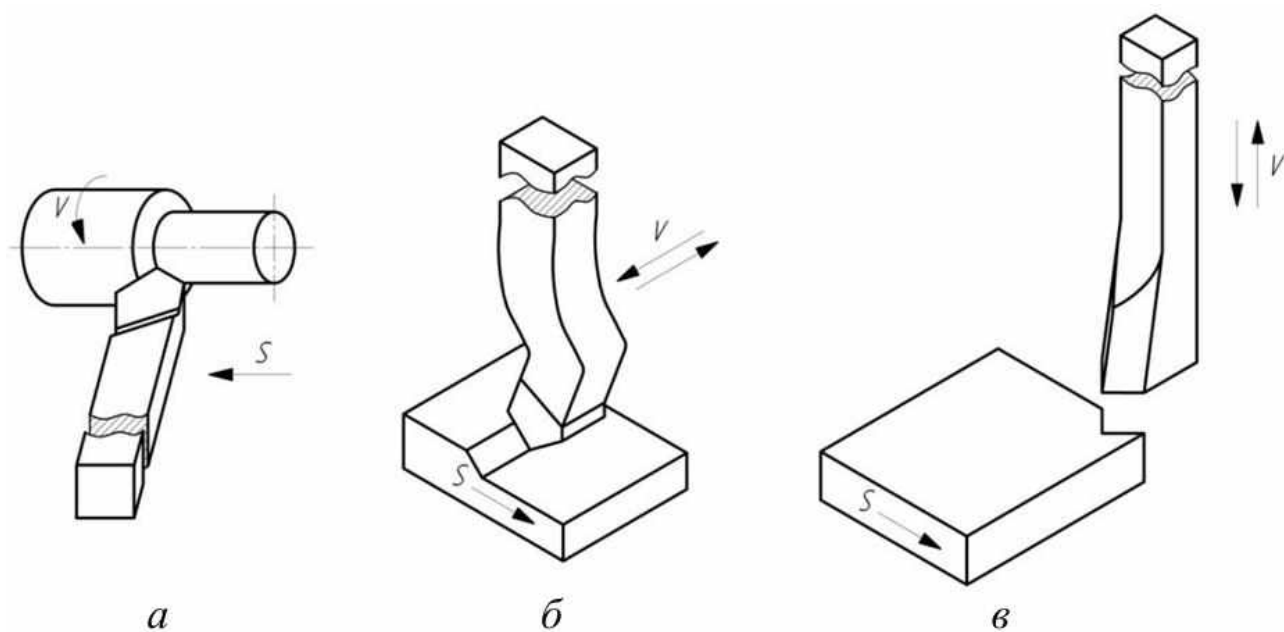


Рисунок 1.1 – Классификация резцов по роду работы:
a – токарные, *б* – строгальные, *в* – долбежные

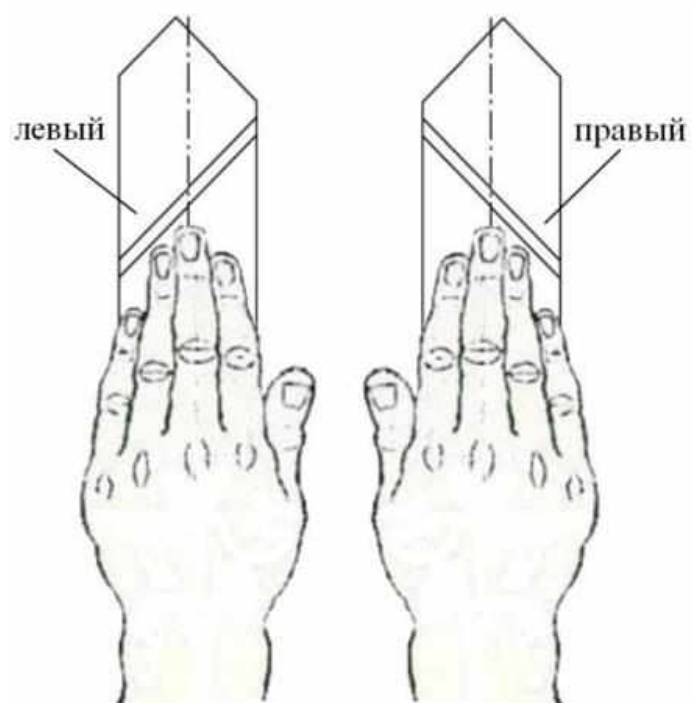


Рисунок 1.2 – Классификация резцов по направлению подачи

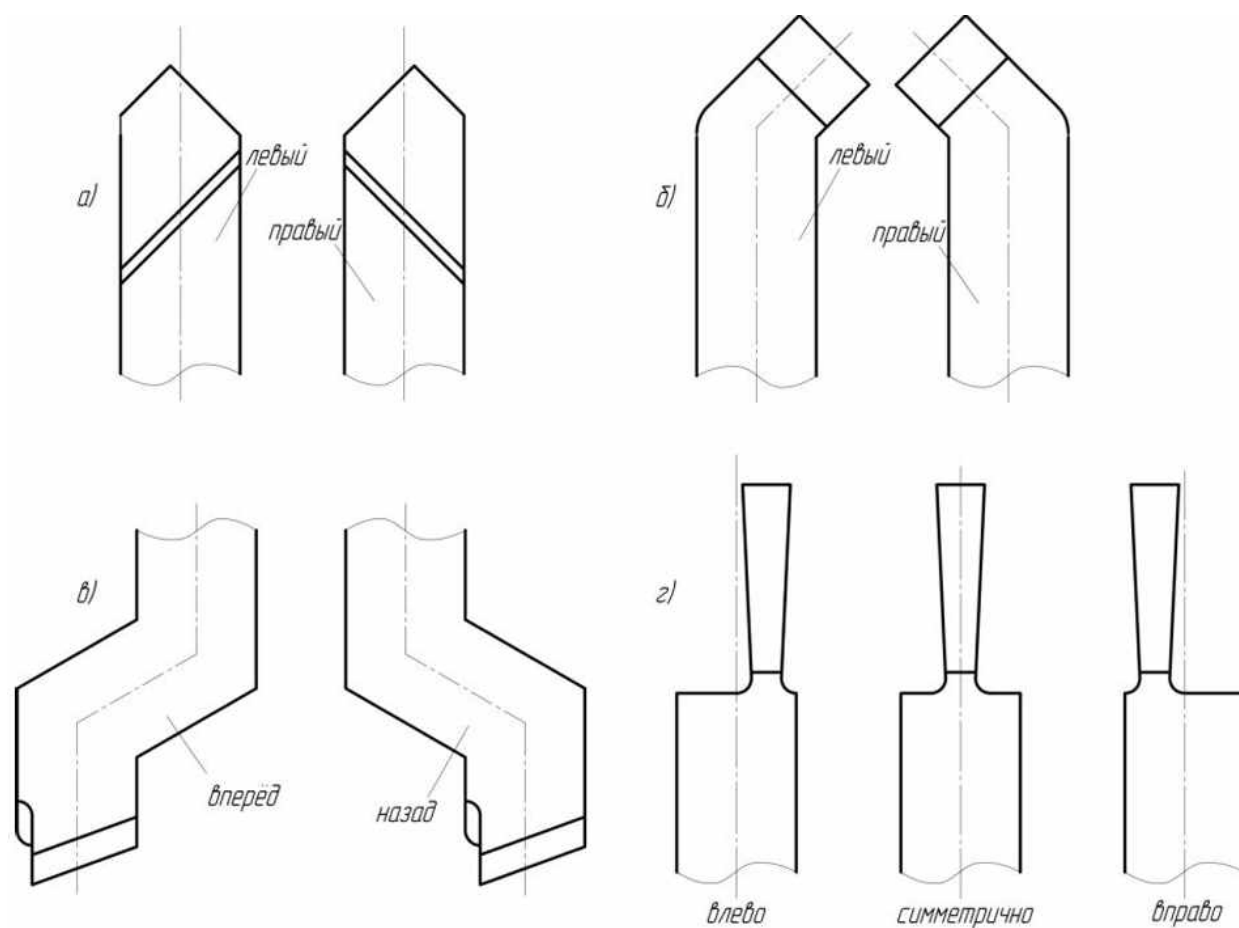


Рисунок 1.3 – Классификация резцов по исполнению головки:
а – прямые, *б* – отогнутые, *в* – изогнутые, *г* – оттянутые

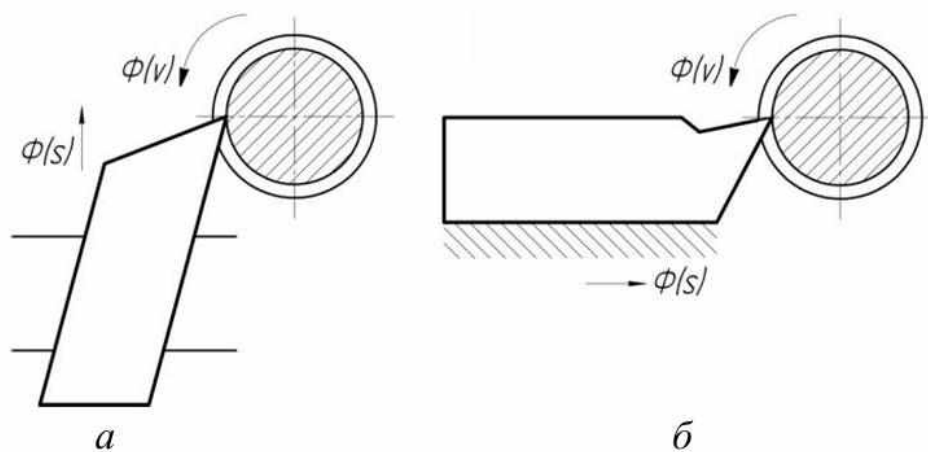


Рисунок 1.4 – Классификация резцов по установке относительно заготовки:
а – тангенциальные, *б* – радиальные

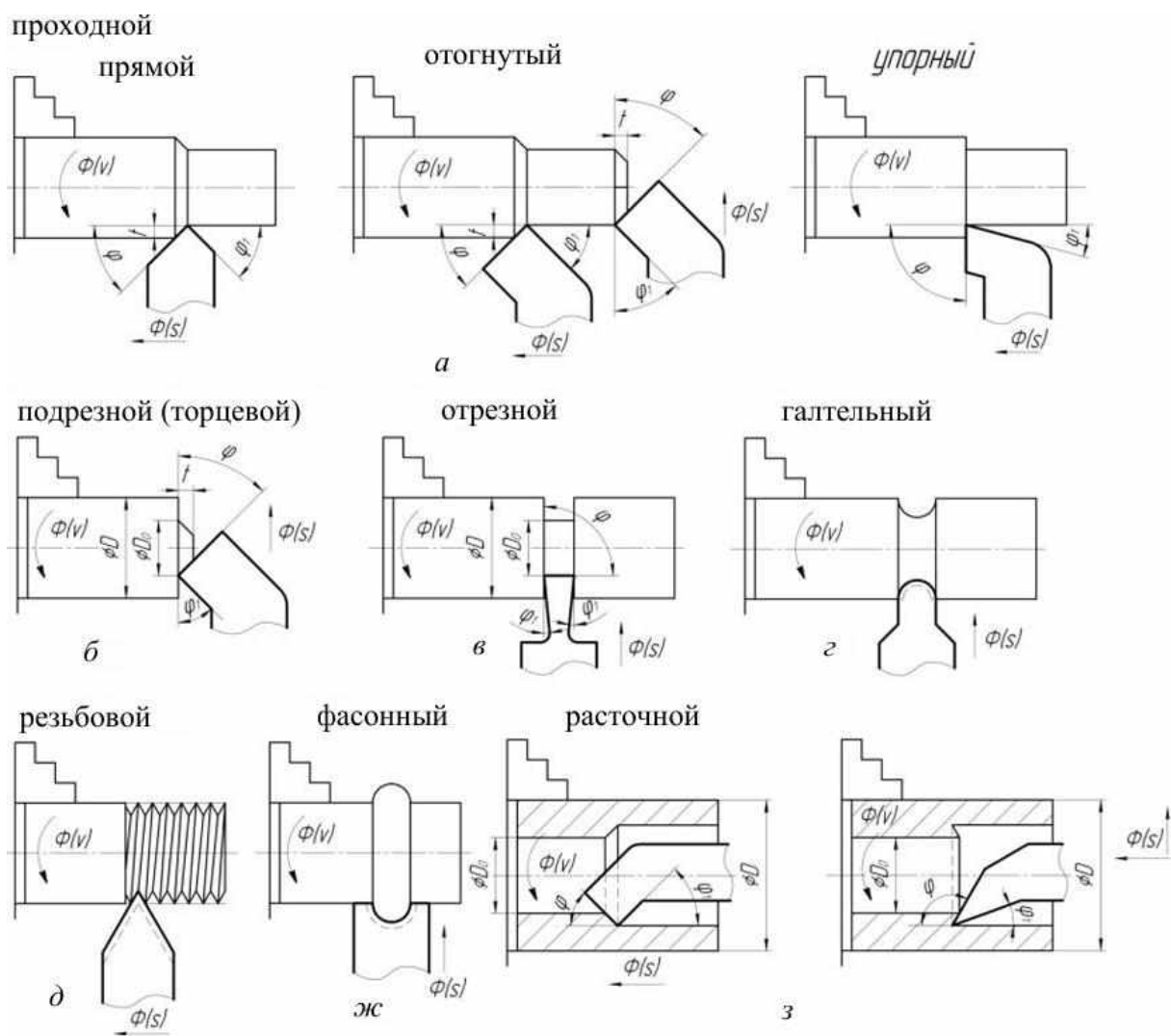


Рисунок 1.5 – Классификация резцов по схеме работы

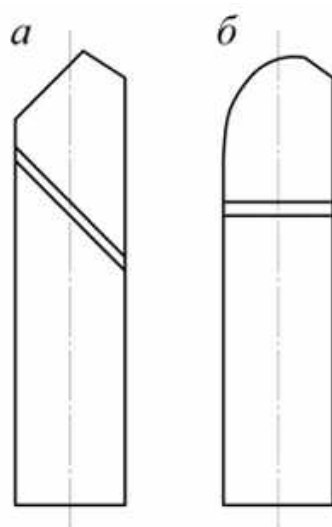


Рисунок 1.6 – Классификация резцов по форме режущей кромки:
а – с прямолинейной кромкой, б – с криволинейной кромкой

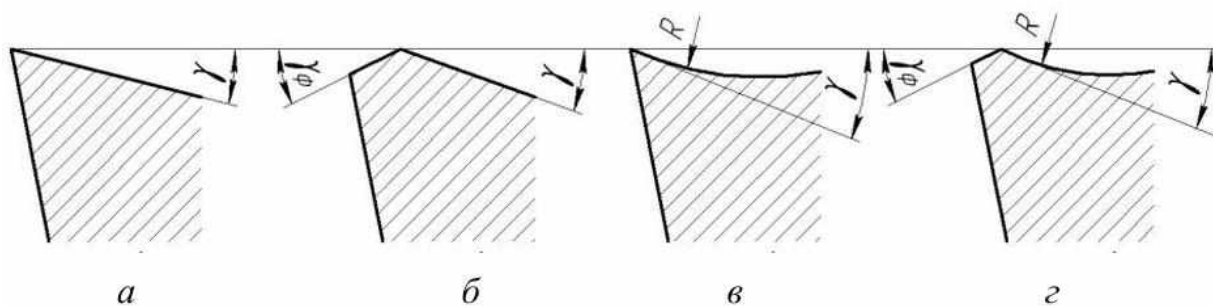


Рисунок 1.7 – Классификация резцов по форме передней поверхности:
а – плоской, *б* – плоской с фаской, *в* – радиусной, *г* – радиусной с фаской

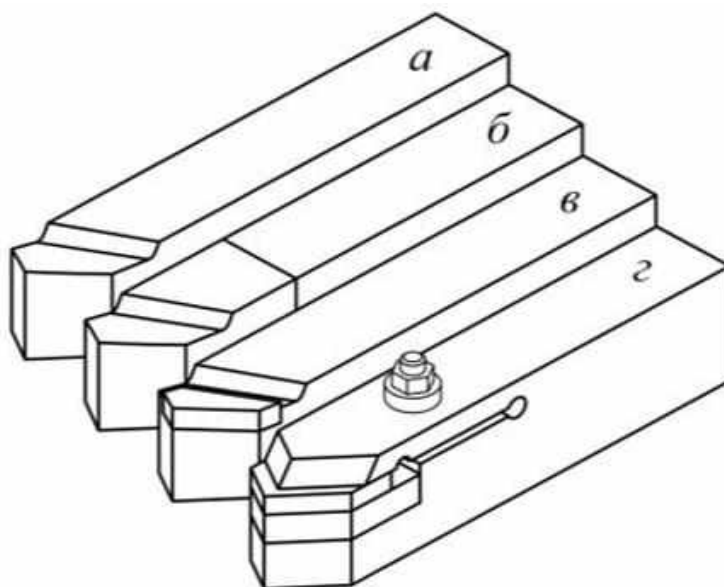


Рисунок 1.8 – Классификация резцов по способу изготовления:
а – цельные, *б* – составные с приваренной головкой, *в* – составные с припаянной или приваренной пластинкой, *г* – с механическим креплением режущей пластины

Координатные плоскости и поверхности режущего клина.

Основной плоскостью называется координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения резания в этой точке (плоскость, параллельная к направлениям продольной и поперечной подачи). У токарных резцов эта плоскость совпадает с их нижней опорной плоскостью (рис. 1.9).

Плоскость резания – плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке, перпендикулярная к основной плоскости (плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку). При установке токарного резца по линии центров станка и отсутствии подачи, плоскость резания расположена перпендикулярно к нижней опорной поверхности резца.

Поверхностью резания является поверхность, образуемая режущей кромкой в результирующем движении резания.

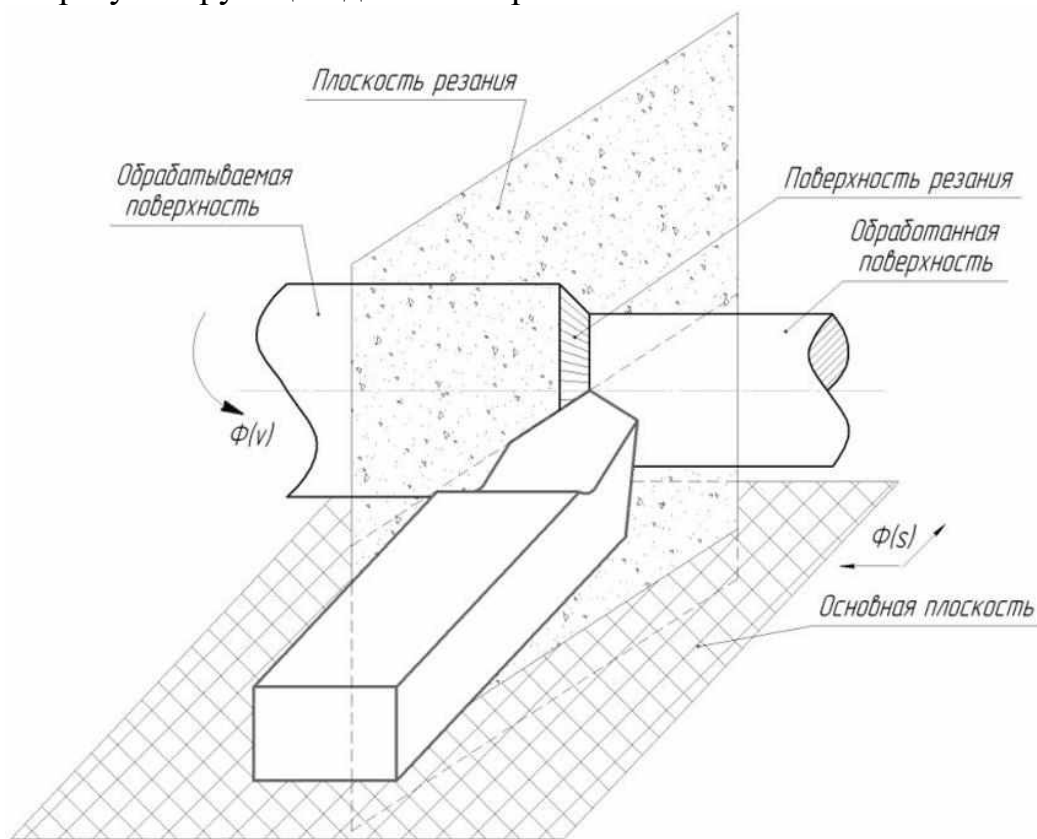


Рисунок 1.9 – Координатные плоскости и поверхности

Рабочая часть токарного резца состоит из одного главного режущего лезвия и вспомогательного режущего лезвия (рис. 1.10).

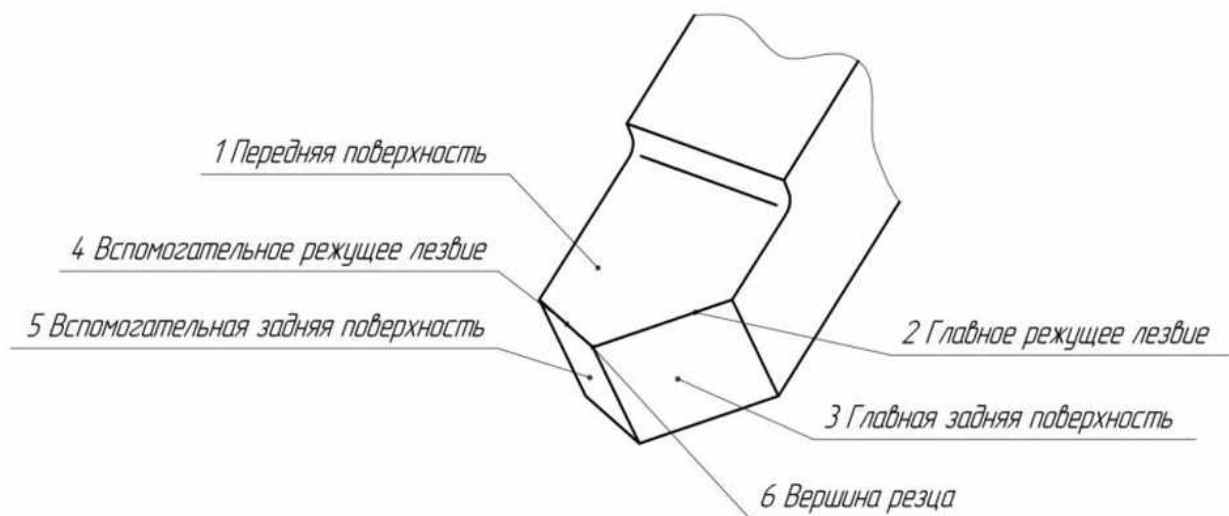


Рисунок 1.10 – Элементы режущего клина
(на примере правого прямого проходного токарного резца)

На лезвии заканчивается передняя поверхность 1, контактирующая в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой; главная задняя поверхность 3, контактирующая с поверхностью резания; вспомогательная задняя поверхность 5, обращенная к обработанной поверхности.

Пересечением передней и главной задней поверхностей образуется главная режущая кромка 2, от пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей образуется вспомогательная режущая кромка 4.

Главная и вспомогательная режущие кромки, пересекаясь, образуют точку 6 называемую вершиной лезвия.

Место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок бывает острозаточенное, с радиусом r_b или по переходной кромке под углом ϕ_0 ($\phi_0 = \phi/2$) (рис. 1.11).

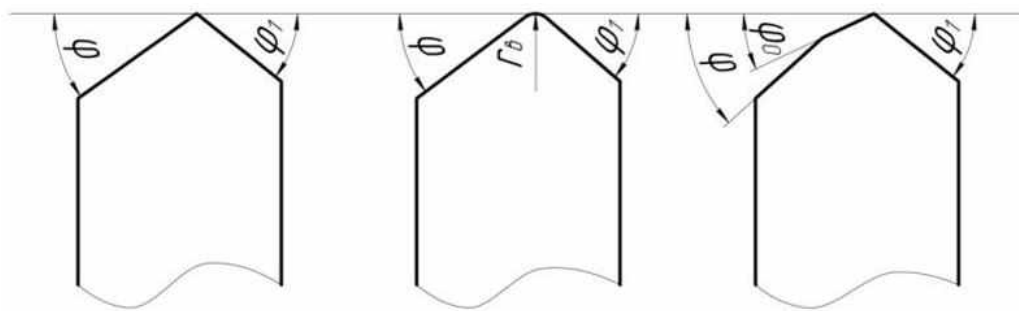


Рисунок 1.11 – Варианты выполнения сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок (на примере правого прямого проходного токарного резца)

Геометрия режущего клина.

Геометрические параметры режущего клина в зависимости от целей их применения рассматривают в одной из систем координат: инструментальной, статической, кинематической.

Инструментальная система координат представляет собой прямоугольную систему координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу. Инструментальная система координат применяется для изготовления и контроля инструмента.

Статическая система координат – прямоугольная система координат с началом в выбранной точке режущей кромки инструмента, ориентированная относительно вектора скорости главного движения резания. Статическая система координат применяется для приближенных расчетов углов лезвия в процессе резания и для учета изменения этих углов после установки инструмента на станке. Она является в общем случае переходной системой от инструментальной системы координат к кинематической.

Кинематическая система координат является прямоугольной системой координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированной относительно направления скорости результирующего движения резания. В кинематической системе координат рассматривают

кинематические геометрические параметры в процессе резания.

Основными геометрическими параметрами режущего клина являются передний угол γ , задний угол α , главный угол в плане ϕ , вспомогательный угол в плане ϕ_1 , угол наклона режущей кромки λ (рис. 1.12). Остальные угловые параметры используют в отдельных случаях.

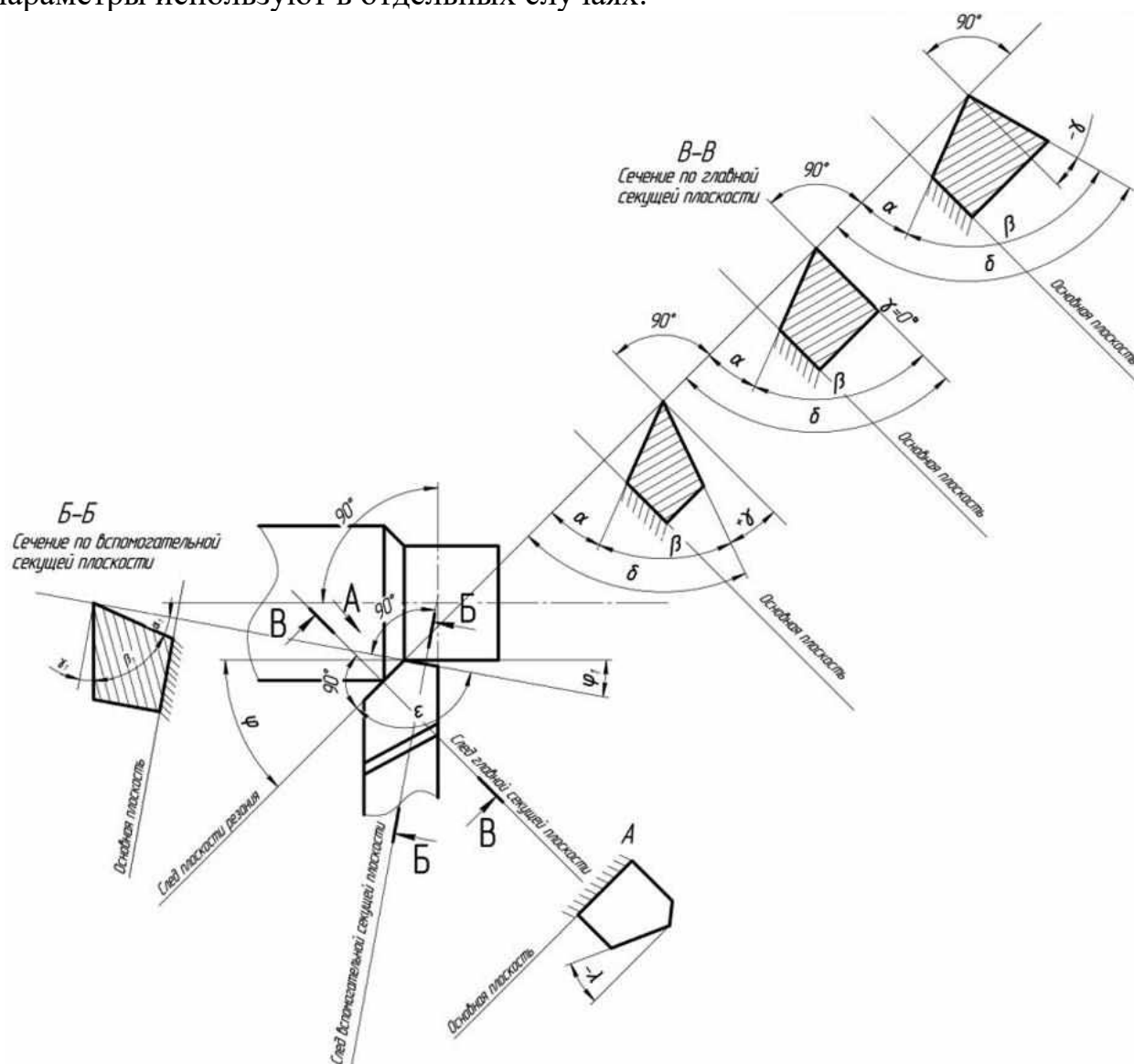


Рисунок 1.12 – Геометрические параметры режущей части токарного проходного резца [1]

Передний и задний углы главной режущей кромки принято измерять в секущей плоскости NN (главной секущей плоскости). *Главная секущая плоскость* представляет собой координатную плоскость, перпендикулярную линии пересечения основной плоскости и плоскости резания (нормально к проекции этой кромки на основную плоскость).

Передний угол γ – угол в секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и основной плоскостью. Значение переднего угла может быть положительным, отрицательным или равным 0. Различают главный

передний угол γ и вспомогательный передний угол γ_1 , определяемые в главной секущей и вспомогательной секущей плоскостях соответственно.

Задний угол α – угол в секущей плоскости между задней поверхностью лезвия и плоскостью резания. Различают главный задний угол α и вспомогательный задний угол α_1 , определяемые аналогично переднему углу.

Угол заострения β – угол в секущей плоскости между передней и задней поверхностями лезвия, $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

Угол резания δ – угол между передней поверхностью и плоскостью резания, $\delta = \alpha + \beta$ ($\delta + \gamma = 90^\circ$; $\delta - \gamma = 90^\circ$).

Главный угол в плане φ – угол между направлением подачи и проекцией главной режущей кромки на основную плоскость.

Вспомогательный угол в плане φ_1 – угол между направлением подачи и проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Угол при вершине ε – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную поверхность, $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки λ – угол в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью. Если вершина резца выше, чем все другие точки, лежащие на главной режущей кромке, то $(-\lambda)$ отрицательный. Если вершина резца является наинизшей точкой относительно других точек, лежащих на главной режущей кромке, то $(+\lambda)$ положителен. Если режущая кромка параллельна основной плоскости, угол λ равен 0.

Каждый из углов режущего клина оказывает влияние на процесс резания. Изменение углов влечет изменение основных показателей процесса.

Геометрические параметры резца γ , α , γ_1 и α_1 изменяются в сечениях, перпендикулярных к проекциям режущих кромок на основную плоскость. Однако обеспечить на заточных станках такое положение затачиваемого инструмента относительно шлифовального круга, при котором получают требуемые геометрические параметры в таких сечениях, в большинстве случаев невозможно. Заточные станки позволяют воспроизводить геометрию резания только в продольном и поперечном сечениях резца, перпендикулярных к основной плоскости (рис. 1.13).

Значение переднего угла в этих сечениях можно определить исходя из следующих соотношений [1]

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{пр}} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{п}} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi,$$

где $\gamma_{\text{пр}}$ – продольный передний угол, $\gamma_{\text{п}}$ – поперечный передний угол.

Значение заднего угла в этих сечениях [1]

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{пр}} = \operatorname{ctg} \alpha \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{п}} = \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi,$$

где $\alpha_{\text{пр}}$ – продольный задний угол, $\alpha_{\text{п}}$ – поперечный задний угол.

Если угол λ небольшой и изменяется в пределах от 0° до $\pm 5^\circ$, второе слагаемое в приведенных формулах очень мало и им можно пренебречь.

Тогда

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{пр}} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{п}} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi.$$

Аналогично для продольного и поперечного задних углов

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}} = \operatorname{tg} \alpha / \cos \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{п}} = \operatorname{tg} \alpha / \sin \varphi.$$

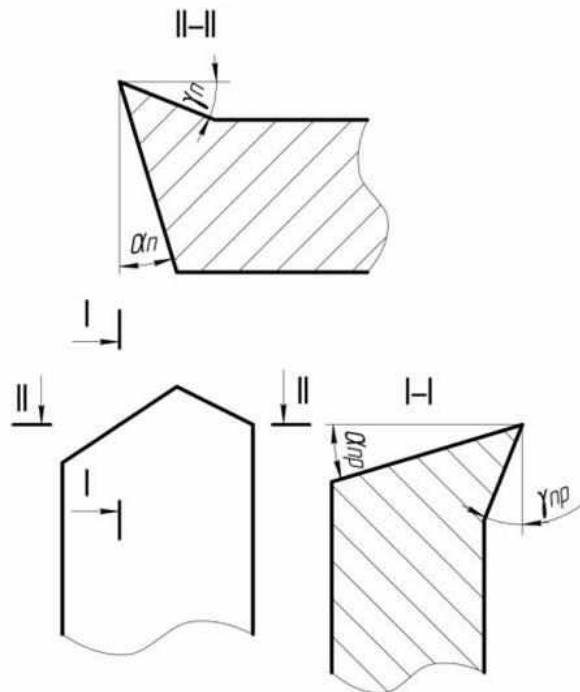


Рисунок 1.13 – Передние и задние углы в продольном и поперечном сечениях [1]

Измерение статических углов токарного резца.

Для измерения углов резца в статической системе координат могут применяться различные по конструкции и назначению угломеры.

Универсальный угломер ЛМТ предназначен для измерения главного и вспомогательного углов в плане φ и φ_1 , для измерения главного переднего угла γ и вспомогательного переднего угла γ_1 ; главного заднего угла α и вспомогательного заднего угла α_1 ; углов резцов в плоскости заточки 1–1 и 2–2 ($\gamma_{\text{пр}}$, $\alpha_{\text{пр}}$, $\gamma_{\text{п}}$, $\alpha_{\text{п}}$).

Угломер универсальный ЛМТ (рис. 1.14) состоит из плиты 1 (основания, служащего основной плоскостью), вертикальной стойки 2, на которой перемещается устройство, состоящее из блока 3, трех шкал с измерительными линейками 4 (ножами). Шкальное устройство направляется на стойке по шпоночному пазу и при необходимости (после ослабления фиксатора 6) может поворачиваться вокруг оси стойки и фиксироваться в любом положении по высоте. Измерительные ножи шкальных устройств снабжены винтами,

позволяющими фиксировать требуемое положение ножей по отношению к измеряемой поверхности. Основная плоскость угломера снабжена направляющей линейкой 5, служащей для правильной установки резца при измерении углов φ и φ_1 .

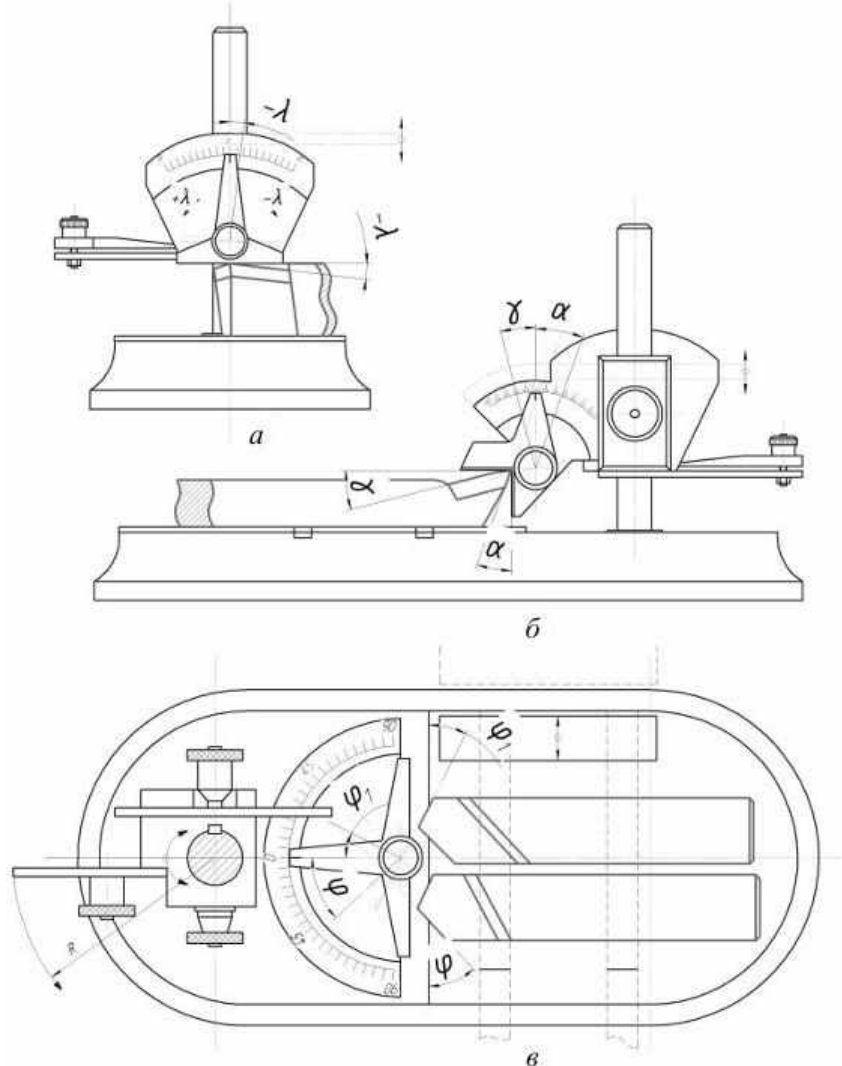


Рисунок 1.14 – Универсальный угломер ЛМТ:

a – измерение угла λ ; *б* – измерение углов γ и α ; *в* – измерение углов φ и φ_1 [1]

Для измерения главного и вспомогательных углов в плане φ и φ_1 , резец устанавливается на плите до соприкосновения с направляющей линейкой, а измерительные ножи совмещаются с главной режущей кромкой при замере главного угла в плане φ (рис. 1.15, *a*) и вспомогательной режущей кромкой при замере вспомогательного угла в плане φ_1 (рис. 1.15, *б*). Отсчет значения угла φ производится влево от нуля, а угла φ_1 – вправо от нуля.

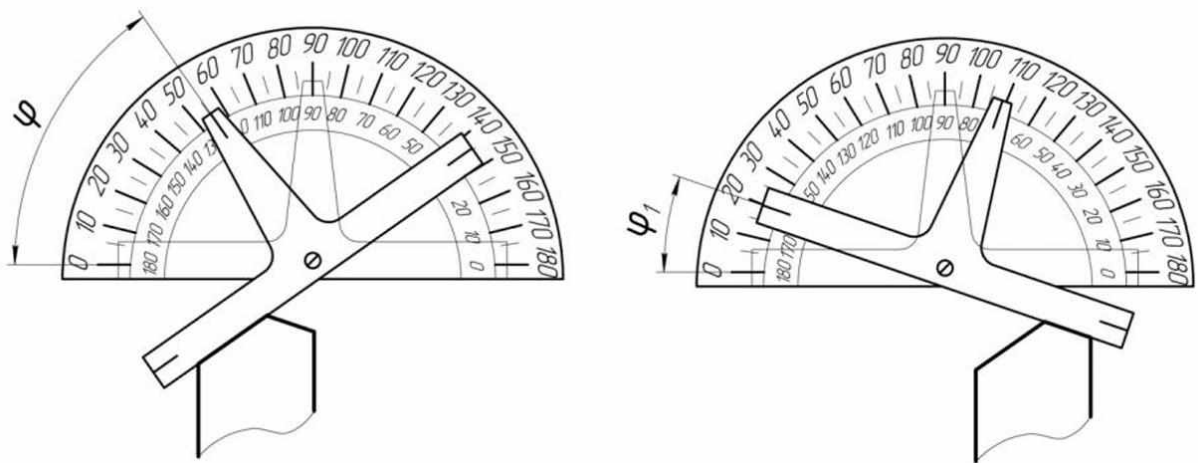


Рисунок 1.15 – Измерение настольным угломером конструкции МИЗ:
а – главного угла в плане φ , *б* – вспомогательного угла в плане φ_1 [1]

Для измерения заднего угла α и переднего угла γ измерительная линейка шкального блока настраивается «на глаз» перпендикулярно главной режущей кромке (рис. 1.16).

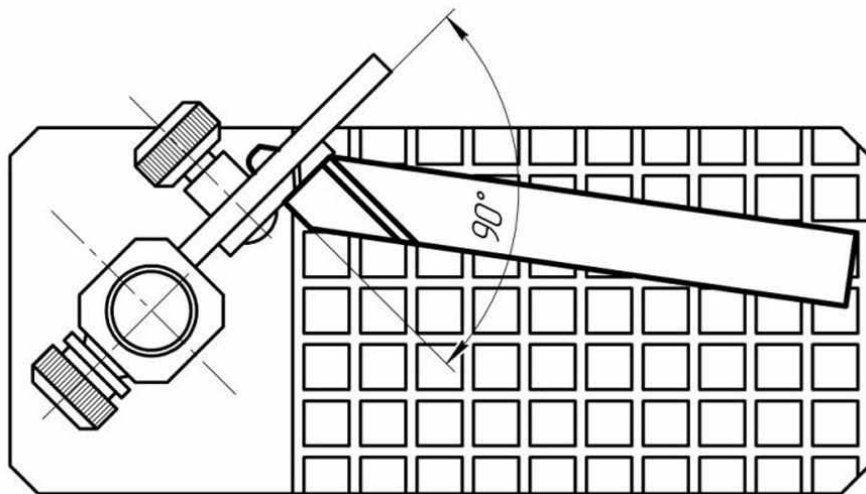


Рисунок 1.16 – Установка резца на плите угломера для измерения
 главного заднего и переднего углов [1]

При измерении заднего угла α измерительная линейка доводится до полного контакта с главной задней поверхностью. Отсчет значения угла α производится вправо от нуля (рис. 1.17, *а*).

При измерении переднего угла γ измерительная линейка шкального блока доводится до полного контакта с передней поверхностью токарного резца. При этом указатель измерительной линейки влево от нуля, показывает положительное значение угла γ . При отрицательном значении γ отсчет угла производится вправо от нуля (рис. 1.17, *б*).

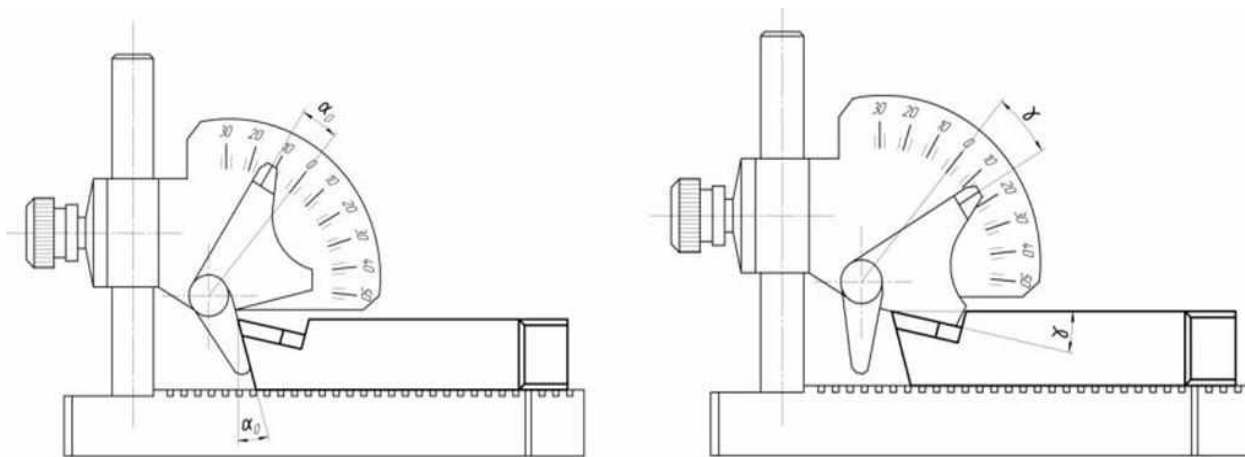


Рисунок 1.17 – Измерение настольным угломером конструкции МИЗ:
 a – главного заднего угла α , b – главного переднего угла γ [1]

Аналогично производится замер передних и задних углов в сечении перпендикулярно вспомогательной режущей кромки и в сечениях 1–1 и 2–2.

Для измерения угла наклона главной режущей кромки λ шкальное устройство поворачивается на стойке в требуемое положение до соприкосновения с вершиной резца. При этом положение главной режущей кромки устанавливается параллельно вертикальной плоскости измерительного ножа. При повороте измерительной линейки до соприкосновения с главной режущей кромкой указатель фиксирует значение угла наклона λ . Отсчет угла λ вправо от нуля характеризует его положительное значение, влево – отрицательное (см. рис. 1.14, в).

Угломер универсальный ПКР (рис. 1.18) состоит из основания 1, колонки 6, на которой размещены столик 3 и кронштейн 4. Столик может поворачиваться относительно колонки, а кронштейн перемещаться по колонке. Стопорение столика и кронштейна осуществляется соответственно винтами 2 и 6. На кронштейне закреплено отсчетное устройство, состоящее из шкалы 7 и планки 8. Планка имеет три рабочих ребра. В целях правильной ориентации при измерении углов на ребрах шаблона указана индексация углов (α ; $45^\circ \pm \varphi$; γ ; λ).

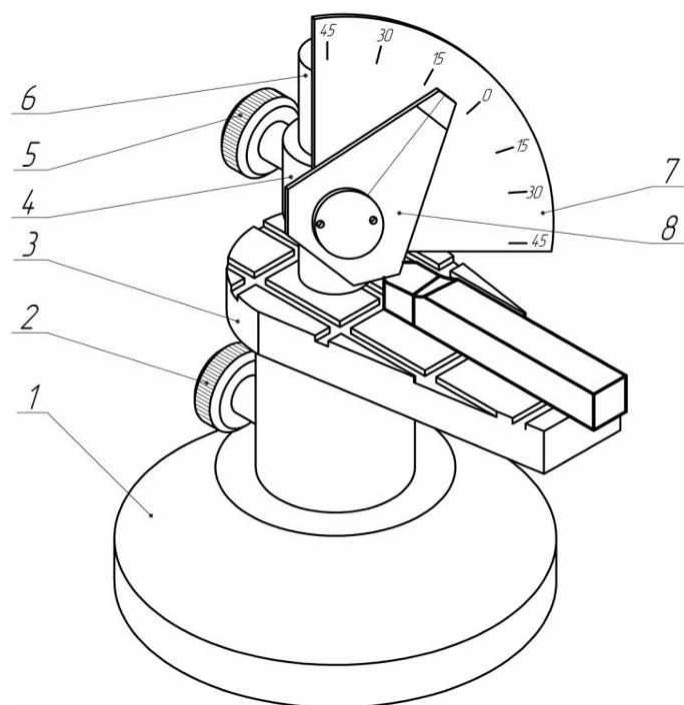


Рисунок 1.18 – Универсальный угломер ПКР [1]

Для измерения углов в плане устанавливают резец на столик так, чтобы плоскость шкалы была параллельна длинному ребру опорной поверхности резца. Перемещая резец по столу, а кронштейн по колонке, добиваются контакта без просвета ребра шаблона с индексом « $45^\circ \pm \varphi$ » или « α » соответственно с главной или вспомогательной режущей кромкой резца (рис. 1.19).

При снятии отсчета по шкале необходимо учитывать следующее: если риска планки отклонилась вправо от нуля, то угол измерения равен 45° минус показание, снятое со шкалы прибора. Если риска планки отклонилась влево от нуля, то угол измерения будет равен 45° плюс показание, снятое со шкалы прибора.

Углы в плане меньше 45° можно измерить также при помощи ребра планки с индексом « α ». В этом случае отсчет производят непосредственно по шкале прибора.

Для измерения переднего угла γ ребро планки с соответствующей индексацией соприкасают без просвета с передней поверхностью резца (рис. 1.20). Если определяют задний угол, ребро планки с индексом α совмещают с задней поверхностью резца (рис. 1.21). При измерении углов γ и α плоскость планки угломера располагают перпендикулярно проекции главной режущей кромки на основную плоскость, т. е. плоскость планки должна совпасть с предполагаемой главной секущей плоскостью на резце в выбранной точке режущей кромки. Это легко выполнить, если на передней и задней поверхностях резца карандашом или мелом нанести следы главной секущей плоскости.

Угол λ измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости (рис. 1.22). Угол наклона считается положительным, когда вершина резца является низшей точкой режущей кромки, отрицательным – если вершина резца является высшей точкой режущей кромки, и равным нулю, когда главная режущая кромка параллельна основной плоскости.

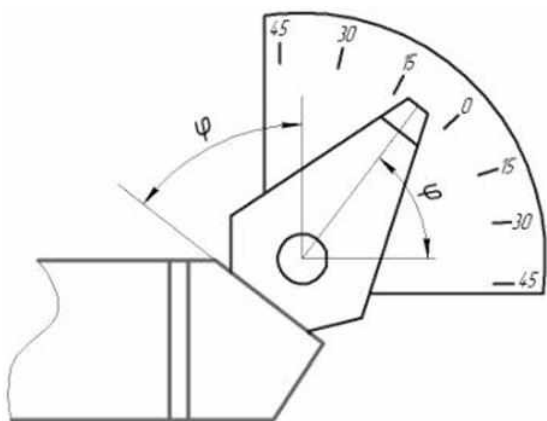


Рисунок 1.19 – Схема измерения угла в плане φ [1]

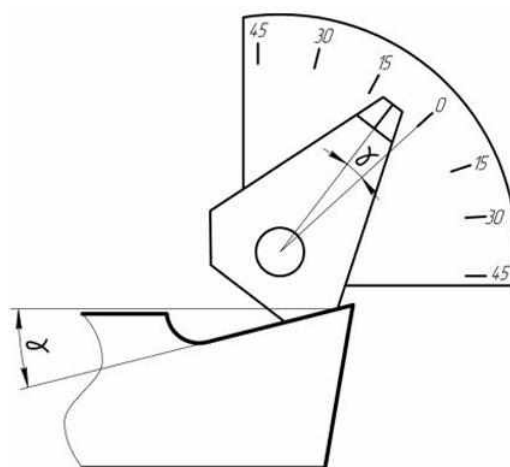


Рисунок 1.20 – Схема измерения переднего угла γ [1]

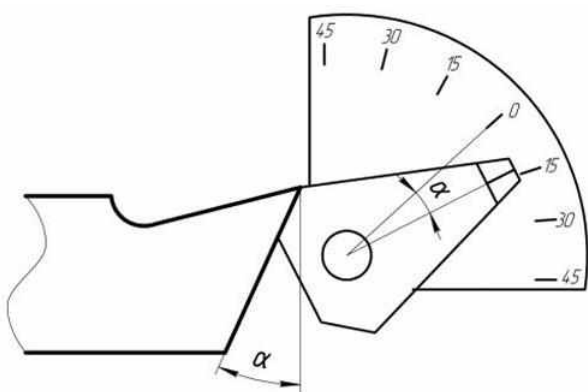


Рисунок 1.21 – Схема измерения заднего угла α [1]

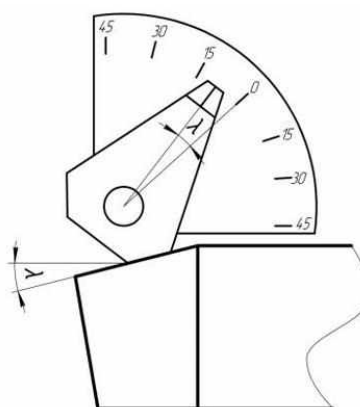


Рисунок 1.22 – Схема измерения угла наклона главной режущей кромки λ [1]

Универсальным инструментом для измерения также является угломер системы Семёнова (рис. 1.23). Он состоит из основания 4, на котором нанесена основная градусная шкала, и сектора 6 с нанесенным на нём нониусом 7. Сектор можно вращать по основанию. С помощью державки 9 на секторе можно закрепить угольник 2, на котором при помощи державки 3 закрепляется съёмная линейка 1. Линейка 8 жестко связана с основанием 4. Винт 5 служит для скрепления сектора 6 с основанием. Показания угломера отсчитываются по основной шкале и нониусу.

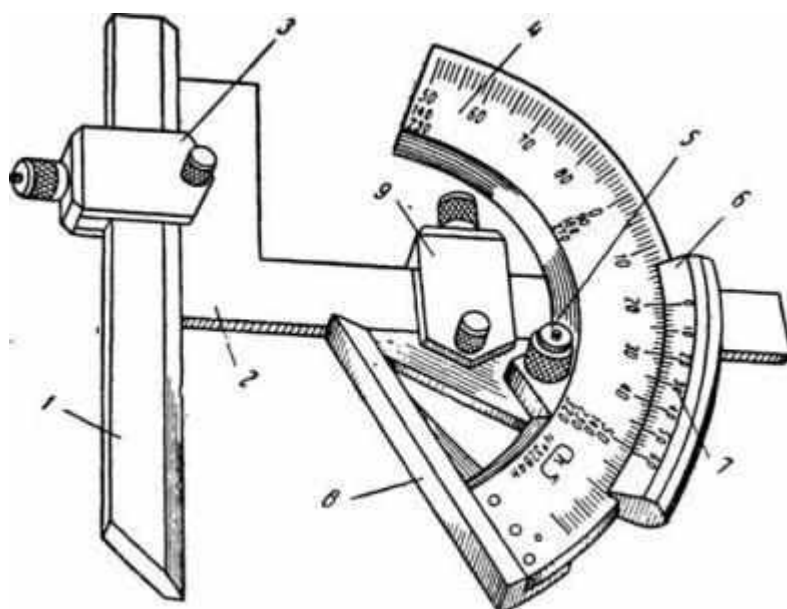


Рисунок 1.23 – Универсальный угломер системы Семёнова

Основная шкала угломера градуирована в пределах $0-130^\circ$, но путем различных перестановок измерительных деталей (рис. 1.24) достигается измерение углов в пределах $0-320^\circ$. Точность отсчета по нониусу составляет $2-5'$, по градусной шкале $10-30'$.

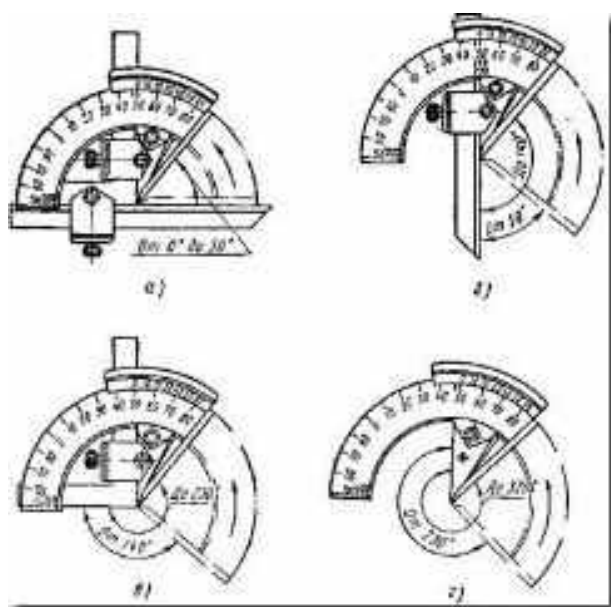


Рисунок 1.24 – Пределы измерения углов угломером системы Семенова:
a – от 0 до 50° , *б* – от 50 до 140° , *в* – от 140 до 230° , *г* – от 230 до 320°

С помощью универсального угломера системы Семёнова можно измерить значения переднего угла γ , заднего угла α , главного и вспомогательного углов в плане φ и φ_1 . Соответствующие схемы измерения углов представлены на рисунке 1.25.

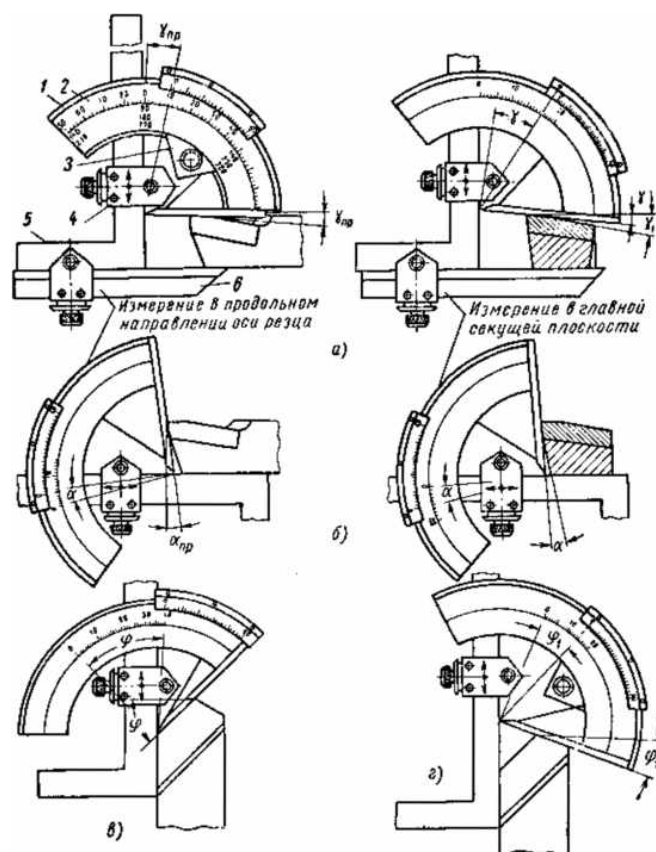


Рисунок 1.25 – Измерение углов с помощью универсального угломера системы Семёнова:

а – переднего угла γ ; *б* – заднего угла α ; *в* – главного угла в плане φ ;
г – вспомогательного углов в плане φ_1

Контролировать значения углов переднего γ , заднего α , угла в плане φ и угла наклона режущей кромки λ можно с помощью маятникового угломера.

Конструкция маятникового угломера (рис. 1.26.) включает в себя корпус 8, к основанию которого привернута линейка 5. На свободно вращающуюся ось 3 насажен диск 7 с грузом-отвесом 6 и стрелка 1 с втулкой 2. В расточке корпуса 8 находится пластинка 11, на которой нанесена градуированная шкала, разбитая на четыре части, из которых каждая имеет деления от 0 до 45°, цена деления 1°. Пластинка 11 со шкалой привернута винтами к мостику 12, укрепленному в корпусе 8. Шкала прикрыта стеклом 4. Подпружиненный тормозной рычаг 10 обеспечивает неподвижность оси 3 с укрепленной на ней стрелкой 1 при различных положениях угломера. Кнопка 9 служит для освобождения оси 3, груза 6 и стрелки 1.

Настройка угломера состоит в проверке правильности установки шкалы. Для чего ребро линейки совмещают с поверхностью контрольной плиты, точно установленной по уровню. После освобождения тормоза стрелка должна установиться против нулевого деления шкалы. Если это не наблюдается, то поворачивают в соответствующее положение шкалу и снова закрепляют стрелку.

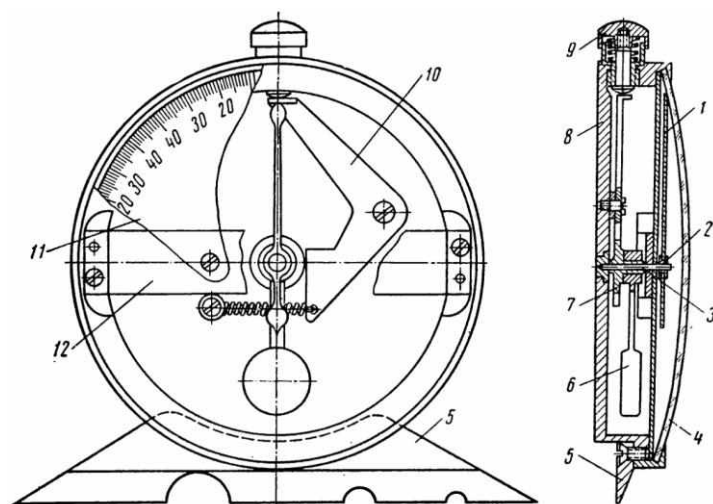


Рисунок 1.26 – Маятниковый угломер [3]

При контроле проверяемый резец кладут опорной поверхностью на поверочную плиту. Для измерения угла в плане φ ребро линейки прикладывают к задней поверхности параллельно режущей кромке (рис. 1.27, а), заднего угла α – к задней поверхности перпендикулярно режущей кромке (рис. 1.27, б), переднего угла γ – к передней поверхности перпендикулярно режущей кромке (рис. 1.27, в), угла наклона режущей кромки λ – к передней поверхности параллельно режущей кромке (рис. 1.27, г). После наложения ребра линейки на соответствующую поверхность нажимают на кнопку тормоза и фиксируют величину отсчёта.

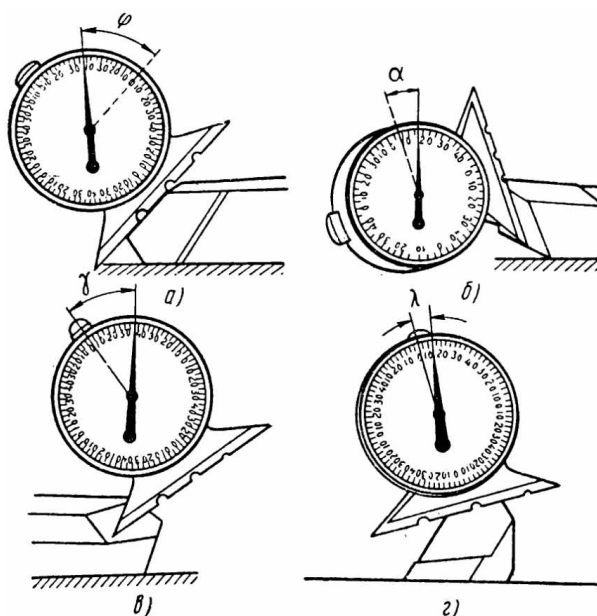


Рисунок 1.27 – Контроль углов резца маятниковым угломером:

а – угла в плане φ ; б – заднего угла α ; в – переднего угла γ ;
г – угла наклона режущей кромки λ [3]

1.2 Порядок выполнения работы

1) С помощью угломера по натурным образцам резцов измерить:

- углы в плане токарных резцов (φ , φ_1);
- передний и задний углы резцов в главной секущей плоскости (γ , α);
- передний и задний углы резцов во вспомогательной секущей плоскости (γ_1 , α_1) (при наличии);
- угол наклона главной режущей кромки λ ;
- углы резцов в плоскостях заточки 1–1 и 2–2 ($\gamma_{пр}$, $\alpha_{пр}$, $\gamma_{п}$, $\alpha_{п}$).

2) Определить значение угла резания δ ($\delta = 90^\circ - \gamma = \alpha + \beta$) и угла заострения β ($\beta = 90^\circ - (\gamma + \alpha)$) в главной секущей плоскости, а также значение угла при вершине ε ($\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$).

4) По измеренным в главной секущей плоскости углам и углу в плане определить значения углов в плоскостях заточки по формулам

$$\operatorname{tg} \gamma_{пр} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{п} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{пр} = \operatorname{ctg} \alpha \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{п} = \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi.$$

5) Выполнить эскиз резца со всеми секущими плоскостями и сечениями, обозначениями и наименованиями поверхностей в соответствии с рисунков 1.12.

6) Полученные результаты измерений и вычислений отразить в выводе по работе.

Список рекомендуемых источников

ГОСТ 25762-83 Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН

Цель работы: изучение конструкции и выбор основных конструктивных решений сборных токарных резцов с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин.

2.1 Элементы теории

Токарные резцы с механическим креплением сменных многогранных пластин – представляют собой режущий инструмент, состоящий из стальной державки и сменной многогранной режущей пластины. Данный тип режущих инструментов обеспечивают возможность быстрой смены режущего элемента без переточки, стабильную геометрию и высокую производительность.

В соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 19042-80 (ИСО 1832:2017) условное обозначение режущих пластин включает в себя 10 компонентов: обозначение формы пластины; обозначение заднего угла; обозначение класса допуска; обозначение конструктивных особенностей пластин; размер пластины; рабочую толщину пластины; обозначение формы вершины, обозначение исполнения режущей кромки, обозначение направления резания и особые обозначения изготовителя. В целом обозначение пластины должно соответствовать схеме, представленной на рисунке 2.1, при этом необходимо отметить, что обозначения по пп. 1–7 являются обязательными.

цифровое обозначение:

буквенно-цифровое обозначение:

1. Буква (цифра), обозначающая форму пластины (см. табл. 1)
2. Буква (цифра), обозначающая задний угол (см. табл. 2)
3. Буква (цифра), обозначающая класс допуска (см. табл. 3, 4 и 5)
4. Буква (цифра), обозначающая конструктивные особенности пластин (см. табл. 6)
5. Число, обозначающее размер пластины (см. п. 2.1.5)
6. Число, обозначающее рабочую толщину пластины (см. п. 2.1.6)
7. Число и буква, обозначающие форму вершины (см. п. 2.1.7, табл. 7 и 8)
8. Буква, обозначающая исполнение режущей кромки (см. табл. 9)
9. Буква, обозначающая направление резания (см. табл. 10)
10. Особые обозначения изготовителя

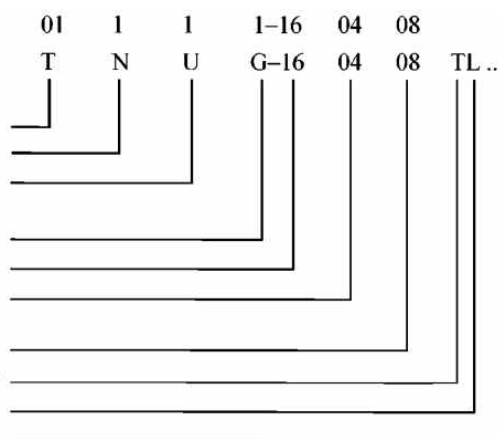


Рисунок 2.1 – Схема формирования обозначения режущей пластины

В соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 59472-2021 (ИСО 5608:2012) условное обозначение резцов токарных и копировальных и

резцов-вставок с механическим креплением сменных многогранных пластин включает в себя 10 элементов для обозначения размеров и других характеристик резцов и пластин, из которых первые 9 символов следует использовать в любом обозначении, а последний символ допускается использовать при необходимости.

К стандартным обозначениям производителями могут быть добавлены дополнительные символы для лучшего описания изделия, состоящие не более чем из трех букв или цифр при условии, что эти символы будут отделены от обязательных знаков тире и не будут повторять буквенных символов, указанных ранее в позиции 10.

Обозначение резцов и резцов-вставок со сменными режущими пластинами состоит из символов, значения и последовательность расположения которых приведены ниже:

- 1 – буквенный символ, обозначающий способ крепления пластины;
- 2 – буквенный символ, обозначающий форму пластины;
- 3 – буквенный символ, обозначающий тип резца;
- 4 – буквенный символ, обозначающий задний угол пластины;
- 5 – буквенный символ, обозначающий направление резания;
- 6 – числовой символ, обозначающий высоту резца;
- 7 – числовой символ, обозначающий ширину державки резца или символ, обозначающий тип резца-вставки;
- 8 – буквенный символ, обозначающий длину резца;
- 9 – числовой символ, обозначающий размер режущей пластины;
- 10 – буквенный символ, обозначающий точность параметров резцов (необязательный символ, указывают при необходимости).

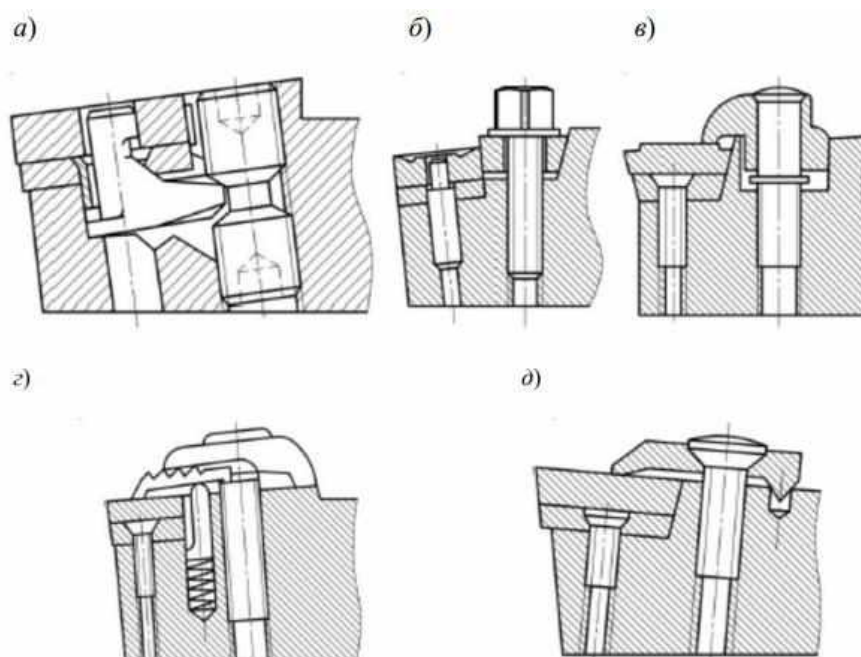


Рисунок 2.2 – Схемы крепления режущих пластины

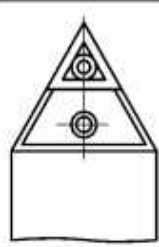
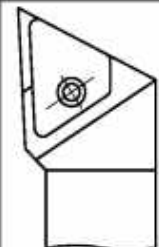
Вид обработки	Система державок				
					
Черновая обработка	+	–	–	(+)	–
Чистовая обработка	+	+	+	(+)	–
Черновая расточка	+	(+)	–	–	(+)
Чистовая расточка	(+)	+	–	–	+
Черновое точение по копиру	+	–	–	–	(+)
Чистовое точение по копиру	+	–	–	(+)	+
Схемы крепления	а	б	в	г	д
Достоинства	Простота конструкции, свободный сход стружки, стабильность рычажного зажима, широкий диапазон применения		Простота конструкции, хороший сход стружки, малые размеры державки	Простота конструкции, наличие стружколомателя	Стабильный зажим независимо от направления подачи

Рисунок 2.3 – Выбор механизма крепления режущей пластины в зависимости от вида обработки [2]

Условия и характер обработки	Форма рабочей части														
Главный угол в плане ϕ , град	—	—	95	93	93	93	90	90	90	75	75	75	60	45	45
Типовое обозначение по ISO	PRGN	PRGN	PCLN	PDJN	PTJN	PTGN	PTGN	PTGN	PSBN	PCBN	PTEN	PTDN	PSSN	PSSN	PSKN
Продольное точение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Угол заплечика α , град	—	—	95	93	93	90	90	90	75	75	60	45	45	45	—
Поперечная обработка «На себя»	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Копирование «На себя»															
α	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
75	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Копирование «От себя»															
α	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—
25	+	+	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—
Поперечная обточка «От себя»	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Угол заплечика α , град			5									45	45	45	15
															0

Рисунок 2.4 – Выбор державок резцов для обработки наружных поверхностей

2.2 Порядок выполнения работы

Работа состоит из двух частей: первая часть предполагает выбор основных конструктивных решений для токарного резца по заданным условиям обработки, вторая часть посвящена изучению конструкции по натурным образцам токарных резцов.

Часть 1:

1. Выполнить анализ варианта задания.
2. Выполнить операционный эскиз в соответствии с заданным вариантом характера обрабатываемой поверхности, рисунок 2.7, таблица 2.1 (на эскизе показываются только подлежащие обработке поверхности).
3. Выбрать державку в зависимости от обрабатываемой поверхности и максимального значения угла заплечика.
4. Выбрать форму многогранной неперетачиваемой пластины в зависимости от выбранной державки.
5. Выбрать схему крепления пластины в зависимости от заданного вида обработки, и выбранных вида державки и формы пластины.
6. Выполнить эскиза рабочей части резца и схемы крепления пластины.
7. Определить обозначение типа пластины и резца в системе ISO.
8. Обосновать решение по выбранной конструкции резца в выводе по работе.

Часть 2:

1. Определить обозначение типа пластины и резца в системе ISO для заданного по варианту натурному образцу токарного резца.
2. Выполнить эскиз резца и операционного эскиза поверхности детали, которая может быть обработана данным резцом.
3. Указать вид обработки и системы крепления пластин.
4. Полученные результаты измерений и вычислений отразить в выводе по работе.

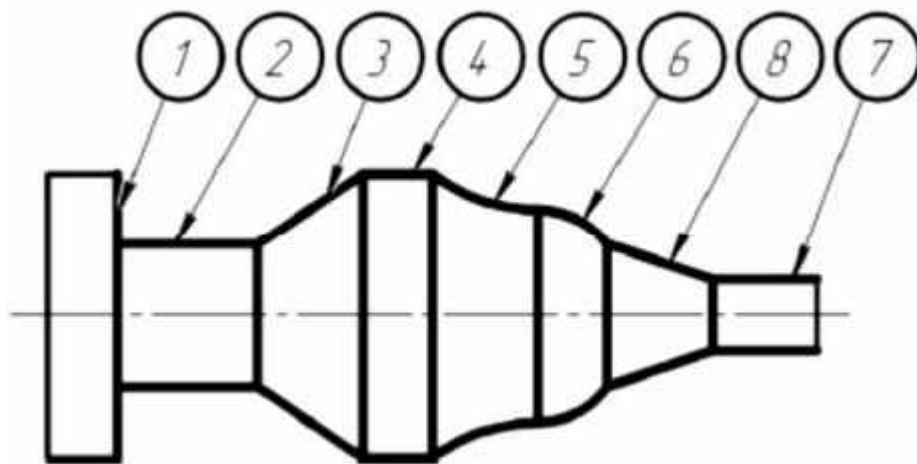


Рисунок 2.7 – Обрабатываемая поверхность

Таблица 2.1 – Варианты заданий

Номер варианта	Характер обрабатываемой поверхности	Угол возможного заплечика	Вид обработки
1	1, 2, 3	30	Черновая
2	1, 4	90	Чистовая
3	5, 4	60	Грубое по копиру
4	1, 2	95	Чистовое по копиру
5	3, 2	60	Чистовая
6	1, 8	90	Грубое по копиру
7	3, 6	45	Черновая
8	4, 8	–	Черновая
9	8, 5	30	Грубое по копиру
10	6, 3	15	Чистовое по копиру
11	7, 1	90	Черновая
12	7, 5	45	Грубое по копиру
13	7, 6	60	Чистовое по копиру
14	2, 8	25	Чистовая
15	1, 4	90	Черновая
16	5, 1	45	Грубое по копиру
17	2, 1	93	Чистовая
18	3, 2	25	Чистовое по копиру
19	8, 1	90	Черновая
20	3, 5	45	Чистовая
21	4, 3	–	Черновая
22	5, 7	60	Чистовое по копиру
23	6, 2	15	Грубое по копиру
24	7, 1	45	Черновая
25	7, 1	75	Чистовая
26	7, 6	15	Грубое по копиру
27	3, 4, 5	15	Чистовое по копиру
28	3, 4	30	Черновая
29	3, 2, 1	25	Чистовая

Список рекомендуемых источников

ГОСТ 19042-80 (ИСО 1832:2017) Пластины сменные многогранные. Классификация. Система обозначений. Формы.

ГОСТ Р 59472-2021 (ИСО 5608:2012) Резцы токарные и копировальные и резцы-вставки с механическим креплением сменных многогранных пластин. Обозначение

Система обозначения токарных пластин по ISO / mctool.ru. – URL: <https://mctool.ru/blog/sistema-oboznachenija-tokarnyx-plastin-po-iso>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ

Цель работы: изучение видов, элементов конструкции и основных геометрических параметров фасонных резцов.

3.1 Элементы теории

Фасонные резцы предназначены для обработки деталей сложного профиля методом копирования. Форма режущего лезвия фасонного резца определяется формой профиля обрабатываемой поверхности. Этот инструмент обеспечивает высокую производительность, точность обработки, большое количество переточек, однако из-за большей стоимости имеет ограниченную область применения.

Фасонные резцы принято классифицировать по ряду признаков:

- *по форме* фасонные резцы разделяются на стержневые, круглые и призматические (рис. 3.1);
- *по направлению подачи* – радиальные, тангенциальные (рис. 3.2);
- *по расположению базовой поверхности* – с параллельным расположением, с наклонным расположением (с «косой базой») (рис. 3.3);
- *по характеру производящей поверхности* (для круглых резцов) – с кольцевыми образующими, с винтовыми образующими (рис. 3.4);
- *по материалу и способу изготовления* – из быстрорежущей стали цельные и сварные, твёрдосплавные с напайными пластинами и с припаянной рабочей частью.

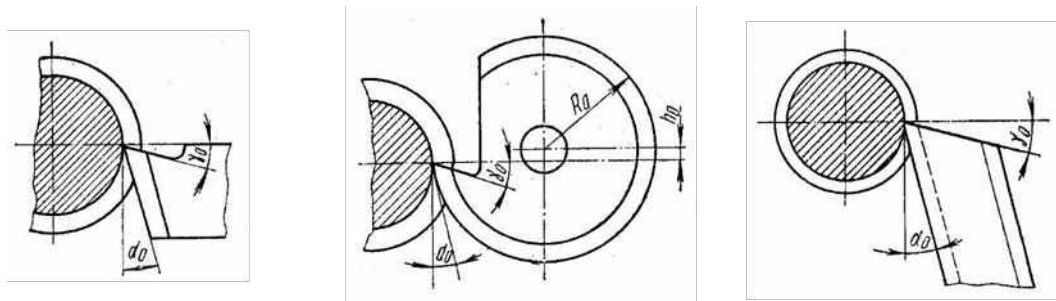


Рисунок 3.1 – Классификация фасонных резцов по форме:
а – стержневой; *б* – круглый; *в* – призматический

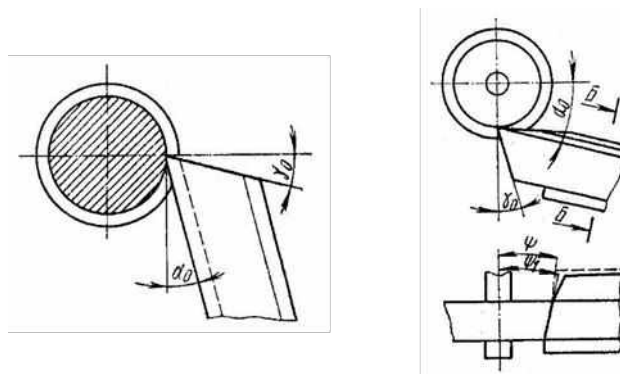


Рисунок 3.2 – Классификация фасонных резцов по направлению подачи:
 a – радиальный; b – тангенциальный

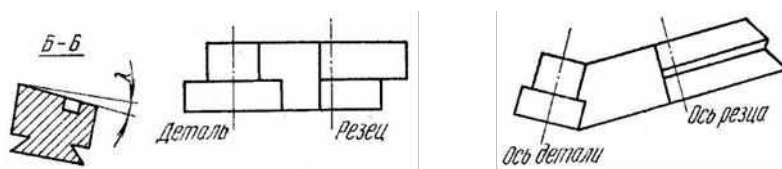


Рисунок 3.3 – Классификация фасонных резцов по расположению базовой поверхности:
 a – с параллельным расположением; b – с наклонным расположением (с «косой базой»)

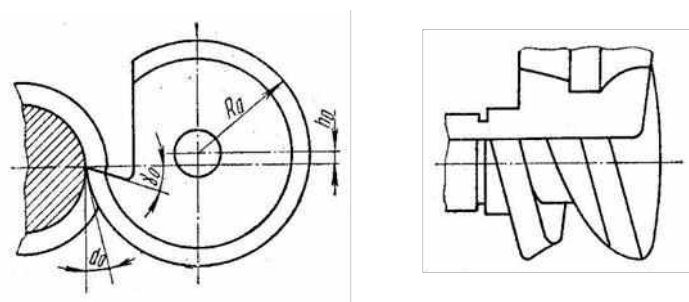


Рисунок 3.4 – Классификация круглых фасонных резцов по характеру производящей поверхности:
 a – с кольцевыми образующими; b – с винтовыми образующими

Основными конструктивными размерами круглого фасонного резца (рис. 3.5) являются наружный диаметр D_a , диаметр посадочного отверстия d , ширина резца S_p , размеры выемки для схода и размещения стружки и размеры элементов крепления, значения которых рекомендуется выбирать в зависимости от значения максимальной глубины профиля (табл. 3.1).

Основными конструктивными параметрами призматического фасонного резца (рис. 3.6) являются ширина резца S_p , высота рабочей части резца $h_{рч}$, а также размеры крепежной части резца (табл. 3.2).

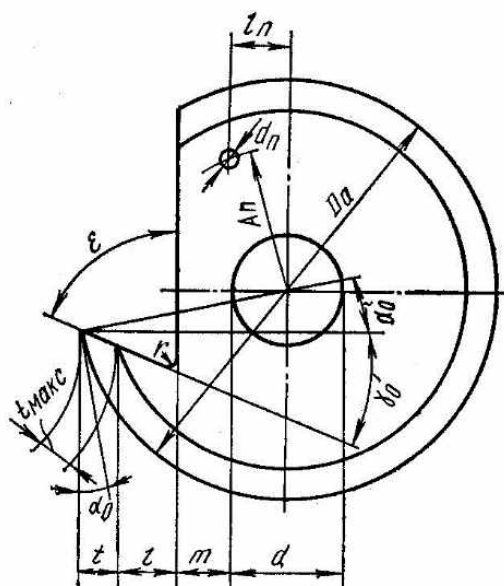


Рисунок 3.5 – Круглый фасонный резец

Таблица 3.1 – Рекомендуемые значения основных конструктивных размеров круглого фасонного резца

$t_{\max}$, мм	$D_{a \min}$, мм	d , мм	l , мм	r , мм	$d_{\text{п}}$, мм
До 6	50	12	3	1	6
До 8	60	16	3	2	8
До 11	75	22	4	2	8
До 14	90	22	4	2	8
До 18	100	27	5	2	10
До 25	120	27	5	3	10

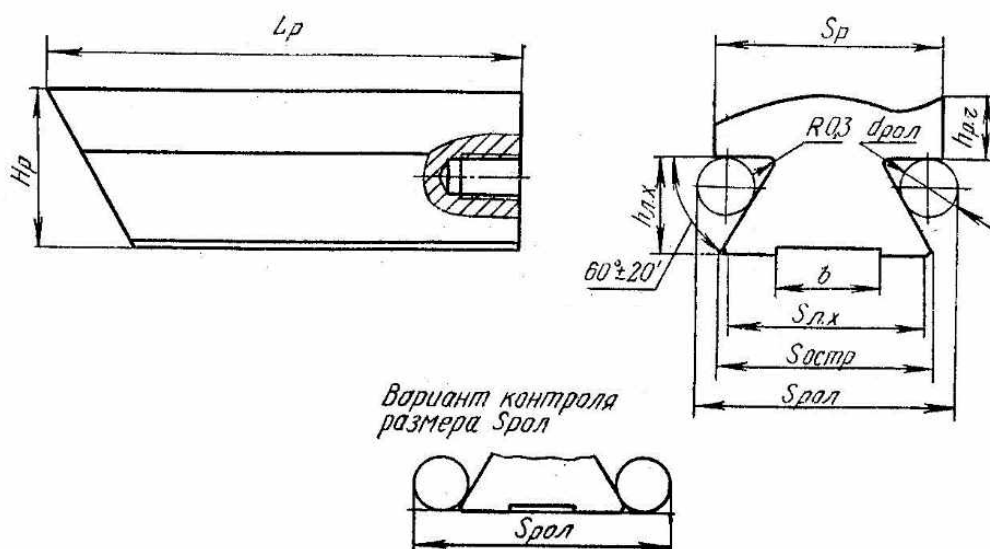


Рисунок 3.6 – Призматический фасонный резец

Таблица 3.2 – Рекомендуемые значения основных конструктивных размеров призматического фасонного резца

Размеры рабочей части		Размеры «ласточкина хвоста»			
S_p , мм	$h_{pч}$, мм	$S_{остр}$, мм	$S_{лх}$, мм	$h_{лх}$, мм	b , мм
До 30	10	24,1	23	7,5	10
До 45	15	40,6	39	14	15
До 60	20	47,6	46	14	20
До 80	25	57,6	56	14	25
До 100	35	64,4	72	17	30

При назначении значений переднего и заднего углов можно использовать рекомендованные значения в зависимости от материала обрабатываемой заготовки (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Рекомендованные значения переднего и заднего углов

Материал заготовки	σ_b , МПа	Передний угол γ , °
Алюминий	—	20–25
Медь	—	20–25
Бронза	—	0–5
Латунь свинцовая	—	0–5
Сталь с НВ до 150	До 500	25
Сталь с НВ 150–235	500–800	20–25
Сталь с НВ 235–280	800–1000	12–20
Сталь с НВ 280–350	1000–1200	8–12
Чугун с НВ до 150	—	15
Чугун с НВ 150–200	—	12
Чугун с НВ 200–250	—	8

Примечание. Задний угол $\alpha = 8–15^\circ$.

Следует отметить, что для круглого и призматического фасонных резцов действительное значение заднего угла α обеспечивается положением резца относительно заготовки и фактически зависит от высоты установки h для круглого и угла установки используемой державки для призматического фасонных резцов.

Высота установки круглого фасонного резца может быть определена по зависимости

$$h = R \cdot \sin \alpha,$$

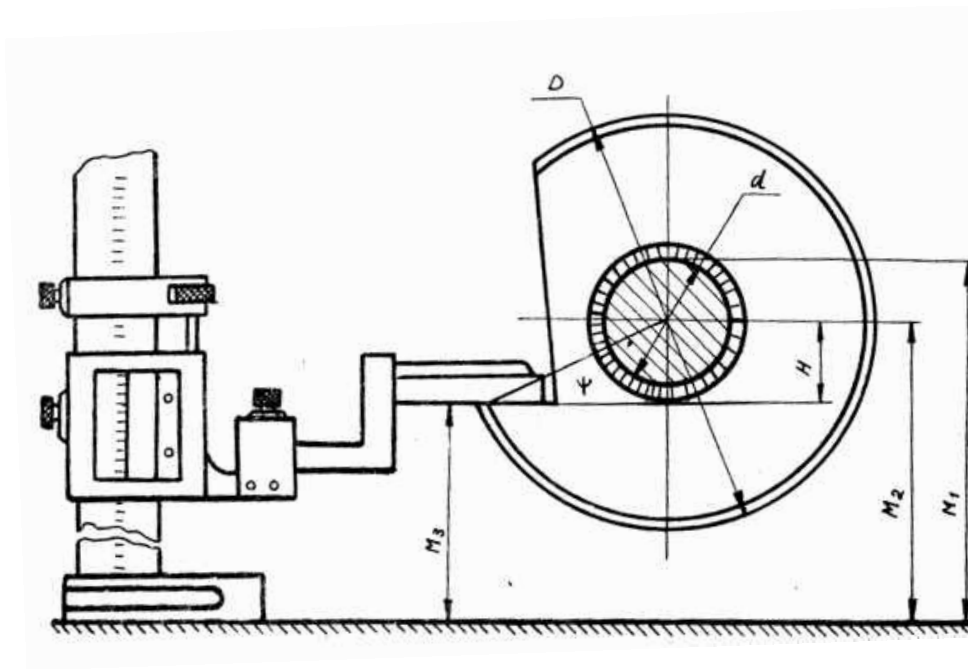
где R – радиус круглого фасонного резца, мм.

Кроме высоты установки для круглого фасонного резца регламентируют также высоту заточки H (рис. 3.7), которая представляет собой расстояние от центра резца до плоскости его передней грани, используется как основной параметр настройки при заточке резца и наряду с высотой установки входит в

Для определения значения высоты заточки H можно использовать зависимость

A diagram of a circular sector with a central ring. The sector is defined by a central angle α and a radius R . The central ring has an inner radius r and an outer radius R . The thickness of the ring is labeled h . The diagram also shows a small angle γ and a dimension H related to the ring's geometry.

Высота заточки круглого фасонного резца может быть определена, например, с помощью штангенрейсмаса в соответствии со схемой на рисунке 3.8.



35

Помимо высоты заточки определяют также общее число переточек круглого фасонного резца. Число переточек круглого фасонного резца K может быть определено по схеме (рис. 3.9) используя зависимость

$$K = (\beta - (15^\circ - 20^\circ)) / \delta_M,$$

где β – центральный угол круглого фасонного резца, град.; δ_M – угловой припуск на переточку, град.

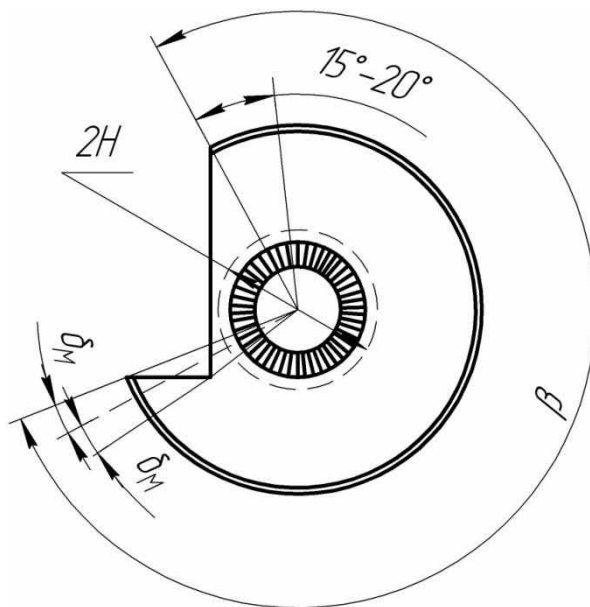


Рисунок 3.9 – Схема определения числа переточек круглого фасонного резца

Число переточек призматического фасонного резца можно определить по зависимости

$$K = h_p / h_3 + K_{\min},$$

где h_p – высота рабочей части резца, снимаемая при заточке ($h_p = 8-15$ мм); h_3 – припуск на одну переточку ($h_3 = 0,5-1,0$ мм); $K_{\min}$ – число дополнительных переточек с учетом затупления инструмента, оставляемое в запасе.

3.2 Порядок выполнения работы

1. По натурным образцам круглого и призматического фасонных резцов и в зависимости от заданных условий обработки определить:

- значения переднего и заднего угла резцов (γ , α);
- значения основных конструктивных размеров.

2. Выполнить эскизы резцов в соответствии с полученными значениями размеров.

3. Определить значение угла заострения β для каждого из резцов.

4. Для круглого фасонного резца – определить значения высоты установки h и высоты заточки H , а также число переточек K .
5. Для призматического фасонного резца – определить число переточек K .
6. Определить маркируемые параметры для каждого из инструментов и записать пример маркировки.
7. Для каждого из резцов выбрать державку для закрепления и установки на станке и выполнить эскиз схемы установки и закрепления.
8. Полученные результаты в выводе по работе.

Список рекомендуемых источников

Основы проектирования режущего инструмента с применением ЭВМ / П. И. Ящерицын [и др.]. – Минск : Высшая школа, 1979. – 301 с.

Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н. А. Нефедов, К. А. Осипов. – М. : Машиностроение, 1990. – 448 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изучение типов и измерение геометрии токарных резцов : методические указания / Новосибирский государственный технический университет; сост. : Г. И. Смагин, Н. Д. Яковлев, В. Ю. Скиба. – Новосибирск : НГТУ, 2010. – 23 с.
2. Режущий инструмент : методические рекомендации к лабораторным работам / МОУВО «Белорусско-российский университет»; сост. : И. А. Тарадейко, М. В. Тарадейко. – Могилев : БРУ, 2025. – 43 с.
3. Попов, С. А. Заточка режущего инструмента : учебн. пособие для проф.-техн. училищ / С. А. Попов, Л. Г. Дибнер, А. С. Каменкович. – М. : Высш. школа, 1970. – 320 с.
4. Грановский, Г. И. Фасонные резцы / Г. И. Грановский, К. П. Панченко. – М. : Машиностроение, 1975. – 309 с.
5. Ящерицын, П. И. Теория резания / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск : ООО «Новое знание» ; М., 2007. – 512 с.
6. Сахаров, Г. Н. Metallорежущие инструменты / Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой [и др.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
7. Кожевников, Д. В. Metallорежущие инструменты / Д. В. Кожевников, С. В. Кирсанов. – М. : Машиностроение, 2007. – 527 с.

Учебное издание

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Лабораторный практикум

Часть 1

Составитель:
Климентьев Андрей Леонидович

Редактор *Р.А. Никифорова*
Корректор *А.С. Прокопюк*
Компьютерная верстка *А.Л. Климентьев*

Подписано к печати 10.06.2026. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,4.
Уч.-изд. листов 3,0. Тираж 40 экз. Заказ № 150.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.