

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

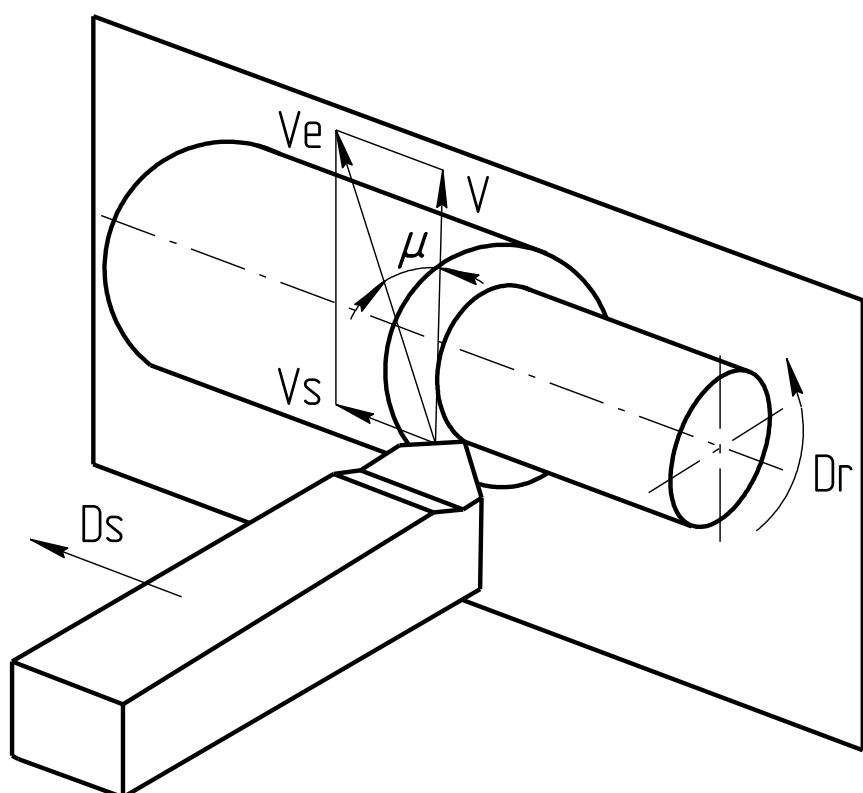
ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА

Кафедра «Основы конструирования механизмов и машин»

И.А. Спицын, А.А. Орехов

ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

Учебное пособие



Пенза 2016

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА

Кафедра «Основы конструирования механизмов и машин»

И.А. Спицын, А.А. Орехов

**ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ
РЕЗАНИЕМ**

Учебное пособие для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Пенза 2016

УДК 621.91 (075)
ББК 34.5 (я7)
С 72

Рецензент – С.В. Тимохин, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика»

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета от 08 февраля 2016 г., протокол № 06.

Спицын, Иван Алексеевич

Обработка материалов резанием: учебное пособие / И.А. Спицын, А.А. Орехов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 117 с.

Учебное пособие содержит теоретические сведения и методику выполнения лабораторно-практических занятий по основам теории резания материалов, изучению конструктивных и геометрических параметров режущего инструмента, изготовлению зубчатых колес методом копирования, изучению конструкций и кинематических схем металорежущих станков, разработке технологического процесса механической обработки детали.

© ФГБОУ ВО
Пензенская ГСХА, 2016

© И.А. Спицын,
А.А. Орехов, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Обработка материалов резанием – раздел дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», входящей в основную профессиональную образовательную программу высшего образования для подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия; профиль подготовки «Технические системы в агробизнесе».

В соответствии с рабочей программой раздел дисциплины направлен на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК–5 ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утверждённого приказом Минобрнауки России от 20.10.2015 г. №1172, а именно: способность обосновано выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надёжность детали. Для этого студент должен знать закономерности обработки конструкционных материалов резанием, применяемый при этом режущий инструмент, устройство, наладку и обслуживание металорежущих станков, основы проектирования технологических процессов механической обработки деталей.

Студент должен уметь выбирать рациональный способ механической обработки простых деталей, металорежущие станки, приспособления, вспомогательный и контрольный инструменты, режущий инструмент, рассчитывать и назначать режимы обработки.

Данное учебное пособие содержит основные материалы, позволяющие студенту приобрести необходимые теоретические знания, умения и практические навыки по обработке материалов резанием, то есть частично сформировать требуемую компетенцию.

С целью лучшей организации самостоятельной работы студента над учебным материалом при подготовке к лабораторно-практическим занятиям в пособии приведён основной перечень вопросов к каждой из семи работ. Найденные ответы на вопросы могут быть сравнены с ответами, приведёнными во второй части пособия.

Учебное пособие будет полезно при подготовке к лабораторно-практическим занятиям, на занятиях, при подготовке к защите лабораторно-практических работ и сдаче зачёта.

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

РАБОТА № 1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

1 Оборудование, инструмент, пособия.

1.1 Резцы токарные (с пластинками из быстрорежущей стали, минералокерамики, твердых сплавов, синтетических алмазов), проходные (прямые и отогнутые), проходные упорные, подрезные, расточечные для сквозных и глухих отверстий, отрезные.

1.2 Универсальный прибор-угломер конструкции Ленинградского механического техникума (ЛМТ).

1.3 Штангенциркуль ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-80, линейка измерительная металлическая 150 ГОСТ 427-75.

1.4 Плакаты для ознакомления с геометрическими параметрами токарных резцов, модели резцов, стенд «Резцы», контрольно-обучающий стенд.

2 Содержание задания.

2.1 Ознакомиться с конструкцией и геометрическими параметрами резцов.

2.2 Измерить конструктивные элементы и геометрические параметры резцов.

2.3 Составить отчет и сделать выводы по работе в соответствии с пунктами рабочей тетради по лабораторно-практическим занятиям.

Теоретические сведения

В соответствии с ГОСТ 25751-83 – «Инструменты режущие. Термины и определения общих понятий», резец – однолезвийный инструмент для обработки с поступательным или вращательным главным движением резания и возможностью движения подачи в любом направлении.

Классификация токарных резцов представлена на рисунке 1.1.

Токарный резец состоит из крепежной части 2 и лезвия 1 (рисунок 1.2). Крепежная часть необходима для установки и крепления резца в технологическом оборудовании или приспособлении. Лезвие резца – клинообразный элемент для проникновения в материал заготовки и отделения слоя материала.

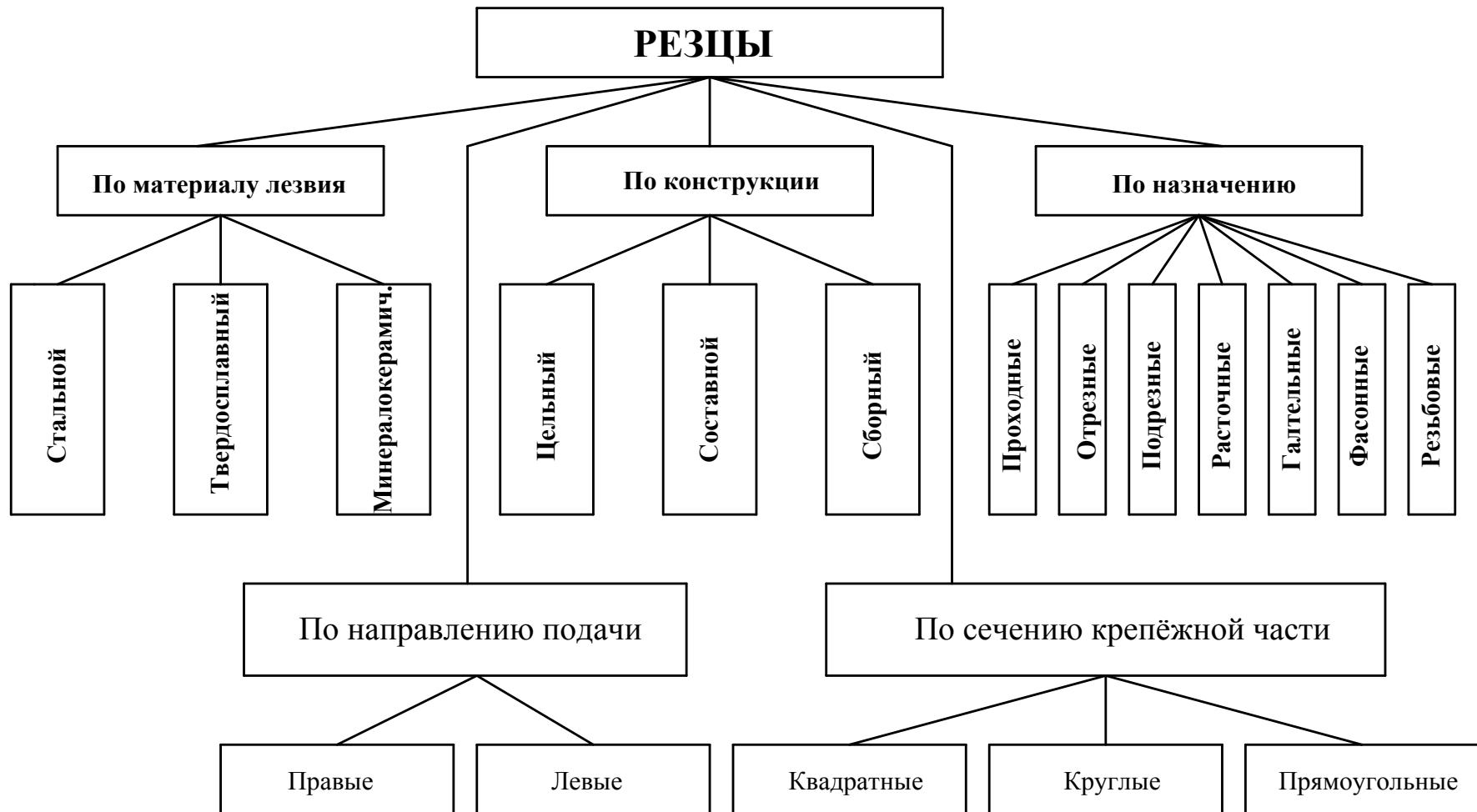


Рисунок 1.1 – Классификация токарных резцов

Передняя поверхность лезвия резца 3 – поверхность лезвия резца, контактирующая со срезаемым слоем и стружкой.

Главная задняя поверхность лезвия резца 4 – поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обрабатываемой поверхности. Она примыкает к главной режущей кромке.

Вспомогательная задняя поверхность лезвия резца 5 – поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обработанной поверхности. Она примыкает к вспомогательной режущей кромке.

Главная режущая кромка 6 образована пересечением передней и главной задней поверхностями и формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя.

Вспомогательная режущая кромка 7 образована пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями и формирующая меньшую сторону сечения срезаемого слоя.

Вершина лезвия резца 8 – участок лезвия резца в месте пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

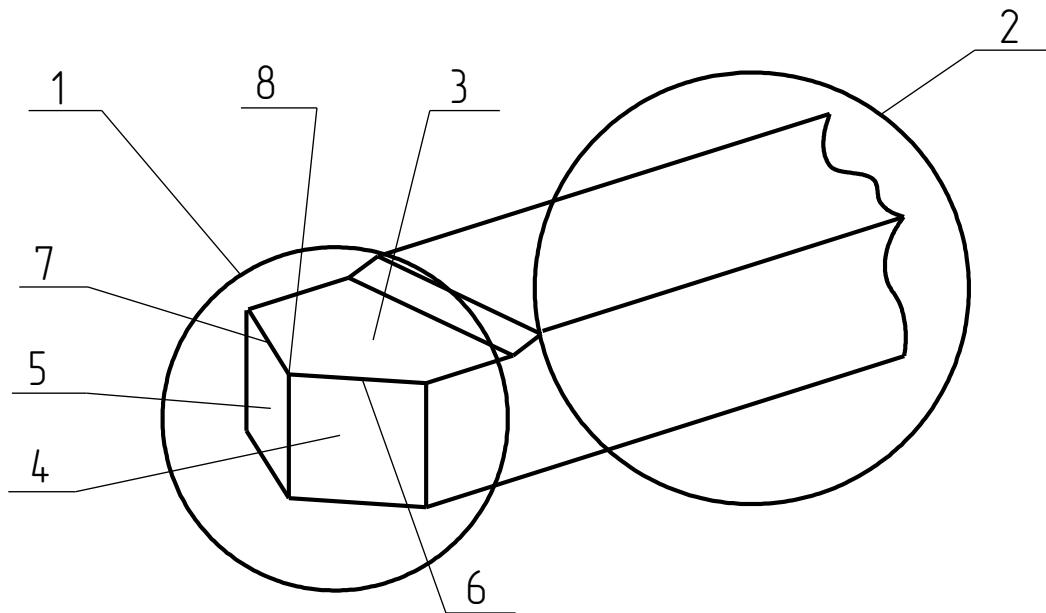


Рисунок 1.2 – Конструктивные параметры токарного резца:

1 – лезвие резца; 2 – крепежная часть; 3 – передняя поверхность; 4 – главная задняя поверхность; 5 – вспомогательная задняя поверхность; 6 – главная режущая кромка; 7 – вспомогательная режущая кромка; 8 – вершина лезвия резца

Обработка материалов резанием определяется следующими кинематическими элементами и характеристиками процесса резания (рисунок 1.3).

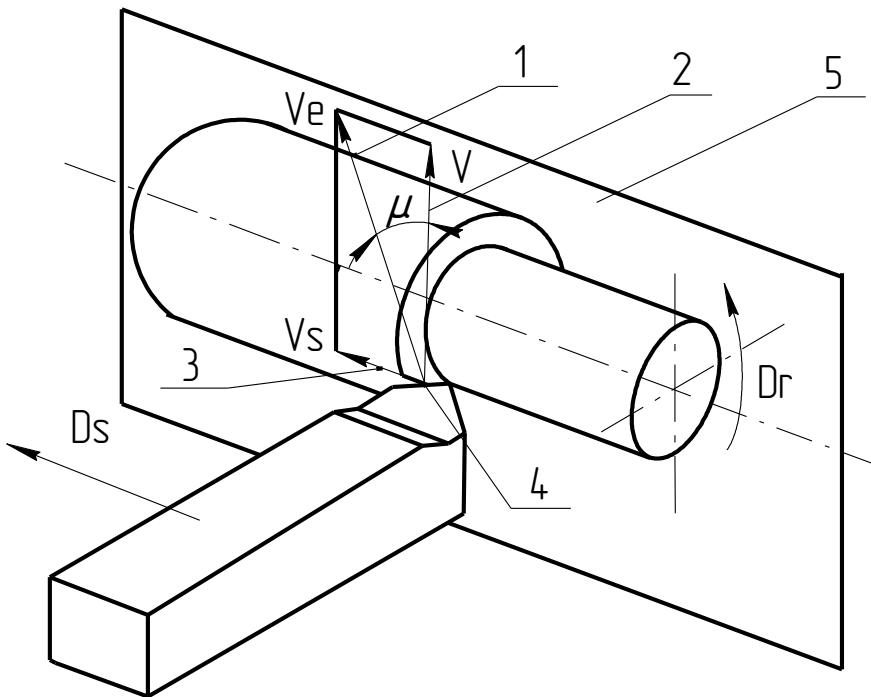


Рисунок 1.3 – Элементы движений в процессе резания при точении:

1 – направление скорости V_e результирующего движения резания; 2 – направление скорости V главного движения резания D_r ; 3 – направление скорости V_s движения подачи D_s ; 4 – рассматриваемая точка режущей кромки; 5 – рабочая плоскость P_s ; μ – угол в рабочей плоскости между V_e и V

Главное движение резания D_r – прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания (движение резца при строгании, долблении, вращательное движение заготовки при точении, вращательное движение резца при растачивании и т. п.).

Скорость главного движения резания V – скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в главном движении резания.

Движение подачи D_s – прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность (движение резца при точении, движение заготовки при строгании и т. п.).

Скорость движения подачи V_s – скорость рассматриваемой точки режущей кромки в движении подачи.

Подача S – отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов или определенных долей цикла другого движения во время резания, или числу определенных долей цикла этого другого движения.

На обрабатываемой заготовке следует рассматривать поверхность резания 1, обрабатываемую поверхность 2 и обработанную поверхность 3 (рисунок 1.4).

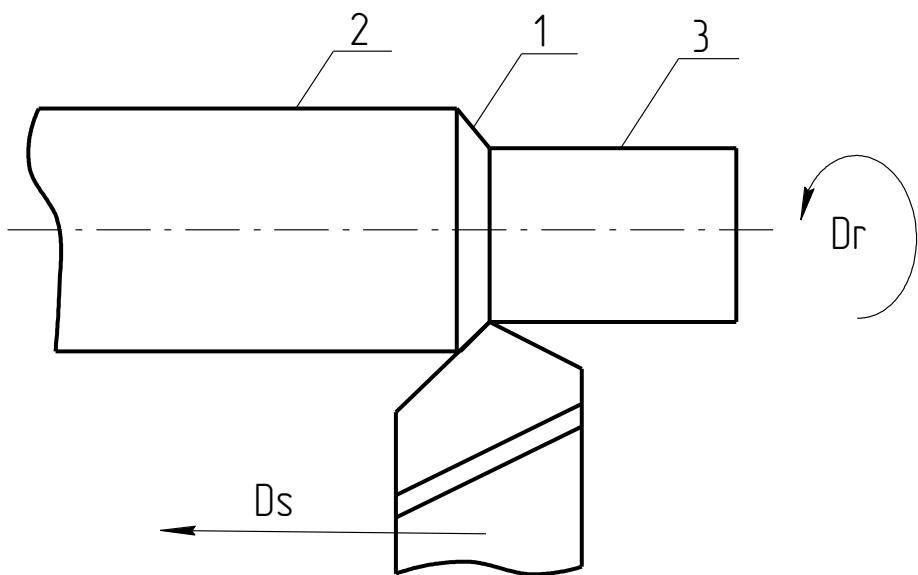


Рисунок 1.4 – Поверхности на заготовке при обработке

Поверхность резания – поверхность, образуемая режущей кромкой в результате движения резания.

Обрабатываемая поверхность – поверхность заготовки, с которой снимается стружка.

Обработанная поверхность – поверхность, полученная после снятия стружки.

Глубина резания t – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по нормали к последней.

Для определения геометрических параметров инструмента необходимо знать следующие понятия: основная плоскость P_v , плос-

кость резания P_n , главная секущая плоскость P_τ (рисунок 1.5).

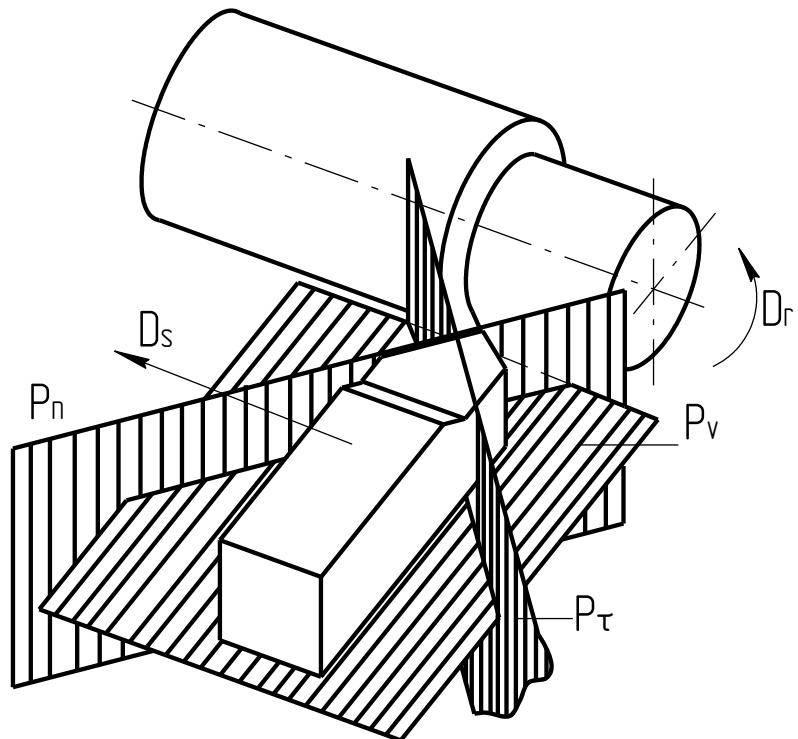


Рисунок 1.5 – Плоскости резца

Основная плоскость P_v – координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения резания в этой точке.

Плоскость резания P_n – координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости.

Главная секущая плоскость P_τ – координатная плоскость, проведенная перпендикулярно линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Геометрические параметры прямого токарного проходного резца показаны на рисунке 1.6.

В основной плоскости или в плане рассматривают три угла:

φ – главный угол в плане – угол в основной плоскости между проекцией на нее главной режущей кромки и рабочей плоскостью;

φ_1 – вспомогательный угол в плане – угол в основной плоскости между проекцией на нее вспомогательной режущей кромки и рабочей плоскостью;

ε – угол при вершине – угол в основной плоскости между про-

екцией на нее главной и вспомогательной режущих кромок.

Сумма углов в плане равна 180° .

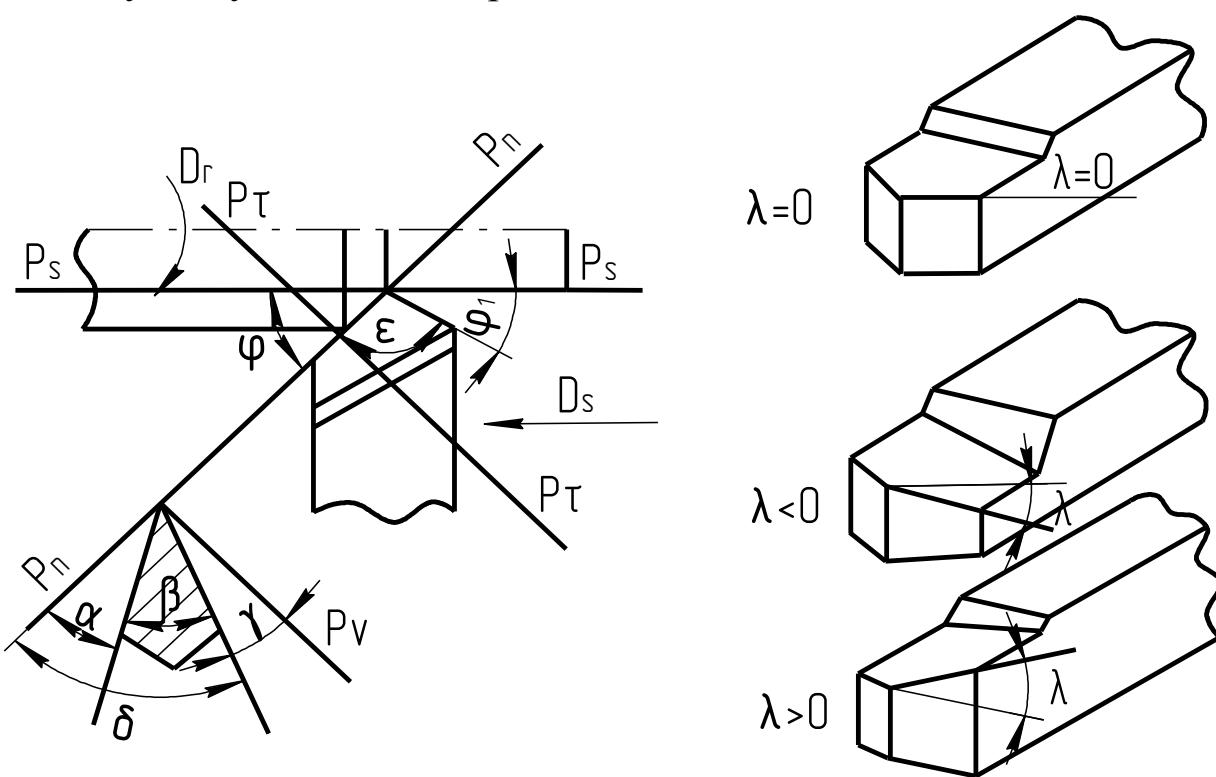


Рисунок 1.6 – Геометрические параметры резца

В сечении главной секущей плоскости рассматривают следующие углы:

α – главный задний угол – угол в главной секущей плоскости между главной задней поверхностью лезвия инструмента и плоскостью резания;

γ – передний угол – угол в главной секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и основной плоскостью. Он может принимать положительные и отрицательные значения, а также равные 0;

β – угол заострения – угол в главной секущей плоскости между передней и главной задней поверхностями лезвия инструмента;

δ – угол резания – угол в главной секущей плоскости между плоскостью резания и передней поверхностью лезвия инструмента.

Таким образом, согласно данным определениям $\alpha + \gamma + \beta = 90^\circ$, а при известных углах α и γ угол заострения $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$.

λ – угол наклона главной режущей кромки – угол в плоскости резания между главной режущей кромкой и основной плоскостью. Различают $\lambda > 0$, $\lambda = 0$, $\lambda < 0$. Если вершина резца является высшей

точкой главной режущей кромки, то угол λ считается отрицательным и при обработке стружка сходит на обрабатываемую поверхность (см. рисунок 1.6); если главная режущая кромка параллельна основной плоскости, то $\lambda = 0$ и стружка сходит в направлении перпендикулярном к плоскости резания; если вершина резца является низшей точкой режущей кромки, то угол λ считается положительным и стружка сходит на обработанную поверхность.

Расположение вершины резца выше или ниже оси центров заготовки влияет на значение переднего и заднего углов, сформированных при заточке (рисунок 1.7).

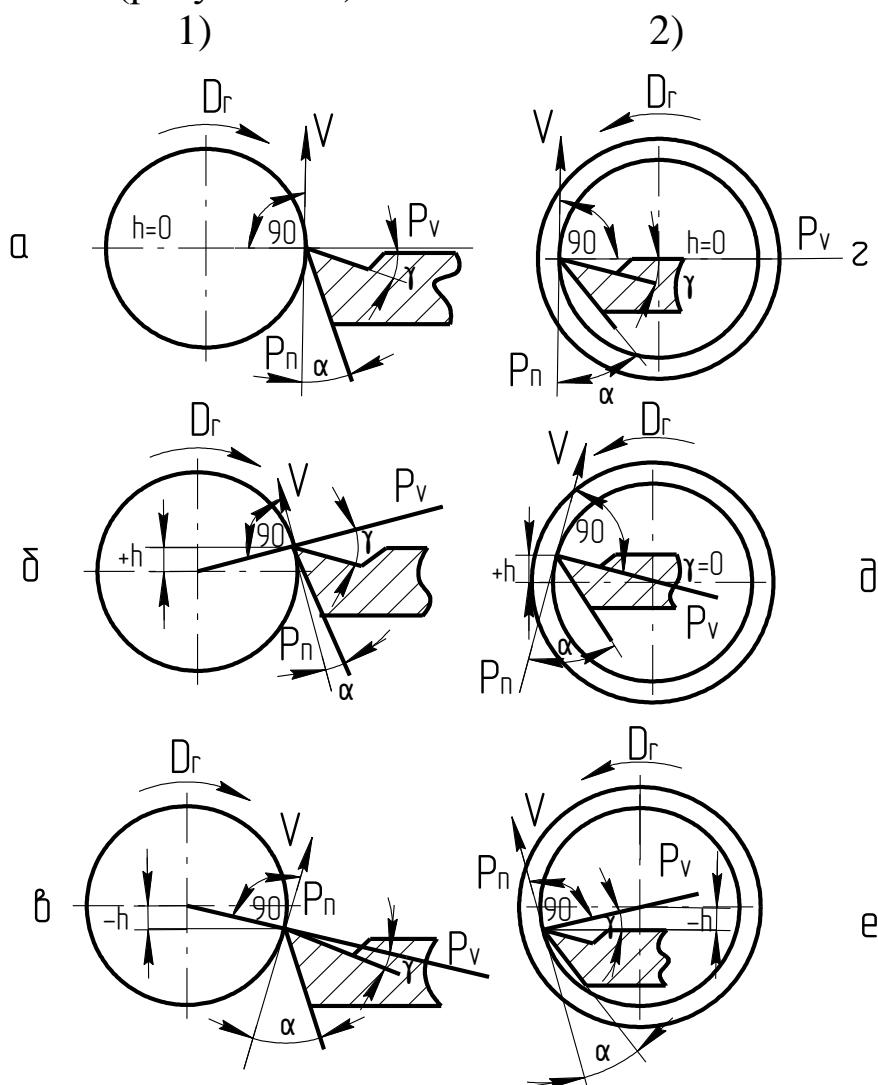


Рисунок 1.7 – Сопоставление углов при установке вершины резца выше и ниже оси центров заготовки:

1) – при наружном точении; 2) – при растачивании отверстий; а, г – на уровне оси центров; б, д – выше оси центров; в, е – ниже оси центров

При установке резца (кроме расточного) выше линии центров заготовки передний угол γ увеличивается, а задний α уменьшается; при установке его ниже линии центров передний угол γ уменьшается, а задний α увеличивается. При растачивании отверстия влияние установки резца по высоте относительно линии центров на углы α и γ обратное.

Сильное влияние на значения отклонений углов оказывает радиус обрабатываемой поверхности заготовки R . Оно особенно заметно при $R < 30$ мм. При обработке заготовки с радиусом $R < 11$ мм погрешность заднего угла α превышает значение самого α и, следовательно, условия нормальной работы задней поверхности не соблюдаются (наблюдается увеличение трения задней поверхности о поверхность резания заготовки, повышается температура, увеличиваются силы резания, повышаются энергозатраты, уменьшается стойкость инструмента, ухудшается качество обработки). В связи с этим важно правильно назначать, формировать и контролировать геометрические параметры инструмента, а также устанавливать вершину резца относительно оси центров заготовки.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить схему обработки заготовки (по заданию преподавателя их может быть пять). На схеме следует указать обрабатываемую и обработанную поверхности, поверхность резания, направления главного движения резания и движения подачи, основную, рабочую, главную секущую плоскости и плоскость резания, а также все углы.

2. Измерить линейкой или штангенциркулем основные размеры резца.

3. Измерить радиусомером радиус закругления вершины резца.

4. Измерить углы резца, используя при этом универсальный угломер конструкции ЛМТ.

Угломер конструкции ЛМТ состоит из основания 1 с вертикальной стойкой 2, по которой перемещается ползун со шкальным устройством 3 (рисунок 1.8). Шкальное устройство включает три сектора, каждый из которых состоит из шкалы и измерительных линеек с установочными ножками. Ползун (после ослабления и нажима на винт фиксатора 4) можно перемещать по высоте, поворачивать вокруг стойки 2 и закреплять с помощью фиксатора в любом положении. Верхняя поверхность основания (для резца – это основная плос-

кость) тщательно обработана и служит для установки резцов. На нем размещена направляющая планка 5, которая перемещается поперёк плиты по пазам 6.

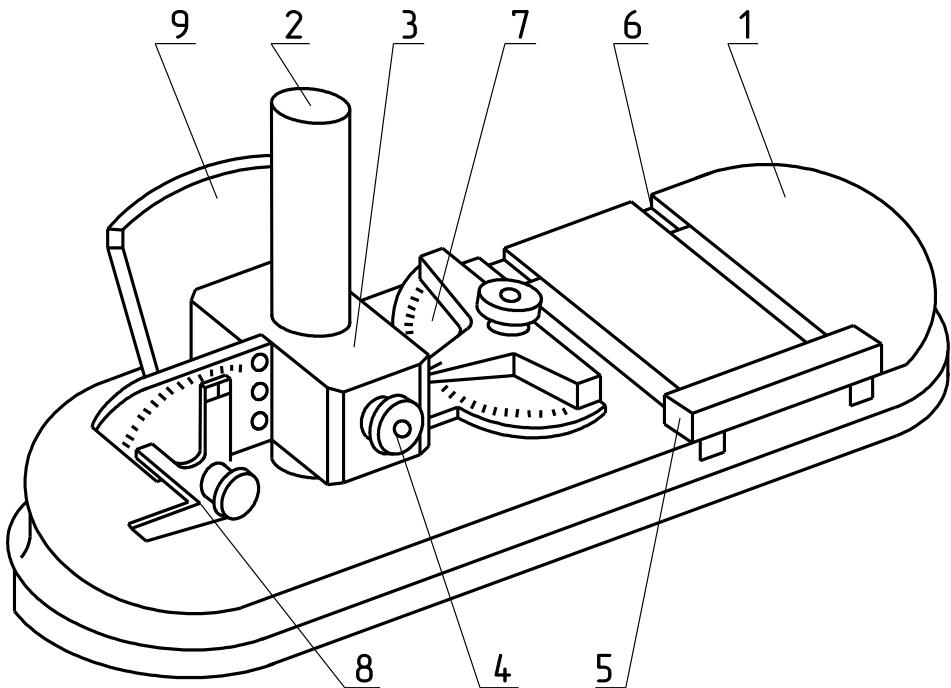


Рисунок 1.8 – Общий вид универсального угломера конструкции ЛМТ

Для измерения углов ϕ и ϕ_1 необходимо пользоваться горизонтальным сектором 7. При этом резец прижать к направляющей планке 5, а одну из установочных ножек совместить с одной из режущих кромок (просвет не допускается). Стрелка покажет значение углов.

Один из вертикальных секторов 8 служит для измерения углов α и γ и имитирует главную секущую плоскость. При измерении этих углов плоскость шкалы сектора должна устанавливаться перпендикулярно режущим кромкам (главной или вспомогательной). Одна из ножек сектора устанавливается по главной задней (только по пластинке твердого сплава) или по передней поверхностям, а стрелка покажет значения углов.

С помощью сектора 8 можно измерять также угол ϕ_1 у отрезного резца, углы ϕ и ϕ_1 у расточного резца.

Другой вертикальный сектор 9 служит для измерения угла наклона главной режущей кромки λ . Измерение проводится путем совмещения одной из ножек с главной режущей кромкой (рисунок 1.9).

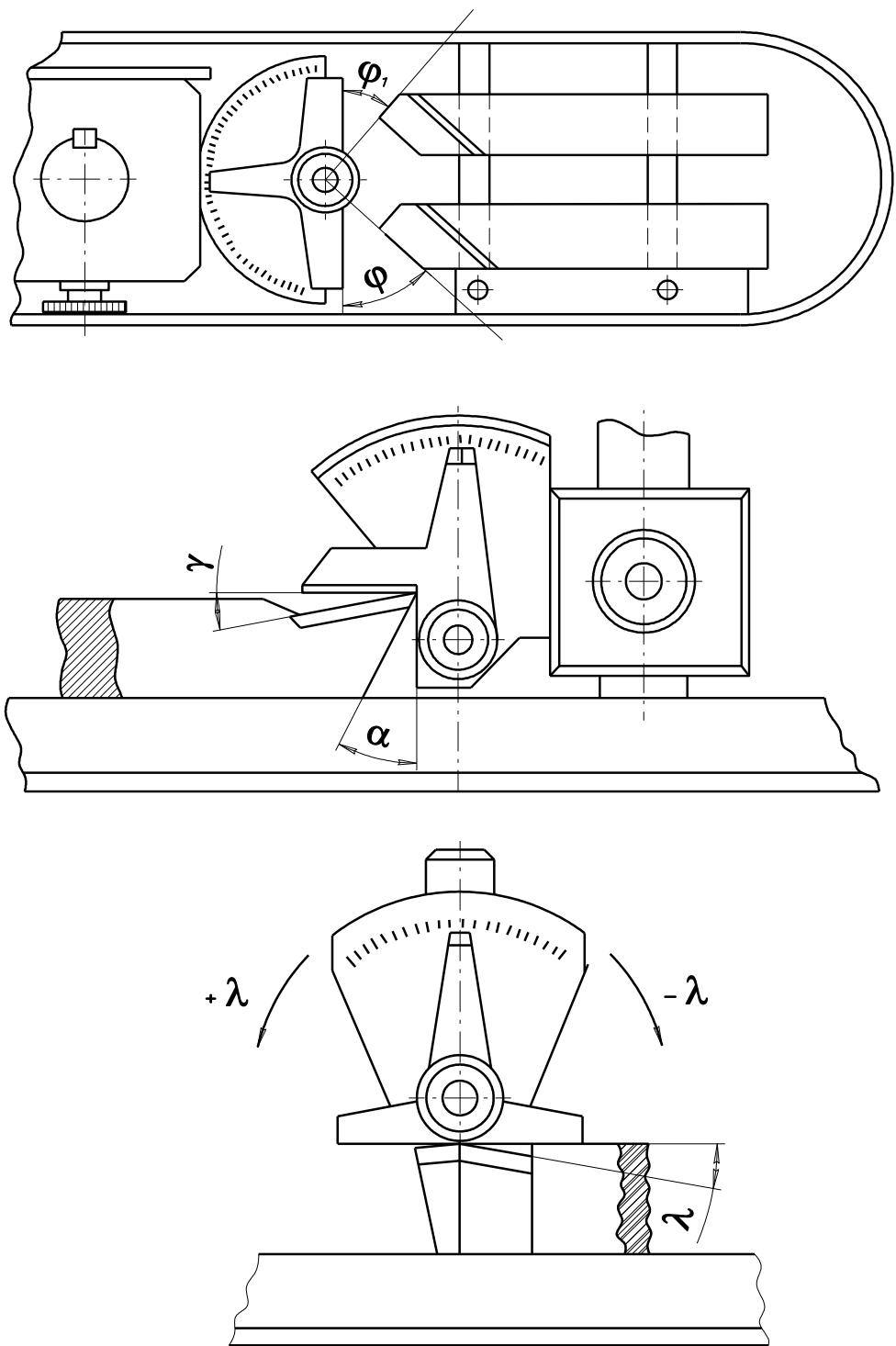


Рисунок 1.9 – Измерение углов токарного резца

Контрольные вопросы:

1. Что называется резцом?
2. Что такое лезвие инструмента?
3. Что называется обработкой материалов резанием?
4. Что называется обрабатываемой поверхностью?
5. Что называется обработанной поверхностью?

6. Что называется поверхностью резания?
7. Покажите на лезвии резца переднюю поверхность и дайте ей определение.
8. Покажите на лезвии резца главную заднюю поверхность и дайте ей определение.
9. Покажите на лезвии резца вспомогательную заднюю поверхность и дайте ей определение.
10. Покажите на лезвии резца главную режущую кромку; чем она образована?
11. Покажите на лезвии резца вспомогательную режущую кромку; чем она образована?
12. Покажите на лезвии резца его вершину; чем она образована?
13. Что называется основной плоскостью и как она обозначается?
14. Что называется плоскостью резания и как она обозначается?
15. Что называется главной секущей плоскостью и как она обозначается?
16. Что называется рабочей плоскостью и как она обозначается?
17. Что называется главным углом в плане φ ?
18. Что называется вспомогательным углом в плане φ_1 ?
19. Что называется углом при вершине ε ?
20. Что называется главным задним углом α ?
21. Что называется передним углом γ ?
22. Что называется углом заострения β ?
23. Что называется углом резания δ ?
24. Что называется углом наклона главной режущей кромки λ ? Покажите его на чертеже.
25. Как определить угол ε , если известны углы φ и φ_1 ?
26. Как определить угол β , если известны углы α и γ ?
27. Как определить угол δ , если известны углы α и β ?
28. Покажите на чертеже углы в основной и главной секущей плоскостях у проходного отогнутого правого резца.
29. Покажите на чертеже углы в основной и главной секущей плоскостях у отрезного резца.
30. Покажите на чертеже углы в основной и главной секущей плоскостях у расточного резца.

РАБОТА № 2

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРУ ПРИ ТОЧЕНИИ

1 Оборудование, инструмент, пособия.

1.1 Токарно-винторезный станок 1А616.

1.2 Однокомпонентный динамометр механического типа.

1.3 Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм.

1.4 Приспособление для тарирования динамометра.

1.5 Резец проходной прямой правый.

1.6 Заготовка диаметром 40...50 мм, длиной 300...350 мм.

1.7 Потенциометр постоянного тока типа ПП.

2 Содержание задания.

2.1 Ознакомиться с методами измерения сил резания и температуры в зоне резания.

2.2 Ознакомиться с приспособлением и провести тарировку механического динамометра.

2.3 Поставить эксперимент по влиянию глубины, подачи и скорости резания на силу резания и температуру в зоне резания.

2.4 Изучить методику обработки экспериментальных данных, обработать результаты эксперимента и получить зависимости силы резания и температуры в зоне резания от глубины, подачи и скорости резания.

2.5 Составить отчет и сделать выводы по работе в соответствии с пунктами рабочей тетради по лабораторно-практическим занятиям.

Теоретические сведения

В процессе резания на переднюю поверхность инструмента действует сила упруго-пластического деформирования обрабатываемого материала, на заднюю поверхность действует сила реакции от деформирования, по передней поверхности действует сила трения стружки о переднюю поверхность, а по задней поверхности сила трения задней поверхности о поверхность резания заготовки. Все эти силы приводятся к равнодействующей \bar{P} , которая раскладывается на составляющие, направленные по осям координат (рисунок 2.1)

$$\bar{P} = \bar{P}_x + \bar{P}_y + \bar{P}_z,$$

где P_x – осевая составляющая силы резания, действует вдоль оси заготовки;

P_y – радиальная составляющая силы резания, действует в горизонтальной координатной плоскости перпендикулярно оси заготовки;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, действует в плоскости резания – в направлении скорости главного движения резания.

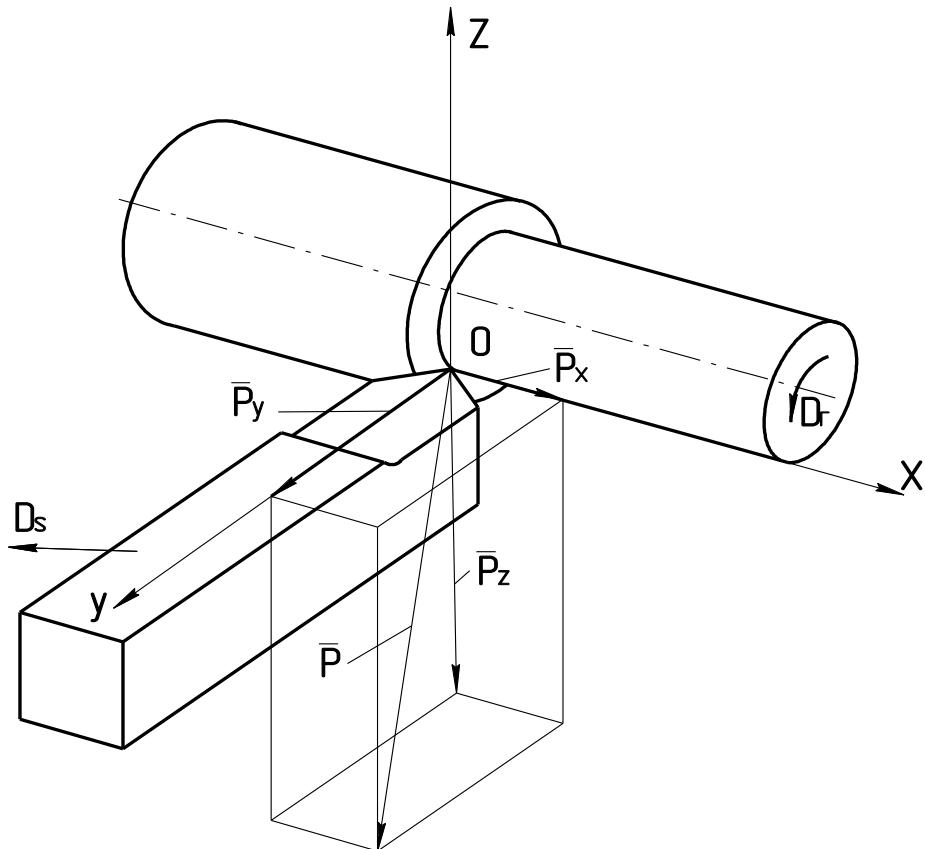


Рисунок 2.1 – Разложение силы резания на составляющие

Соотношение между P_z , P_y , P_x зависит от режима резания, геометрических параметров инструмента, физико-механических свойств обрабатываемого материала, износа резца, условий обработки и приближённо равно

$$P_z : P_y : P_x = 1 : (0,5 \dots 0,3) : (0,4 \dots 0,25).$$

Тогда $P = (1,08 \dots 1,15)P_z$. $P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2} = (1,08 \dots 1,15)P_z$

Поэтому P_z называют главной составляющей силы резания.

Значение величин сил резания необходимо для расчета деталей коробки скоростей, коробки подач, определения сечения режущего

инструмента, мощности, затрачиваемой на процесс резания, кручущего момента.

Существует три метода определения сил резания.

1. Расчетный: по эмпирической и аналитической зависимостям.

2. Мощностной: по определению потребляемой мощности электродвигателем, с последующим расчётом сил резания.

3. Динамометрический: с помощью динамометров.

1. Расчётный.

1.1 По эмпирической зависимости

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z \cdot K_p, H$$

где C_p – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала и условия обработки;

x, y, z – показатели степени, зависящие от тех же факторов, что и C_p ;

t, S, V – элементы режима резания;

K_p – коэффициент, учитывающий значения геометрических параметров лезвия инструмента, условия обработки, применения смазывающе-охлаждающих материалов (СОМ), износ инструмента и другие факторы.

1.2 По аналитической зависимости

$$P_z = K \cdot f, H$$

где f – площадь поперечного сечения срезаемого слоя, мм^2 ;

K – коэффициент резания, Па (значения приводятся в справочных таблицах).

$$f = t \cdot S,$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, $\text{мм}/\text{об}$.

2. Мощностной.

Мощность, которая затрачивается на резание, определяется по формулам

$$N_{pez} = N_{el} \cdot \eta; \quad N_{pez} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000},$$

где N_{el} – мощность электродвигателя, кВт;

V – скорость резания, м/мин;

η – коэффициент полезного действия (КПД).

$$\text{Отсюда } P_z = \frac{N_{\text{эл}} \cdot \eta \cdot 60 \cdot 1000}{V}, H.$$

3. Динамометрический.

Динамометры бывают гидравлические, электрические и механические. Принципиальная схема гидравлического динамометра приведена на рисунке 2.2.

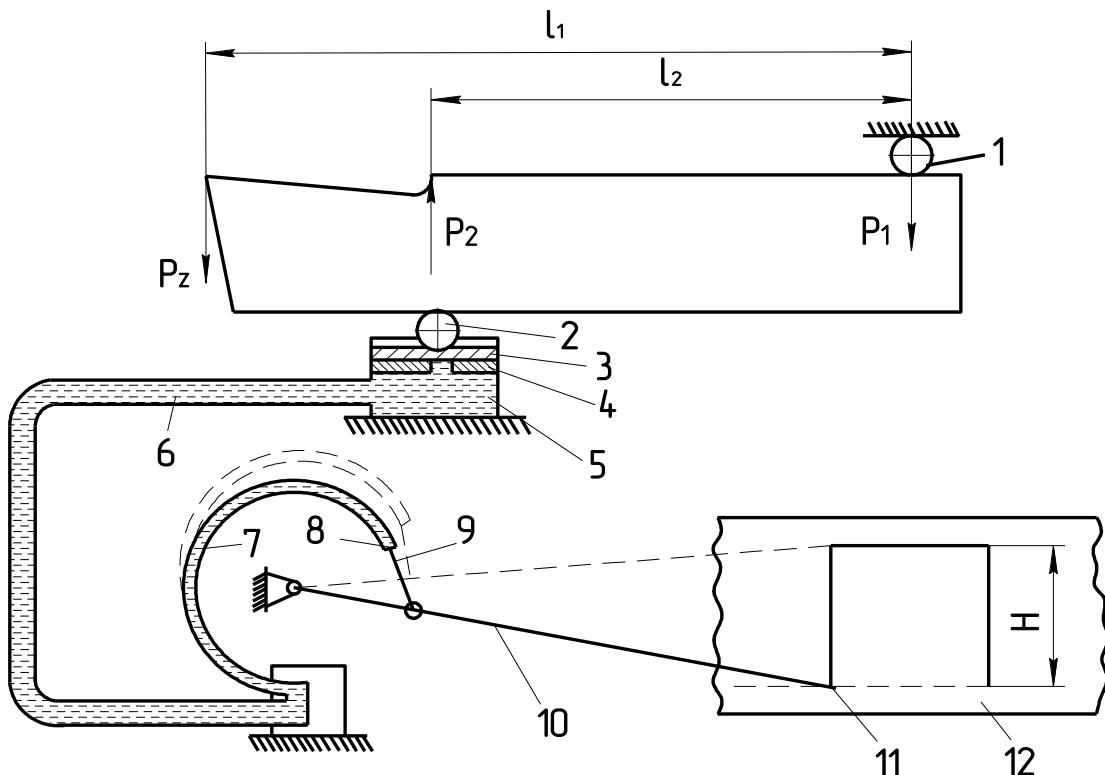


Рисунок 2.2 – Схема принципиальная гидравлического динамометра:

1, 2 – шарики; 3 – поршень; 4 – прокладка; 5 – ёмкость;
6 – труба отводная; 7 – пружина трубчатая; 8 – шарнир;
9 – рычаг; 10 – стрелка; 11 – перо; 12 – лента бумажная

На лезвие резца действует вертикальная составляющая силы резания P_z . Нижней опорной плоскостью резец через шарик 2 опирается на поршень 3. Верхней опорной плоскостью державка резца через шарик 1 опирается на неподвижную опору корпуса динамометра. Сила P_2 , действующая на поршень, больше измеряемой составляющей P_z в l_1/l_2 раз, то есть

$$P_2 = P_z \cdot \frac{l_1}{l_2}, H$$

где l_1, l_2 – расстояния от точки приложения силы P_1 до точек приложения сил P_z и P_2 соответственно.

Поршень 3 с силой P_2 давит через гибкую прокладку 4 на жидкость, заполняющую ёмкость 5. Давление в жидкости определяется как

$$p = \frac{P_2}{A},$$

где A – площадь поршня, мм^2 .

Давление передается через отводную трубу 6 на изогнутую трубчатую пружину 7, под действием которого пружина разгибается и через рычаг 9, соединённый с ней шарниром 8, перемещает вверх стрелку 10 с пером 11. Перо, отклоняясь, оставляет на движущейся ленте запись. Отклонение “Н” пера в любой точке записи пропорционально P_2 . По отклонению пера, измеряемому в единицах длины (мм), с помощью тарировочного графика находят значение составляющей силы P_z

$$P_z = P_2 \cdot \frac{l_2}{l_1}, H$$

Принципиальная схема электрического тензометрического динамометра приведена на рисунке 2.3.

На лезвие резца действует сила P_z – составляющая силы резания. Нижней опорной плоскостью резец через шарик давит на упругий измерительный элемент 1 с силой P_2

$$P_2 = P_z \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

На данный элемент наклеен тензометрический датчик 2. При наклейке датчика на упругий элемент необходимо, чтобы направление участка проволоки с большей протяженностью (без датчика) совпадало с направлением ожидаемых упругих деформаций.

Для измерения сопротивления датчика используется мостовая схема из сопротивлений R_1, R_2, R_3, R_4 , в которую датчик сопротивлением R_1 присоединяется в качестве одного из плеч моста. Упругая деформация измерительного элемента 1 и, следовательно, наклеенно-

го на нём датчика приводит к изменению сопротивления R_1 датчика и нарушению баланса моста, питаемого напряжением от источника 3. Возникает разность потенциалов между точками А и Б моста, значение которой пропорционально изменению сопротивления R_1 датчика, соответствующему деформации упругого элемента под действием силы P_2 . Подсоединённый к точкам А и Б моста усилитель 4 усиливает сигнал разбаланса, который затем поступает на регистрационный прибор 5. Отклонение "Н" на ленте 6, зафиксированное при резании, может быть пересчитано в значение действующей при резании составляющей силы резания P_z согласно предварительно проведённой тарировке.

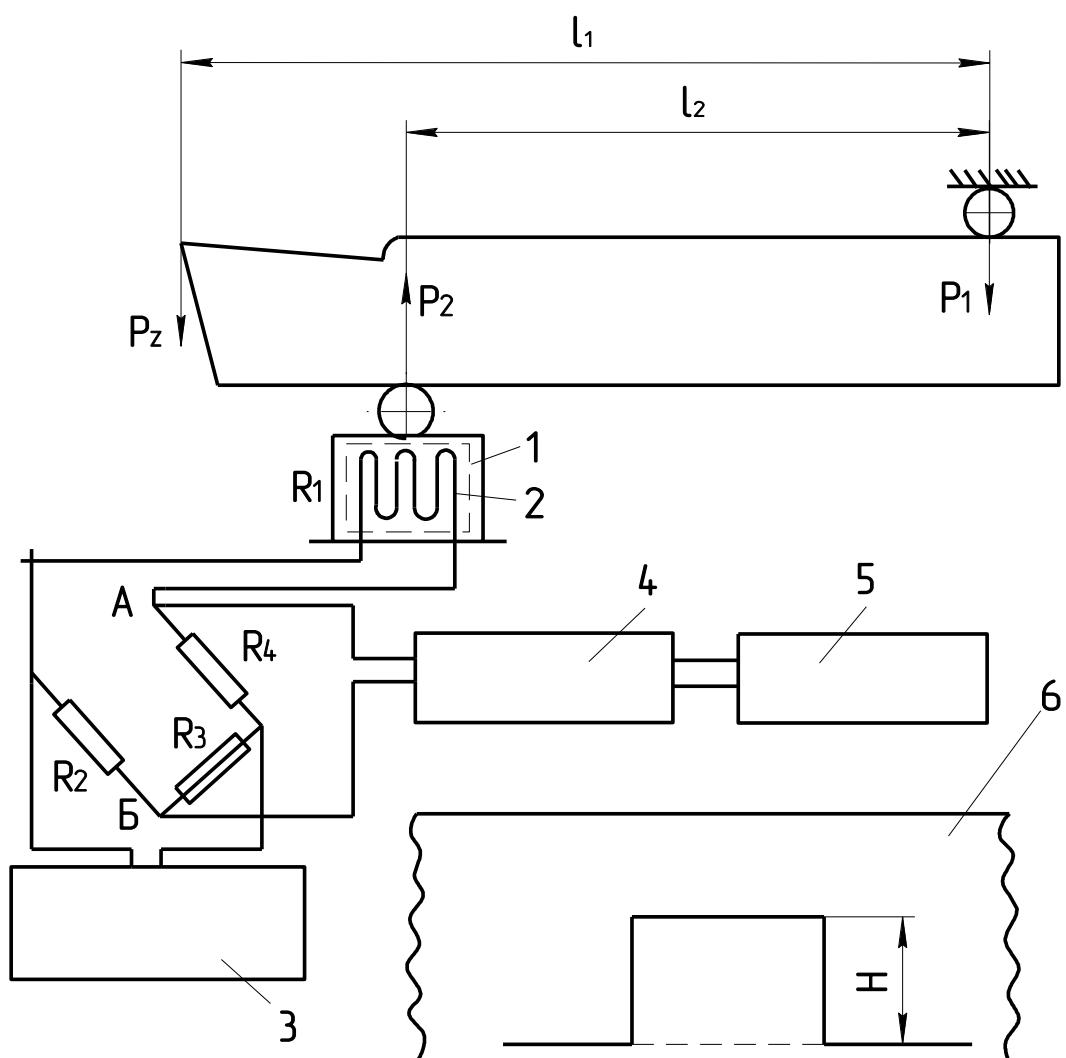


Рисунок 2.3 – Схема принципиальная электрического динамометра:
 1 – упругий измерительный элемент; 2 – датчик; 3 – источник питания; 4 – усилитель; 5 – регистрационный прибор; 6 – лента бумажная

Принципиальная схема механического динамометра приведена на рисунке 2.4, а общий вид на рисунке 2.5.

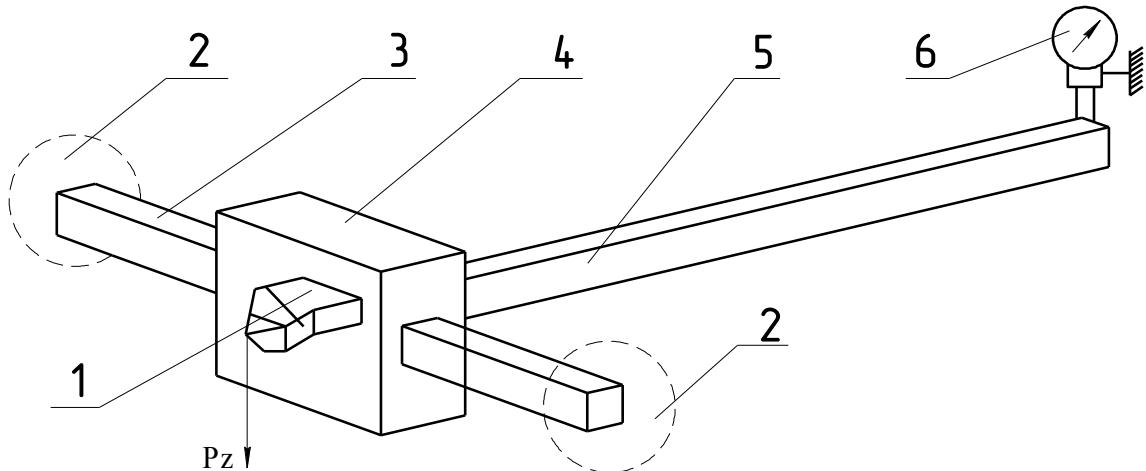


Рисунок 2.4 – Схема принципиальная механического динамометра:

1 – резец; 2 – корпус динамометра; 3 – брус; 4 – люлька;
5 – пластина; 6 – индикатор

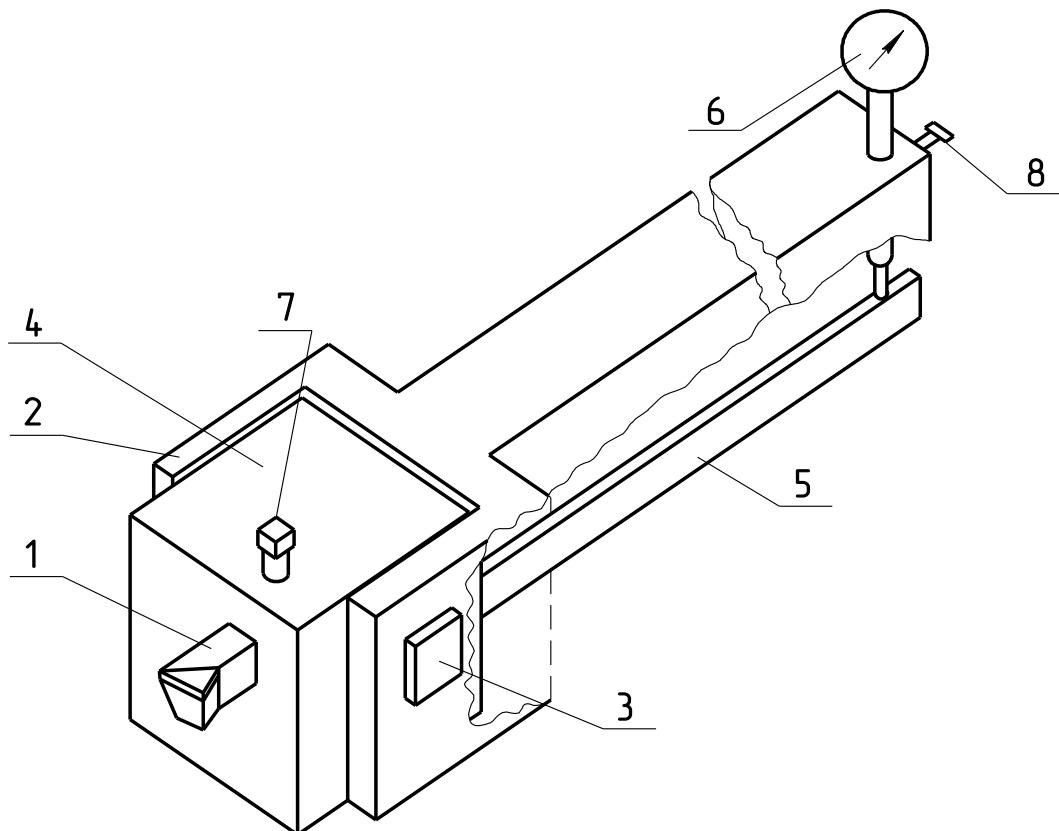


Рисунок 2.5 – Общий вид механического динамометра:

1 – резец; 2 – корпус; 3 – брус квадратный; 4 – люлька; 5 – пластина; 6 – индикатор; 7 – болт крепёжный; 8 – винт крепёжный

Резец 1 устанавливается в люльку 4 и крепится болтом 7 (см. рисунки 2.4, 2.5). Люлька квадратным бруском 3 устанавливается в корпус динамометра 2. Внизу к люльке приварена стальная пластина 5. К свободному концу пластины подводят ножку индикатора часового типа. Корпус динамометра крепят в резцодержателе.

В процессе резания на резец действует сила резания P_z , которая вызывает деформации резца и люльки. Эти деформации передаются приваренной пластине, кратно увеличиваются на её свободном конце и передаются индикатору.

Тарирование динамометра производится на станке с помощью оснастки, состоящей из оправки, рычага, подвески с грузами.

Рычаг устанавливается на оправку, и один конец оправки крепится в патроне токарно-винторезного станка, а второй поджимается центром, установленным в пиноль задней бабки. На нижней плоскости рычага имеется шаровая опора, через которую на резец передаётся нагрузка от подвески с грузами (рисунок 2.6).

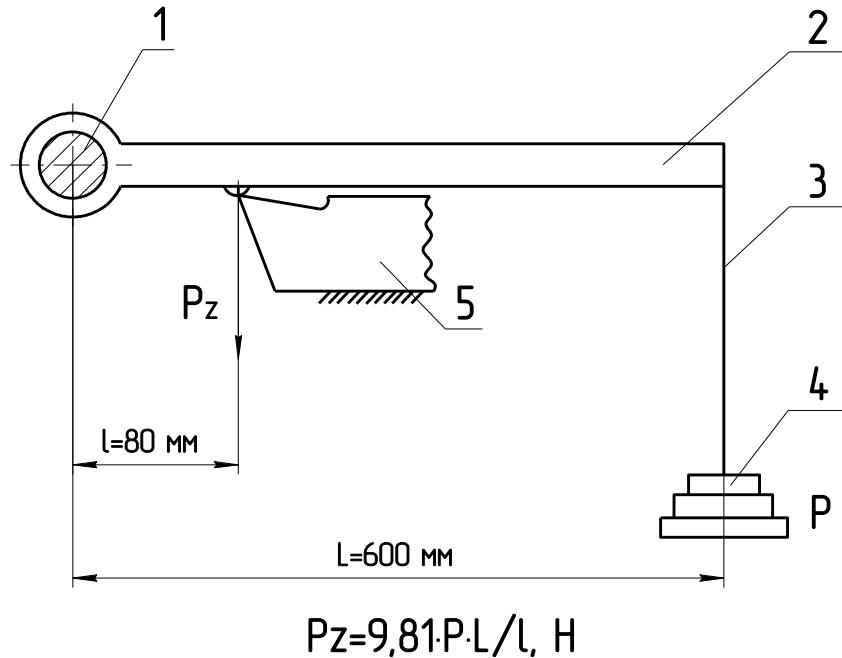


Рисунок 2.6 – Схема тарирования динамометра:

1 – оправка; 2 – рычаг; 3 – подвеска; 4 – грузы; 5 – резец

Расстояние от оси центров оправки до точки приложения нагрузки на резец $l = 80$ мм, а до точки подвешивания груза $L = 600$ мм. Подвешивая на подвеску грузы различной массы, снимают показания с индикатора и строят тарировочный график в координатах P_z и δ (число делений индикатора). В процессе резания по показаниям индикатора и тарировочному графику определяют силу резания, как показано на рисунке 2.7.

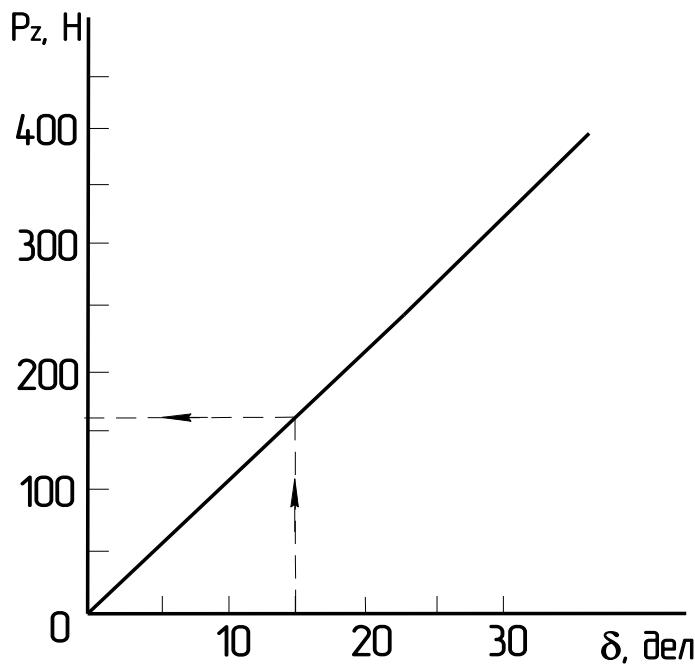


Рисунок 2.7 – Тарировочный график механического динамометра

Для измерения температуры в зоне резания используют следующие методы: калориметрический, по цветам побежалости, микроструктурного анализа, метод термокрасок, метод термопар и другие.

При калориметрическом методе стружка собирается в специальный калориметр.

Зная вес воды в калориметре G_b , вес стружки $G_{стр}$, начальную температуру воды θ_b , температуру воды со стружкой $\theta_{см}$ и теплоёмкость стружки C_p , средняя температура стружки $\theta_{стр}$ определяется по формуле

$$\theta_{cmp} = \theta_{cm} + \frac{G_e \cdot (\theta_{cm} - \theta_e)}{G_{cmp} \cdot C_p}$$

Метод даёт стабильные результаты при скоростном резании, а также для оценки обрабатываемости различных материалов.

Определение $\theta_{стр}$ по цветам побежалости дает значительные погрешности, так как при этом определяется температура только окисляемой поверхности стружки. Примерное значение температуры определяется по шкале, на которой указан цвет окислённой поверхности и соответственно температура.

Под влиянием температуры в металлах происходят структурные превращения, изменяется микротвёрдость. Это явление используется при исследовании температурного поля методом микроструктурного анализа.

Метод термокрасок применяется для определения температуры на поверхностях инструмента. Специальную термоочувствительную краску (набор состоит из 14 красок) наносят тонким слоем на поверхность инструмента. Тепло, концентрирующееся в определенном месте инструмента, изменяет цвет краски. Набор красок позволяет определять температуру от +45 до +780 °С.

Наиболее распространённым методом является метод термопар, позволяющий измерить температуру ограниченных участков зоны резания и режущего инструмента. Действие термопар основано на явлении термоэлектричества. Суть этого явления заключается в том, что если в точках 1 и 2 (рисунок 2.8) соединить два металлических проводка А и Б разного химического состава, то при условии, что температура в точке 1 больше температуры в точке 2 ($\theta_1 > \theta_2$), в замкнутой цепи появляется электродвижущая сила E_{AB} (ЭДС), пропорциональная разнице температур. Если температура в точке 2 термопары постоянна, то E_{AB} будет зависеть только от температуры θ_1 рабочей точки 1. Для измерения значений E_{AB} между точками 3 и 4 подключают гальванометр. При этом должно соблюдаться условие равенства температур на клеммах входа и выхода (точки 3 и 4).

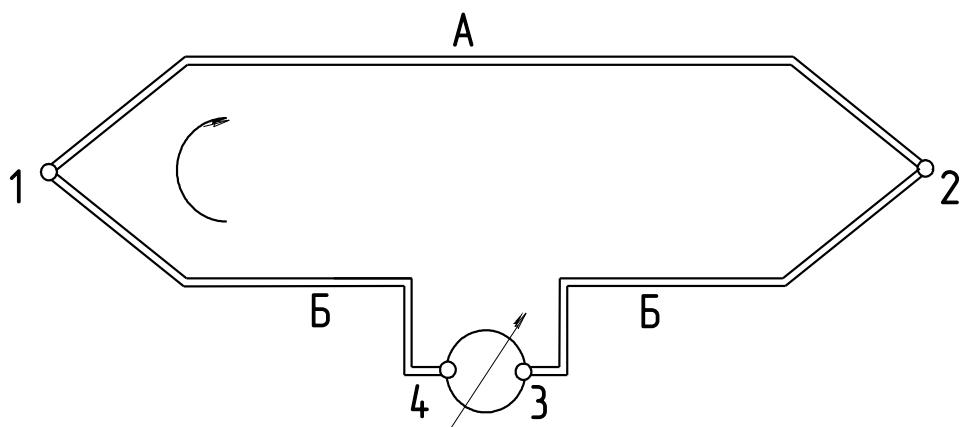


Рисунок 2.8 – Измерение температуры термопарой

Материалами, пригодными для образования термопар, могут быть практически все металлы и сплавы. В области резания металлов хромель-алюмелевые и хромель-копелевые термопары принято называть искусственными; из копелевой или константановой проволоки и инструментального или обрабатываемого металлов – полуискусственными термопарами; образованные из обрабатываемого и инструментального металлов – естественными.

При применении искусственной термопары в теле резца про- сверливается отверстие диаметром 1...2 мм, которое не доходит до передней поверхности на 0,2...0,4 мм, и в него вставляется термопара с изолированными проводками (диаметр проволочки 0,15...0,50 мм). Горячий спай поджимают к исследуемой поверхности инструмента и фиксируют в отверстии. Холодные концы термопары выводятся к гальванометру (рисунок 2.9), который и регистрирует величину термоэлектродвижущей силы.

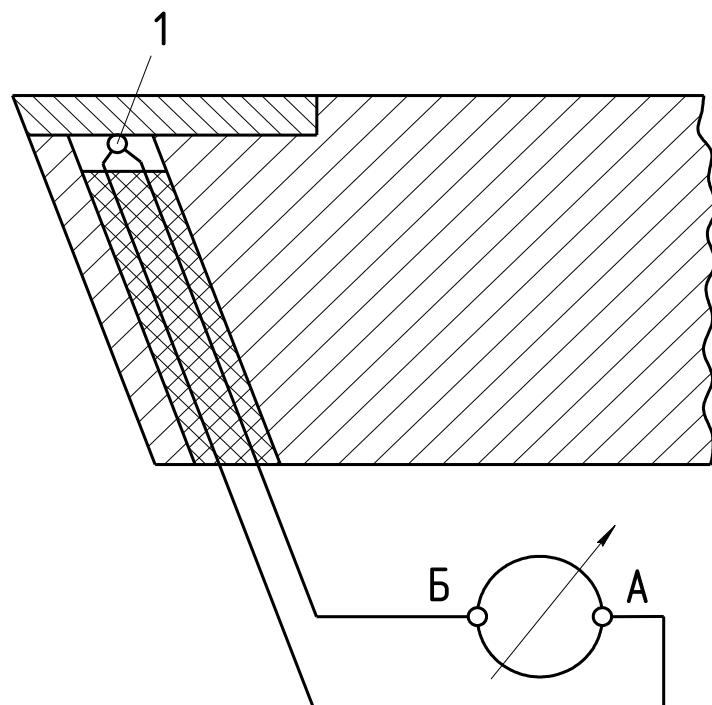


Рисунок 2.9 – Измерение температуры резца методом искусственной термопары

При измерении температуры полуискусственной термопарой проволока из копеля или константана вставляется в отверстие, про- сверленное в резце, и изолируется от корпуса резца керамической трубкой или другим материалом.

Вторым термоэлектродом является быстрорежущая пластина Б (или другой материал) (рисунок 2.10). Электроды, соприкасаясь в точке 1, образуют горячий спай. Холодный конец электрода А находится при комнатной температуре на клемме 4 гальванометра. Из-за разницы температур возникает термоэлектродвижущая сила, которая и регистрируется гальванометром.

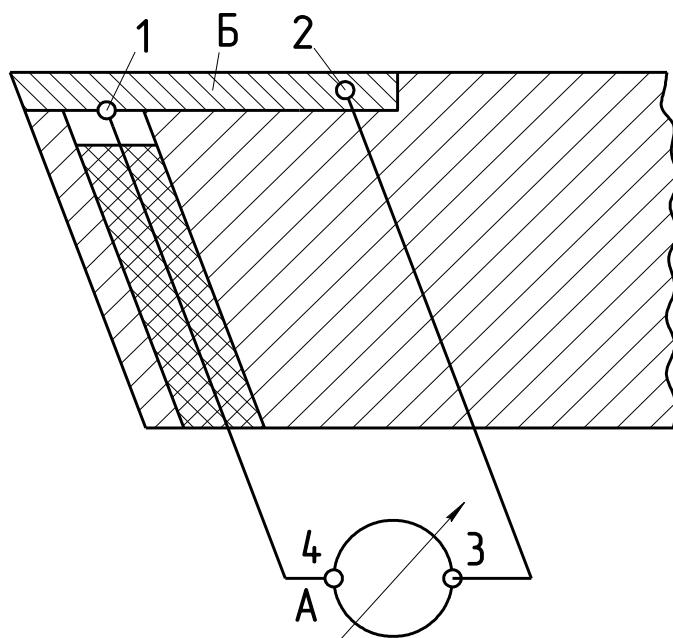


Рисунок 2.10 – Измерение температуры резца методом полуискусственной термопары

Рабочим концом естественной термопары являются площадки взаимного касания резца, стружки, поверхности резания на заготовке. При измерении температуры данной термопарой обрабатываемая заготовка при закреплении в патроне станка изолируется прокладками (рисунок 2.11).

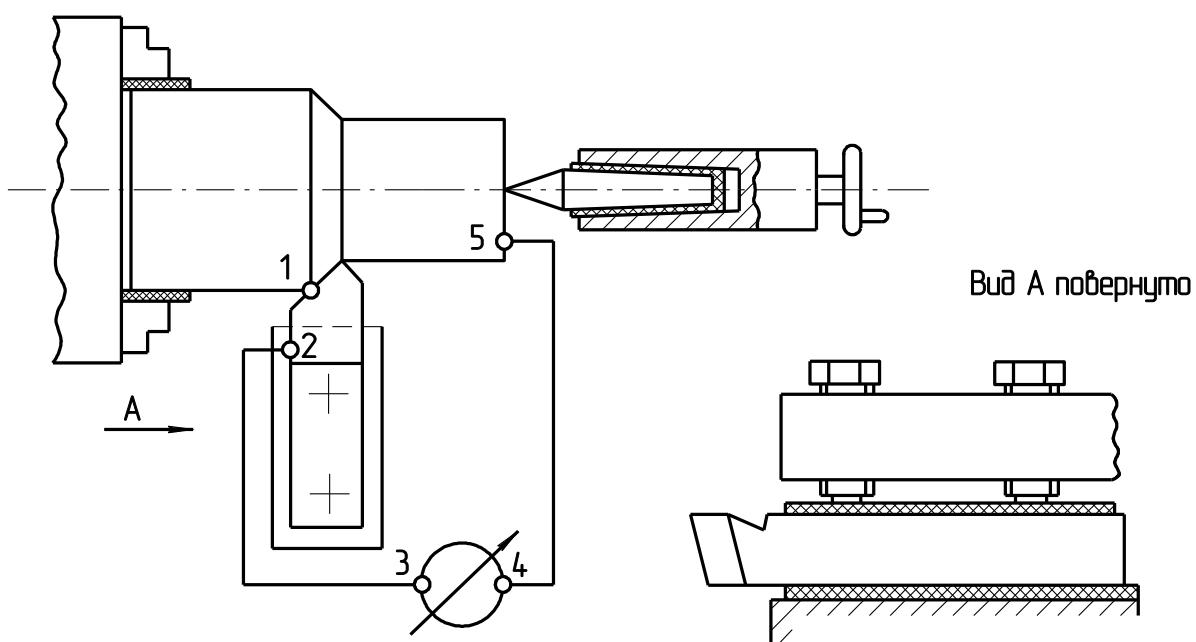


Рисунок 2.11 – Измерение температуры резца методом естественной термопары

Резец также изолируется от суппорта. Один из удлиненных термоэлектродов 2 - 3 подсоединяется в точке 2 к инструментальному материалу, оснащающему лезвие резца, и выполняется из того же материала. Другой термоэлектрод 4 - 5 связывает измерительный прибор с обрабатываемой заготовкой через токосъёмник в точке 5, который представляет собой в простейшем случае угольную щётку, скользящую по поверхности вращающейся заготовки. Из-за разности температур в точках 1 и 5 возникает термоэлектродвижущая сила, которая и регистрируется гальванометром.

Тарировка естественной термопары осуществляется следующим образом: из инструментального и обрабатываемого материала (может быть использована стружка) изготавливаются термоэлектроды А и Б (рисунок 2.12). Спай термоэлектродов помещают в тигель с расплавленным металлом, например, с оловом при температуре θ_1 . Свободные концы термоэлектродов при комнатной температуре θ_2 подсоединяются к клеммам гальванометра. В тот же тигель помещают рабочий конец контрольной термопары, показания которой измеряются собственным измерителем. Процесс тарирования ведётся в условиях постепенного нагрева или охлаждения металла в тигле. По показаниям тарируемой и контрольной термопар строится тарировочный график, по которому полученные значения термоэлектродвижущей силы переводятся в эквивалентные значения температуры на лезвии инструмента.

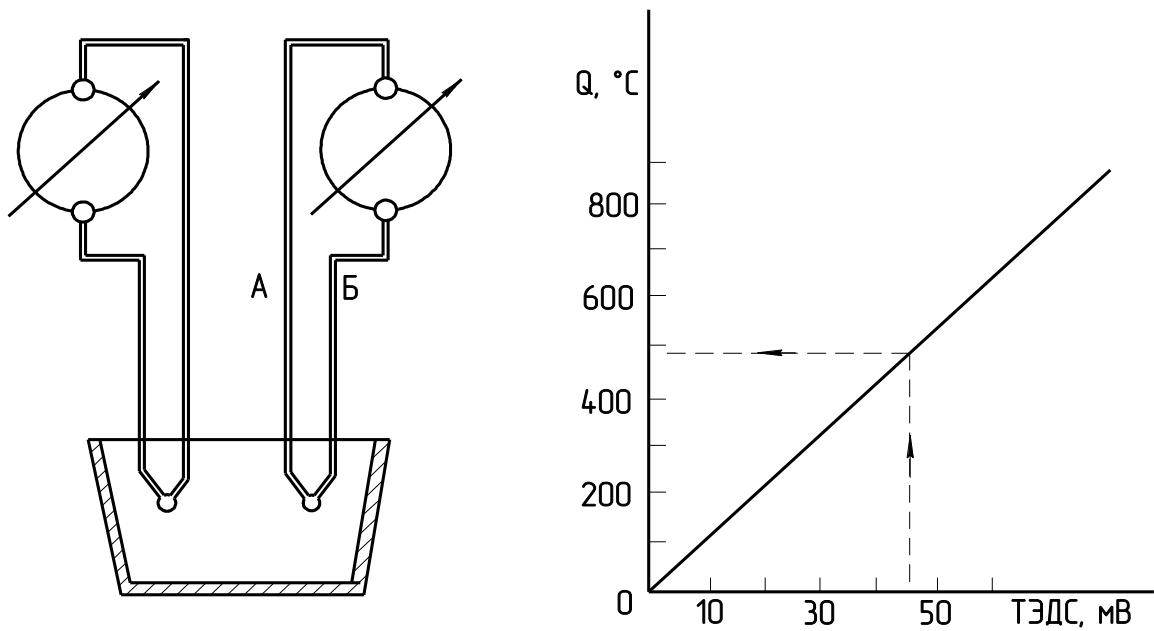


Рисунок 2.12 – Тарирование естественной термопары

Порядок выполнения работы

1. Произвести тарирование динамометра.
2. Для получения зависимостей силы резания P_z и температуры θ от элементов режима резания

$$P_z = C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z \quad \text{и} \quad \theta = C_\theta \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z$$

необходимо поставить три серии опытов. Первая серия опытов проводится при постоянной подаче S и скорости резания V , вторая – при постоянной глубине резания t и скорости резания V и третья – при постоянной глубине резания t и подаче S .

2.1 По результатам опытов в двойных логарифмических координатах построить частные зависимости силы резания от глубины резания, подачи и скорости резания

$$P_z = C_P \cdot t^x; \quad P_z = C_P'' \cdot S^y; \quad P_z = C_P''' \cdot V^z$$

Численные значения степеней и коэффициентов находят из графиков (рисунок 2.13).

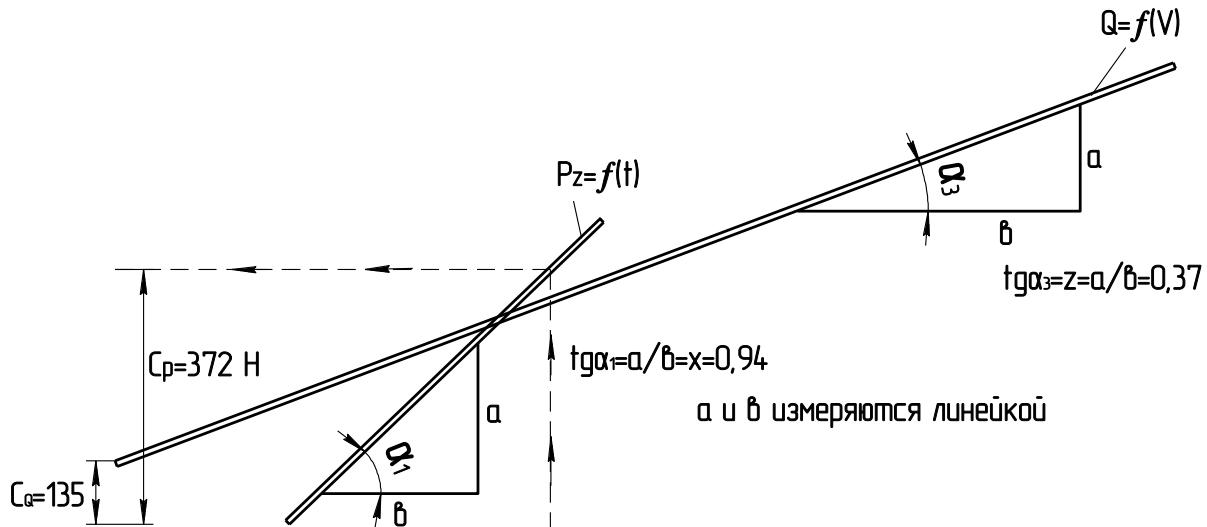


Рисунок 2.13 – Зависимость силы резания и температуры в зоне резания от глубины и скорости резания

$$x = \operatorname{tg} \alpha_1, \quad y = \operatorname{tg} \alpha_2, \quad z = \operatorname{tg} \alpha_3,$$

где α_1 – угол наклона линии зависимости $P_z = f(t) = C_P \cdot t^x$ к оси t ;

α_2 – угол наклона линии зависимости $P_z = f(S) = C_P'' \cdot S^y$ к оси S ;

α_3 – угол наклона линии зависимости $P_z = f(V) = C_P''' \cdot V^z$ к оси V.

$$C_P' = P_z \text{ при } t = 1 \text{ мм}; \quad C_P'' = P_z \text{ при } S = 1 \text{ мм/об.};$$

$$C_P''' = P_z \text{ при } V = 1 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}.$$

2.2 Обобщить полученные зависимости и получить формулу вида

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z, H$$

Для определения коэффициента C_p необходимо, чтобы при определении частных зависимостей во всех случаях опыты проводились бы в общей точке с координатами (t_0, S_0, V_0) , т. е. общими для всех опытов. Тогда в этой точке величину P_z можно рассчитать как по общей, так и по трём частным зависимостям, то есть

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z = C_P' \cdot t_0^x = C_P'' \cdot S_0^y = C_P''' \cdot V_0^z$$

Приравнивая попарно члены этого уравнения, получим

$$C_{P1} = \frac{C_P'}{S_0^y \cdot V_0^z}; \quad C_{P2} = \frac{C_P''}{t_0^x \cdot V_0^z}; \quad C_{P3} = \frac{C_P'''}{t_0^x \cdot S_0^y}$$

$$\text{Тогда } C_p = \frac{C_{P1} + C_{P2} + C_{P3}}{3}$$

2.3 По результатам опытов в двойных логарифмических координатах построить частные зависимости температуры в зоне резания от глубины резания, подачи и скорости резания

$$\theta = C_\theta' \cdot t^x; \quad \theta = C_\theta'' \cdot S^y; \quad \theta = C_\theta''' \cdot V^z$$

Численные значения степеней и коэффициентов находят из графиков аналогично подпункту 2.1.

2.4 Обобщить полученные зависимости и получить формулу вида

$$\theta = C_\theta \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z, {}^\circ C$$

Определение коэффициента C_θ произвести аналогично определению коэффициента C_p (подпункт 2.2).

2.5 Сделать выводы (объяснить влияние t, S, V) на силу резания и температуру в зоне резания, а также влияние других факторов.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой процесс резания металлов с механической точки зрения?
2. Назовите основные виды стружек и укажите условия их образования.
3. На какие составляющие разлагается равнодействующая сил резания при точении?
4. Какие силы действуют на лезвие резца?
5. Каково соотношение между составляющими силы резания?
6. Перечислите источники образования теплоты при резании материалов.
7. Перечислите пути перехода теплоты из зоны резания.
8. Напишите уравнение теплового баланса.
9. Куда уходит большая часть теплоты из зоны резания?
10. Какое действие оказывает теплота на процесс резания?
11. Что регистрирует силу резания в механическом динамометре?
12. Что регистрирует силу резания в электрическом динамометре?
13. Что регистрирует силу резания в гидравлическом динамометре?
14. Покажите на эскизе схему действия искусственной термопары.
15. Покажите схему действия полуискусственной термопары.
16. Покажите на эскизе схему действия естественной термопары.
17. В чем заключается метод измерения температур термокрасками?
18. Какое действие оказывает на силу резания и температуру скорость резания?
19. Какое действие оказывает на силу резания и температуру подача и глубина резания?
20. Какое действие оказывает на силу резания передний угол?
21. Какое действие оказывает на силу резания главный угол в плане?
22. Что оказывает большее влияние на силу резания, глубина резания или подача и почему?
23. Как определить на графиках функций показатели степени?
24. Как определить на графиках функций значения коэффициентов C_{Pz} , C_θ ?
25. Приведите формулу для определения силы резания в общем виде.
26. Что называется шириной стружки?
27. Что называется толщиной стружки?
28. Что называется скоростью резания при точении?
29. Что называется подачей при точении?
30. Что называется глубиной резания при точении?

РАБОТА № 3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПРИ ТОЧЕНИИ И ОБРАБОТКЕ ОБКАТКОЙ ШАРИКОМ

1 Оборудование, инструмент, пособия.

1.1 Токарно-винторезный станок 1А616.

1.2 Резцы токарные проходные прямые и отогнутые, оснащённые пластиинками твёрдого сплава Т15К6 – три штуки; одношариковый обкатник.

1.3 Оправки стальные диаметром 45...50 мм с тринадцатью поясками.

1.4 Профилометр-профилограф «Калибр-201», профилометр ПЧ-3, профилометр АБРИС-ПМ 7, эталоны шероховатости.

1.5 Штангенциркуль ШЦ II-160-0,1 ГОСТ 166-80.

1.6 Плакаты.

2 Содержание задания.

2.1 Ознакомиться с понятием качества обработанной поверхности и изучить параметры оценки шероховатости поверхности.

2.2 Ознакомиться с методами определения шероховатости поверхности.

2.3 Поставить эксперимент по влиянию скорости резания V , подачи S , вспомогательного угла в плане φ_1 и натяга при обкатке шариком i на шероховатость обработанной поверхности R_a .

2.4 В двойных логарифмических координатах построить графические зависимости

$$R_a = f(V); R_a = f(S); R_a = f(\varphi_1); R_a = f(i)$$

2.5 Произвести математическую обработку результатов эксперимента и получить зависимости вида

$$R_a = C_V \cdot V^x; R_a = C_S \cdot S^y; R_a = C_{\varphi_1} \cdot \varphi_1^u; R_a = C_i \cdot i^z$$

где $C_V, C_S, C_{\varphi_1}, C_i$ – коэффициенты, учитывающие физико-механические свойства обрабатываемого материала и условия обработки;

x, y, u, z – показатели степени, зависящие от тех же факторов, что и коэффициенты.

2.6 Составить отчёт и сделать выводы по работе в соответствии с пунктами рабочей тетради по лабораторно-практическим занятиям.

Теоретические сведения

Надёжность работы деталей и сборочных единиц машин в значительной степени зависит от качества обработанных поверхностей. Под качеством обработанной поверхности понимается совокупность характеристик, определяющих физико-механические свойства поверхностного слоя и геометрические параметры поверхности.

К физико-механическим свойствам поверхностного слоя относятся поверхностная твёрдость, глубина и степень упрочнения (наклёпа), остаточные напряжения и их величина.

К геометрическим параметрам обработанной поверхности относятся отклонения от геометрической формы: макрогометрия (бочкообразность, седлообразность, конусность и др.) и микрогометрия (волнистость и шероховатость поверхности).

Согласно ГОСТ 2789-73, под шероховатостью поверхности подразумевают совокупность неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине l .

Базовая длина l – минимальная длина участка поверхности, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности, и для количественного определения её параметров (рисунок 3.1).

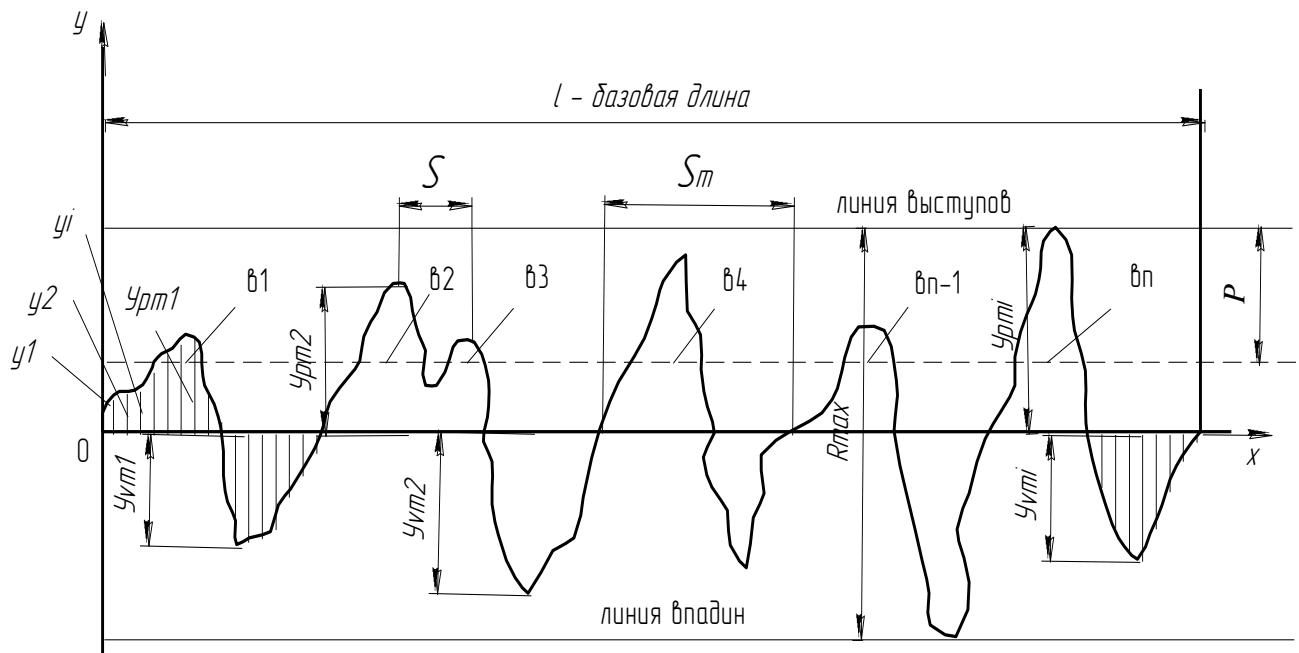


Рисунок 3.1 – Профилограмма обработанной поверхности

Шероховатость поверхности после механической обработки – это, прежде всего, геометрический след режущего инструмента, искажённый в результате упругой и пластической деформациях, вибраций технологической системы, возникающих в процессе резания.

По ГОСТ 2789-73 установлено шесть параметров шероховатости:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| \cdot dx \quad \text{или} \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где l – базовая длина;

n – число измеренных точек профиля на базовой длине.

2. Высота неровностей профиля по десяти точкам

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^{i=5} |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^{i=5} |y_{vni}| \right),$$

где y_{pmi} – высота i наибольшего выступа профиля;

y_{vni} – глубина i наибольшей впадины профиля.

3. Наибольшая высота неровностей профиля – R_{max} .

4. Средний шаг неровностей профиля по средней линии – S_m .

5. Средний шаг местных выступов профиля – S .

6. Относительная опорная длина профиля – t_p .

$$t_p = \frac{\eta_p}{l} \cdot 100\%,$$

где η_p – опорная длина профиля, равная сумме длин отрезков b_i , отсекаемых на уровне P ($P = 5\dots90\%$) в материале профиля линией, эквидистантной средней линии в пределах базовой длины.

$$\eta_p = \sum_{i=1}^{i=n} b_i$$

Шероховатость поверхности зависит от технологической схемы резания, геометрических параметров инструмента, СОМ, свойств обрабатываемого материала и др.

Весьма приближённо шероховатость поверхности, полученной точением, представляет собой совокупность остаточных гребешков, высота h которых зависит от подачи S , значений углов ϕ и ϕ_1 , радиуса закругления при вершине резца. Эта зависимость хорошо видна из схемы на рисунке 3.2.

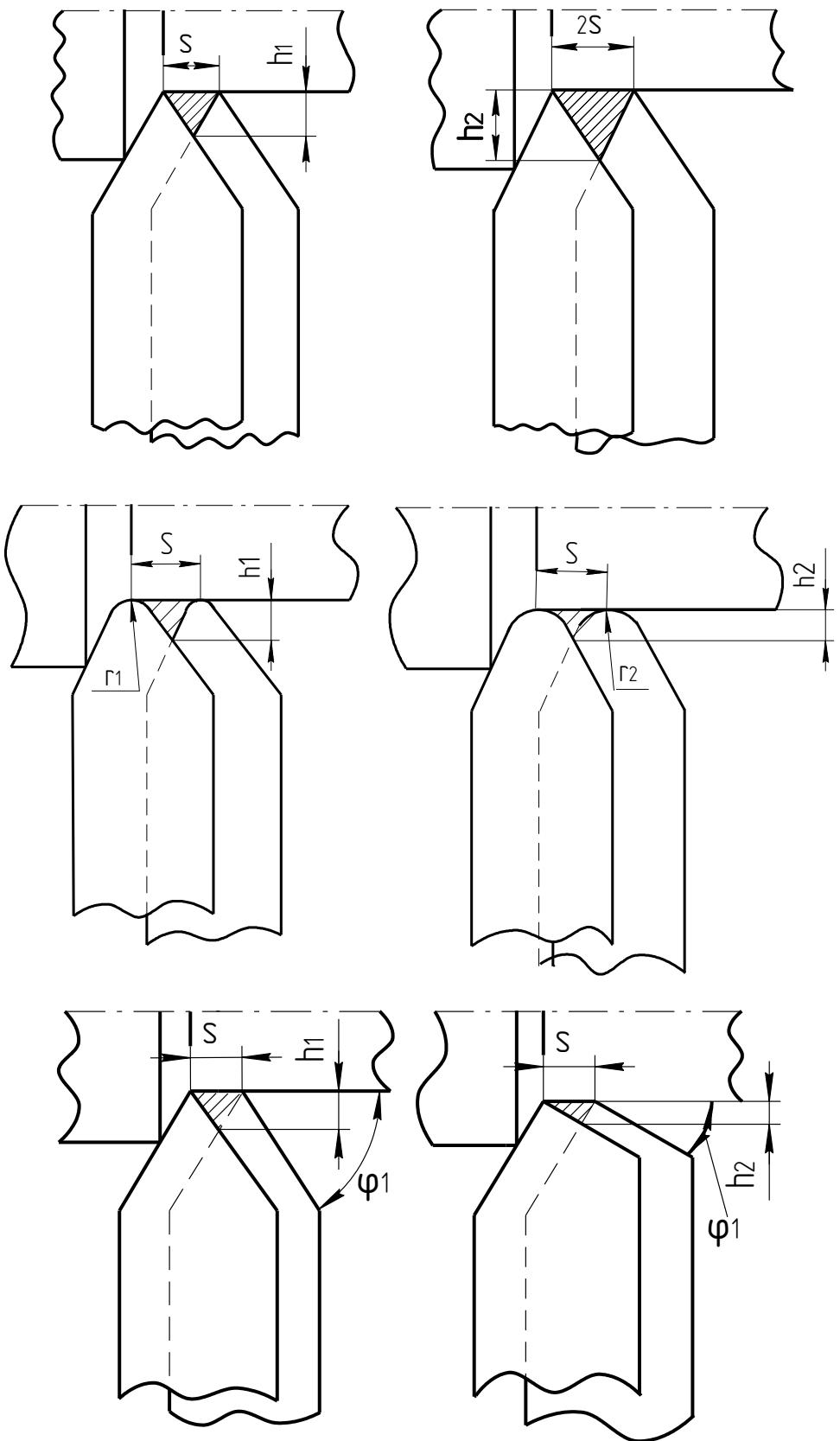


Рисунок 3.2 – Влияние подачи, радиуса закругления при вершине резца, значения вспомогательного угла в плане на высоту остаточных гребешков

Как видно из рисунка 3.2, высота остаточных гребешков при увеличении подачи увеличивается, а при увеличении радиуса закругления при вершине резца и при уменьшении вспомогательного угла в плане ϕ_1 уменьшается с h_1 до h_2 соответственно.

Требование к шероховатости поверхности устанавливают по одному или нескольким параметрам. Обычно это среднее арифметическое отклонение профиля неровностей – R_a или высота неровностей профиля по десяти точкам – R_z , а также наибольшая высота неровностей профиля – R_{max} .

Для определения (измерения) шероховатости поверхности на производстве используют эталоны шероховатости, полученные при соответствующей кинематической схеме резания (метод сравнения). В лабораторных условиях используют приборы бесконтактного действия (оптические) – двойной микроскоп МИС-II, микроинтерферометр МИИ-9 и приборы контактного действия (ощупывающие) – профилометры моделей 283, 253, ПЧ-3, профилометр АБРИС-ПМ 7, профилографы-профилометры моделей 201, 202, 252, пневматические.

При проведении работы применяется метод сравнения, а также приборы ПЧ-3, АБРИС-ПМ 7 и профилограф-профилометр модели 201.

Профилометр ПЧ-3 (рисунок 3.3) предназначен для измерения параметра шероховатости поверхности – R_a в пределах от 6,300 до 0,025 мкм и состоит из датчика I и усилителя с показывающим прибором II. Усилитель включают в сеть 220 В, а датчик шаровыми опорами 2 устанавливают на исследуемую поверхность. В корпусе датчика установлены магниты 3, катушка 4, внутри которой проходит стержень 5, который заканчивается алмазной иглой 1. Стержень крепится к двум пластинчатым пружинам 6.

Принцип работы заключается в следующем. Магниты 3 создают в корпусе датчика постоянное магнитное поле. При перемещении датчика по исследуемой поверхности, из-за наличия на последней выступов и впадин, алмазная игла получает вертикальные колебания, что приводит к наведению в катушке электродвижущей силы, пропорциональной скорости изменения магнитного потока, т. е. скорости перемещения иглы. Эта ЭДС подаётся на интегрирующий усилитель, на выходе которого имеется стрелочный показывающий прибор со шкалой, градуированной в значениях мкм.

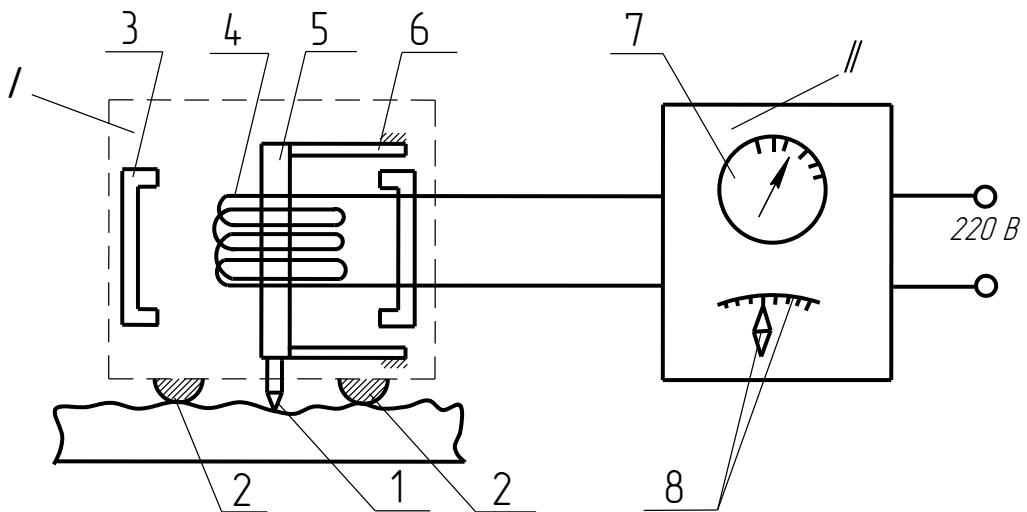


Рисунок 3.3 – Схема принципиальная профилометра ПЧ-3:

I – датчик; II – усилитель; 1 – игла алмазная; 2 – шаровые опоры; 3 – магниты; 4 – катушка; 5 – стержень; 6 – пружины пластинчатые; 7 – прибор стрелочный (показывающий); 8 – переключатель диапазона

Профилометр АБРИС-ПМ 7 предназначен для измерения шероховатости поверхностей изделий, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию, в любом пространственном положении, в лабораторных, а также в полевых условиях.

Измерение параметров шероховатости поверхности (R_a , R_z , R_{max}) производится по системе средней линии в соответствии с номенклатурой и диапазонами значений, предусмотренными ГОСТ 2789-73 ($R_a = 0,04 \dots 12,50$ мкм; R_z , $R_{max} = 0,16 \dots 50,00$ мкм).

Действие профилометра основано на ощупывании неровностей измеряемой поверхности алмазной иглой первичного преобразователя и преобразовании колебаний щупа датчика в колебания электрического напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Колебания напряжения обрабатываются в отсчетном устройстве по специальной программе, и результат обработки выводится в цифровом виде на индикатор отсчетного устройства.

Конструкция прибора позволяет, при необходимости, производить подключение его к персональному компьютеру с целью получения, изучения и обработки профилограммы обработанной поверхности детали.

Порядок выполнения работы

1. Для получения зависимостей шероховатости поверхности от скорости резания, подачи, значения вспомогательного угла в плане и натяга при обкатке шариком необходимо поставить четыре серии опытов.

Первая серия – при постоянной подаче и глубине резания, изменяют скорость резания; вторая – при постоянной глубине и скорости резания, изменяют подачу; третья – при постоянной подаче, глубине и скорости резания, изменяют значение вспомогательного угла в плане; четвёртая – при постоянной скорости резания и подаче, изменяют натяг деформирующего элемента.

В первой и во второй сериях опытов значения геометрических параметров режущего инструмента постоянны.

2. По результатам опытов в двойных логарифмических координатах построить частные зависимости

$$R_a = C_V \cdot V^x; R_a = C_S \cdot S^y; R_a = C_{\varphi_1} \cdot \varphi_1^u; R_a = C_i \cdot i^z$$

Численные значения степеней и коэффициентов находят из графиков:

$$x = \operatorname{tg} \alpha_1, \quad y = \operatorname{tg} \alpha_2, \quad u = \operatorname{tg} \alpha_3, \quad z = \operatorname{tg} \alpha_4,$$

где α_1 – угол наклона зависимости $R_a = C_V \cdot V^x$ к оси V;

α_2 – угол наклона зависимости $R_a = C_S \cdot S^y$ к оси S;

α_3 – угол наклона зависимости $R_a = C_{\varphi_1} \cdot \varphi_1^u$ к оси φ_1 ;

α_4 – угол наклона зависимости $R_a = C_i \cdot i^z$ к оси i.

$$C_V = R_a \text{ при } V = 1 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1};$$

$$C_S = R_a \text{ при } S = 1 \text{ мм/об.};$$

$$C_{\varphi_1} = R_a \text{ при } \varphi_1 = 1 \text{ град.};$$

$$C_i = R_a \text{ при } i = 1 \text{ мм.}$$

3. Выводы (привести и объяснить влияние исследуемых факторов на шероховатость обработанной поверхности).

Контрольные вопросы:

1. Чем определяется качество обработанной поверхности?
2. Что называется шероховатостью обработанной поверхности?
3. Что называется базовой длиной ℓ ?
4. Что называется средней линией профиля?
5. Какими показателями оценивается шероховатость?
6. Что называется средним арифметическим отклонением профиля и как оно определяется?
7. Что называется высотой неровностей профиля по десяти точкам и как она определяется?
8. Как определяется относительная опорная длина профиля?
9. Что понимается под волнистостью поверхности?
10. Что зависит от шероховатости поверхности?
11. Что зависит от волнистости поверхности?
12. Перечислите методы определения шероховатости поверхности.
13. Приведите эмпирическую зависимость определения высоты микронеровности на обработанной поверхности.
14. Как влияет шероховатость поверхности на противокоррозионную стойкость деталей и почему?
15. Как влияет шероховатость поверхности на износостойкость деталей и почему?
16. Перечислите основные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей деталей.
17. Как и почему влияет на шероховатость поверхности скорость резания?
18. Как и почему влияет на шероховатость поверхности подача?
19. Как и почему влияют на шероховатость поверхности свойства обрабатываемого материала?
20. Как и почему влияет на шероховатость поверхности передний угол?
21. Как и почему влияет на шероховатость поверхности задний угол?
22. Как и почему влияют на шероховатость поверхности главный и вспомогательный углы в плане?
23. Как и почему влияет на шероховатость поверхности технологическая среда?
24. Чем отличаются физические свойства поверхностного слоя обработанной поверхности детали от свойств основного металла?
25. Что такое наклеп обработанной поверхности?
26. Назовите способы упрочнения обработанной поверхности.

27. Чем определяется наклеп обработанной поверхности?
28. Как влияет на шероховатость поверхности натяг деформирующего элемента?
29. Как обозначается шероховатость поверхности на чертежах?
30. Как влияет на шероховатость поверхности радиус закругления при вершине резца?

РАБОТА № 4

НАСТРОЙКА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ РАБОТ

1 Оборудование, инструмент, пособия.

1.1 Универсально-фрезерный станок 6М80.

1.2 Делительная головка УДГ-200.

1.3 Пятковый набор зубчатых колёс.

1.4 Восьмиштучный набор дисковых модульных фрез.

1.5 Заготовка зубчатого колеса.

1.6 Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80.

1.7 Плакаты.

1.8 Ключи гаечные, ключ для патрона.

2 Содержание задания.

2.1 Изучить конструкцию делительной головки.

2.2 Изучить методику настройки делительной головки на непосредственное, простое, дифференциальное деления и фрезерование спиральных канавок.

2.3 Вычертить кинематические схемы, произвести необходимые расчёты и настроить делительную головку на простое, сложное деление и фрезерование спиральной канавки.

2.4 Произвести необходимые расчёты, настроить делительную головку и выполнить работы по изготовлению цилиндрического зубчатого колеса.

2.5 Дать характеристику методам нарезания зубчатых колёс.

2.6 Составить отчёт и сделать выводы по работе в соответствии с пунктами журнала-отчета по лабораторно-практическим занятиям.

Теоретические сведения

Делительная головка предназначена для крепления и периодического поворота заготовки на равные или неравные углы, а также для сообщения заготовке непрерывного вращательного движения, согласованного с её продольной подачей. Она применяется при изготовлении крепёжных деталей (болтов и гаек), режущих инструментов (свёрл, зенкеров и др.), зубчатых колёс (цилиндрических и конических, прямозубых и косозубых) и других деталей.

Делительная головка является принадлежностью фрезерных станков. Она состоит из чугунного основания 1 (рисунок 4.1), на ко-

тором установлен корпус 5, который может поворачиваться в вертикальной плоскости от -10 до +90°.

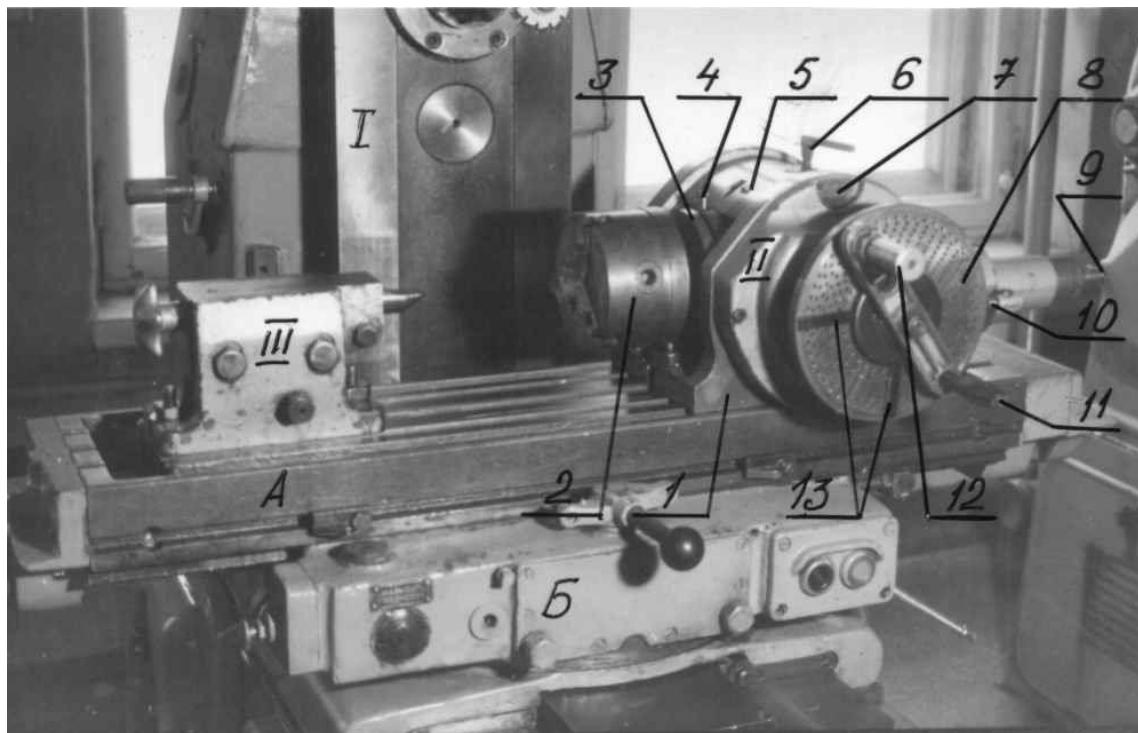


Рисунок 4.1 – Общий вид универсальной делительной головки:

*I – станок 6М80; II – делительная головка; III – задняя бабка;
A – стол; Б – салазки; 1 – основание; 2 – патрон трёхкулачковый;
3 – лобовой делительный диск; 4 – фиксатор диска;
5 – корпус; 6 – фиксатор; 7 – градусная шкала; 8 – делительный диск (лимб);
9 – валик привода делительного диска; 10 – фиксатор делительного диска;
11 – рукоятка; 12 – фиксатор рукоятки; 13 – раздвижной сектор*

В требуемом положении корпус закрепляется стяжными полудугами 3 при помощи гаек (рисунок 4.2). Внутри корпуса установлен шпиндель 4 полой формы, переднее и заднее отверстия которого расточены на конус Морзе. Переднее отверстие служит для установки центра или шпиндельной оправки, а в заднее отверстие устанавливается оправка для дифференциального деления.

На переднюю часть шпинделя установлен лобовой делительный диск 3 и трёхкулачковый самоцентрирующий патрон 2 (см. рисунок 4.1). На шпинделе с помощью шпонки закреплено червячное колесо 3 (рисунок 4.3) и тормозное кольцо, предназначенное для фиксации шпинделя в требуемом положении. Фиксация осуществляется фиксатором 6 (см. рисунок 4.1).

Червячное колесо входит в зацепление с червяком 4 (см. рисунок 4.3), который с помощью сектора 2 (см. рисунок 4.2) может выводиться из зацепления. Это необходимо делать при непосредственном делении.

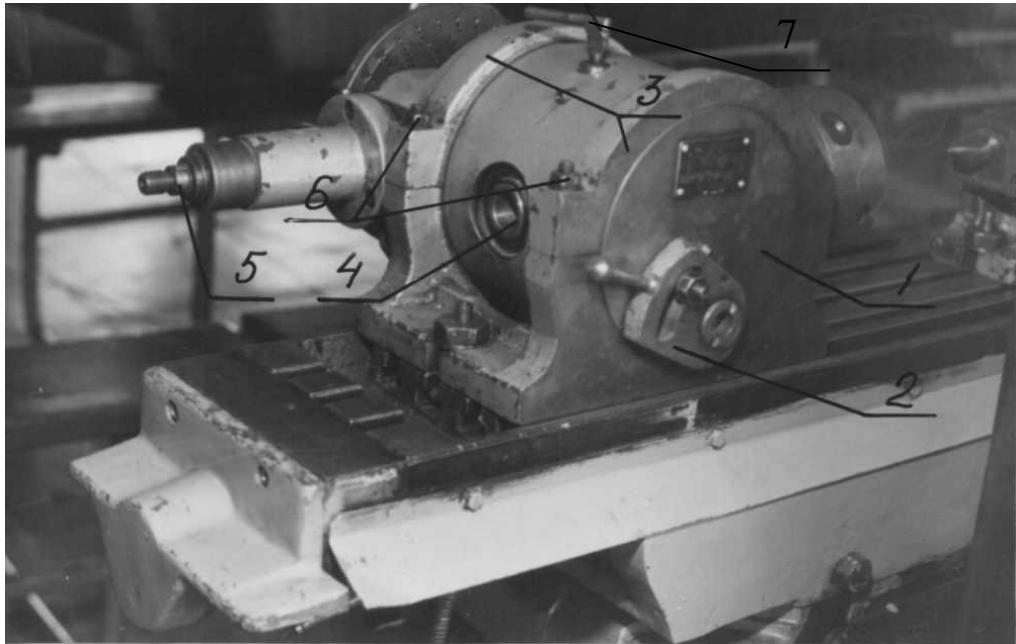


Рисунок 4.2 – Универсальная делительная головка (вид сзади):

- 1 – корпус;
- 2 – сектор;
- 3 – дуги стяжные;
- 4 – шпиндель;
- 5 – валик привода делительного диска;
- 6 – гайки;
- 7 – фиксатор червячного колеса

На валу червяка установлено на втулке коническое зубчатое колесо (может быть и другая компоновка), на ступицу которого установлен делительный диск (лимб) 6 (см. рисунок 4.3). Лимб представляет собой стальной диск, на обеих боковых сторонах которого имеются восемь концентрично расположенных рядов окружностей. На каждой окружности просверлено определённое количество несквозных отверстий.

1 сторона – 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31.

2 сторона – 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Лимб используется для отсчёта дробного числа поворота шпинделя. Для быстрого отсчёта требуемого количества отверстий имеется раздвижной сектор 13 (см. рисунок 4.1). От самопроизвольного поворота диск удерживается фиксатором 10.

Вращение червяку передаётся от рукоятки 11. Она оснащена фиксатором 12, штифт которого может устанавливаться в любое отверстие делительного диска. Для этого в рукоятке профрезерован паз.

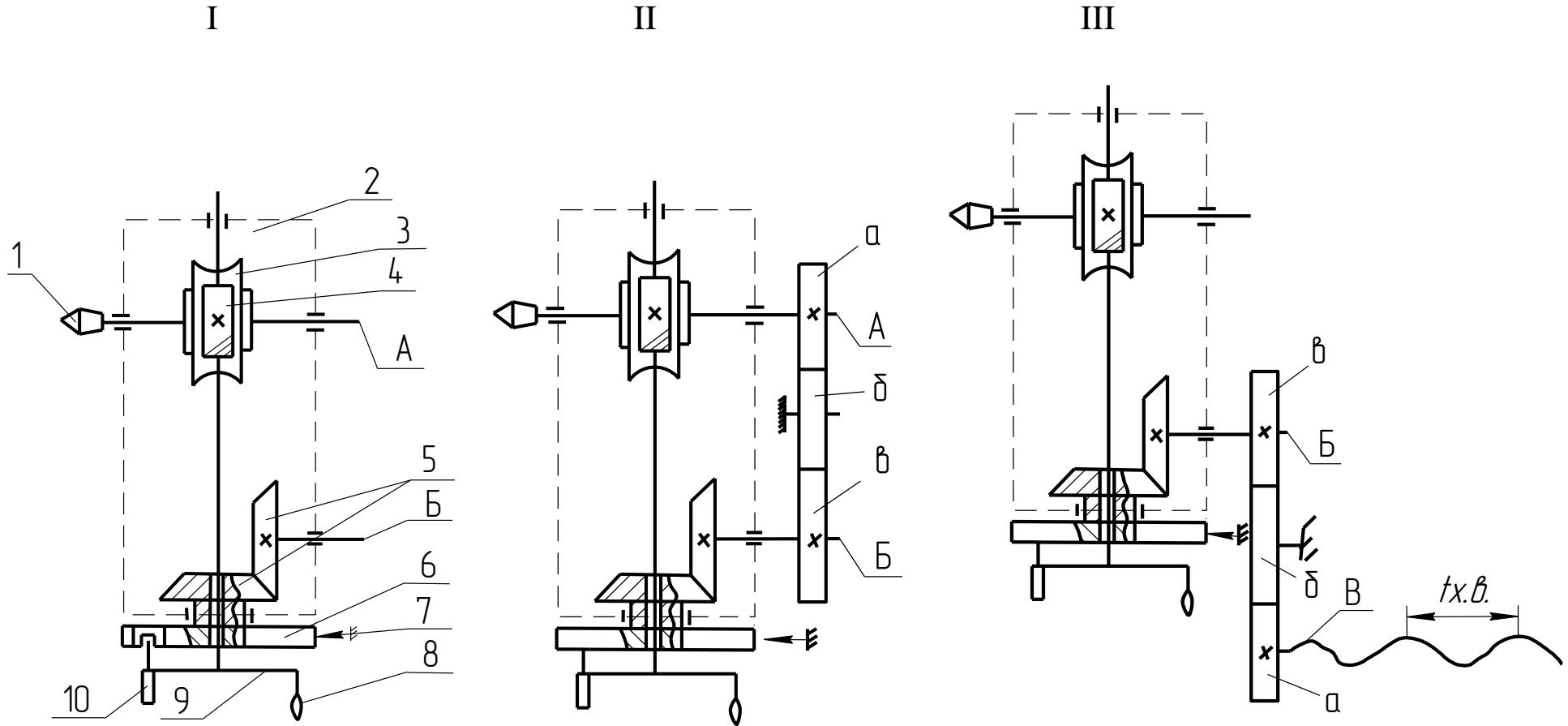


Рисунок 4.3 – Настройка универсальной делительной головки на различные деления и работы:

I – простое деление; II – сложное деление (дифференциальное); III – нарезание винтовых канавок; А – вал шпинделья; Б – вал привода делительного диска; В – ходовой винт; 1 – шпиндель; 2 – корпус; 3 – червячное колесо; 4 – червяк; 5 – конические зубчатые колёса; 6 – делительный диск; 7 – фиксатор диска; 8 – ручка; 9 – рукоятка; 10 – фиксатор рукоятки; а, б, в – сменные зубчатые колёса; $t_{x. \beta}$ – шаг ходового винта стола

Непосредственное деление

Это деление используют, когда не требуется большая точность отсчёта поворота заготовки и большое число её делений. Деление осуществляют при помощи лобового делительного диска. Перед делением необходимо сектором 2 (см. рисунок 4.2) вывести червяк из зацепления с червячным колесом, фиксатор 4 (см. рисунок 4.1) вывести из отверстия лобового делительного диска 3 и отпустив винтом 6 фиксатор шпинделя, повернуть его вместе с заготовкой от руки на необходимое число делений. Зафиксировав в этом положении шпиндель, проводят необходимые работы.

Поскольку лобовой делительный диск имеет 24 отверстия, то заготовку можно разделить на 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 части.

Простое деление

Сущность этого деления состоит в том, что поворот шпинделя осуществляется от рукоятки 11 с фиксатором 12 (см. рисунок 4.1) относительно лимба через червячную пару (червяк – червячное колесо). Применяется для деления заготовки на различное количество частей, выраженное числом, имеющим множители, равные или кратные количеству отверстий на какой-либо стороне лимба.

Передаточное отношение червячной передачи i – это отношение числа заходов червяка K к числу зубьев на венце червячного колеса $Z_{\text{ч.к.}}$.

$$i = \frac{K}{Z_{\text{ч.к.}}}$$

Величина, обратная передаточному отношению червячной передачи, называется характеристикой делительной головки I .

$$I = \frac{1}{i}$$

Количество оборотов рукоятки определяется по формуле

$$n = \frac{I}{Z},$$

где Z – число заданных делений (зубьев).

Например. Требуется профрезеровать грани восьмигранника на фрезерном станке с применением делительной головки, характеристика которой $I = 40$. Тогда

$$n = \frac{40}{8} = 5$$

Значит, после обработки первой грани и перевода стола станка в исходное положение следует повернуть рукоятку делительной головки на пять оборотов и т. д.

Количество оборотов рукоятки может выражаться и дробным числом. В этом случае знаменатель дроби показывает, по какой окружности делительного диска производить отсчёт, а числитель – сколько отверстий надо отсчитать, не считая отверстия, занятого фиксатором.

Например. Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с числом зубьев $Z = 17$. Количество оборотов рукоятки

$$n = \frac{40}{17} = 2\frac{6}{17}$$

Значит, после фрезерования первой канавки зуба и перевода стола станка в исходное положение следует повернуть рукоятку делительной головки на два полных оборота и ещё на шесть отверстий по окружности с количеством отверстий 17. Для быстрого отсчёта дробной части оборота ножки раздвижного сектора следует установить на шесть плюс одно отверстие по окружности с количеством отверстий 17.

В случае, когда после деления в знаменателе получается число, не совпадающее с числом отверстий на делительном диске, то подбирают окружность, кратную знаменателю.

Например. Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с числом зубьев $Z = 22$.

$$n = \frac{40}{22} = 1\frac{18}{22} = 1\frac{9}{11} \cdot \frac{3}{3} = 1\frac{27}{33}$$

В этом случае числитель и знаменатель умножают на одно и тоже число.

Сложное деление

Сложное (дифференциальное) деление применяется тогда, когда ограниченное количество рядов чисел отверстий на делительном диске не даёт возможности пользоваться методом простого деления.

В этом случае в отверстие шпинделя устанавливается оправка и через сменные зубчатые колёса а, б, в (см. рисунок 4.3) вал шпинделя А соединяется с валом привода делительного диска Б. Делительный диск при этом должен быть расфиксирован, и он получает вращение от рукоятки, червячной передачи, шпинделя, сменных зубчатых колёс, конических зубчатых колёс. Теперь поворот детали на $1/Z$ часть окружности будет складываться из поворота рукоятки и дополнительного поворота делительного диска по направлению вращения рукоятки или против него.

Для соединения вала шпинделя с валом привода делительного диска в комплекте делительной головки имеется пятковый набор сменных зубчатых колёс с числом зубьев: 20, 25 (2 колеса), 30, 35, 40 (2 колеса), 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 120 и кронштейны.

При сложном делении необходимо выполнить следующие работы:

1. Подобрать приближённое число частей деления Z_0 , которое должно быть кратным 5.

2. Определить передаточное отношение между шпинделем и валом привода делительного диска

$$i = \frac{I(Z_0 - Z)}{Z_0},$$

где I – характеристика делительной головки, $I = 40$;

Z – заданное число частей деления;

Z_0 – приближённое число частей деления.

3. По передаточному отношению i подобрать из набора зубчатые колёса.

4. Определить количество оборотов рукоятки по формуле

$$n = \frac{I}{Z_0}$$

Например. Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с числом зубьев $Z = 91$. Количество оборотов рукоятки

$$n = \frac{40}{91}$$

Дробь не сокращается, и окружности с количеством отверстий 91 нет. В этом случае применяют сложное деление.

1. Принимают $Z_0 = 90$.

2. Определяют передаточное отношение

$$i = \frac{40(90 - 91)}{90} = -\frac{40}{90}.$$

Знак «-» показывает, что вал шпинделя и вал привода делительного диска должны вращаться в разные стороны.

3. По передаточному отношению принимают и устанавливают на вал шпинделя зубчатое колесо с $Z = 40$, а на вал привода делительного диска с $Z = 90$. Для соединения этих валов между собой и выполнения условия по направлению их вращения между ними следует установить два зубчатых колеса, с любым количеством зубьев, но обеспечивающих нормальное зацепление всех зубчатых колёс.

4. Число оборотов рукоятки будет равно

$$n = \frac{40}{90} = \frac{4}{9} \cdot \frac{6}{6} = \frac{24}{54},$$

т. е. 24 отверстия по окружности с количеством отверстий 54.

Нарезание винтовых канавок

Нарезание винтовых канавок необходимо проводить при изготавлении свёрл, зубчатых колёс и других деталей.

Для нарезания винтовых канавок применяют дисковые и пальцевые модульные фрезы. При этом относительно режущей части фрезы заготовке следует сообщать два движения.

1. Поступательное – вдоль своей оси, осуществляющее столом фрезерного станка.

2. Вращательное – вокруг своей оси, осуществляющее от шпинделя делительной головки.

При фрезеровании канавок необходимо, чтобы плоскость вращения фрезы совпадала с направлением винтовой канавки. По этой причине фрезерование концевыми (пальцевыми) фрезами производится на вертикально-фрезерных станках, а дисковыми фрезами на универсально-фрезерных станках, имеющих поворотный стол. При

фрезеровании канавок правого направления стол с салазками должен быть повёрнут против часовой стрелки, левого направления – по часовой стрелке на угол наклона винтовой канавки.

Винтовая линия характеризуется шагом T (мм) – расстояние между двумя соседними выступами или впадинами; углом наклона винтовой канавки ω – угол между касательной, проведённой к винтовой линии и осью заготовки (рисунок 4.4).

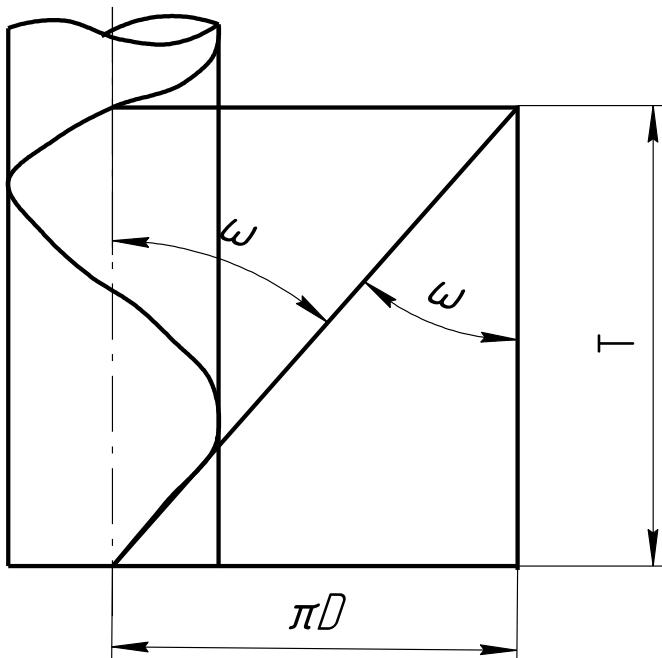


Рисунок 4.4 – Схема винтовой канавки

Угол поворота стола ω зависит от диаметра обрабатываемой заготовки D и шага винтовой канавки T .

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{T}$$

Из этой зависимости определяется угол поворота стола

$$\omega = \operatorname{arctg} \frac{\pi \cdot D}{T}$$

Ведущим звеном, обеспечивающим поступательное и вращательное движение заготовке, является ходовой винт стола станка. Для обеспечения согласованного поступательного и вращательного движений заготовки ходовой винт стола станка соединяется с валом привода делительного диска через гитару сменных зубчатых колёс. И то-

гда вращательное движение заготовка получит (см. рисунок 4.3) от ходового винта стола, гитары сменных зубчатых колёс, валика привода делительного диска, конических зубчатых колёс, делительного диска, фиксатора делительного диска, рукоятки, червяка, червячного колеса и шпинделя.

Для подбора сменных зубчатых колёс необходимо знать передаточное отношение i между ходовым винтом стола станка и валиком привода делительного диска, которое определяется из соотношения

$$i = \frac{I \cdot t_{x.v.}}{T},$$

где I – характеристика делительной головки;

$t_{x.v.}$ – шаг ходового винта стола станка, мм;

T – шаг нарезаемой винтовой канавки, мм.

По передаточному отношению выбирают зубчатые колёса

$$i = \frac{a \cdot b}{c \cdot d}$$

Зубчатое колесо “ a ” устанавливается на ходовой винт, зубчатое колесо “ d ” – на вал привода делительного диска.

Зубчатые колёса “ b ” и “ c ” – промежуточные. Их может быть два и более.

Подобранные зубчатые колёса должны удовлетворять условию сцепляемости:

$$Z_a + Z_b \geq Z_c + 15$$

$$Z_c + Z_d \geq Z_b + 15$$

Нарезать винтовые канавки можно только с использованием непосредственного или простого делений.

Например. Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с винтовым зубом; число зубьев $Z = 30$, шаг нарезаемой винтовой канавки $T = 450$ мм, шаг ходового винта стола станка $t_{x.v.} = 6$ мм, модуль зuba $m = 2,5$ мм.

1. Определяют диаметр заготовки

$$D = m \cdot (Z + 2) = 2,5 \cdot (30 + 2) = 80 \text{ мм}$$

2. Определяют угол поворота стола станка

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{T} = \frac{3,14 \cdot 80}{450} = 0,56$$

Тогда

$$\omega = \arctg \frac{\pi \cdot D}{T} = \arctg \frac{3,14 \cdot 80}{450} = 29^{\circ}10'$$

3. Определяют передаточное отношение гитары сменных зубчатых колёс

$$i = \frac{I \cdot t_{x.b.}}{T} = \frac{40 \cdot 6}{450} = \frac{6 \cdot 40}{9 \cdot 50} = \frac{60}{90} \cdot \frac{40}{50}$$

Для обеспечения сцепляемости зубчатых колёс меняют местами знаменатели

$$i = \frac{60}{50} \cdot \frac{40}{90}$$

Таким образом, Z_1 (а) = 60, Z_2 (б) = 50, Z_3 (с) = 40, Z_4 (д) = 90. Тогда на ходовой винт стола станка устанавливают $Z_1 = 60$, а на вал привода делительного диска $Z_4 = 90$; зубчатые колёса Z_2 и Z_3 – промежуточные.

4. Определяют число оборотов рукоятки делительного диска

$$n = \frac{40}{30} = 1\frac{10}{30} = 1\frac{1}{3} \cdot \frac{7}{7} = 1\frac{7}{21},$$

т. е. один полный оборот рукоятки плюс семь отверстий (не считая отверстия, занятого фиксатором рукоятки) по окружности делительного диска с числом отверстий 21.

Контрольные вопросы:

1. Для чего применяются делительные головки?
2. Перечислите типы делительных головок и укажите наиболее распространенную из них.
3. Что входит в комплект делительной головки?
4. Укажите расположение основных узлов делительной головки на столе фрезерного станка.
5. На каких станках можно фрезеровать прямолинейные канавки или зубья?
6. На каких станках можно фрезеровать винтовые канавки?
7. Что называется характеристикой лимбовой делительной головки?
8. Для чего нужен поворот корпуса в лимбовой делительной головке?

9. Для чего нужен в лимбовой делительной головке раздвижной сектор?
10. Для чего нужен в лимбовой делительной головке делительный диск?
11. Для чего нужен паз в рукоятке лимбовой делительной головки?
12. Какой способ деления называется «непосредственным»?
13. Какой способ деления называется «простым»?
14. Какой способ деления называется «сложным» или «дифференциальным»?
15. Каким должно быть число отверстий делительного диска, на которое устанавливается фиксатор рукоятки?
16. На какое число отверстий устанавливается раздвижной сектор?
17. Как выбирается приближенное число частей деления Z_0 при сложном делении?
18. Напишите формулу для определения числа оборотов рукоятки при простом делении и назовите ее элементы.
19. Напишите формулу для определения числа оборотов рукоятки при сложном делении и назовите ее элементы.
20. Напишите формулу для определения передаточного отношения гитары сменных зубчатых колес при сложном делении и назовите ее элементы.
21. Напишите формулу для определения передаточного отношения гитары сменных зубчатых колес при настройке на винтовые канавки и назовите ее элементы.
22. Напишите формулу для определения угла поворота стола при настройке на винтовые канавки и назовите ее элементы.
23. Откуда получает движение лимб при сложном делении?
24. Когда лимб (при сложном делении) вращается в одну сторону с рукояткой?
25. Когда лимб и рукоятка (при сложном делении) вращаются в разные стороны?
26. Какие движения и откуда получает заготовка при фрезеровании винтовых канавок?
27. Откуда и через какие механизмы получает вращение заготовка при фрезеровании винтовых канавок?
28. Для чего служит гитара сменных зубчатых колес?
29. Для чего служит задняя бабка?
30. Для чего служит люнет?

РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЁРЛ, ЗЕНКЕРОВ, РАЗВЁРТОК И ФРЕЗ

1 Оборудование, инструмент, пособия.

1.1 Свёрла спиральные с коническим и цилиндрическим хвостовиками; зенкеры цельные и насадные; развёртки ручные и машинные, жёсткие и регулируемые; фрезы дисковые, цилиндрические прямозубые и винтовые, торцевые цельные и сборные, отрезные, концевые, зуборезные.

1.2 Стенд «Режущий инструмент», плакаты.

1.3 Угломер типа ЛМТ, угломеры Бабчиницера и микрометрический.

1.4 Штангенциркуль, транспортир, линейка.

2 Содержание задания.

2.1 Ознакомиться с классификацией режущего инструмента.

2.2 Изучить конструкцию и геометрические параметры свёрл, зенкеров, развёрток и фрез.

2.3 Замерить конструктивные и геометрические параметры имеющегося инструмента.

2.4 Составить отчет и сделать выводы по работе в соответствии с пунктами рабочей тетради по лабораторно-практическим занятиям.

Теоретические сведения

Сверление, зенкерование и развёртывание являются технологическими способами обработки круглых отверстий различной степени точности и с различной шероховатостью образованных цилиндрических поверхностей.

Сверление – осевая обработка сверлом. Оно является основным технологическим способом образования отверстий в сплошном материале обрабатываемых заготовок и обеспечивает точность размеров в пределах 14...12 квалитета точности и шероховатость поверхности $R_z = 40...20$ мкм. Сверлением получают отверстия для болтовых соединений, а также отверстия для нарезания в них резьбы.

Зенкерование – осевая обработка зенкером предварительно просверленных отверстий или отверстий, изготовленных литьём и штамповкой, с целью получения более точных по форме и размеру,

чем при сверлении, цилиндрических отверстий. Оно обеспечивает точность размеров в пределах 11...10 квалитета и шероховатость поверхности $R_z = 20...10$ мкм, $R_a = 6,30...1,25$ мкм.

Развёртывание – осевая обработка развёрткой просверленных и зенкерованных отверстий с целью получения точных по форме и диаметру цилиндрических отверстий (9...6 квалитета точности) с малой шероховатостью ($R_a = 1,25...0,32$ мкм).

Осевая обработка цековкой цилиндрического и торцевого участка отверстия заготовки называется цекованием.

Осевая обработка зенковкой конического входного участка отверстия называется зенкованием.

Фрезерование – лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе траектории, сообщаемом инструменту, и хотя бы с одним движением подачи, направленным перпендикулярно оси главного движения резания.

Фрезерованием обрабатываются горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности, уступы, канавки различного профиля, пазы, шлицы, фасонные поверхности и др.

Конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла

Сверло – осевой режущий инструмент для образования отверстия в сплошном материале и увеличения диаметра уже имеющегося отверстия.

На рисунке 5.1 приведена классификация сверл, а на рисунке 5.2 – конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла.

Сpirальное сверло представляет собой цилиндрический стержень с двумя винтовыми канавками и хвостовиком. Один конец стержня затачивается на конус и является режущей частью сверла. Хвостовик служит для закрепления сверла непосредственно в шпиндель сверлильного станка или пиноль задней бабки токарного станка, а также через переходные конусные втулки и самоцентрирующие патроны (в зависимости от формы хвостовика).

Конический хвостовик заканчивается лапкой, служащей упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя или втулки, а цилиндрический хвостовик заканчивается поводком, служащим для предохранения от проворачивания сверла в патроне.

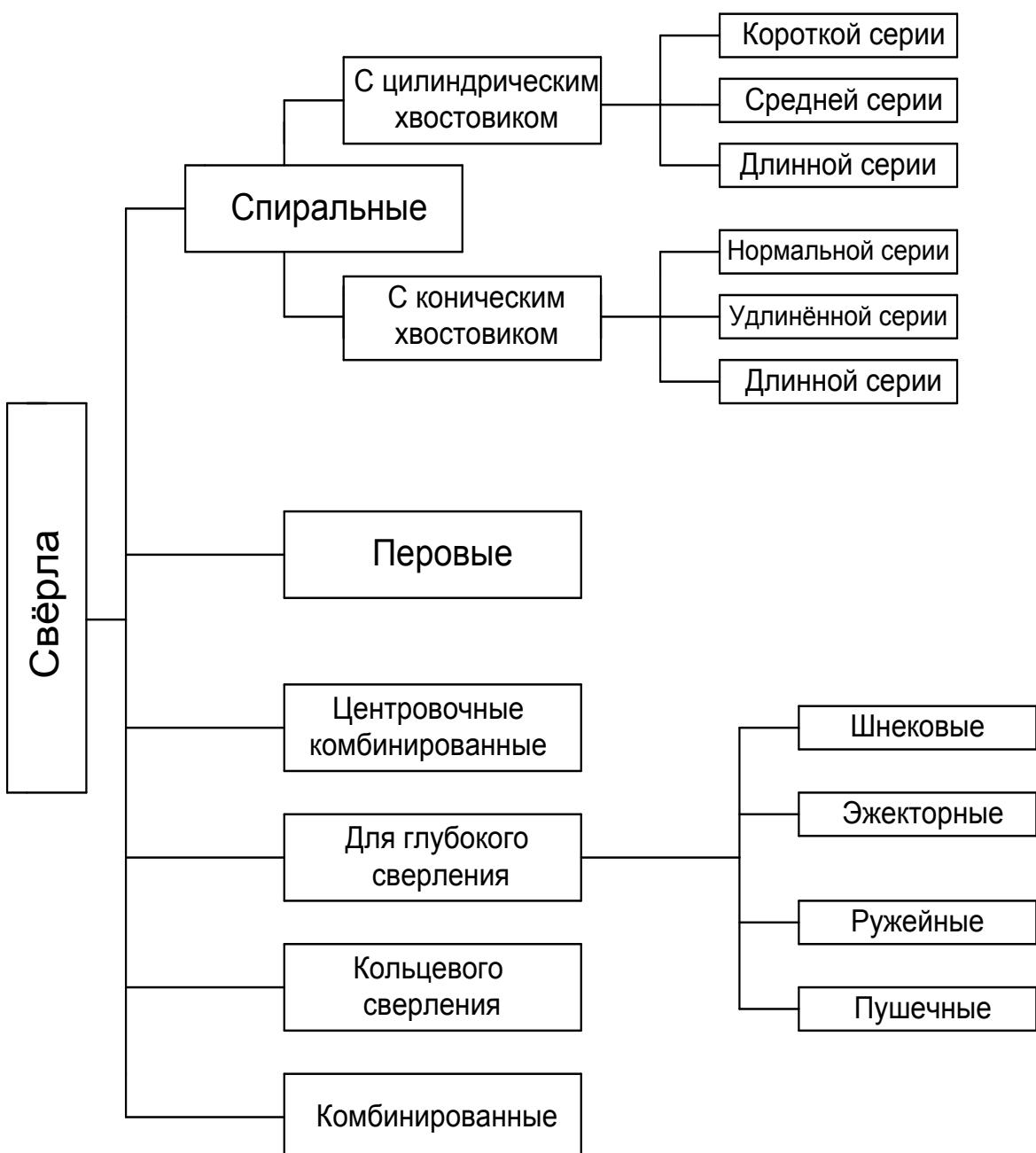


Рисунок 5.1 – Классификация свёрл

Рабочая часть сверла состоит из режущей и направляющей частей. Направляющая часть – часть сверла с двумя винтовыми канавками, обеспечивающая направление его в процессе резания.

Шейка – промежуточная часть между хвостовиком и рабочей частью сверла, служащая для выхода шлифовального круга при шлифовании и нанесении маркировки (материал режущей части, диаметр сверла, завод-изготовитель). В результате шлифования сверла по наружному диаметру образуется ленточка.

Конструктивные элементы сверла измеряют линейкой и штангенциркулем.

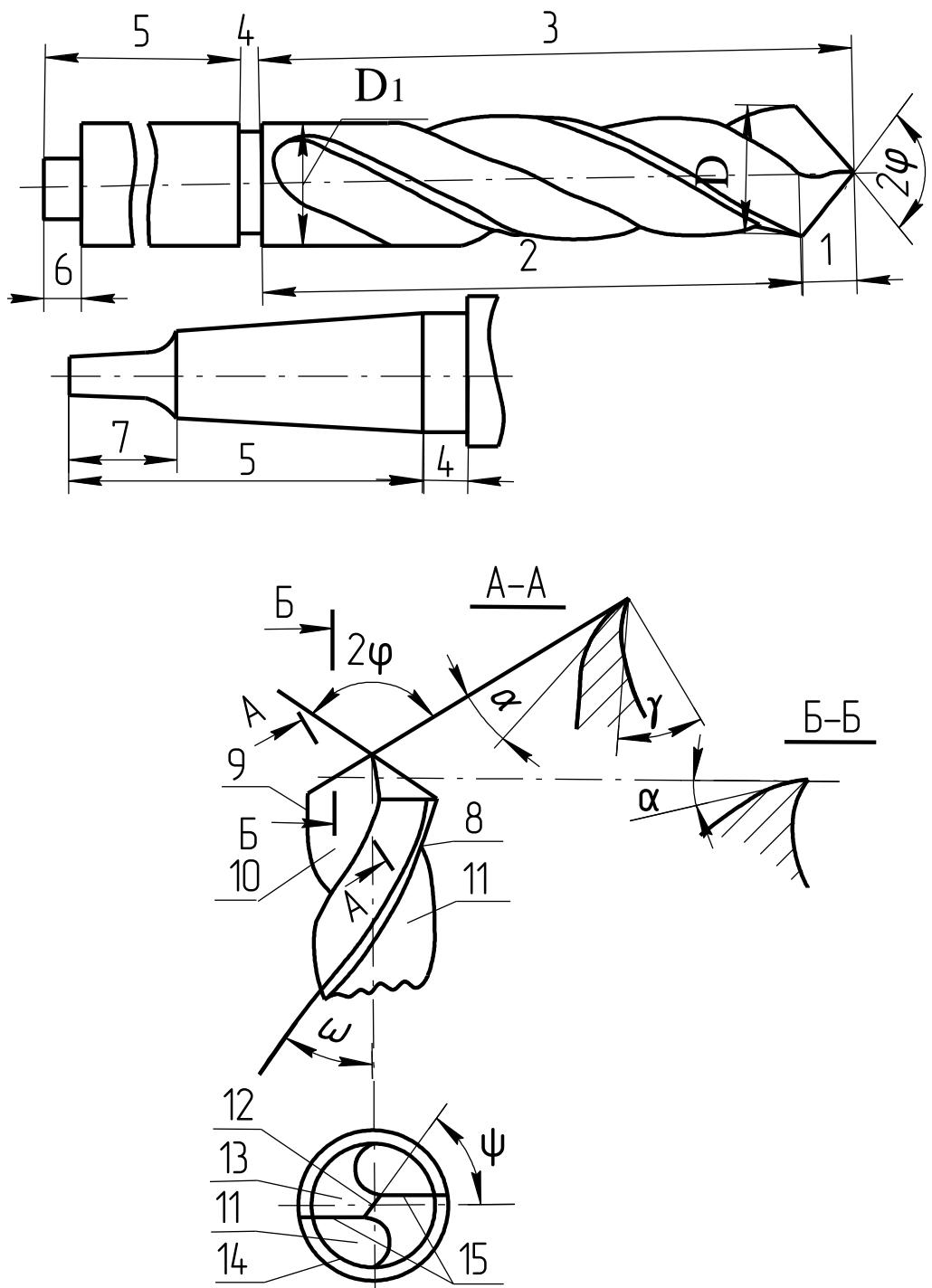


Рисунок 5.2 – Конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла:

1 – режущая часть; 2 – направляющая часть; 3 – рабочая часть; 4 – шейка; 5 – хвостовик; 6 – поводок; 7 – лапка; 8 – ленточка; 9 – вспомогательная режущая кромка; 10 – передняя поверхность; 11 – винтовая канавка; 12 – поперечная режущая кромка; 13 – задняя поверхность; 14 – спинка; 15 – главная режущая кромка

У сверла имеется пять режущих кромок: две главные 15, поперечная 12 и две вспомогательные 9 (см. рисунок 5.2). Главные режущие кромки выполняют основную работу резания. Они образованы пересечением передних 10 и задних 13 поверхностей. Поперечная режущая кромка 12 образована пересечением задних поверхностей 13 и предназначена для внедрения сверла в обрабатываемый материал. Вспомогательные режущие кромки 9 образованы пересечением передних поверхностей 10 с поверхностями ленточек 8. Вспомогательные режущие кромки 9 принимают участие в резании по длине, определяемой величиной подачи.

Из геометрических параметров у сверла контролируют следующие углы:

угол наклона винтовой канавки ω – угол между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла. Обычно этот угол берётся в пределах $18\dots30^\circ$ и определяется по методу отпечатка;

угол наклона поперечной режущей кромки ψ – острый угол между проекциями главной и поперечной режущих кромок на плоскость, перпендикулярную оси сверла. Обычно этот угол $50\dots55^\circ$;

угол при вершине 2φ – угол между двумя главными режущими кромками. Величина этого угла выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала (таблица 5.1).

*Таблица 5.1 – Зависимость угла при вершине сверла
от твердости обрабатываемого материала*

Обрабатываемый материал	Угол 2φ , в градусах
Сталь, чугун, твёрдая бронза	116...118
Латунь, мягкая бронза	130
Алюминий, дюралюминий, электрон, баббит	140
Красная медь	125
Эбонит, целлулоид	85...90
Мрамор и другие хрупкие материалы	80

Передний угол γ – угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. Значение переднего угла на чертежах не указывается, поскольку оно переменное: у оси равняется нулю, а к наружной поверхности увеличивается.

Задний угол α – угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности её вращения вокруг оси сверла. У оси сверла $\alpha = 20\dots26^\circ$, а у наружной окружности $8\dots14^\circ$.

Для уменьшения трения направляющих ленточек в отверстии сверлу придают обратную конусность, представляющую разность диаметров по ленточкам у режущего конуса и на другом конце рабочей части сверла. Обратная конусность к направляющей части сверла на длине 100 мм определяется по формуле

$$K = \frac{D - D_1}{l} \cdot 100,$$

где D – номинальный диаметр, мм;

D_1 – диаметр сверла в месте, где заканчиваются спиральные канавки, мм;

l – длина направляющей части сверла, мм.

Контроль угла при вершине сверла 2ϕ и угла наклона поперечной режущей кромки ψ осуществляют универсальным угломером (рисунок 5.3) или микрометрическим угломером (рисунок 5.4).

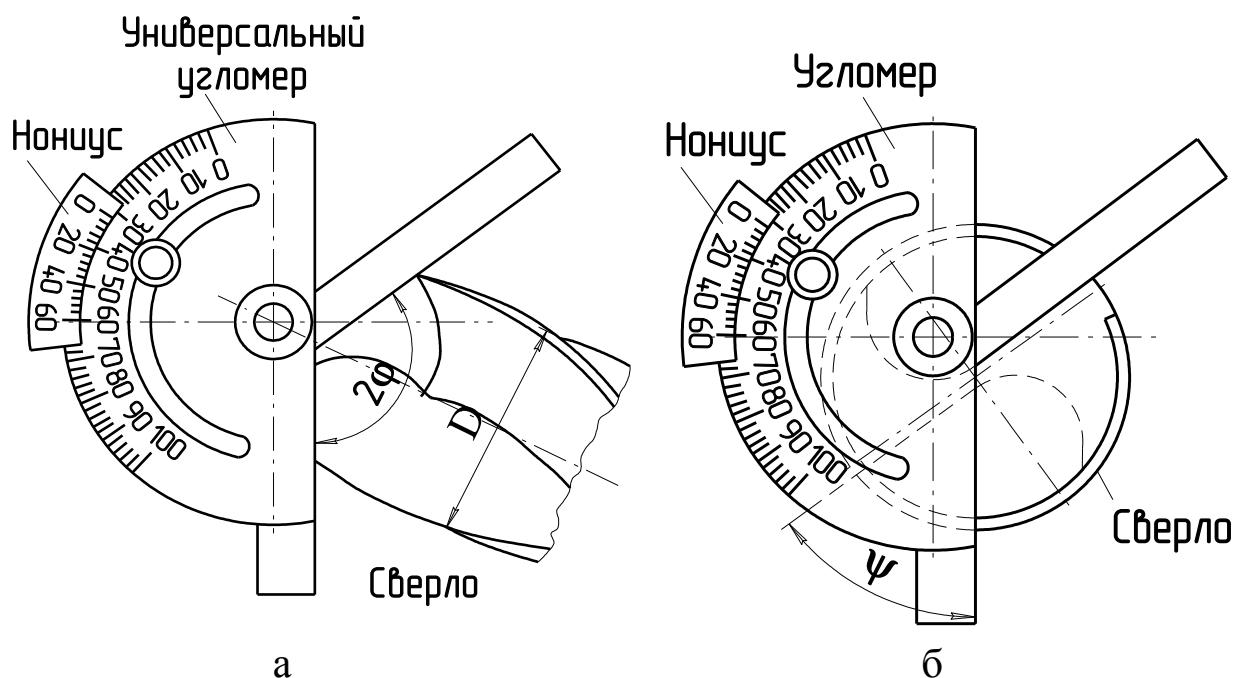
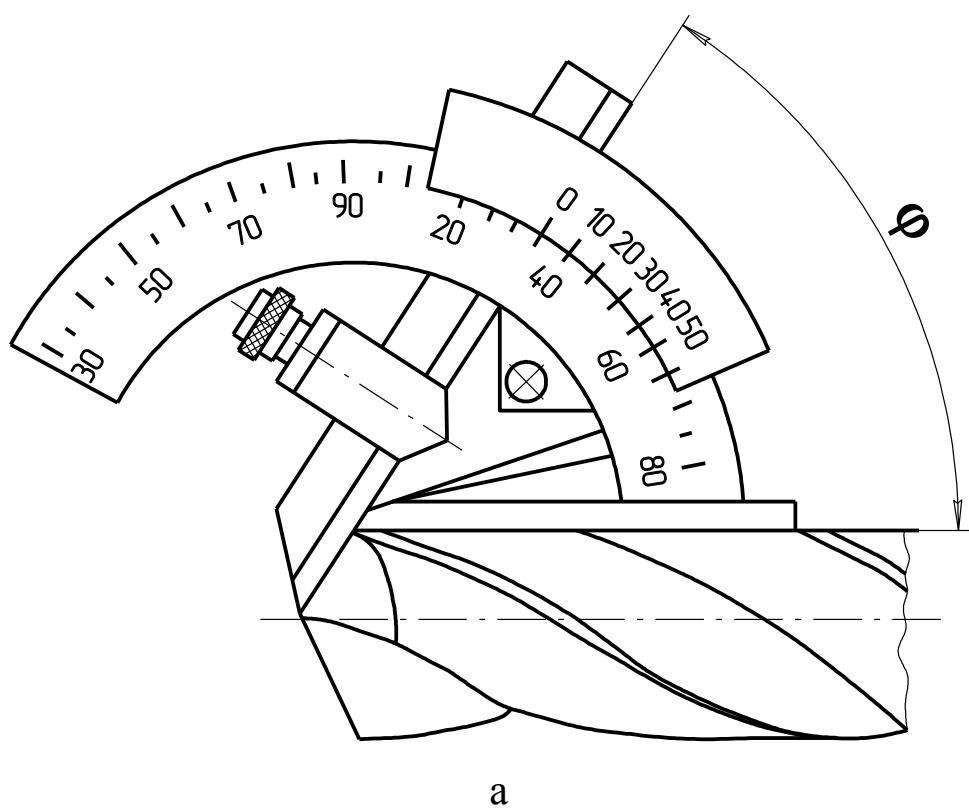
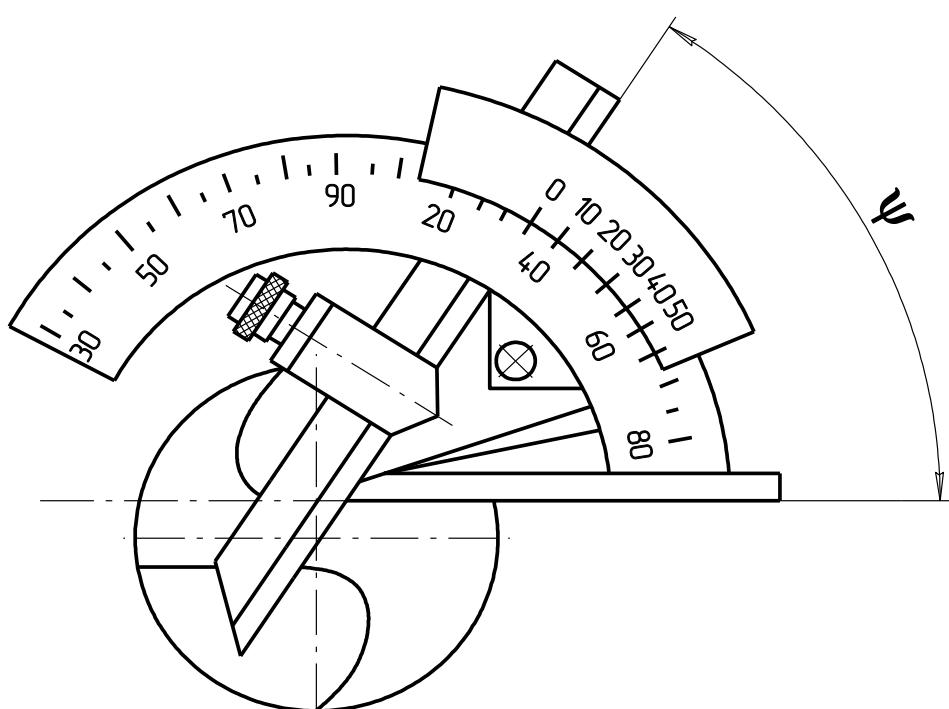


Рисунок 5.3 – Контроль геометрических параметров спиральных свёрл с помощью универсального угломера:
 а – угла при вершине 2ϕ ; б – угла наклона поперечной режущей кромки ψ



a



б

*Рисунок 5.4 – Контроль геометрических параметров спиральных свёрл с помощью микрометрического угломера:
а – угла в плане ϕ ; б – угла наклона поперечной режущей кромки ψ*

Конструктивные элементы и геометрические параметры зенкера

Зенкер – осевой режущий инструмент для повышения точности формы отверстия и увеличения его диаметра. При обработке зенкером после сверления уменьшается и шероховатость поверхности.

Классификация зенкеров приведена на рисунке 5.5, а общий вид цельного хвостового зенкера – на рисунке 5.6.

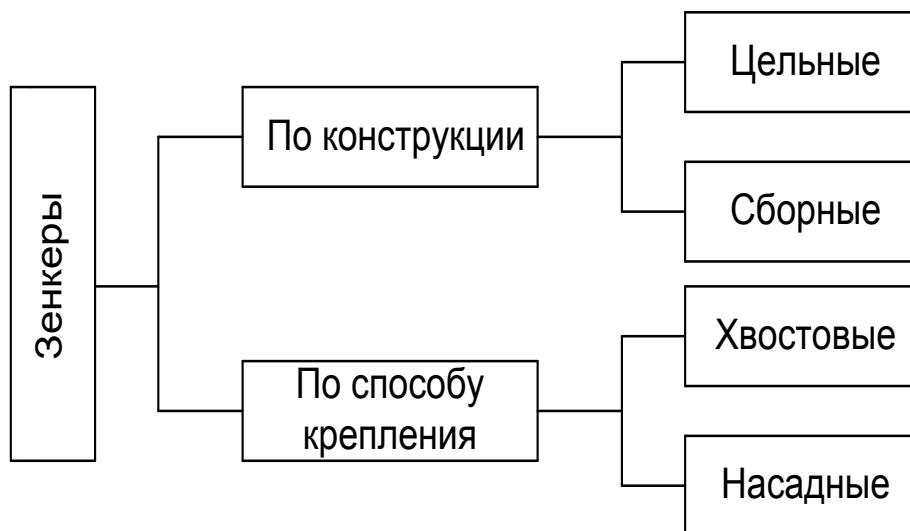


Рисунок 5.5 – Классификация зенкеров

Зенкер имеет те же конструктивные элементы, что и сверло. Однако в отличие от сверла у него отсутствует поперечная режущая кромка и больше число зубьев (от 3 до 8). Он не может работать в сплошном материале.

Конструктивные элементы зенкера измеряют линейкой и штангенциркулем.

Главный угол в плане ϕ измеряют универсальным угломером (рисунок 5.7).

Главный угол в плане назначается: для зенкеров из быстрорежущей стали $\phi = 45\dots60^\circ$, а для зенкеров твердосплавных $\phi = 60\dots75^\circ$.

Передний угол, измеряемый в сечении N – N (см. рисунок 5.6) нормальном к режущей кромке, выбирают для зенкеров, изготовленных из быстрорежущей стали при обработке стальных деталей $\gamma = 8\dots15^\circ$, при обработке чугуна $\gamma = 6\dots8^\circ$, при обработке цветных металлов и сплавов $\gamma = 25\dots30^\circ$. У зенкеров, оснащённых пластинками из твёрдых сплавов при обработке чугуна $\gamma = 5^\circ$, при обработке стали $\gamma = 0\dots5^\circ$. Задний угол $\alpha = 8\dots10^\circ$ измеряют также в плоскости N – N.

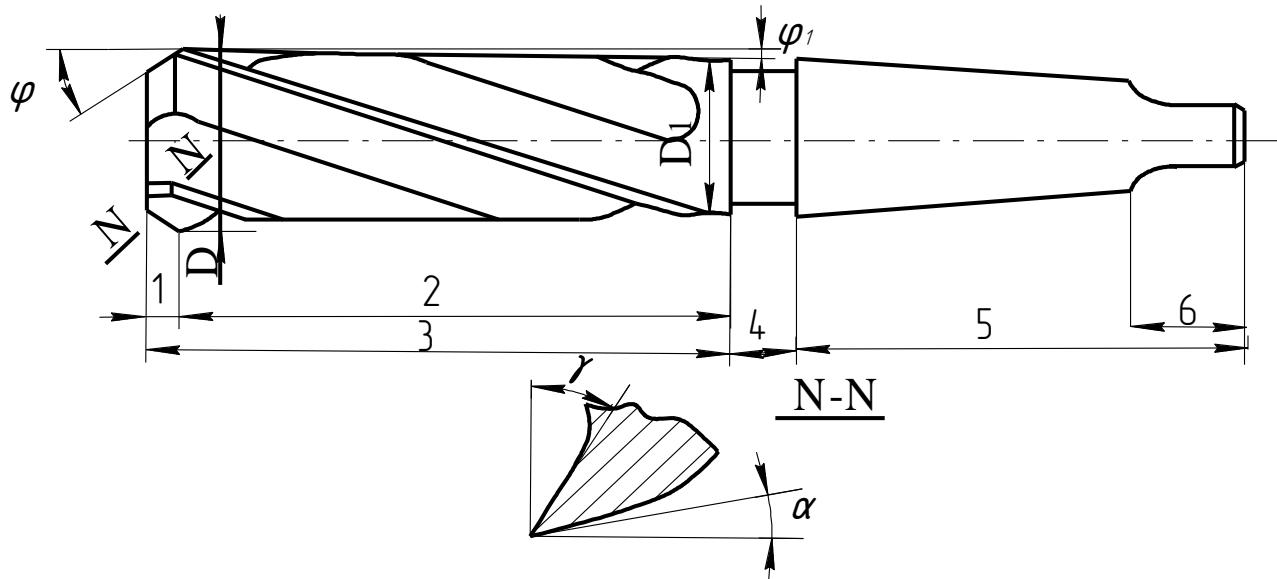


Рисунок 5.6 – Конструктивные элементы и геометрические параметры зенкера:

1 – режущая часть; 2 – направляющая часть; 3 – рабочая часть; 4 – шейка; 5 – хвостовик; 6 – лапка; D – диаметр режущей части зенкера; D_1 – диаметр зенкера в конце направляющей части

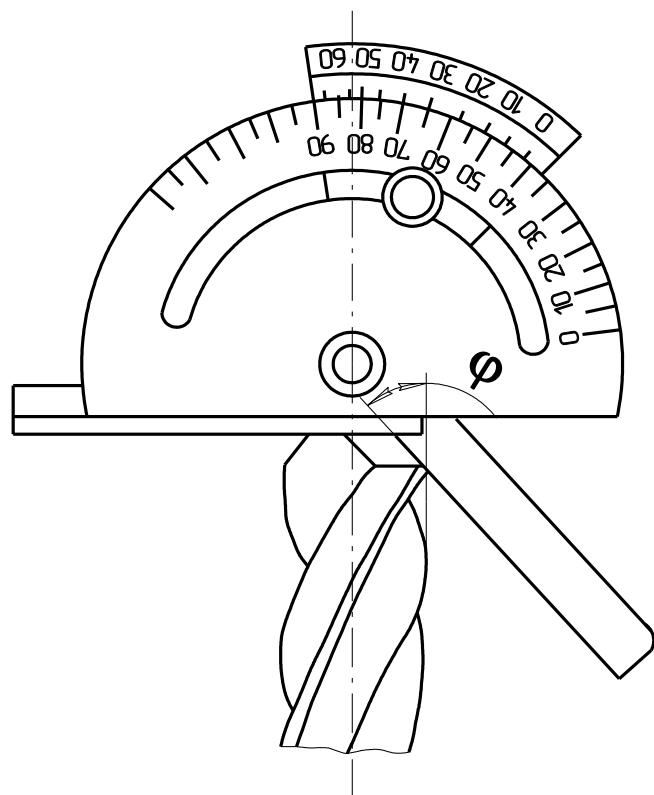


Рисунок 5.7 – Измерение главного угла в плане ϕ зенкера

Измерение углов γ и α производится микрометрическим угломером.

Угол наклона винтовой канавки ω принимается $10\ldots25^\circ$ и определяется как у сверла.

На калибрующей части зенкера имеется ленточка шириной $0,8\ldots2,0$ мм, обеспечивающая его направление в отверстии. Для нормальной работы зенкера при его изготовлении и заточке необходимо обеспечить обратную конусность. Угол обратного конуса ϕ_1 определяют из выражения

$$\phi_1 = \arctg \frac{D - D_1}{2l},$$

где D – номинальный диаметр зенкера, мм;

D_1 – диаметр зенкера в месте, где заканчиваются спираль канавки, мм;

l – длина калибрующей части зенкера, мм.

Конструктивные элементы и геометрические параметры развёртки

Развёртка – осевой режущий инструмент для повышения точности формы и размеров отверстия и снижения шероховатости поверхности.

Классификация развёрток приведена на рисунке 5.8, а на рисунке 5.9 – конструктивные элементы и геометрические параметры цельной ручной цилиндрической развертки.

В конструктивном плане развёртка отличается от зенкера большим количеством режущих зубьев (лезвий), наличием направляющего конуса, калибрующая часть выполняется цилиндрической (на длине $0,5\ldots0,4$ рабочей части), для уменьшения разбивки отверстия имеется обратный конус (у ручных развёрток $0,010\ldots0,015$ на 100 мм длины, у машинных – $0,04\ldots0,10$ на 100 мм длины).

Конструктивные элементы замеряют линейкой и штангенциркулем.

Угол заборного конуса ϕ' определяют универсальным угломером аналогично измерению угла ϕ у зенкера (см. рисунок 5.7).

Для обработки сквозных отверстий у ручных развёрток $\phi' = 30'\ldots1^\circ 30'$, у машинных при обработке вязких металлов $\phi' = 12\ldots15^\circ$, при обработке хрупких, твёрдых и труднообрабатываемых металлов

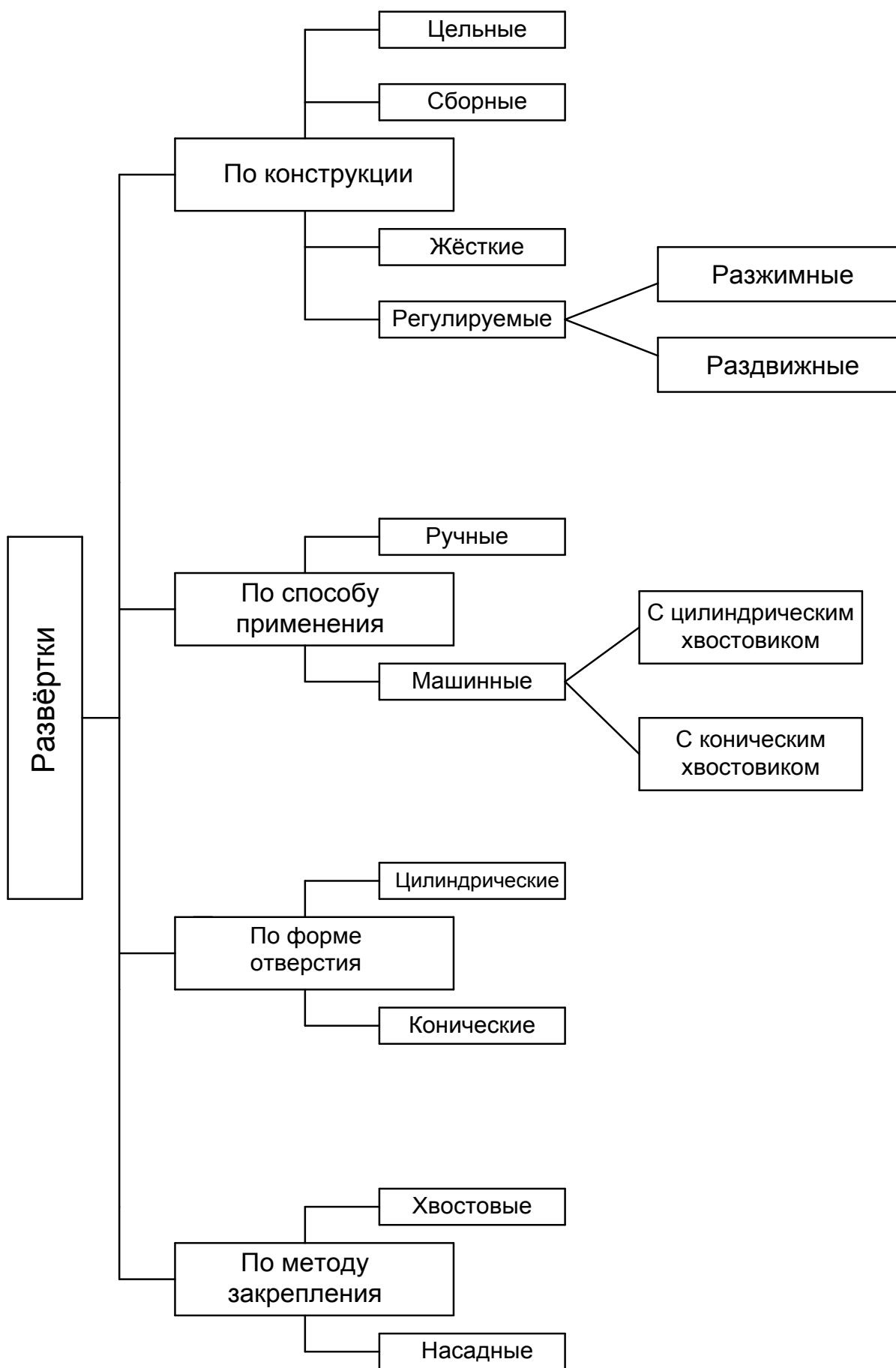


Рисунок 5.8 – Классификация развёрток

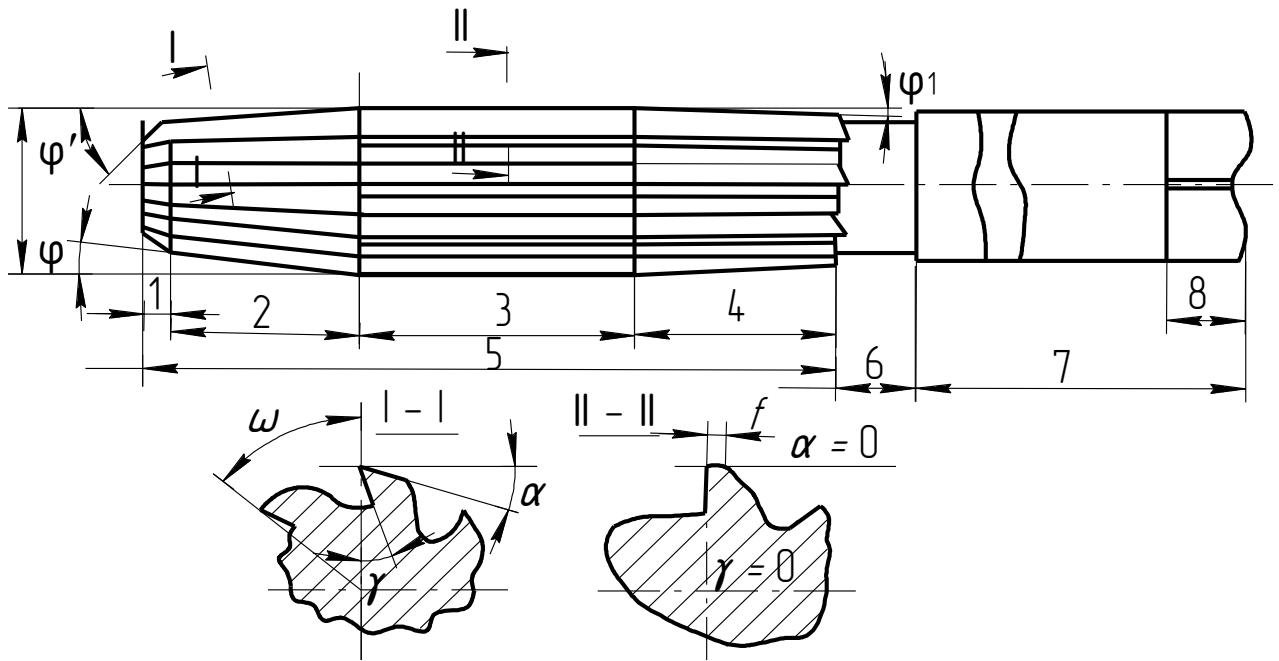


Рисунок 5.9 – Конструктивные элементы и геометрические параметры развёртки:

1 – заборная часть; 2 – режущая часть; 3 – калибрующая часть; 4 – обратный конус; 5 – рабочая часть; 6 – шейка; 7 – хвостовик; 8 – квадрат; ϕ' – угол заборного конуса; ϕ – угол при вершине; ϕ_1 – угол обратного конуса; ω – угловой шаг зубьев

$\phi' = 3 \dots 5^\circ$, у развёрток, оснащённых пластинками из твердых сплавов $\phi' = 30 \dots 45^\circ$. Для обработки глухих отверстий в деталях из всех материалов у ручных развёрток $\phi' = 45^\circ$, у машинных $\phi' = 60^\circ$, у твердо-сплавных $\phi' = 75^\circ$.

Угол при вершине ϕ определяют микрометрическим угломером аналогично измерению угла ϕ у сверла (см. рисунок 5.4, а).

Главный задний угол α назначают $6 \dots 15^\circ$.

Передний угол γ для черновых развёрток $0 \dots 10^\circ$, для чистовых развёрток 0° .

Главный задний угол α и передний угол γ определяют в сечении I – I (см. рисунок 5.9) угломером Бабчиницера аналогично измерению этих углов у фрез.

Угол обратного конуса ϕ_1 определяют из выражения

$$\phi_1 = \arctg \frac{D - D_1}{2l},$$

где l – длина обратного конуса, мм.

Конструктивные элементы и геометрические параметры фрезы

Фреза – лезвийный инструмент с вращательным главным движением инструмента без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью вращения фрезы.

Классификация фрез приведена на рисунке 5.10, а конструктивные элементы и геометрические параметры косозубой цилиндрической фрезы на рисунке 5.11.

Фреза характеризуется диаметром, шириной, числом зубьев и их формой, высотой зуба, шагом зубьев, радиусом закругления у основания зуба, направлением зубьев и геометрическими параметрами.

Диаметр D и ширину фрезы B измеряют штангенциркулем, угол наклона зуба фрезы (винтовой канавки) ω измеряют универсальным угломером (рисунок 5.12), для этого одну линейку угломера прижимают к торцу фрезы, а другую устанавливают по касательной к винтовой линии режущей кромки зуба в точке её пересечения с плоскостью торца фрезы. Шаг винтовой канавки и определяют из выражения

$$u = \pi \cdot D \cdot \operatorname{ctg} \omega$$

Передний угол γ_t и главный задний угол a_t в торцевом сечении (т. е. в плоскости, перпендикулярной оси фрезы) у цилиндрической фрезы со спиральными зубьями определяют угломером Бабчиницера (рисунок 5.13).

При измерении переднего угла (см. рисунок 5.13, а) измерительную поверхность планки 6 необходимо совместить с передней поверхностью зуба фрезы при расположении линейки 3 на режущей кромке соседнего зуба. Затем на шкале круговой линейки 2 найти риску, соответствующую числу зубьев Z измеряемой фрезы, и против этой риски на шкале “Передний угол” считать значение переднего угла γ . При измерении заднего угла (рисунок 5.13, б) измерительную поверхность планки 6 совместить с задней поверхностью зуба фрезы. На шкале “Задний угол” против риски, соответствующей числу зубьев Z , определить значение заднего угла a .

Значения углов γ_h и a_h в нормальной плоскости $A - A$ (см. рисунок 5.11) определяют из выражений

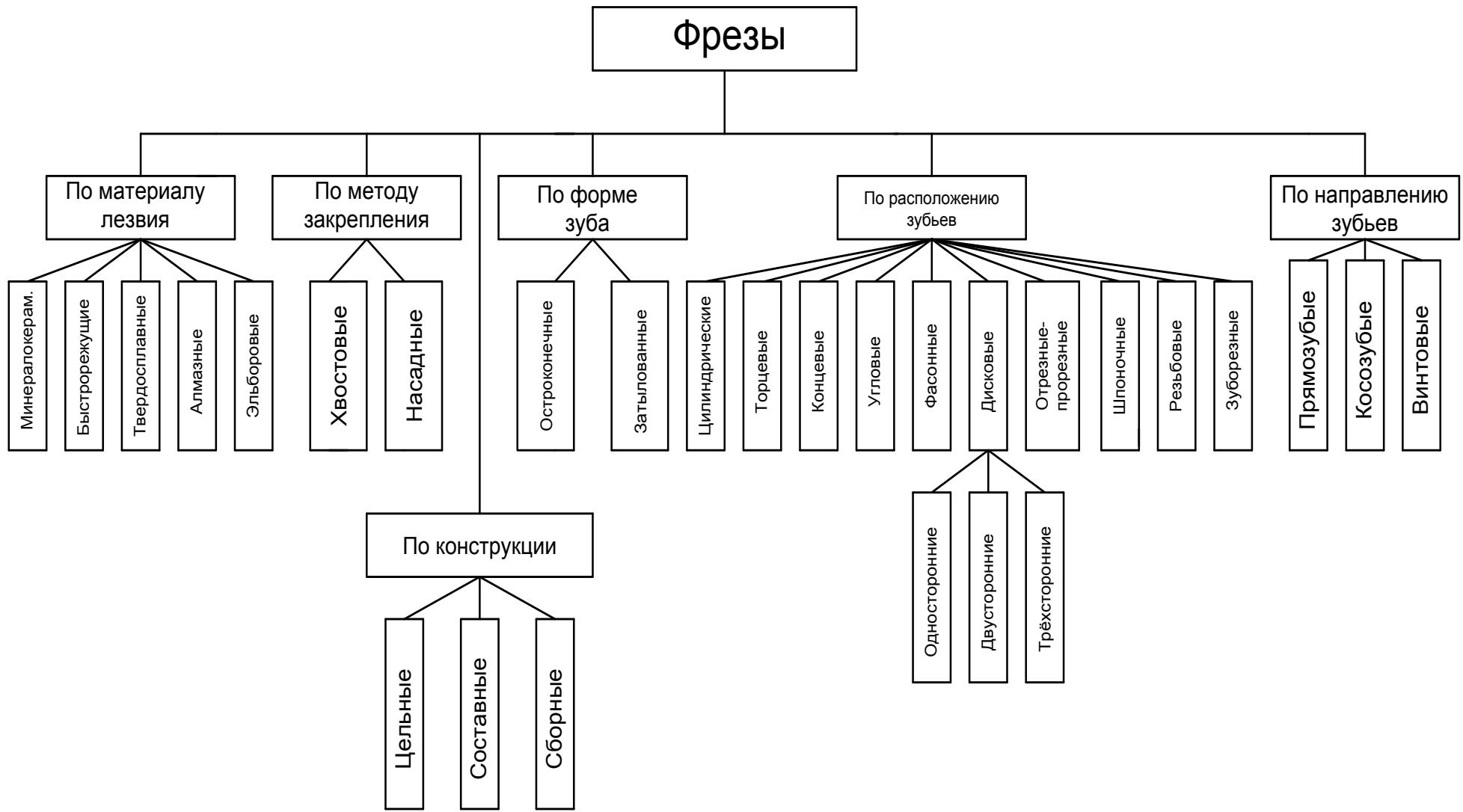


Рисунок 5.10 – Классификация фрез

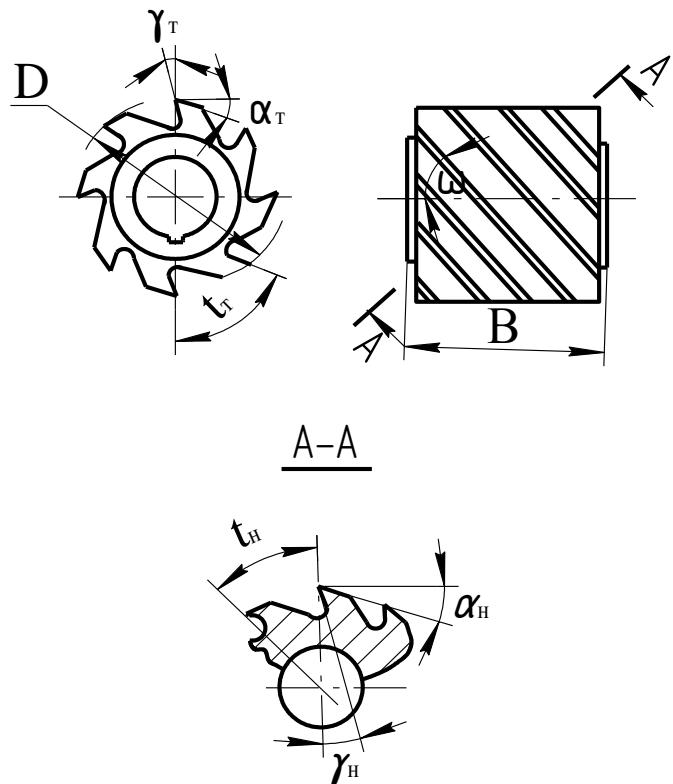


Рисунок 5.11 – Конструктивные элементы и геометрические параметры фрезы:

D – диаметр фрезы; B – ширина фрезы; t_T – шаг зубьев в торцевом сечении; t_H – шаг зубьев в нормальной плоскости; ω – угол наклона зубьев; α_H , γ_H – задний и передний углы в нормальном сечении; α_T , γ_T – задний и передний углы в торцевом сечении

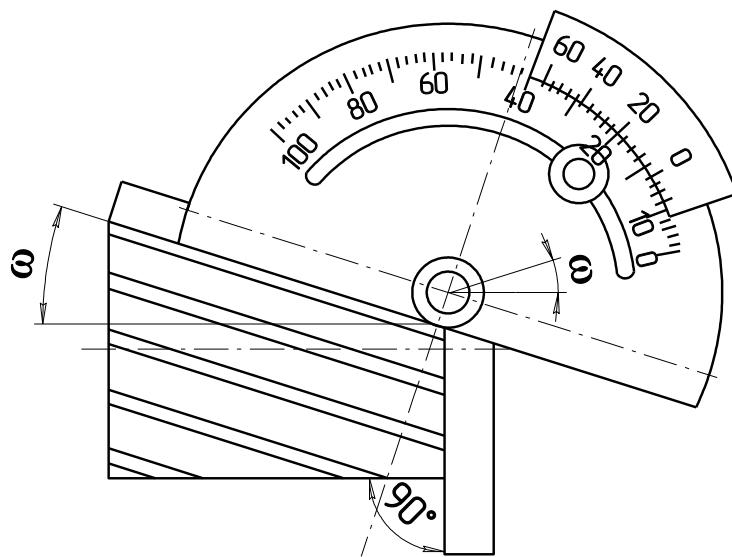
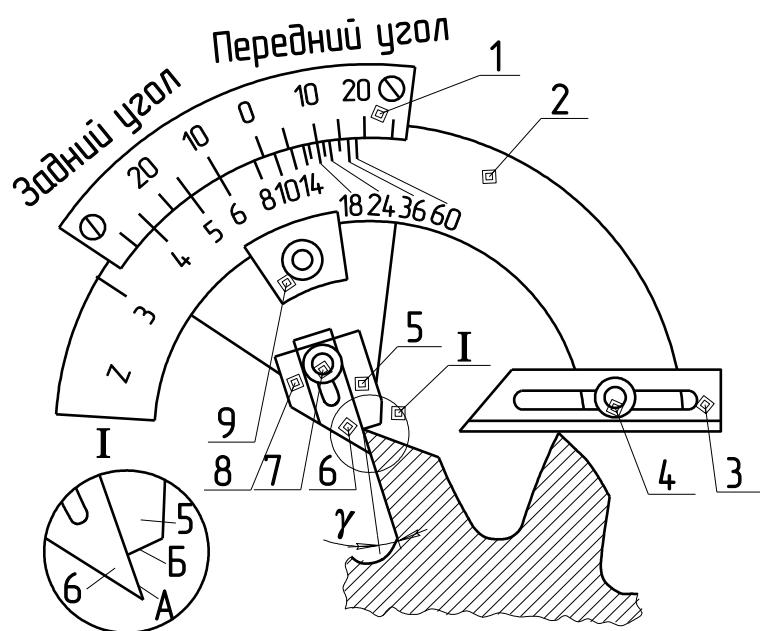
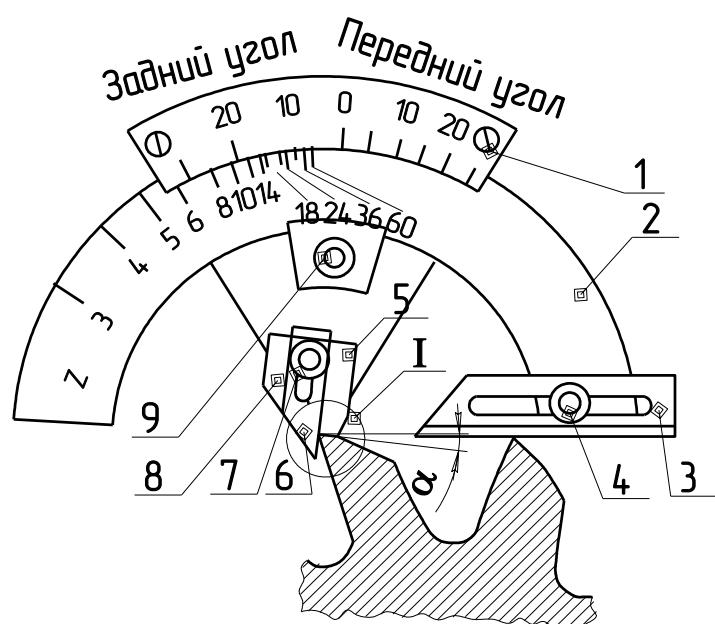


Рисунок 5.12 – Измерение угла наклона зуба фрезы



а



б

Рисунок 5.13 – Измерение углов фрезы угломером Бабчиницера:

а – переднего угла γ ; б – заднего угла α ; А, Б – измерительные плоскости; 1 – сектор; 2 – линейка круговая (со шкалой чисел зубьев фрез Z); 3 – линейка (планка); 4 – фиксатор; 5, 6, 8 – планки; 7, 9 – винты

$$\operatorname{tg} \gamma_h = \operatorname{tg} \gamma_T \cdot \cos \omega; \operatorname{tg} \alpha_h = \frac{\operatorname{tg} \alpha_T}{\cos \omega}$$

Шаг зубьев в торцевом сечении

$$t_T = \frac{\pi \cdot D}{Z}$$

Шаг зубьев в нормальной плоскости

$$t_h = t_T \cdot \cos \omega$$

Шаг зубьев в осевом направлении

$$t_0 = t_T \cdot \operatorname{ctg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{Z \cdot \operatorname{tg} \omega}$$

Результаты выполненных измерений следует занести в рабочую тетрадь и сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы: **5.1 СВЕРЛА**

1. Что называется сверлом?
2. Перечислите основные типы сверл?
3. Какие сверла получили наибольшее распространение и почему?
4. Почему спиральные сверла не применяют для образования глубоких отверстий?
5. Когда применяют сверла, оснащенные пластинками твердого сплава?
6. Перечислите конструктивные элементы спирального сверла.
7. Что называется рабочей частью спирального сверла?
8. Что называется режущей частью сверла?
9. Что называется направляющей частью сверла?
10. Что называется хвостовиком сверла?
11. Что называется лапкой сверла?
12. Что называется поводком у сверл с цилиндрическим хвостовиком?
13. Что называется передней поверхностью сверла?
14. Что называется задней поверхностью сверла?
15. Что называются главными режущими кромками сверла?
16. Что называется ленточкой у сверла?
17. Что называется поперечной режущей кромкой сверла?

18. Что называется углом наклона поперечной режущей кромки?
19. Что называется углом наклона винтовой канавки сверла?
20. Что называется углом при вершине сверла?
21. Что называется передним углом сверла?
22. Что называется задним углом сверла?
23. Напишите формулу для определения угла наклона винтовой канавки сверла и назовите ее элементы; как изменяется этот угол от периферии к центру сверла?
24. Напишите формулу для определения переднего угла сверла и назовите ее элементы; как изменяется этот угол от периферии к центру сверла?
25. Что называется скоростью резания при сверлении?
26. Что называется подачей при сверлении и, какую размерность она имеет?
27. Что называется шириной срезаемого слоя?
28. Что называется толщиной срезаемого слоя?
29. Напишите формулу для определения основного (машинного) времени при сверлении и назовите ее элементы.
30. Перечислите основные способы закрепления сверл.

5.2 ЗЕНКЕРЫ, РАЗВЕРТКИ, ФРЕЗЫ

1. Что называется зенкером?
2. Перечислите основные типы зенкеров (классификация).
3. Каково основное отличие зенкера от сверла?
4. Перечислите конструктивные элементы цельного зенкера.
5. Перечислите основные геометрические параметры зенкеров.
6. Что называется разверткой?
7. Перечислите основные типы разверток (классификация).
8. Перечислите конструктивные элементы развертки.
9. Перечислите основные геометрические параметры развертки.
10. Чем отличается форма зуба у калибрующей части развертки от режущей части и почему?
11. Что называется фрезой?
12. Перечислите основные типы фрез (классификация).
13. Какие движения совершают обрабатываемая деталь и инструмент при фрезеровании?
14. Перечислите основные способы фрезерования.
15. Как различаются фрезы по форме зуба?

16. Перечислите конструктивные элементы фрез.
17. Как различаются фрезы по способу крепления на станке и в чем сущность этих способов?
18. Как различаются фрезы по конструкции?
19. Как различаются фрезы по направлению зубьев?
20. Какие типы фрез применяются для обработки плоскостей, и какие из них более производительны?
21. Где изнашивается зуб фрезы в зависимости от условий фрезерования?
22. В чем особенность изнашивания зубьев твердосплавных торцевых фрез при скоростном фрезеровании?
23. Укажите основную причину выкрашивания зубьев твердосплавных торцевых фрез.
24. Какие типы фрез применяются для обработки пазов, канавок, уступов и какие из них более производительны?
25. Как и за счет чего можно увеличить стойкость твердосплавных фрез?
26. Что называется зенковкой?
27. Что называется цековкой?
28. Что называется метчиком?
29. Что называется плашкой?
30. Что называется протяжкой?

РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

1 Оборудование, пособия.

1.1 Токарно-винторезный станок 1А616.

1.2 Универсально-фрезерный станок 6М80.

1.3 Плакаты с кинематическими схемами металлорежущих станков 1336М, 16К20, 2А135, 2В56, 3181, 736, 6Н12ПБ, 6Н81, 743.,

2 Содержание задания.

2.1 Ознакомиться с кинематическими схемами металлорежущих станков.

2.2 По кинематическим схемам металлорежущих станков составить уравнения кинематических цепей для механизмов главного движения и подач.

2.3 По уравнениям кинематических цепей механизмов главного движения и подач определить максимальную и минимальную частоту вращения шпинделя, а также максимальную и минимальную скорость перемещения суппорта или стола.

Кинематические схемы металлорежущих станков и их условные обозначения

Металлорежущие станки лежат в основе производства всех современных машин, приборов, инструментов и других изделий для промышленности, транспорта, сельского хозяйства.

Металлорежущие станки являются сложными технологическими машинами и предназначены для обработки материалов резанием с целью получения деталей заданной формы и размеров с требуемой точностью и качеством обработанной поверхности.

Совокупность всех механизмов, посредством которых осуществляются движения элементов станка, изображенных в одной плоскости, называется его кинематической схемой. Для того, чтобы хорошо разбираться в кинематических схемах и уметь их читать, а также составлять уравнения кинематических цепей механизмов главного движения и подач металлорежущих станков, необходимо хорошо усвоить условные обозначения элементов кинематических схем, которые приведены на рисунке 7.1 по ГОСТ 2.770-68.

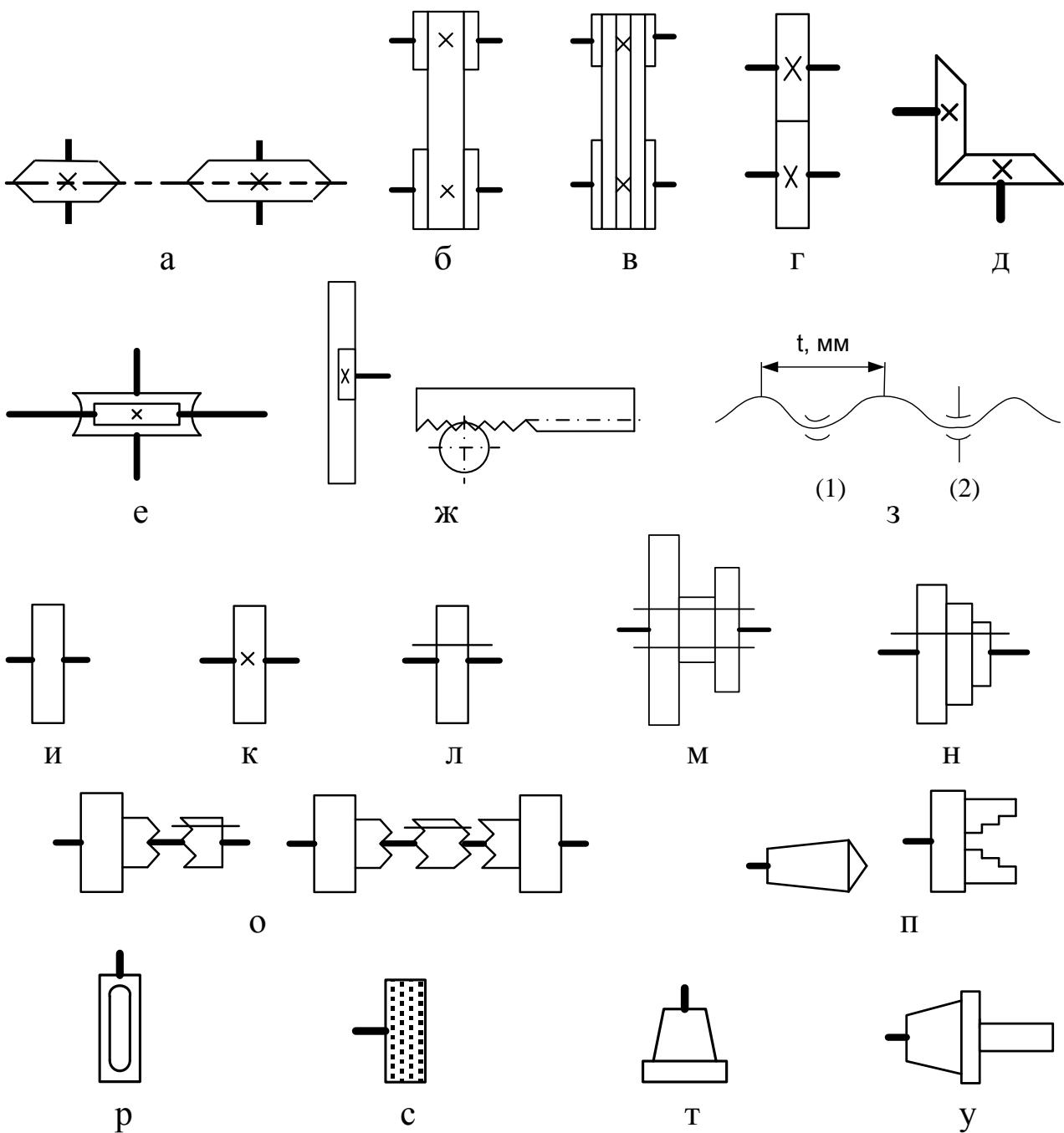


Рисунок 6.1 – Условные обозначения элементов кинематических схем металлорежущих станков:

а – цепная передача; б – плоскоременная передача; в – клиноременная передача; г – зубчатая передача с цилиндрическими колесами; д – зубчатая передача с коническими колесами; е – червячная передача; ж – реечная передача; з – винтовая передача с неразъемной (1) и разъемной (2) гайками; и – зубчатое колесо, свободно сидящее на валу; к – зубчатое колесо, соединенное с валом жестью (глухой шпонкой); л – зубчатое колесо, соединенное с валом скользящей шпонкой; м – зубчатые колеса, сидящие на шлицах; н – зубчатые колеса, соединенные с валом вытяжной шпонкой; о – кулачковая муфта; п – шпиндель токарных станков; р – шпиндель сверлильного станка; с – шпиндель шлифовального станка; т – шпиндель вертикально-фрезерного станка; у – шпиндель горизонтально-фрезерного станка

Передаточным отношением называется отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего.

У цепных передач передаточным отношением называется отношение числа зубьев ведущей звездочки к числу зубьев ведомой.

У ременных передач передаточным отношением называется отношение диаметра ведущего шкива к диаметру ведомого.

У зубчатых передач передаточным отношением называется отношение числа зубьев ведущего зубчатого колеса к числу зубьев ведомого.

У червячных передач передаточным отношением называется отношение числа заходов червяка к числу зубьев червячного колеса.

Передаточное отношение всей кинематической цепи равно произведению передаточных отношений промежуточных отдельных элементов, составляющих данную цепь.

Кинематическая схема станка состоит из отдельных кинематических цепей, представляющих собой систему последовательно расположенных взаимодействующих звеньев, связывающих движение одного рабочего органа станка с другими или с источником движения. Взаимодействующими звеньями чаще всего являются шкивы, зубчатые колеса, звездочки, ходовые винты и др.

Кинематические цепи могут иметь как постоянные взаимодействующие звенья, так и сменные. Группа сменных взаимодействующих элементов называется узлом настройки. Сменными элементами чаще всего являются зубчатые колеса.

Под настройкой станка понимается координирование движений отдельных его органов с целью осуществления необходимого относительного движения между обрабатываемой заготовкой и режущим инструментом.

При расчете движений конечных звеньев кинематической цепи перемещение одного из них принимают за исходное, чаще всего это или частота вращения, или один оборот, или линейное перемещение на единицу длины. Перемещение другого конечного звена будет иметь при этом вполне определенную величину. Такие перемещения конечных звеньев кинематической цепи, из которых одно принято исходным, а другое вычисляемым, называются расчетными перемещениями.

Уравнение, связывающее расчетные перемещения конечных звеньев кинематической цепи, называется уравнением кинематиче-

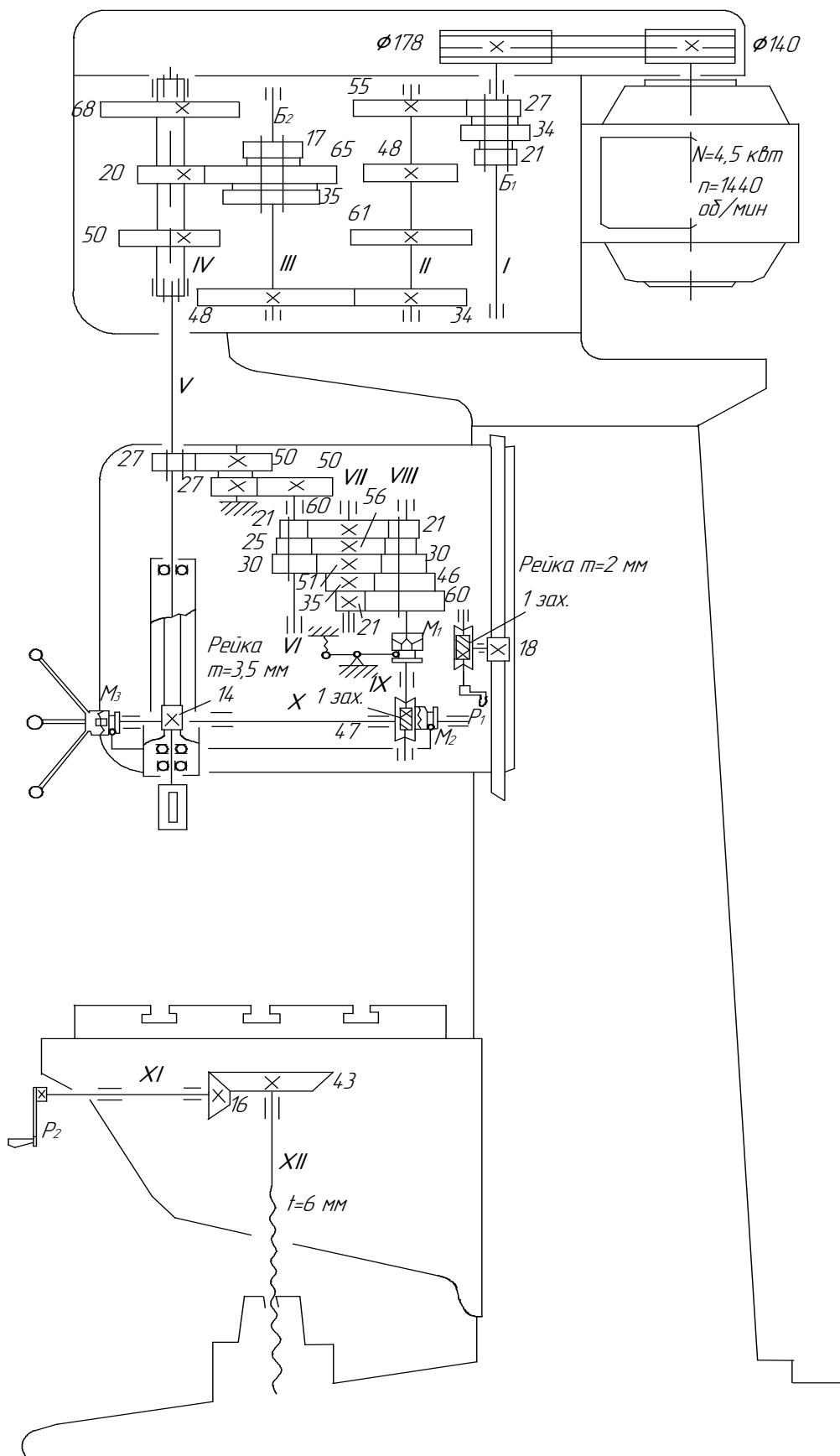
ской цепи или уравнением кинематического баланса металлорежущего станка.

В зависимости от характера выполняемых движений кинематические цепи имеют соответствующие названия. Так, всем станкам свойственны следующие кинематические цепи: цепи главного движения, цепи подач и цепи установочных движений (перемещений). В некоторых станках имеются также делительные цепи, дифференциальные цепи, цепи обкатки и др.

Наиболее распространенными механизмами станков являются коробки скоростей и подач, которые дают возможность в определенных пределах изменять частоты вращения шпинделя и величины механических подач.

Изменение частот вращения шпинделя и величин механических подач чаще всего осуществляется при помощи переключения зубчатых колес, т. е. изменением передаточных отношений в цепи от привода станка до шпинделя. Постоянные передаточные отношения записываются в строчку, а переменные – вертикальным столбцом. Имея кинематическую схему и уравнения кинематических цепей, можно определить количество разных частот вращения и подач любого станка.

Объем информации по кинематике этим сводится к минимуму. Ниже, в качестве примера, представлена кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2А135 (рисунок 6.2), а также приводятся его техническая характеристика, описание кинематики передачи движения от электродвигателя к шпинделю станка и уравнения кинематических цепей механизмов главного движения и движения подач.



*Рисунок 6.2 – Кинематическая схема
вертикально-сверлильного станка модели 2А135*

Вертикально-сверлильный станок модели 2А135 предназначен для выполнения основных сверлильных работ в деталях небольших и средних размеров, устанавливаемых непосредственно на столе станка или в приспособлении.

Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр сверления, мм	35
Вылет оси шпинделья, мм	300
Наибольший ход шпинделья, мм	225
Число скоростей шпинделья	9
Пределы ступеней вращения шпинделья, мин ⁻¹	60...1100
Количество величин подач	11
Пределы величин подач, мм/об	0,115...1,600
Рабочая площадь стола, мм	500×450
Мощность электродвигателя привода станка, кВт	4,5
Габариты станка (высота, ширина, длина), мм	2565×810×1240
Вес станка, кг	1525

Механизм главного движения

Главное движение шпинделья станка получает от вертикально расположенного электродвигателя мощностью 4,5 кВт с частотой вращения 1440 оборотов в минуту через клиноременную передачу с двумя шкивами диаметрами 140 и 178 мм и коробку скоростей (см. рисунок 7.2). Шпиндель получает девять различных частот вращения в результате передвижения двух тройных блоков зубчатых колес: блока зубчатых колес с числом зубьев 27, 34 и 21, перемещающегося по валу I и блока зубчатых колес с числом зубьев 17, 65 и 35, перемещающегося по валу III коробки скоростей. Все валы коробки скоростей шлицевые, за исключением вала IV, представляющего собой полую гильзу, шлицы отверстия которой передают вращение шпинделю станка.

Общее уравнение кинематической цепи механизма главного движения будет иметь следующий вид:

$$1440 \cdot \frac{140}{178} \cdot \eta \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{34}{48} \cdot \frac{65}{20} = n, \text{мин}^{-1}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ 48 \\ \hline 21 \\ 61 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ 68 \\ \hline 35 \\ 50 \end{array}$$

$$1 \times 1 \times 3 \times 1 \times 3 = 9$$

$$n_{\min} = 1440 \cdot \frac{140}{178} \cdot \eta \cdot \frac{21}{61} \cdot \frac{34}{48} \cdot \frac{17}{68} = 68 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{\max} = 1440 \cdot \frac{140}{178} \cdot \eta \cdot \frac{34}{48} \cdot \frac{34}{48} \cdot \frac{65}{20} = 1100 \text{ мин}^{-1},$$

где η – коэффициент проскальзывания или КПД передачи.
Для плоскоременных передач $\eta = 0,97 \dots 0,98$.
Для клиноременных передач $\eta = 0,93 \dots 0,94$.

Механизм подачи

Движение подачи шпиндель станка получает от коробки подач, установленной в корпусе механизма подач. Привод коробки подач осуществляется от зубчатого колеса с числом зубьев 27, сидящего непосредственно на шлицах шпинделя и зацепляющегося с зубчатым колесом с числом зубьев 50, сидящим на валу V. Далее через пару зубчатых колес с числами зубьев 27 и 50 вращение передается с вала V на вал VI и далее – валам VII и VIII через двойной конус зубчатых колес с вытяжными шпонками. На конце вала VIII сидит муфта M_1 с торцевыми кулачками, сцепленная с муфтой, сидящей на червячном валу IX механизма подач. Таким образом, коробка подач может сообщить шпинделю станка через однозаходный червяк и червячное колесо с числом зубьев 47, зубчатое колесо с числом зубьев 14, модулем 3,5 мм (вал X) и рейку на гильзе шпинделя 12 различных подач, две из которых совпадающие. В конечном счете, шпиндель станка получит 11 различных подач в пределах от 0,115 до 1,600 мм на один его оборот.

Общее уравнение кинематической цепи механизма подач будет иметь следующий вид:

$$1 \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{30}{51} \cdot \frac{21}{60} \cdot \frac{1}{47} \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 14 = S, \text{мм/об.}$$

$$\begin{array}{r} 25 \quad 35 \\ \hline 56 \quad 46 \\ 21 \quad 51 \\ \hline 60 \quad 30 \\ 60 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$1 \times 1 \times 1 \times 3 \times 4 \times 1 = 12(11)$$

$$S_{\min} = 1 \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{21}{60} \cdot \frac{21}{60} \cdot \frac{1}{47} \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 14 = 0,115 \text{ мм/об.}$$

$$S_{\max} = 1 \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{30}{51} \cdot \frac{60}{21} \cdot \frac{1}{47} \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 14 = 1,600 \text{ мм/об.}$$

Контрольные вопросы:

1. Кем и когда была предложена классификация металлорежущих станков?
2. Что положено в основу классификации металлорежущих станков?
3. На какие группы разделены металлорежущие станки по классификации?
4. Как обозначаются металлорежущие станки по классификации?
5. Как разделяются металлорежущие станки по степени универсальности?
6. Что называется главным движением резания?
7. Что называется движением подачи?
8. Что называется приводом металлорежущего станка?
9. Перечислите основные функции привода металлорежущего станка
10. Дайте определение и укажите основное назначение кинематической схемы металлорежущего станка.
11. Что называется передаточным отношением?
12. Чему равно передаточное отношение всей кинематической цепи?
13. Какие механизмы в металлорежущих станках превращают вращательное движение в равномерно-поступательное?
14. Какие механизмы в металлорежущих станках превращают вращательное движение в неравномерно-поступательное?

15. Перечислите основные виды передач, применяемых в металлорежущих станках.
16. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются цепные и ременные передачи с плоским и клиновым ремнями?
17. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые передачи с цилиндрическими и коническими колесами?
18. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются червячные передачи?
19. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются реечные передачи?
20. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются винтовые передачи с целой и разрезной (неразъемной и разъемной) гайками?
21. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые колеса, свободно сидящие на валу?
22. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые колеса, соединяемые с валом жестко (глухой шпонкой)?
23. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые колеса, соединяемые с валом скользящей шпонкой?
24. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые колеса, сидящие на шлицах?
25. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются зубчатые колеса, соединяемые с валом вытяжной шпонкой?
26. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначается кулачковая муфта?
27. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются шпинNELи токарных станков?
28. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются шпинNELи сверлильных станков?
29. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются шпинNELи шлифовальных станков?
30. Как на кинематических схемах металлорежущих станков обозначаются шпинNELи вертикально и горизонтально-фрезерных станков?

РАБОТА № 7

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

1 Содержание задания.

1.1 Освоить методику проектирования единичных технологических процессов изготовления деталей обработкой конструкционных материалов резанием.

1.2 Научиться оформлять технологическую документацию на процессы и операции обработки конструкционных материалов резанием.

2 Объем задания.

2.1 Домашнее задание выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, которое выдается преподавателем.

2.2 Все расчеты и технологическая документация представляются в виде расчетно-пояснительной записи.

2.3 Технологическая документация состоит из карты эскизов (форма 7 по ГОСТ 3.1105-84) и карты технологического процесса (формы 1 и 1а по ГОСТ 3.1404-86).

3 Указания к выполнению задания.

3.1 На карте эскизов выполнить рабочий чертеж детали в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

3.2 Технологический процесс проектировать для единичного типа производства. Количество деталей в партии задается преподавателем.

3.3 Выбрать метод получения заготовки, определить ее конфигурацию, размеры, допуски и припуски на обработку. В расчетно-пояснительной записи выполнить чертеж заготовки в соответствии с требованиями ЕСКД.

3.4 Определить технологический маршрут изготовления детали. Установить последовательность выполнения операций и выбрать оборудование.

3.5 Выбрать базовые поверхности и способы установки детали в станочном приспособлении.

3.6 Выбрать приспособления, вспомогательный инструмент, режущий инструмент, средства измерения.

3.7 При необходимости рассчитать межоперационные припус-

ки и напуски.

3.8 Выбрать и рассчитать режимы резания и произвести нормирование операций.

3.9 Заполнить карту технологического процесса механической обработки детали.

3.10 Сброшюровать расчетно-пояснительную записку и сдать ее на проверку.

Методика проектирования

Технологические процессы разрабатываются в соответствии с требованиями ГОСТ 14.301-83.

Технологический процесс должен соответствовать требованиям техники безопасности и промышленной санитарии.

Термины и определения основных понятий в области технологических процессов изготовления деталей, основные этапы разработки технологического процесса, а также пример проектирования технологического процесса механической обработки детали приведены в учебно-справочном пособии по проектированию технологических процессов механической обработки деталей [8].

Выбор и расчет режимов резания, а также нормирование операций механической обработки деталей необходимо проводить в соответствии с существующей методикой, которая изложена в литературе [9].

На одном из переходов технологической операции (задается преподавателем) выбранный режим резания необходимо проверить по мощности, затрачиваемой на процесс резания и по крутящему моменту.

Краткая техническая характеристика оборудования приведена в приложении настоящего пособия, при составлении которого использовалась соответствующая литература [10].

Для подготовки к лабораторно-практическим занятиям следует пользоваться методическими указаниями [11].

С целью лучшего закрепления материала и выполнения домашнего задания, рассмотренный на занятии пример разработки технологического процесса механической обработки детали заносится в журнал лабораторных работ по разделу «Обработка материалов резанием» [12].

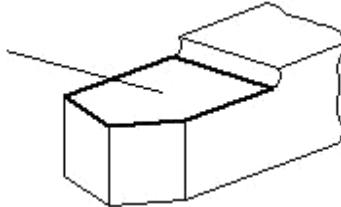
Контрольные вопросы:

1. Что называется производственным процессом?
2. Что называется технологическим процессом?
3. Что называется технологической операцией?
4. Что понимается под рабочим методом?
5. Что называется установом?
6. Что называется позицией?
7. Что называется технологическим переходом?
8. Что называется вспомогательным переходом?
9. Что называется рабочим ходом?
10. Что называется вспомогательным ходом?
11. Что называются базирующими поверхностями или базами?
12. Назовите виды базовых поверхностей.
13. Что называется основной базой? Приведите пример.
14. Что называется вспомогательной базой? Приведите пример.
15. Что понимается под черновыми и чистовыми базами?
16. В чем заключается правило шести точек?
17. Что называется припуском на обработку?
18. Что относится к исходным данным для проектирования технологического процесса механической обработки детали?
19. С чего начинают механическую обработку заготовки?
20. Какая конструкция детали считается технологической?
21. Перечислите составляющие технической нормы времени.
22. Дайте определение основного времени и укажите его разновидности.
23. Как определяется основное время при точении?
24. Дайте определение вспомогательного времени.
25. Дайте определение дополнительного времени.
26. Дайте определение подготовительно-заключительного времени.
27. Напишите формулу для определения штучного времени и назовите ее элементы.
28. Напишите формулу для определения оперативного времени и назовите ее элементы.
29. Напишите формулу для определения штучно-калькуляционного времени и назовите ее элементы.
30. Напишите формулу для определения дополнительного времени и назовите ее элементы.

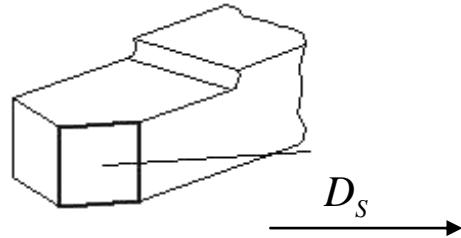
ЧАСТЬ 2. ОТВЕТЫ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

РАБОТА №1 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

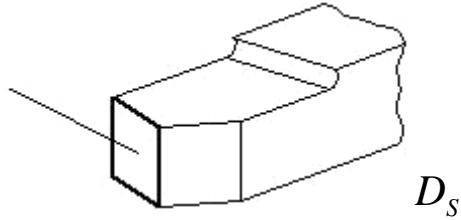
1. Однолезвийный инструмент для обработки с поступательным или вращательным главным движением резания и возможностью движения подач в любом направлении.
2. Клинообразный элемент режущего инструмента для проникновения в материал заготовки и отделения слоя материала.
3. Процесс срезания с обрабатываемой заготовки некоторой массы металла (припуска) в виде стружки.
4. Поверхность заготовки, с которой снимается стружка.
5. Поверхность заготовки, полученная после снятия стружки.
6. Поверхность заготовки, образуемая главной режущей кромкой в результате движения резания.
7. Поверхность лезвия резца, контактирующая со срезаемым слоем и стружкой.



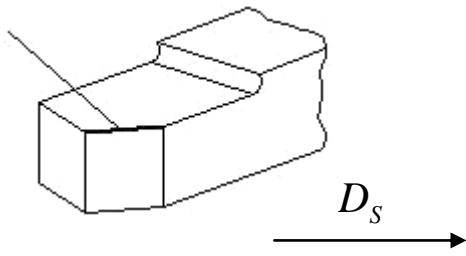
8. Поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обрабатываемой поверхности заготовки.



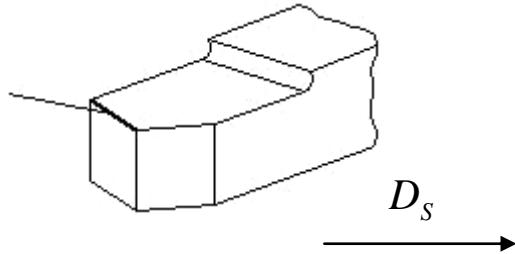
9. Поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обработанной поверхности заготовки.



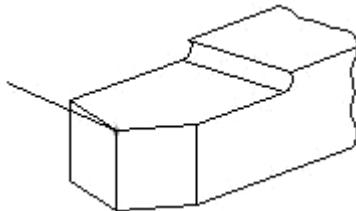
10. Образована пересечением передней и главной задней поверхностями и формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя.



11. Образована пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями и формирующая меньшую сторону сечения срезаемого слоя.



12. Пересечением главной и вспомогательной режущих кромок.



13. Координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку главной режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения в этой точке – P_v .

14. Координатная плоскость, касательная к главной режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости – P_n .

15. Координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания – P_τ .

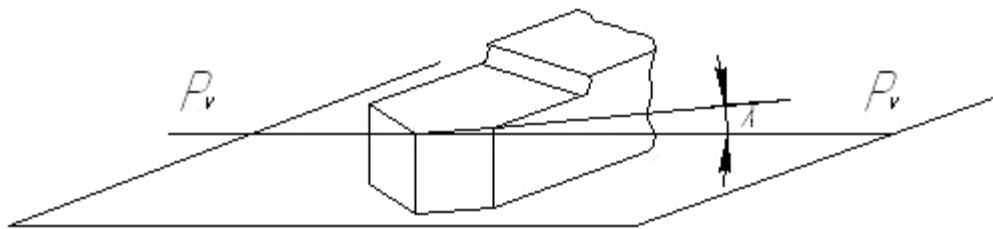
16. Плоскость, в которой расположены направления скоростей главного движения резания и движения подач – P_s .

17. Угол в основной плоскости между проекцией на нее главной режущей кромки и рабочей плоскостью.

18. Угол в основной плоскости между проекцией на нее вспомогательной режущей кромки и рабочей плоскостью.

19. Угол в основной плоскости между проекциями на нее главной и вспомогательной режущей кромок.

20. Угол в главной секущей плоскости между главной задней поверхностью лезвия и плоскостью резания.
21. Угол в главной секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и основной плоскостью.
22. Угол в главной секущей плоскости между передней и главной задней поверхностями лезвия.
23. Угол в главной секущей плоскости между плоскостью резания и передней поверхностью лезвия.
24. Угол в плоскости резания между главной режущей кромкой и основной плоскостью.

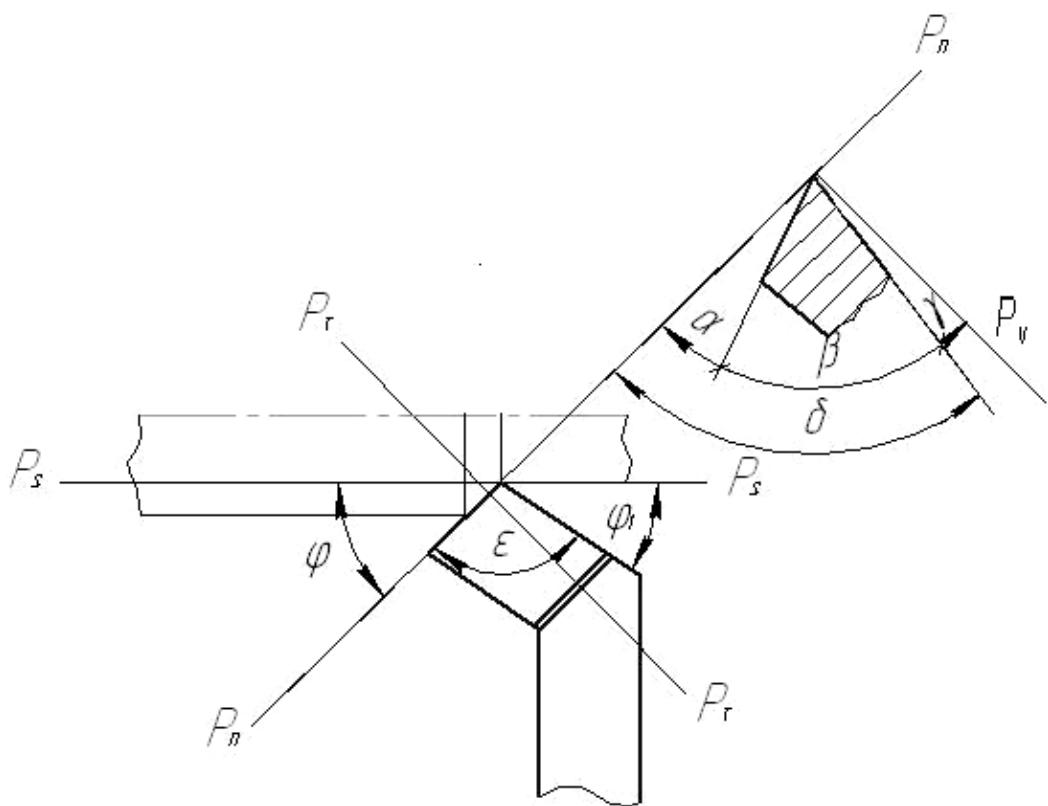


$$25. \varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$$

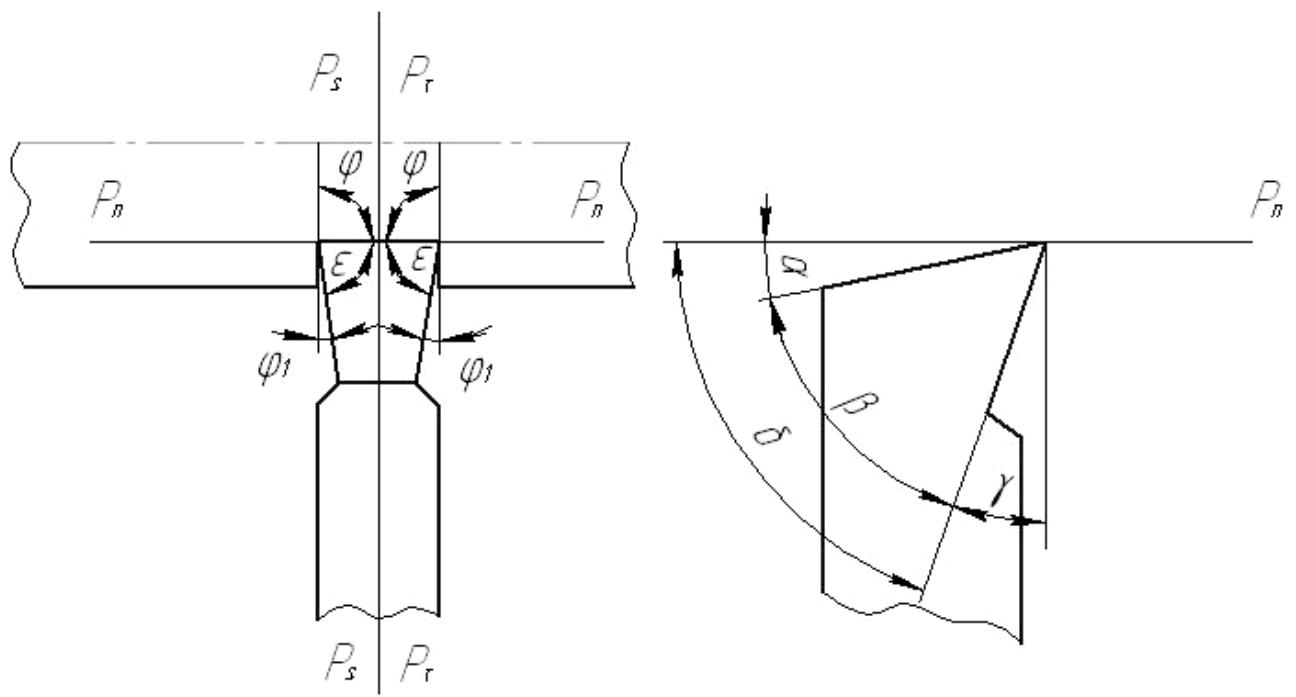
$$26. \beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$$

$$27. \delta = \alpha + \beta$$

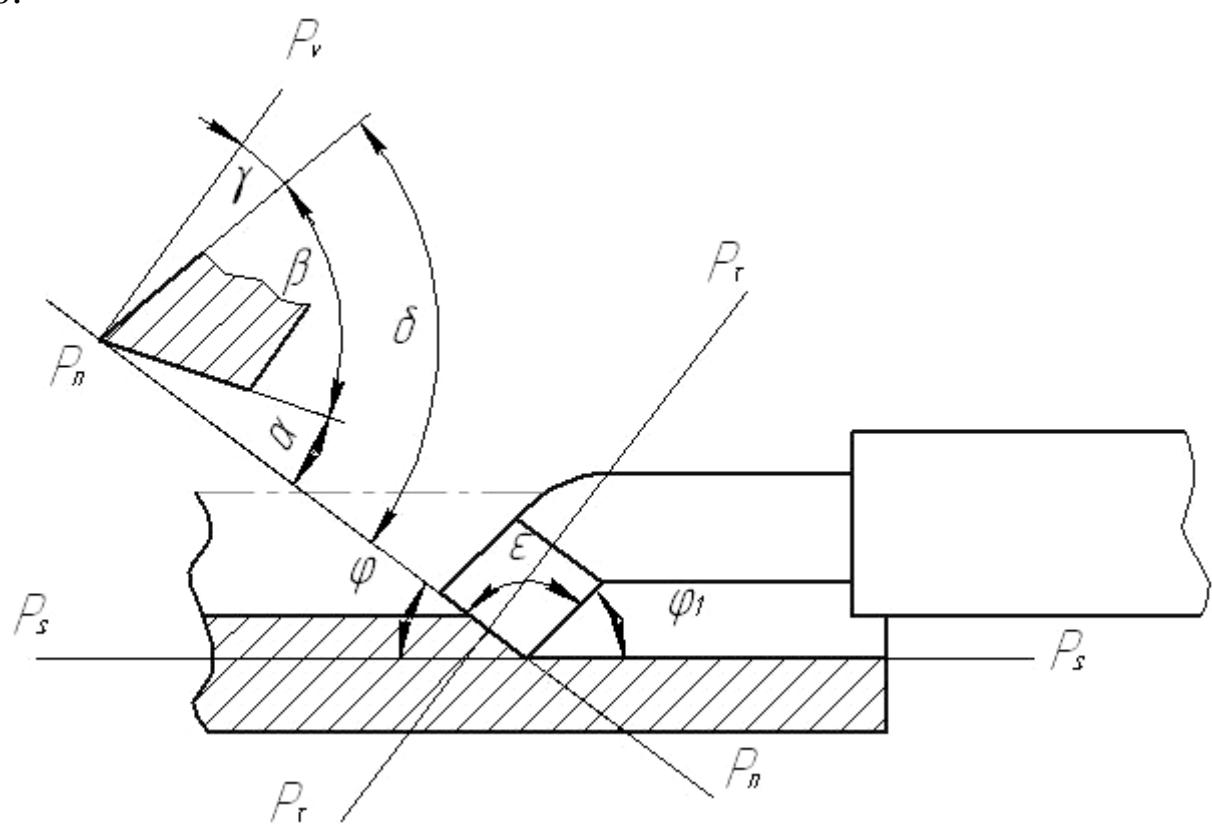
28.



29.



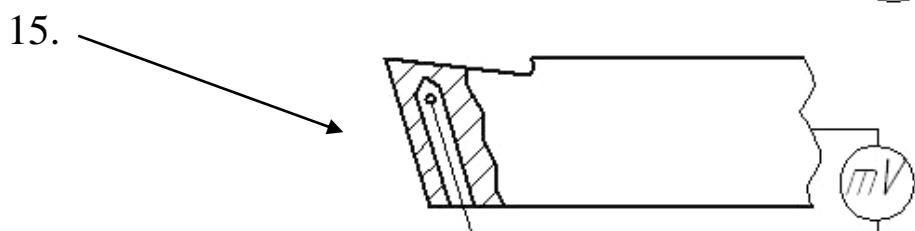
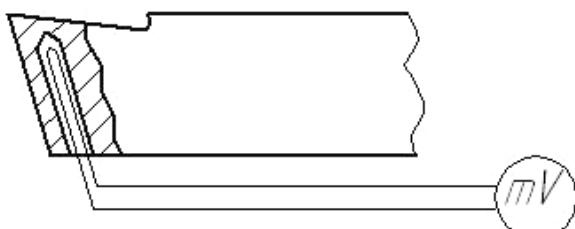
30.



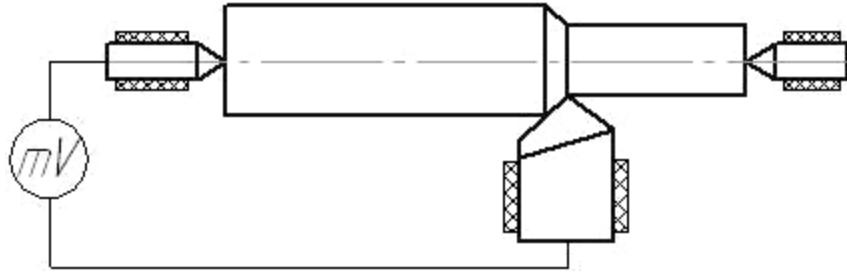
РАБОТА №2

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРУ ПРИ ТОЧЕНИИ

1. Процесс местного (несвободного) сжатия материала режущим инструментом с последующим образованием стружки.
2. Сливные – при резании мягких и вязких материалов; скальвания – при резании латуни и твердых сталей с большими подачами и малыми скоростями; надлома – при резании хрупких металлов (чугун, бронза).
3. На тангенциальную P_z , радиальную P_y и осевую P_x .
4. На лезвие резца действуют силы упругой и пластической деформации стружки и их реакции, а также силы трения между стружкой и передней поверхностью лезвия, между главной задней поверхностью лезвия и поверхностью резания заготовки.
5. $P_z : P_y : P_x = 1:0,45:0,35$
6. Упругие и пластические деформации, трение по передней и главной задней поверхностям.
7. В стружку, заготовку, инструмент и окружающую среду.
8. $\Theta_{def.} + \Theta_{n.n.} + \Theta_{z.n.} = Q_{cstr.} + Q_{det.} + Q_{inst.} + Q_{ok.}$
9. В стружку.
10. Уменьшает упругую и пластическую деформации, коэффициент трения по передней и главной задней поверхностям, увеличивает износ инструмента, искажает форму заготовки.
11. Индикатор часового типа.
12. Миллиамперметр.
13. Манометр.
- 14.



16.



17. В нанесении термочувствительных красок на исследуемую поверхность, которые изменяют свой цвет в зависимости от температуры нагрева.
 18. При увеличении скорости резания сила резания сначала увеличивается, а затем уменьшается; увеличивается температура в зоне резания, приближаясь асимптотически к температуре плавления обрабатываемого материала, но никогда ее не достигает.
 19. При увеличении подачи сила резания и температура в зоне резания увеличиваются; при увеличении глубины резания увеличивается пропорционально сила резания и незначительно температура в зоне резания.
 20. При увеличении переднего угла сила резания уменьшается.
 21. При увеличении главного угла в плане осевая сила увеличивается, а радиальная уменьшается.
 22. Глубина резания, так как увеличивается длина активной части режущей кромки и трение по передней и главной задней поверхностям лезвия инструмента.
 23. В логарифмических координатах показатели степени x, y, z численно равны тангенсам углов наклона прямых $x = \operatorname{tg} \alpha_1$, $y = \operatorname{tg} \alpha_2$, $z = \operatorname{tg} \alpha_3$ к осям t, S, V .
 24. Они будут численно равны значениям P_z, Θ при t, S, V абсциссах равных единице.
 25.
$$P_z = C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^z \cdot K_{pz}, H$$
- где t – глубина резания, мм ;
 S – подача, мм/об;
 V – скорость резания, м·мин⁻¹;
 C_{pz} – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала и условия обработки;
 x, y, z – показатели степени, зависящие от тех же факторов, что и C_{pz} ;

K_{PZ} – коэффициент, учитывающий значения геометрических параметров лезвия инструмента, условия обработки, применение смазывающе-охлаждающих материалов (СОМ), износ инструмента и другие факторы.

26. Длина стороны сечения срезаемого слоя, образованной поверхностью резания.
27. Длина нормали к поверхности резания, проведенной через рассматриваемую точку режущей кромки, ограниченная сечением срезаемого слоя.
28. Скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в главном движении резания.
29. Отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов другого движения во время резания.
30. Величина срезаемого слоя за один рабочий ход, измеренная в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности.

РАБОТА №3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ И ОБРАБОТКЕ ОБКАТКОЙ ШАРИКОМ

1. Качество обработанной поверхности определяется шероховатостью, точностью размеров, волнистостью, поверхностной твердостью, структурой, наклепом, износостойкостью, товарным видом.
2. Шероховатостью поверхности называется совокупность неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине ℓ .
3. Базовой длиной называют длину базовой линии, используемой для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности и для количественного определения ее параметров.
4. Средней линией называется линия, делящая профиль микронеровностей пополам.
5. Шероховатость поверхности оценивается средним арифметическим отклонением профиля R_a , высотой неровностей профиля по десяти точкам R_z , относительной опорной длиной профиля t_p и другими параметрами.

6. Среднее арифметическое отклонение профиля R_a - среднее арифметическое абсолютных отклонений профиля y_i в пределах базовой длины ℓ .

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^\ell |y(x)| \cdot dx \text{ или } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где ℓ – базовая длина;

n – число измеренных точек профиля на базовой длине.

7. Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z - среднее значение абсолютных высот пяти наибольших выступов и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины ℓ .

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^{i=5} |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^{i=5} |y_{vmi}| \right),$$

где y_{pmi} – высота i -го наибольшего выступа профиля;

y_{vmi} – глубина i -ой наибольшей впадины профиля.

8. Относительная опорная длина профиля t_p – отношение опорной длины профиля к базовой длине ℓ .

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{\ell} \cdot 100\% = \frac{\eta_p}{\ell} \cdot 100\%,$$

где η_p – опорная длина профиля, равная сумме длин отрезков b_i ,

отсекаемых на заданном уровне выступов профиля линией, эквидистант той средней линии в пределах базовой длины ℓ .

9. Под волнистостью поверхности понимают совокупность периодически повторяющихся неровностей, у которых расстояния между смежными возвышенностями или впадинами превышают базовую длину.

10. От шероховатости поверхности зависит прочность посадок, износостойкость, усталостная прочность, противокоррозионная стойкость, отражение световых и электромагнитных волн, декоративные свойства.

11. От волнистости поверхности зависит износостойкость и прочность посадок сопрягаемых деталей.

12. Метод сравнения с эталонами чистоты, расчетный, контактный – профилометрами и профилографами, оптический – двойными микроскопами, микроинтерферометрами и др.

$$13. R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r},$$

где S – подача;

r – радиус вершины резца.

14. Чем глубже впадина, тем легче корролирует поверхность, так как очаги коррозии образуются во впадинах.
15. С ростом шероховатости поверхности ухудшается износстойкость из-за увеличения давления по наибольшим вершинам неровностей профиля.
16. Овальность, конусность, седлообразность, бочкообразность, огранка, искривление оси.
17. С увеличением скорости резания шероховатость поверхности вначале увеличивается в связи с наростообразованием, а затем уменьшается, в связи с повышением пластичности материала и уменьшением трения.
18. С увеличением подачи шероховатость поверхности увеличивается, так как увеличивается высота остаточных гребешков.
19. С повышением твердости и прочности обрабатываемого материала шероховатость поверхности уменьшается вследствие снижения среднего коэффициента трения, объема пластической деформации и меньшей интенсивности наростообразования.
20. С увеличением переднего угла γ шероховатость поверхности уменьшается, так как уменьшается объем пластической деформации и трение по передней поверхности.
21. С увеличением главного заднего угла α шероховатость поверхности уменьшается, так как уменьшается объем пластической деформации и трение главной задней поверхности лезвия инструмента о поверхность резания заготовки.
22. При уменьшении главного и вспомогательного углов в плане шероховатость поверхности снижается, так как уменьшается высота остаточных гребешков.
23. При использовании технологической среды шероховатость поверхности снижается, так как уменьшается наростообразование и величина среднего коэффициента трения.
24. Наличием наклена, остаточных напряжений и обезуглероженного слоя.
25. Упрочнение поверхностного слоя путем создания остаточных напряжений сжатия и увеличения поверхностной твердости и микротвердости.

26. Поверхностно-пластическое деформирование, электромеханическое упрочнение, низкотемпературная обработка, дробеструйная обработка, чеканка и др.
27. Степенью и глубиной проникновения в поверхностный слой материала заготовки.
28. С увеличением натяга деформирующего элемента шероховатость поверхности уменьшается.

29. $\sqrt{Rz\ 40}; \sqrt{Ra\ 6,3}; \checkmark; \nabla$ *Полировать*

30. С увеличением радиуса закругления при вершине резца шероховатость поверхности уменьшается, так как уменьшается высота остаточных гребешков.

РАБОТА №4

НАСТРОЙКА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ РАБОТ

1. Для периодического поворота заготовки на любой угол (деление на любое число) и непрерывного вращения ее, согласованного с продольной подачей, при изготовлении винтовых канавок.
2. Универсальные: безлимбовые и лимбовые; оптические. Универсальные лимбовые.
3. Делительная головка, задняя бабка, домкратик (люнет), гитара сменных зубчатых колес и два кронштейна.
4. Делительная головка – справа, задняя бабка – слева, домкратик (люнет) – в середине.
5. На универсально-фрезерных станках.
6. На универсально-фрезерных станках, имеющих поворотный стол.
7. Величина, обратная передаточному отношению червячной передачи.
8. Для установки под угол заготовок, которые закрепляются в патроне.
9. Для быстрого и точного подсчета требуемого количества отверстий на делительном диске.
10. Для сообщения рукоятке дробного числа оборотов.
11. Для установки фиксатора на требуемый ряд отверстий делительного диска.

12. Деление на небольшое количество частей (до 24) осуществляется с помощью диска для непосредственного деления.
13. Деление при неподвижном делительном диске без применения гитары сменных зубчатых колес.
14. Деление при вращающемся делительном диске с применением гитары сменных зубчатых колес.
15. Кратным знаменателю правильной дроби, в числителе которой стоит характеристика делительной головки, а в знаменателе – число, на которое делят.
16. На число отверстий, равное числителю правильной дроби (в знаменателе которой стоит число одного из рядов делительного диска), увеличенное на единицу.
17. Близким к требуемому значению и кратным 5 или 10.

$$18. \ n = \frac{I}{Z},$$

где I – характеристика делительной головки;
Z – заданное число частей деления.

$$19. \ n = \frac{I}{Z_0},$$

где I – характеристика делительной головки;
Z – заданное число частей деления;
Z₀ – приближенное число частей деления.

$$20. \ i = \frac{I(Z_0 - Z)}{Z_0},$$

где I – характеристика делительной головки;
Z – заданное число частей деления;
Z₀ – приближенное число частей деления.

$$21. \ i = \frac{I \cdot t_{x.b.}}{T},$$

где I – характеристика делительной головки;
t_{x.b.} – шаг ходового винта стола станка;
T – шаг нарезаемой винтовой канавки.

$$22. \ \omega = \arctg \frac{\pi \cdot D}{T},$$

где D – диаметр заготовки;
T – шаг нарезаемой винтовой канавки.

23. От шпинделя делительной головки через гитару сменных зубчатых колес и конические зубчатые колеса.
24. При $Z_0 > Z$,
где Z – заданное число частей деления;
 Z_0 – приближенное число частей деления.
25. При $Z_0 < Z$,
где Z – заданное число частей деления;
 Z_0 – приближенное число частей деления.
26. Поступательное движение от стола станка и вращательное движение от делительной головки.
27. От винта стола станка через гитару сменных зубчатых колес, конические зубчатые колеса, лимб, фиксатор, рукоятку и червячную передачу.
28. Для настройки на сложное деление и фрезерования винтовых канавок.
29. Для поддержания второго конца длинной заготовки или оправки.
30. Для увеличения жесткости (уменьшения прогиба) заготовок или оправок большой длины и малого диаметра.

РАБОТА №5 **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ** **И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ** **СВЕРЛ, ЗЕНКЕРОВ, РАЗВЕРТОК И ФРЕЗ**

5.1 СВЕРЛА

1. Осевой режущий инструмент для образования отверстия в сплошном материале и увеличения диаметра имеющегося отверстия.
2. Спиральные с цилиндрическим и коническим хвостовиками; первые; центровочные; для глубокого сверления: шнековые, эжекторные, ружейные, пушечные; кольцевого сверления; комбинированные.
3. Спиральные, как наиболее производительные.
4. Из-за недостаточной их прочности и плохого отвода стружки.
5. При обработке хрупких, твёрдых и высокопрочных материалов (чугун, твердые сплавы, бетон, стекло).
6. Рабочая часть (режущая и направляющая), шейка, хвостовик (цилиндрический или конический), лапка (или поводок).

7. Часть сверла, снабженная двумя спиральными винтовыми канавками.
 8. Часть сверла, заточенная на конус и несущая главные режущие кромки.
 9. Часть сверла, которая обеспечивает его направление в процессе резания.
 10. Часть сверла, служащая для его закрепления и передачи крутящего момента от шпинделя.
 11. Часть сверла с коническим хвостовиком, служащая упором при выбивании его из отверстия шпинделя.
 12. Часть сверла с цилиндрическим хвостовиком, служащая для предохранения его от проворачивания в патроне.
 13. Винтовая поверхность канавки, по которой сходит стружка.
 14. Поверхность, обращенная к поверхности резания.
 15. Линия, образованная пересечением передней и задней поверхностей; главных режущих кромок у сверла две.
 16. Узкая полоска на цилиндрической поверхности сверла, расположенная вдоль винтовой канавки и обеспечивающая его направление при резании.
 17. Линия, образованная в результате пересечения обеих задних поверхностей.
 18. Угол между проекциями поперечной и главной режущей кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла.
 19. Угол между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла.
 20. Угол между двумя главными режущими кромками.
 21. Угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла.
 22. Угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла.
 23. $\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{H}$,
- где D – диаметр сверла;
 H – шаг винтовой канавки.
 Уменьшается.

$$24. \ tg\gamma = \frac{\tg\omega}{\sin\varphi},$$

где ω – угол наклона винтовой канавки;

φ – главный угол в плане.

Уменьшается.

25. Окружная скорость наиболее удаленной от оси сверла точки режущей кромки.
26. Величина перемещения сверла вдоль оси за один его оборот; мм/зуб, мм/об, мм/мин.
27. Расстояние, измеренное вдоль режущей кромки сверла и равное ее длине.
28. Минимальное расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки за один оборот, измеренное в направлении перпендикулярном к режущей кромке.

$$29. t_o = \frac{L}{n \cdot S},$$

где L – длина прохода сверла, мм;

n – частота вращения, мин⁻¹;

S – подача, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2,$$

l – глубина сверления по чертежу, мм;

l_1 – величина врезания, мм;

l_2 – величина перебега, мм.

30. Непосредственно в шпиндель, в переходных конусных втулках, в патронах (инструментальных).

5.2 ЗЕНКЕРЫ, РАЗВЕРТКИ, ФРЕЗЫ

1. Осевой режущий инструмент для повышения точности формы отверстия и увеличения его диаметра.
2. По конструкции: цельные и сборные; по способу крепления: хвостовые и насадные.
3. Отсутствие поперечной режущей кромки и большее число зубьев.
4. Рабочая часть (режущая и направляющая), шейка, хвостовик с лапкой.
5. Главный угол в плане, передний и задний углы, угол наклона винтовой канавки, угол обратного конуса.

6. Осевой режущий инструмент для повышения точности формы и размеров отверстия и снижения шероховатости поверхности.
7. По конструкции: цельные, сборные, жесткие, регулируемые (разжимные и раздвижные); по способу применения: ручные и машинные; по форме отверстия: цилиндрические и конические; по методу закрепления: хвостовые и насадные.
8. Заборная часть, режущая и калибрующая части, обратный конус, шейка, хвостовик.
9. Угол заборного конуса, угол при вершине, угол обратного конуса, передний и задний углы, угловой шаг зубьев.
10. Наличием фаски с нулевым задним углом, для обеспечения постоянства диаметра при переточке.
11. Лезвийный инструмент с вращательным главным движением резания инструмента без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью его вращения.
12. Цилиндрические, торцевые, концевые, угловые, фасонные, дисковые, отрезные - прорезные, шпоночные, резьбовые, зуборезные.
13. Инструмент - вращательное движение резания, деталь - поступательное движение подачи.
14. Против подачи, когда в месте контакта инструмента и заготовки векторы скоростей главного движения резания и движения подачи направлены в разные стороны. По подаче, когда в месте контакта инструмента и заготовки векторы скоростей главного движения резания и движения подачи направлены в одну сторону.
15. С остроконечными (острозаточными), с затылованными (по спирали Архимеда) зубьями.
16. Диаметр, ширина, число зубьев и их форма, высота зубьев и их шаг, радиус закругления у основания зуба, направление зубьев.
17. Хвостовые, вставляемые в конусное отверстие шпинделя и насадные, закрепляемые на оправке.
18. Цельные, составные, сборные.
19. Прямозубые, косозубые, винтовые.
20. Цилиндрические и торцевые. Торцевые.
21. Только по задней поверхности при чистовом фрезеровании и одновременно по задней и передней поверхностям при черновом.
22. Зубья фрезы выходят из строя не только из-за трения и действующих на них других сил, но и вследствие выкрашивания.

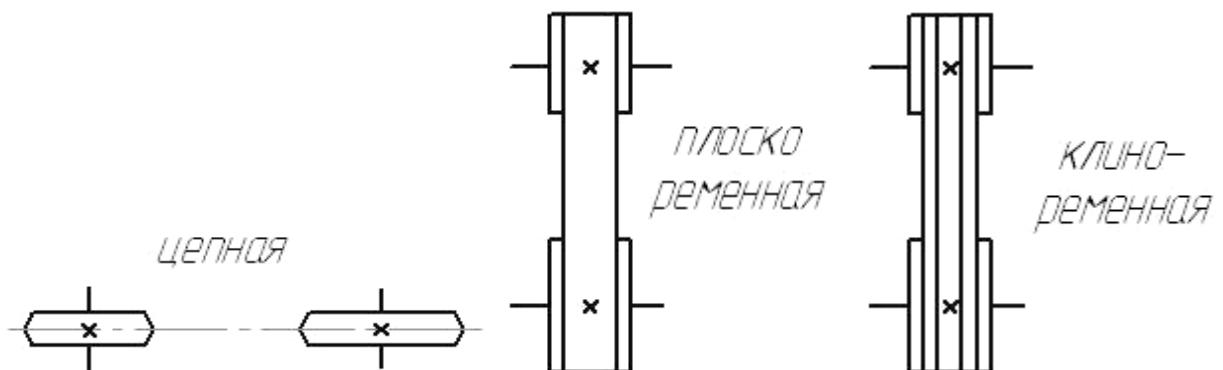
23. Образование микротрещин в пластинках при пайке или заточке и их увеличение под действием вибраций и ударов в процессе фрезерования.
24. Дисковые и концевые. Дисковые.
25. Наклепом, за счет упрочнения кобальтовой фазы (прослойки) пластинки твердого сплава, и нанесением твердых износостойких покрытий.
26. Осевой многолезвийный инструмент для обработки конического входного участка отверстия заготовки.
27. Осевой многолезвийный инструмент для обработки цилиндрического и торцевого участка отверстия заготовки.
28. Осевой многолезвийный инструмент для образования и обработки внутренней резьбы.
29. Осевой многолезвийный инструмент для образования и обработки наружной резьбы.
30. Многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвий в направлении, перпендикулярном к направлению скорости главного движения резания, предназначенный для обработки при поступательном главном движении резания и отсутствии подачи.

РАБОТА №6

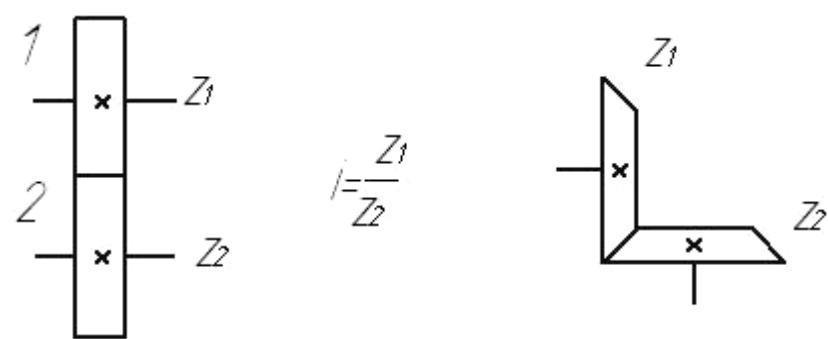
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

1. Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков в 1936 году.
2. Характер производимой обработки, например: точение – токарная группа, фрезерование – фрезерная группа и т.д.
3. На токарные; сверлильные и расточные; шлифовальные доводочные; комбинированные; зубо- и резьбообрабатывающие; фрезерные; строгальные, долбечные и протяжные; разрезные; разные.
4. Шифром из цифр: первая цифра обозначает группу станков, вторая – тип станка в этой группе, третья и четвертая – какой-то конструктивный размер.
5. На станки универсальные или общего назначения, специализированные – для обработки деталей одного наименования, специальные – для обработки деталей одного типоразмера.

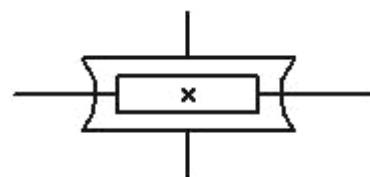
6. Прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью резания.
7. Прямолинейное поступательное или вращательное движение инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространять отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность.
8. Совокупность механизмов, передающих движение от электродвигателя к рабочим органам станка.
9. Передача движения, регулирование скорости (частоты вращения, подачи), изменение направления движения (реверсирование), включение и торможение.
10. Упрощенное и условное изображение всех механизмов станка, предназначенное для изучения и анализа движений.
11. Отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего.
12. Произведению передаточных отношений отдельных промежуточных звеньев, составляющих данную кинематическую цепь.
13. Винт и гайка; зубчатое колесо и рейка; червяк и косозубая рейка; гидравлически – с помощью цилиндра и поршня; плоскими и цилиндрическими кулачками.
14. Кривошипно-шатунный и кулисный механизмы.
15. Ременные, цепные, зубчатые, червячные, реечные и винтовые.
- 16.



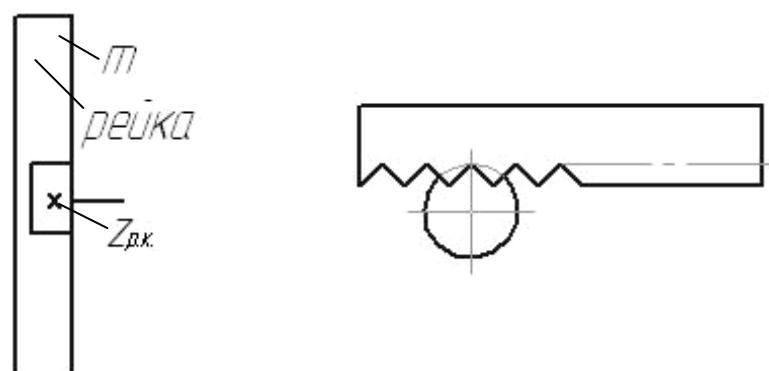
17.



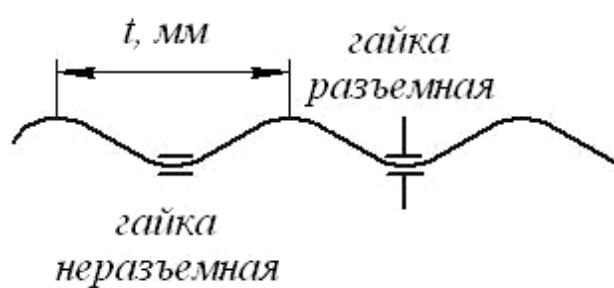
18.



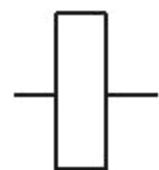
19.



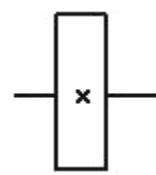
20.



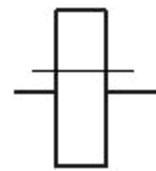
21.



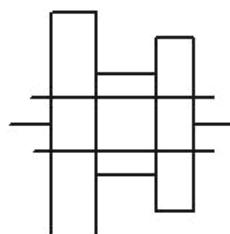
22.



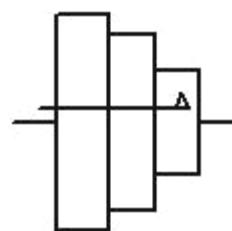
23.



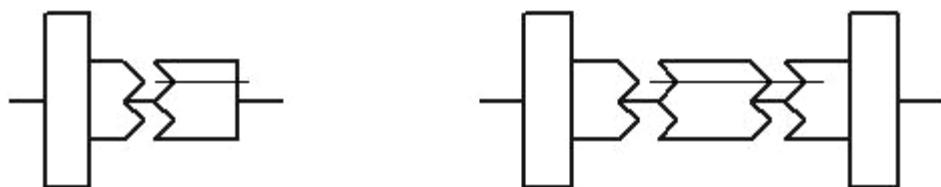
24.



25.



26.



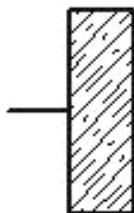
27.



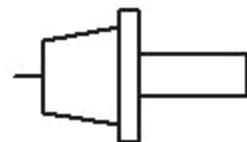
28.



29.



30.



вертикально-
фрезерных

горизонтально-
фрезерных

РАБОТА №7

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

1. Совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.
2. Часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.
3. Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.
4. Участок производственной площади, оборудованный применительно к выполняемой операции.
5. Часть технологической операции, выполняемой при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок.
6. Фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой относительно инструмента или не-

подвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

7. Законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, обрабатываемых обработкой.
8. Законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека (или оборудования) и, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхности, но необходимы для выполнения технологического перехода.
9. Законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.
10. Законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, несопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.
11. Поверхности детали, служащие для установки заготовки на станке и ориентирующие ее относительно режущего инструмента.
12. Конструкторские, измерительные, технологические.
13. Поверхность, используемая для установки заготовки при обработке и которой деталь ориентируется в собранном узле относительно другой детали. Отверстие в зубчатом колесе.
14. Поверхность, которая для работы детали в изделии не нужна, но специально обрабатывается для установки заготовки при обработке. Центровые отверстия в валах, внутренний поясок у нижнего торца поршня.
15. Установочные базы, используемые на первом установе, называются черновыми, а обработанные поверхности, принятые за базы при последующих установах – чистовыми.
16. В лишении заготовки шести степеней свободы.
17. Излишek металла, подлежащий удалению при механической обработке заготовки для получения заданных чертежом и техническими условиями требуемого качества обработанной поверхности.
18. Рабочий чертеж детали, производственная программа, сведения о заготовке и оборудовании, справочные материалы.
19. С обработки поверхностей, которые являются базовыми при дальнейшей обработке.

20. Которая удовлетворяет требованиям эксплуатации, ремонта, простоты и экономичности изготовления.
21. Подготовительно-заключительное время на партию и штучное время (основное, вспомогательное и дополнительное время).
22. Время, в течении которого снимается стружка. Машинное, машинно-ручное, ручное.

$$23. t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

где L – длина обрабатываемой поверхности заготовки с учетом врезания и перебега резца, мм;
i – количество проходов, шт.;
n – частота вращения, мин⁻¹;
S – подача, мм/об.

24. Время, затрачиваемое на установку, переустановку и снятие заготовки, пуск и остановку, смену режущего инструмента, его подвод и отвод на каждом переходе, измерение размеров детали и т.д.
25. Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности токаря, перерыв по организационно-техническим причинам.
26. Время, затрачиваемое на знакомство с заданием, чертежом и операционной картой, подготовку и наладку станка, пробную обработку заготовки, оформление и сдачу готовой продукции.

$$27. t_{um} = t_o + t_e + t_d,$$

где *t_o* – основное время, мин;
t_e – вспомогательное время, мин;
t_d – дополнительное время, мин.

$$28. t_{on} = t_o + t_e,$$

где *t_o* – основное время, мин;
t_e – вспомогательное время, мин.

$$29. t_{um.k} = t_o + t_e + t_d + \frac{t_{n.z.}}{n},$$

где *t_o* – основное время, мин;
t_e – вспомогательное время, мин;
t_d – дополнительное время, мин;
t_{n.z.} – подготовительно-заключительное время, мин.;
n – количество деталей в партии, шт.

$$30. t_d = \frac{t_{on} \cdot k}{100},$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин.;
k – процентное отношение дополнительного времени к оперативному.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2 / В.Ф. Карпенков, Л.Г. Баграмов, В.Н. Байкалова и др.– М.: КолосС, 2006.– 311 с.
2. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / В.А. Оськин, В.Н. Байкалова, В.М. Соколова и др.; под ред. В.А. Оськина, В.Н. Байкаловой. – 2-е изд., дополненное. – М.: БИБКОМ, ТРАНСЛОГ, 2015. – 400 с.
3. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник /В.С. Самойлов, Э.Ф. Эйхманс, В.А. Фальновский и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
4. Гапонкин, В. А. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
5. Белецкий, Д.Г. Справочник токаря-универсала / Д.Г. Белецкий. – М.: Машиностроение, 1987. – 560 с.
6. Некрасов, С.С. Обработка материалов резанием / С.С. Некрасов. – М.: Колос, 1997. – 320 с.
7. Некрасов, С.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения / С.С. Некрасов, Л.Л. Приходько, Л.Г. Баграмов. – КолосС, 2004. – 360 с.
8. Некрасов, С.С. Практикум и курсовое проектирование по технологии сельскохозяйственного машиностроения / С.С. Некрасов. – М.: Мир, 2004. – 240 с.
9. Матвеев, В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В.А Матвеев, И.И. Пустовалов. – М.: Колос, 1979. – 288 с.
10. Надежность и ремонт машин: методическое пособие к расчету технологической карты на восстановление деталей машин /П.А. Власов, В.А. Степанов, И.А. Спицын и др. – Пенза, 1990. – 68 с.
11. Спицын, И.А. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей: учебное пособие / И.А. Спицын, А.А. Орехов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 112 с.
12. Спицын, И.А. Технология конструкционных материалов и материаловедение: рабочая тетрадь по разделу «Обработка материалов резанием / И.А. Спицын, А.А. Орехов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 39 с.

Приложение

**КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБОРУДОВАНИЯ**

Таблица 1 – Токарно-винторезные станки

Параметры	Модель станка			
	1К62	16К20	1К625	1А616
1	2	3	4	5
Расстояние между центрами, мм	710, 1000, 1400	2000	1000, 1400, 2000	710
Наибольший диаметр обработки прутка, мм над суппортом над станиной	36 220 400	-	50 260 500	34 180 320
Частота вращения шпинделья, мин ⁻¹	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000	9; 11,2; 13; 28; 45; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 450; 560; 710; 900; 1120; 1400; 1800
Продольная подача суппорта, мм/об.	0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,19; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57;	0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0;	0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43;	0,065; 0,080; 0,096; 0,114; 0,13; 0,16; 0,193; 0,228; 0,26; 0,32; 0,39; 0,456; 0,52; 0,64; 0,78; 0,91;

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
	0,61; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16	2,4; 2,8	0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16	шаг мет- рич. резь- бы 0,5...24,0; дюймовой (число ниток) 56...1
Поперечная подача суп- порта, мм/об.	0,035; 0,037; 0,042; 0,048; 0,053; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08	0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075;	0,035; 0,037; 0,042; 0,048; 0,053; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 2,08	-“-
Мощность электро- двигателя, кВт	10	10	10	4

Окончание таблицы .1

1	2	3	4	5
Конус отверстия: шпинделья пиноли	-	-	-	Морзе №5 Морзе №4
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	3212 1166 1324	(2470;2760; 3160)×1185	2812 1216 1349	2135 1225 1220
Масса, кг	2080...2090	-	2310...2635	1500

Таблица 2 – Вертикально-сверлильные станки

Параметры	Модель станка			
	2M112	2H118	2H125	2A135
Наибольший диаметр сверления, мм	12	18	25	35
Вылет шпинделя, мм	190	200	250	300
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	400	0...650	60...700	-
Наибольший ход шпинделя, мм	100	150	200	225
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	450, 800, 1400, 2500, 4500	180, 250, 350, 500, 710, 1000, 1420, 2000, 2800	45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000	68, 100, 140, 275, 195, 400, 530, 750, 1100
Подача шпинделя, мм/об.	ручная	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,0; 1,12; 1,6	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,0; 1,12; 1,6	0,015; 0,15; 0,2; 0,25; 0,32; 0,43; 0,57; 0,75; 0,96; 1,22; 1,6
Габариты, мм				
длина	770	2080	2290	2360
ширина	370	590	805	810
высота	820	870	1130	1240
Масса, кг	120	450	980	-
Мощность, кВт	1,5	1,5	2,2	4,5

Таблица 3 – Радиально-сверлильные станки

Параметры	Модель станка		
	2E52	2A53	2H55
Наибольший диаметр сверления, мм	25	35	50
Вылет шпинделя, мм	325...825	1200	410...1600
Радиус поворота, мм	560	-	-
Расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	0...900	1500	450...1600
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	130	-	90
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	56, 90, 150, 224, 355, 560, 900, 1400	50, 70, 100, 200, 280, 400, 560, 800, 1120, 1600, 2240	20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000
Подача, мм/об.	0,1; 0,15; 0,20	0,06; 0,1; 0,16; 0,25; 0,31; 0,48; 0,8; 1,22	0,056; 0,08; 0,112; 0,16; 0,224; 0,315; 0,45; 0,63; 0,90; 1,25; 1,80; 2,50
Мощность, кВт	2,2	2,4/2,8 или 4,5	4
Габариты, мм	1750×750× ×1900	2250×900× ×3070	2670×1000× ×3320
Масса, кг	1030	3050	4100

Таблица 4 – Фрезерные станки

Параметры	Модель станка			
	6М13П	6М82/ 6М82Г	6Н14	6Р81Ш
1	2	3	4	5
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400×1600	320×1250	320×1250	250×1000
Наибольшее механическое перемещение стола, мм				
продольное	900	700/580	700	630
поперечное	300	240/200	260	200
вертикальное	420	380/450	370	360
Расстояние от торца шпинделья до стола, мм				
наибольшее	250	300	400	510
наименьшее	30		200	160
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600	31,5; 40, 50, 63, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600	30; 37,5; 47,5; 60, 75, 95, 118, 150, 190, 235, 300, 375, 475, 600, 750, 950, 1180, 1500	50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600
Подача стола, мм/мин продольная и поперечная	25; 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 120,	25; 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 315,	19; 23,5; 30, 37,5; 47,5; 60, 75, 96, 118, 150,	35, 45, 55, 65, 85, 115, 135, 170, 210, 270,

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
	160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250	400, 500, 630, 800, 1000, 1250	190, 235, 300, 375, 475, 600, 750, 950	330, 400, 530, 690, 835, 1020, ускоренная 2300
вертикальная	8,3; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,5; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210, 266, 333,3; 416,6	8,3; 10,5; 13,3; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210, 266,6; 333,3; 416,6	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25, 32, 39, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 317	14, 18, 20, 30, 35, 45, 55, 65, 80, 105, 130, 155, 205, 270, 325, 390 ускоренная 850
Мощность электродви- гателя, кВт	10	10/7,5	7	10
Габаритные размеры, мм	2565×2135× ×2235	2260×1745× ×1660	-	1470×1975× ×1860
Масса станка, кг	4150	2800/2700	-	2330

Таблица 5 – Алмазно-расточные станки

Параметры	Модель станка	
	278Н	2A78
Диаметр растачиваемого отверстия, мм наибольший наименьший	165 65	200 27
Наибольшая длина расточки шпинделем, мм	62...185; 78...300; 120...410	48...185; 78...300; 120...410
Вылет шпинделя, мм от шпиндельной бабки от направляющей станины	270 340	280 350
Наибольшее перемещение стола, мм продольное поперечное	800 50	800 150
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	80, 112, 160, 224, 315, 450	26, 37, 52, 76, 109, 153, 204, 290, 407, 600, 857, 1200
Подача, мм/об.	0,05; 0,08; 0,125; 0,2	0,05; 0,08; 0,125; 0,2
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	1,7
Габариты, мм	2700×1405×2000	2500×1500×2135
Масса станка, кг	2250	2300

Таблица 6 – Круглошлифовальные станки

Параметры	Модель станка			
	3A423	316M	3151	3420
Размеры шлифо- вального круга, мм				
диаметр	600...900	480...750	450...600	480...750
ширина	33...40	33...75	25...63	33...75
диаметр отвер- стия	305	305	305	305
Частота враще- ния круга, мин ⁻¹	730, 830	1033	1080, 1240	1033
Наибольший диаметр устанав- ливаемого изде- лия, мм	580	300	200	400
Наибольший угол поворота стола, град.				
по часовой стрел- ке	2	6	-	-
против часовой стрелки	3	-	-	-
Частота враще- ния изделия, мин ⁻¹	42, 65, 142, 215	60, 120, 240	75, 150, 300	40, 75, 140
Мощность элек- тродвигателя, кВт	10	7	7	7
Габариты станка, мм	4600×2100× ×1580	2800×1765× ×1500	2260×1590× ×1770	2800×1700× ×1600
Масса станка, кг	5750	4000	3900	4200

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Часть 1. Общие сведения о лабораторных работах.	
Контрольные вопросы.....	4
Работа № 1 Геометрические параметры	
токарных резцов и их измерение.....	4
Работа № 2 Влияние элементов режима резания	
на силу резания и температуру при точении.....	16
Работа № 3 Влияние элементов режима резания	
на шероховатость при точении	
и обработке обкаткой шариком.....	32
Работа № 4 Настройка делительной головки	
на различные виды работ.....	41
Работа № 5 Изучение конструкций	
и геометрических параметров	
сверл, зенкеров, разверток и фрез.....	55
Работа № 6 Изучение кинематических схем и конструкций	
металлорежущих станков	74
Работа № 7 Разработка технологического процесса	
механической обработки детали	83
Часть 2. Ответы на контрольные вопросы.....	86
Список литературы.....	109
Приложение. Краткая техническая характеристика оборудования.....	110
Содержание.....	119

**Иван Алексеевич Спицын
Алексей Александрович Орехов**

ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

Учебное пособие
для студентов высших учебных заведений

Редактор И.А. Спицын
Компьютерная верстка А.А. Орехова

Подписано в печать ___.02.16
Бумага Гознак Print
Усл. печ. л. 6,13

Формат 60×84 1/16
Отпечатано на ризографе
Тираж 75 экз.

Заказ № ____

РИО ПГСХА
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30