

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ОП.05 ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ

Специальность:

15.02.16 Технология машиностроения

Квалификация выпускника:

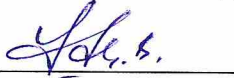
техник-технолог

Форма обучения: очная

Ростов-на-Дону
2023

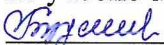
СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела


Н.В. Вострякова
«28» февраля 2023г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебно-методической работе


С.А. Будасова
«28» февраля 2023г.

ОДОБРЕНО

Цикловой комиссией

промышленных технологий

Пр. № 7 от «27» февраля 2023г.

Председатель ЦК


В.А. Ламин

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.05 Процессы формообразования и инструменты специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Разработчик(и):

Марченко С.И. – к.т.н., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практическая работа №1	5
2. Практическая работа №2	14
3. Практическая работа №3	17
4. Практическая работа №4	21
5. Практическая работа №5	23
6. Практическая работа №6	29
7. Практическая работа №7	33
8. Практическая работа №8	40
9. Практическая работа №9	44
10. Практическая работа №10	48
11. Практическая работа №11	51
12. Практическая работа №12	54
Список литературы	57

Введение

Практические занятия по учебной дисциплине ОП.05 Процессы формообразования и инструменты составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и практического опыта:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- измерять с заданной точностью различные электрические и радиотехнические величины.

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами практических занятий направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью практических занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием практических занятий по дисциплине являются экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Содержанием практических занятий по дисциплине / являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и другое.

Содержание практических занятий охватывают весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, практикой по профилю специальности и преддипломной практикой.

Практическое занятие проводится в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках). Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении лабораторных и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек. Объем заданий для лабораторных и практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на практических работах занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практическим занятиям предоставляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов.

Критерии оценки практических работ.

Оценка «5» ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Практическая работа № 1

Изучение параметров токарных резцов

1. Цель работы: получить практическое представление об устройстве приборов для измерения углов резца. Приобрести навыки в измерении углов токарных резцов с помощью угломеров.

2. Оборудование:

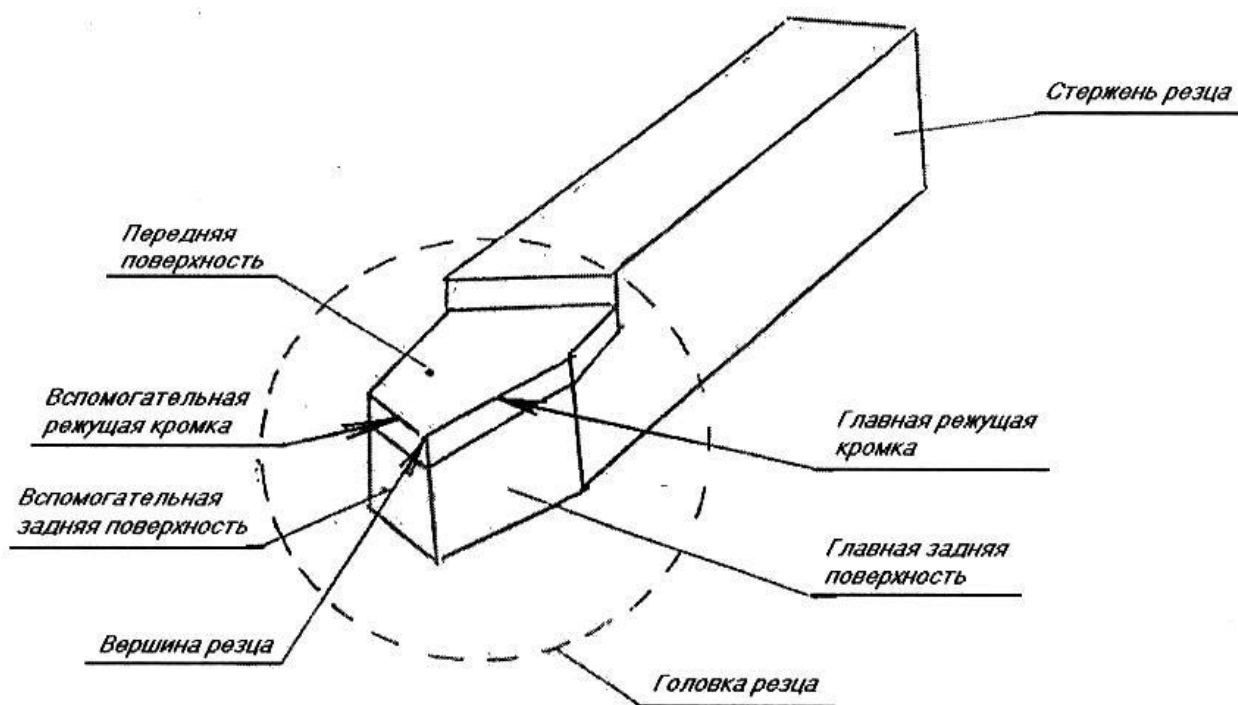
1. Универсальный угломер ЛМТ.
2. Настольный угломер МИЗ.
3. Резцы различных типов.
4. Масштабная линейка.

3. Перечень справочной литературы:

1. Р.М. Гоцеридзе Процессы формообразования и инструменты. – М.: «АКАДЕМА», 2009.

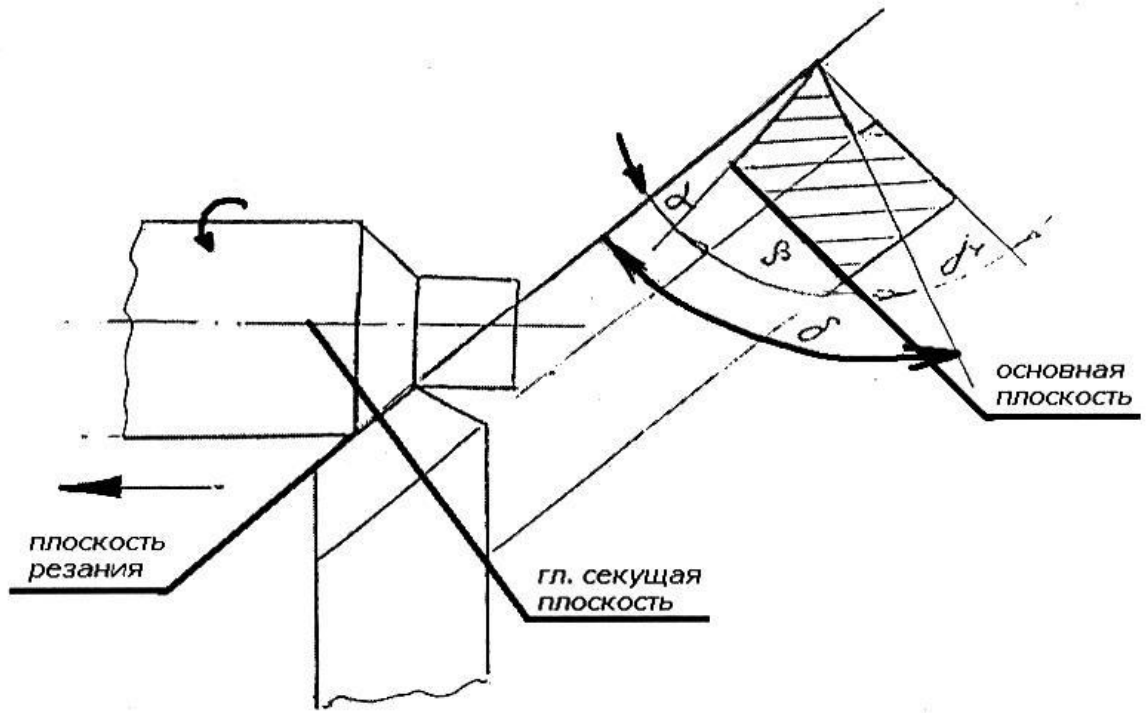
4. Краткие теоретические сведения:

Резец состоит из двух частей: головки и стержня.



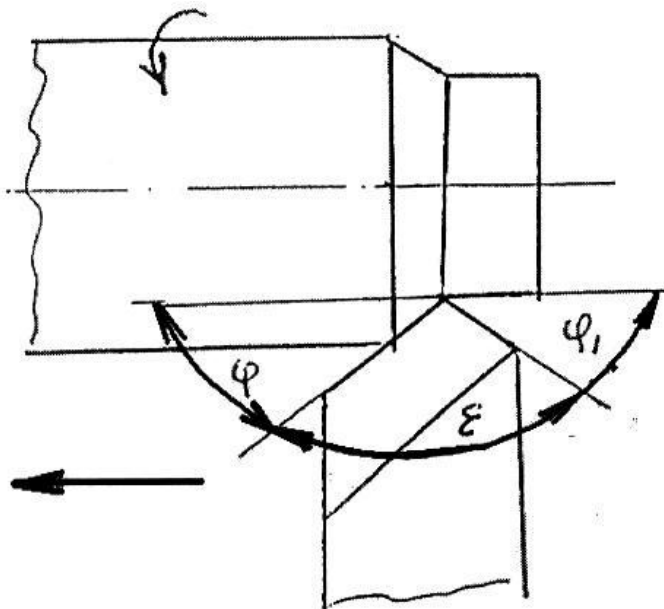
Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к плоскости резания и основной плоскости.

К главным углам резца относятся: передний угол (γ), задний угол (α), угол заострения (β) и угол резания (δ).



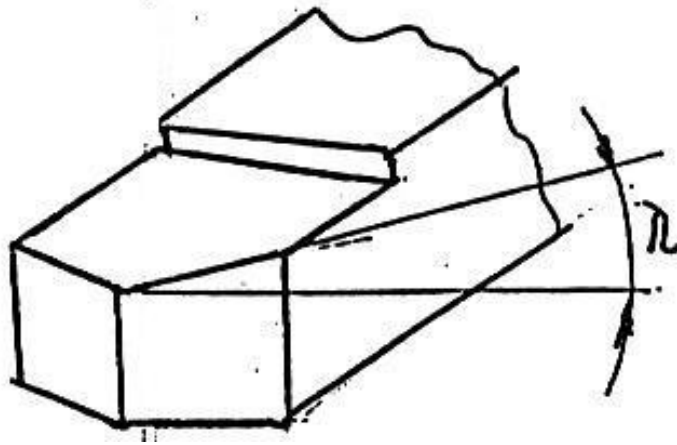
$$\gamma + \beta + \alpha = 90^\circ, \delta = \alpha + \beta, \delta = 90^\circ - \gamma$$

К углам в плане относятся: главный угол в плане (ϕ), вспомогательный угол в плане (ϕ_1), угол к вершине (ϵ).



$$\phi + \epsilon + \phi_1 = 180^\circ$$

Углом наклона главной режущей кромки (λ) – называется угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости.



Основные типы токарных резцов: прямой проходной, проходной отогнутый, проходной упорный, подрезной, отрезной, расточной для сквозного отверстия, расточной для глухого отверстия.

Режущая часть резца изготавливается из быстрорежущих сталей (P6M5), с пластинами твердого сплава (T15K6, BK6), минералокерамики (ЦМ-332), из сверхтвердых материалов: эльбор-Р, композит и т.д.

Измерения основных параметров резцов производятся универсальными измерительными средствами. Длина, высота и ширина державки измеряются с помощью штангенциркуля и масштабной линейки, профили резбовых резцов контролируются с помощью специальных шаблонов. Углы резца измеряются универсальными угломерами.

Универсальный угломер – ЛМТ предназначен для измерения основных углов резца. Плита 1 (основание) угломера, в соответствии с рисунком 4, служит основной плоскостью. На вертикальной стойке 2 перемещается устройство, состоящее из бока 3 и трех шкал с измерительными линейками 4 (ножами). Шкальное устройство направляется на стойке по шпоночному пазу и при необходимости (после ослабления фиксатора 6) может проворачиваться вокруг оси стойки и фиксироваться в любом положении по высоте. Измерительные ножи шкальных устройств снабжены винтами, позволяющими фиксировать требуемое положение ножей по отношению к измеряемой поверхности. Основная плоскость угломера снабжена направляющей линейкой 5, служащей для правильной установки резца при измерении углов φ и φ_1 .

На рисунке 5 приведены методы измерения углов токарного проходного прямого правого резца прибором типа ЛМТ. Для измерения переднего угла γ измерительная линейка шкального блока настраивается «на глаз» перпендикулярно главной режущей кромке до соприкосновения с передней поверхностью резца. При этом указатель измерительной линейки, отклоняясь влево от нуля, показывает положительное значение угла γ . При отрицательном значении γ отсчет угла производится вправо от нуля.

Задний угол α измеряется аналогично переднему. В этом случае измерительная линейка доводится до полного контакта с главной задней поверхностью. Значение угла α отсчитывается вправо от нуля.

Для измерения углов в плане резец устанавливается на плите до соприкосновения с направляющей линейкой, а шкальное устройство поворачивается на стойке в требуемое положение до соприкосновения измерительной линейки с главной или вспомогательной режущей кромкой. Значение угла φ отсчитывается влево от нуля, а угла φ_1 вправо от нуля.

Для измерения угла наклона главной режущей кромки λ шкальное устройство поворачивается на стойке в требуемое положение до соприкосновения с вершиной резца. При этом положение главной режущей кромки устанавливается параллельно вертикальной плоскости измерительного ножа. При повороте измерительной линейки до соприкосновения в главной режущей кромкой указатель фиксирует значение угла наклона λ . Отсчет угла λ вправо от нуля характеризуется его отрицательным значением, а влево от нуля положительным (для правого резца, для левого - наоборот).

Измерительные приборы и методы измерения

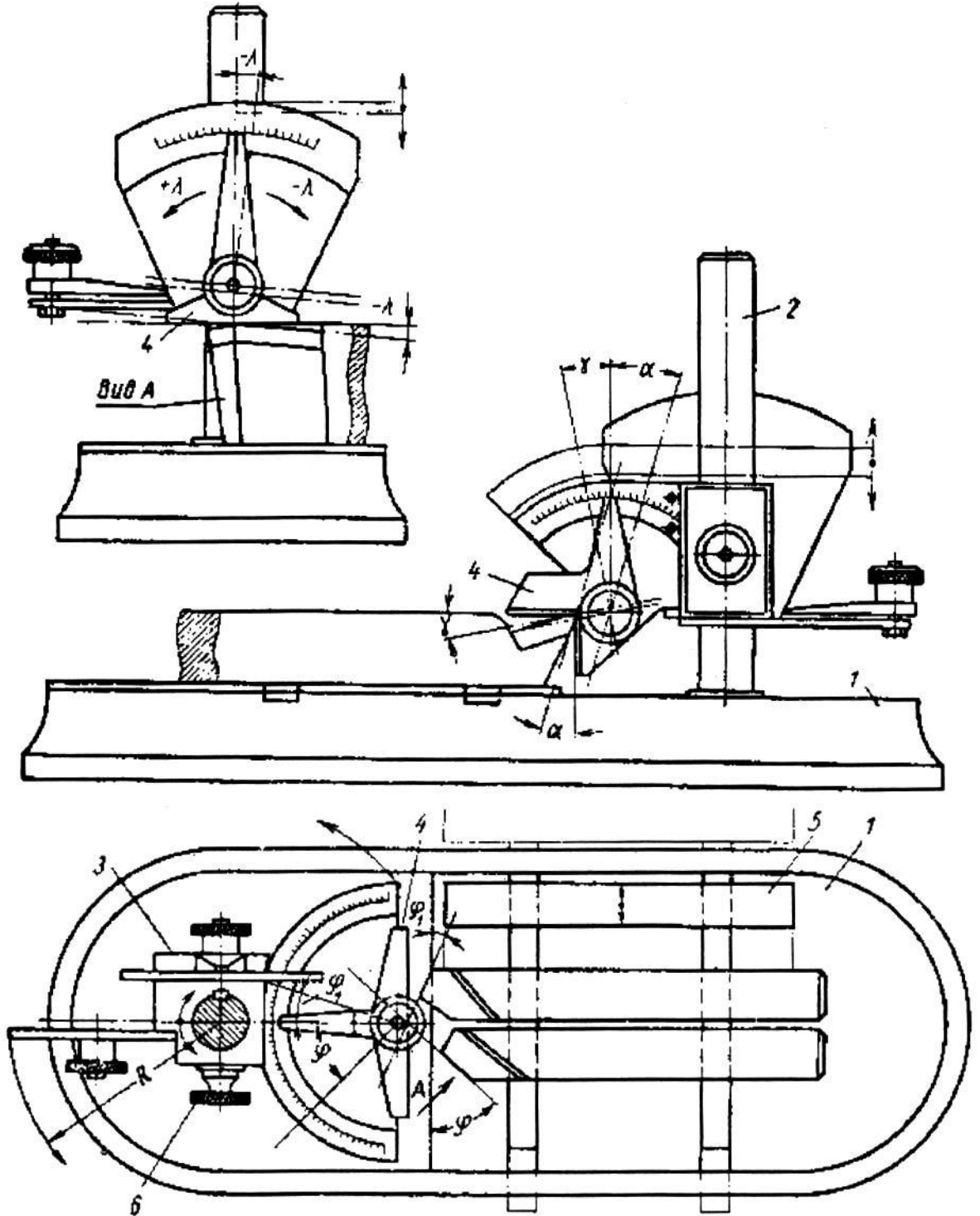


Рис. 4

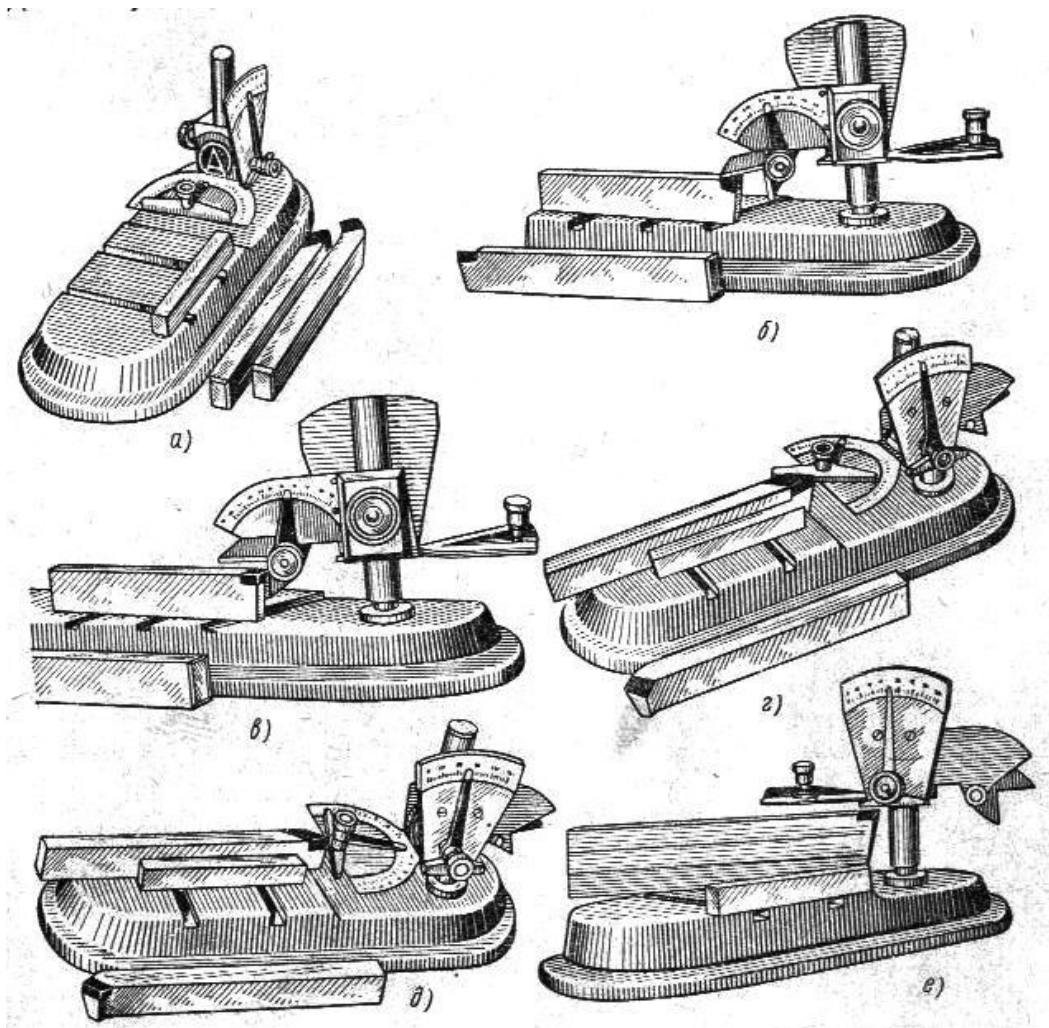


Рис. 5

- а) – общий вид
- б) - схема измерения угла γ
- в) – схема измерения угла α
- г) – схема измерения угла φ
- д) – схема измерения угла φ_1
- е) – схема измерения угла λ

Методика измерения углов показана на следующих рисунках

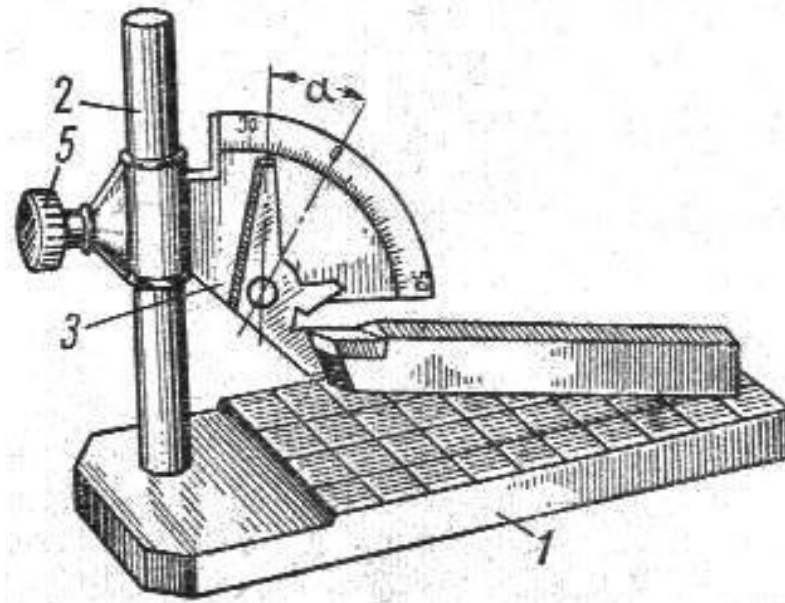


Рис. 6. Измерение главного заднего угла

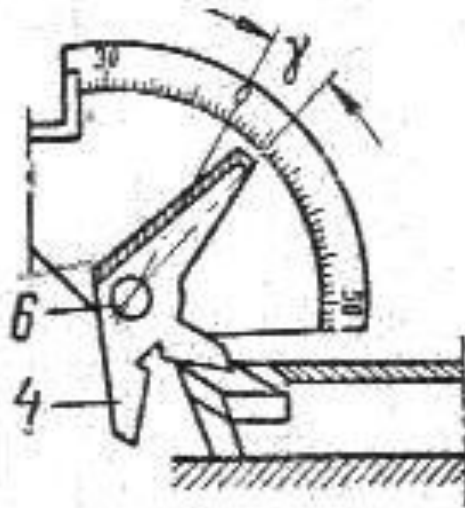


Рис. 7. Измерение главного переднего угла

5. Задание:

1. Определить тип резца, материал режущей части и конструктивные элементы: ширину «В», высоту «Н» и длину «L».
2. Познакомиться с устройством угломеров и методикой измерения углов.
3. Измерить главные углы резца: γ , α , β . Рассчитать значение углов β и δ .
4. Измерить углы φ и φ_1 . Рассчитать значение угла при вершине ϵ .
5. Измерить угол наклона главной режущей кромки.
6. Начертить схему обработки рассматриваемых резцов. Показать главные углы резцов в главной секущей плоскости, углы в плане φ , φ_1 , ϵ и угол наклона главной режущей кромки "λ".

6. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и данными методическими указаниями.
2. Определить типы резцов, рассмотреть элементы головки. Если эта часть работы вызовет затруднения, то необходимо воспользоваться литературой [1] стр. 217-219, где изображены эскизы различных типов резцов.

3. Выполнить эскизы резцов.
4. По маркировке на одной из боковых сторон строжня резца определить материал режущей части каждого резца и записать в графе 2 карты-отчета.
5. Масштабной линейкой измерить основные линейные размеры резца: ширину «В», высоту «Н» и общую длину «L». Полученные размеры (в мм) записать в графу 3 карты-отчета.
6. Настольным угломером МИЗ и ЛМТ, которые имеются на каждом учебном месте, измерить главный передний угол "γ", главный задний угол "α", угол наклона главной режущей кромки "λ". Значения углов записать в графы 4, 5, 11.
7. Рассчитать величины углов заострения "β", углов резания δ по формулам:

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

$$\delta = 90^\circ - \gamma \quad \text{или} \quad \delta = \alpha + \beta$$
 Полученные значения записать в графы 6 и 7.
8. Угломером ЛМТ измерить углы в плане "φ", φ₁. Рассчитать значение угла при вершине "ε" по формуле $\epsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$. Полученные значения величин углов занести в графы 8, 9, 10.

7. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Перечень используемого оборудования.
3. Задание.
4. Эскизы резцов.
5. Схемы обработки резцов с сечением по главной секущей плоскости и обозначением главных углов резца, углов в плане и угла наклона главной режущей кромки.
6. Карта-отчет с результатами измерений.

8. Контрольные вопросы:

1. Назовите поверхности токарного резца.
2. Что называется плоскостью резания?
3. При каких значениях угла "γ" угол резания "δ" больше 90°?
4. Какие резцы имеют главный угол в плане 90°?

КАРТА-ОТЧЕТ

наименование, тип резца	материал режущей части	основные размеры В × Н × L	УГЛЫ РЕЗЦА							
			главный передний	главный задний	угол заострения	угол резания	главный угол в плане	вспомогательный угол в плане	угол при вершине	угол наклона главной режущей кромки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

КАРТА-ОТЧЕТ

наименование, тип резца	материал режущей части	основные размеры В × Н × L	УГЛЫ РЕЗЦА							
			главный передний	главный задний	угол заострения	угол резания	главный угол в плане	вспомогательный угол в плане	угол при вершине	угол наклона главной режущей кромки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Практическая работа № 2

Расчёт режимов резания при точении

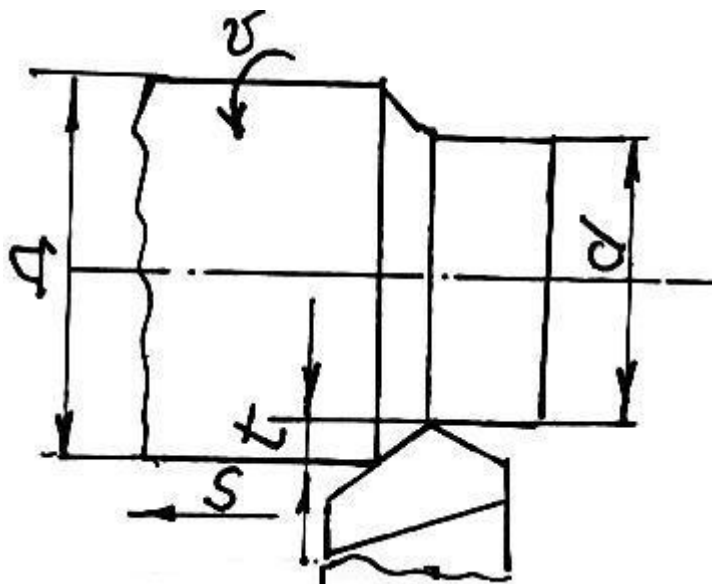
1. Цель работы: приобретение навыков в определении режимов резания и основного времени при точении.

2. Краткие теоретические сведения:

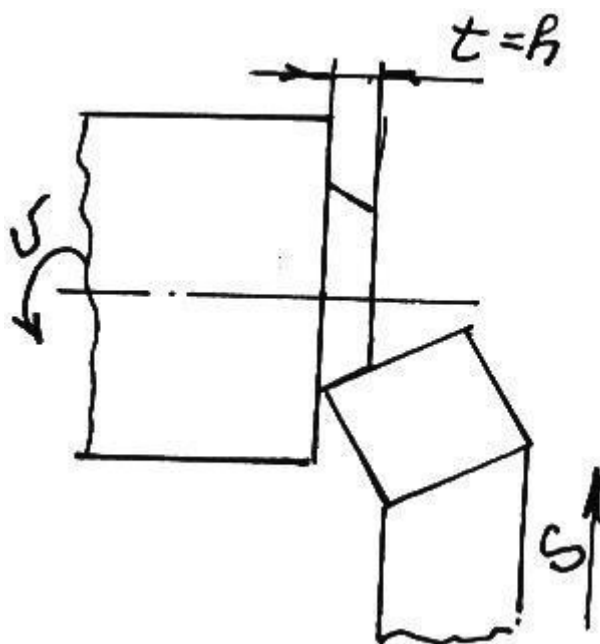
К элементам режимов резания относятся: глубина резания « t », скорость резания « V » и подача резца « S ».

Глубина резания (t) – величина срезаемого слоя металла или это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное перпендикулярно к обработанной.

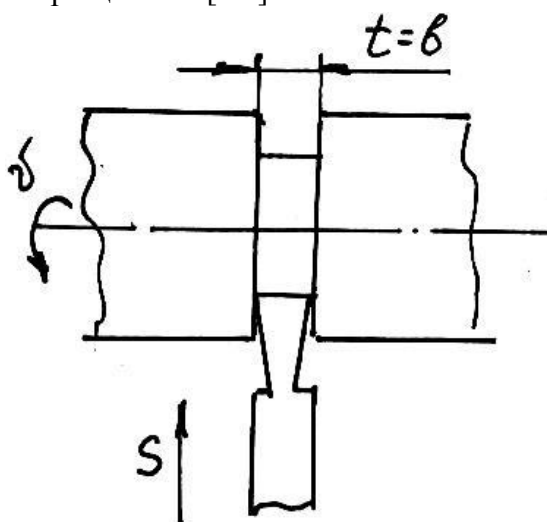
При продольном точении глубина резания определяется по формуле $t = \frac{D-d}{2}$ [мм].



При подрезании торца $t=h$ [мм]



При работе отрезным резцом $t=b$ [мм]



Скоростью резания « V » называется величина перемещения заготовки относительно главной режущей кромки резца в единицу времени, в направлении главного движения (вращения заготовки). Скорость резания можно определить по формуле

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \quad [\text{м/мин}],$$

где D – наибольший диаметр в мм.

Если известна скорость резания « V », то частота вращения $n = \frac{1000 V}{\pi D}$ [мин⁻¹]

Подача « S » (скорость подачи) – величина перемещения режущей кромки резца относительно поверхности резания в единицу времени в направлении движения подачи. При токарной обработке подача может быть продольной, поперечной и наклонной.

Можно рассмотреть подачу за один оборот заготовки

$$S \text{ мм/об или минутную подачу } S_{\text{мин}} = n \cdot S \quad \left[\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right].$$

Основное время – время, в течение которого происходит снятие стружки. Основное время определяется по формуле

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{S_n} \cdot i \text{ [мин]}$$

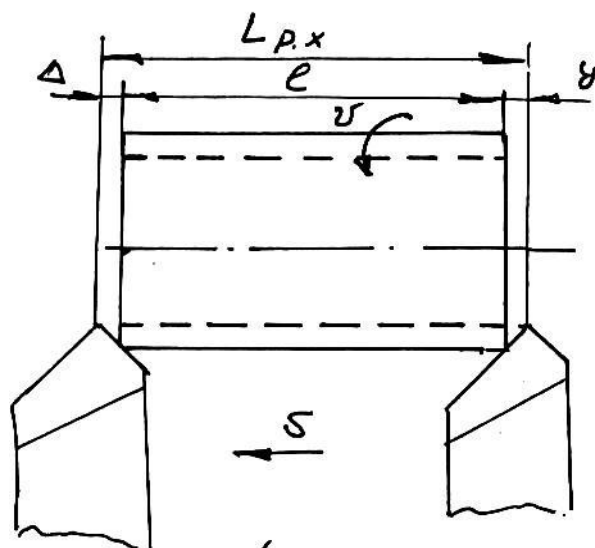
$L_{рх}$ - длина рабочего хода $L_{рх} = l + y + \Delta$,

l – длина обработки,

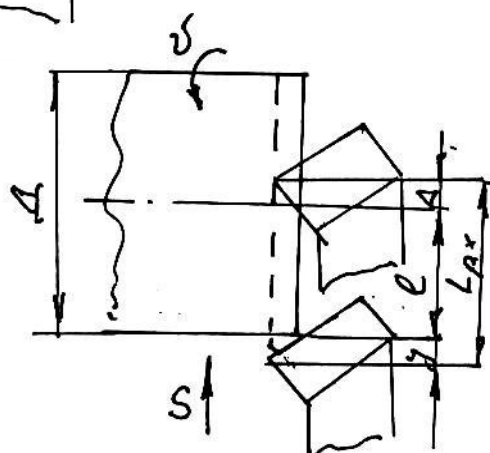
y – врезание резца,

Δ - перебег резца,

i – число проходов резца.



Продольное точение



Поперечное точение

4. Задания:

1. Определить скорость главного движения резания « V », частоту вращения шпинделя « n », скорость движения подачи « S » и глубину « t » при точении при заданных данных.

2. Определить основное время при точении при заданных данных. Начертить схему обработки, показать положение резца в начале и конце обработки, обозначить длину рабочего хода резца.

Варианты задания

1. Задачи 3, 4, 5, 6 [2.2], стр. 56-58.

2. Задачи 7, 8, 9 [2.2], стр. 59-61.

5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Решить задачи по указанию преподавателя по определению элементов режимов резания.
3. Решить задачи по определению основного времени, на эскизе обработки показать величину рабочего хода резца.

6. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Определение режимов резания при точении.
3. Определение основного времени при точении.
4. Схемы обработки при точении с положениями резца в начале и конце обработки.

7. Контрольные вопросы:

1. Что называется скоростью резания при точении?
2. Как изменяется величина скорости резания вдоль режущей кромки резца в положении резца относительно оси заготовки?
3. Какие величины подачи можно рассмотреть при точении?
4. Как определяется величина глубины резания при перемещении резца вдоль оси заготовки, перпендикулярно оси заготовки?
5. Как определить величину частоты вращения заготовки, если известна скорость резания?

Практическая работа № 3

Расчет мощности, затрачиваемой на резание при точении

1. Цель работы: приобретение навыков в определении мощности, затрачиваемой на резание при точении.

2. Краткие теоретические сведения:

Чтобы снять при резании тот или иной слой металла, необходимо преодолеть сопротивление, оказываемое обрабатываемым материалом. В результате сопротивления обрабатываемого материала резанию режущий инструмент испытывает большое напряжение.

Усилие, потребное на процесс резания, складывается из:

- а) усилия, потребного на пластическую деформацию обрабатываемого металла;
- б) усилия, необходимого для упругой деформации металла;
- в) усилия, необходимого для преодоления сил трения стружки о резец и резца об обрабатываемую деталь.

Перечисленные выше усилия, складываясь, дают одну общую равнодействующую.

При расчетах и различного рода исследованиях общее усилие резания разлагают на составляющие, действующие в направлениях, наиболее важных с точки зрения факторов, влияющих на процесс резания.

При продольном точении сопротивление резанию может быть представлено как равнодействующая трех взаимно перпендикулярных сил.

P_z – вертикальная или тангенциальная сила (сила резания), действующая в вертикальном направлении по касательной к обрабатываемой поверхности;

P_x – осевая сила или усилие подачи, действующая в горизонтальном направлении параллельно подаче;

P_y – радиальная сила, действующая в горизонтальном направлении перпендикулярно оси детали.

Формулы для подсчета сил P_y, P_x, P_z при точении

При практических расчетах наибольшее применение имеют эмпирические формулы:

$$P_z = 10 C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot V^n \cdot K_{Pz} \quad [\text{H}]$$

$$P_y = 10 C_{Py} \cdot t^{X_{Py}} \cdot S^{Y_{Py}} \cdot V^n \cdot K_{Py} \quad [\text{H}]$$

$$P_x = 10 C_{Px} \cdot t^{X_{Px}} \cdot S^{Y_{Px}} \cdot V^n \cdot K_{Px} \quad [\text{H}],$$

где C_{Pz}, C_{Py}, C_{Px} - коэффициенты, характеризующие физико-механические свойства обрабатываемого металла;

t - глубина резания в мм;

S - подача в мм/об;

$X_{Pz}, Y_{Pz}, X_{Py}, Y_{Py}, X_{Px}, Y_{Px}, n$ – показатели степеней при глубине резания, подаче и скорости резания;

K_{Pz}, K_{Py}, K_{Px} – общие справочные коэффициенты, учитывающие конкретные условия обработки.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{6120} \quad [\text{кВт}],$$

где $P_z \cdot V$ - работа, совершаемая при точении.

3. Задания:

1. Определить составляющие силы резания при точении P_z, P_y, P_x .
2. Определить мощность, затрачиваемую на резание при точении.

Варианты задания

1. Задача 10 - варианты 1 ... 10 [2.2], стр. 65-66.
2. Задача 11 – варианты 1 ... 10 [2.2], стр. 67.

4. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Решить задачи по указанию преподавателя по определению составляющих P_z, P_y, P_x силы резания при точении. Определить мощность резания, затрачиваемую при точении.

5. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.

2. Определение составляющих силы резания при точении: P_z, P_y, P_x .
3. Определение мощности, затрачиваемой на резание при точении.

7. Контрольные вопросы:

1. Источники силы сопротивления резанию при точении.
2. Факторы, влияющие на величину составляющих силы резания при точении.
3. Как физико-механические свойства обрабатываемого материала влияют на величину составляющих силы резания при точении?
4. Как найти равнодействующую составляющих силы резания?

Примеры

Определить составляющую силы резания P_z, P_y, P_x при продольном точении

Заготовки из стали 40 с пределом прочности $\sigma_B = 650 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ резцом с пластинкой твердого сплава Т14К8. Глубина резания $t=3$ мм, подача резца $S=0,6$ мм/об, скорость резания $V=130$ м/мин. Геометрические параметры резца: форма передней поверхности – радиусная с фаской $\varphi = 60^\circ; \varphi_1 = 10^\circ; \alpha = 8^\circ; \gamma = 12^\circ; \lambda = +5^\circ; r = 1$ мм.

Примечание: значение коэффициентов в формулах сил резания P_z, P_y, P_x , показатели степеней и поправочные коэффициенты выбираются по таблицам «Справочники технолога машиностроителя» том 2, изд. «Машиностроение», М., 1986.

Решение

Определение силы P_z

$$P_z = 10 C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot V^n \cdot K_{Pz} \text{ [Н]}.$$

$$C_{Pz} = 300 \quad [2.3] \text{ стр. 273-275}$$

$$X_{Pz} = 1,0$$

$$Y_{Pz} = 0,75$$

$$n = -0,15$$

$$K_{Pz} = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{j p} \cdot K_{\lambda p} \quad [2.3] \text{ стр. 264}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p}$$

$$n_p = 0,75$$

$$K_{MP} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,87^{0,75} \approx 0,9$$

$$K_{\varphi p} = 0,94 \quad [2.3] \text{ стр. 275}$$

$$K_{r p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{Pz} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,845$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 130^{-0,15} \cdot 0,845 = 300 \cdot 3 \cdot 0,68 \frac{1}{2,075} \cdot 0,845 = 2500 \text{ [Н]}$$

Определение силы P_Y

$$P_Y = 10 C_{PY} \cdot t^{X_{PY}} \cdot S^{Y_{PY}} \cdot V^n \cdot K_{PY} \text{ [Н]}.$$

$$C_{PY} = 243 \quad [2.3] \text{ стр. 273-274}$$

$$X_{PY} = 0,9$$

$$Y_{PY} = 0,6$$

$$n = -0,3$$

$$K_{PY} = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{jp} \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_p} \quad [2.3] \text{ стр. 264}$$

$$n_p = 1,35$$

$$K_{MP} = \left(\frac{650}{750}\right)^{1,35} = 0,87^{1,35} = 0,83$$

$$K_{\varphi p} = 0,77$$

$$K_{jp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1,25$$

$$K_{PY} = 0,83 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1,25 = 0,8$$

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 130^{-0,3} \cdot 0,8 = 243 \cdot 2,688 \cdot 0,74 \cdot \frac{1}{4,307} \cdot 0,8 = 890 \text{ [Н]}$$

Определение силы P_X

$$P_X = 10 C_{PX} \cdot t^{X_{PX}} \cdot S^{Y_{PX}} \cdot V^n \cdot K_{PX} \text{ [Н]}.$$

$$C_{PX} = 339 \quad [2.3] \text{ стр. 273}$$

$$X_{PX} = 1$$

$$Y_{PX} = 0,5$$

$$n = -0,4$$

$$K_{PX} = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{jp} \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_p} \quad [2.3] \text{ стр. 264}$$

$$n_p = 1$$

$$K_{MP} = \frac{65}{75} = 0,87$$

$$K_{\varphi p} = 1,11$$

$$K_{jp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 0,85$$

$$K_{PX} = 0,87 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,82$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 130^{-0,4} \cdot 0,82 = 339 \cdot 3 \cdot 0,77 \cdot \frac{1}{7,008} \cdot 0,82 = 920 \text{ [Н]}$$

Определение мощности, затрачиваемой на резание при точении

При точении мощность затрачивается на преодоление сил P_z, P_y, P_x .

При обычных условиях работы мощность, затрачиваемая на преодоление силы P_x мала по сравнению с мощностью, затрачиваемой на преодоление силы P_z ($N_{P_x} = 1\% - 2\%$ от N_p). При продольном точении резец не имеет передвижения в поперечном направлении, следовательно, $V_y = 0$ и мощность $N_{P_y} = 0$. Пренебрегая величиной мощности N_{P_x} , мощность резания можно определить по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} \text{ кВт,}$$

где P_z – усилие резания в кг;

V – скорость резания в м/мин.

Полная мощность на приводе станка равна:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta$$

N_d – мощность двигателя станка;

η – КПД станка берется из паспорта станка.

Для осуществления процесса резания на заданном станке необходимо, чтобы мощность на шпинделе станка была больше мощности резания, т.е.

$$N_{\text{шп}} \geq N_{\text{рез}}$$

Пример

Определить мощность резания $N_{\text{рез}}$ при продольном точении заготовки. Тангенциальная сила резания $P_z = 250$ кг. Скорость резания $V = 130$ м/мин.

Решение

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{250 \cdot 130}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = 5,3 \text{ [кВт.]}$$

Практическая работа № 4

Расчет скорости резания, допускаемой режущими свойствами резца

1. Цель работы: приобретение навыков по расчету скорости резания, допускаемой режущими свойствами резцов.

2. Краткие теоретические сведения:

На скорость резания, допускаемую резцом, влияют следующие факторы: стойкость режущего инструмента; физико-механические свойства обрабатываемого металла; материал режущей части инструмента, подача, глубина резания, геометрические элементы режущей части резца: размеры сечения державки резца; смазывающе-охлаждающая жидкость; максимально допустимая величина износа резца; вид обработки.

Скорость резания, допускаемая резцом, при точении может быть подсчитана по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} K_v \text{ [м/мин]}$$

где C – коэффициент, характеризующий физико-механические свойства обрабатываемого металла и условия его обработки;

T – стойкость режущего инструмента в мин.;

m – показатель относительной стойкости;

t – глубина резания в мм.;

S – подача в мм/об;

m, x_v, y_v – показатели степеней;

K_v - общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{ov}$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал режущей части резца;

$K_{\phi v}$ – коэффициент, учитывающий значение угла в плане;

K_{ov} – коэффициент, учитывающий вид обработки.

3. Задание:

Определить значение скорости резания « V », допускаемую режущими свойствами резца при заданных условиях обработки.

Варианты задания

Задача 13 (варианты 1 ... 10)

Задача 14 (варианты 1 ... 10)

Задача 15 (варианты 1 ... 10)

По [2.2] стр. 68-75

4. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Решить задачи по указанию преподавателя по определению величины скорости резания, допускаемой режущими свойствами резцов.

5. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Решение задач по определению величины скорости, допускаемой режущими свойствами резцов.

6. Контрольные вопросы:

1. Что называется скоростью резания при точении?
2. Перечислите факторы, влияющие на величину скорости резания при точении.
3. Какова зависимость между скоростью резания и стойкостью резца? Что понимается под стойкостью резца?

4. Что представляет общий поправочный коэффициент и от чего зависит его величина?

Пример

Определить значение скорости резания, допускаемой режущими свойствами резца, при наружном продольном точении заготовки из серого чугуна НВ 210. Заготовка – отливка с коркой. Диаметр обрабатываемой поверхности $D = 100$ мм. Глубина резания $t = 4$ мм. Подача резца $S = 0,35$ мм/об. Стойкость резца $T = 60$ мин. Марка инструментального материала ВК 8. Форма передней поверхности – плоская с фаской. Геометрия резца: $\varphi = 60^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$.

Примечание: значения коэффициентов и показателей берутся из «Справочника технолога машиностроителя» том 2, изд. «Машиностроение», М., 1986.

Решение

Допускаемая резцом скорость резания подсчитывается по формуле

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^{X_V} \cdot S^{Y_V}} K_V \text{ [м/мин]}$$

$$C_V = 292$$

$$X_V = 0,15 \quad [2.3] \text{ стр. 269-270}$$

$$Y_V = 0,20$$

$$m = 0,20$$

$$K_V = K_{m_V} \cdot K_{n_V} \cdot K_{u_V} \cdot K_{\varphi_V} \cdot K_{o_V}$$

$$K_{m_V} = \left(\frac{190}{\text{HB}}\right)^{1,25} = \left(\frac{190}{210}\right)^{1,25} = 0,91^{1,25} = 0,877 \quad [2.3] \text{ стр. 261}$$

$$K_{n_V} = 0,8 \quad [2.3] \text{ стр. 263 табл. 5}$$

$$K_{u_V} = 0,83 \quad [2.3] \text{ стр. 263 табл. 6}$$

$$K_{\varphi_V} = 0,9 \quad [2.3] \text{ стр. 271 табл. 18}$$

$$K_{o_V} = 1 \quad [2.3] \text{ стр. 270 приложение}$$

$$K_V = 0,877 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,52$$

$$V = \frac{292}{60^{0,20} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,35^{0,20}} \cdot 0,52 = \frac{292}{2,268 \cdot 1,23 \cdot 0,811} \cdot 0,52 = 67,5 \text{ [м/мин]}$$

Практическая работа № 5

Измерение конструктивных и геометрических параметров сверл

1. Цель работы: научиться измерять конструктивные и геометрические параметры спирального сверла.

2. Оборудование:

1. Сверло спиральное (количество сверл должно соответствовать числу рабочих мест).

2. Линейка масштабная.

2. Шаблоны для измерения геометрических элементов режущей части сверл.

3. Краткие теоретические сведения:

Сверление – самый распространенный метод получения отверстий. Спиральное сверло состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. На рабочей части сверла профрезерованы две спиральные (винтовые) канавки, образующие два рабочих зуба.

Рабочая часть включает в себя режущую и цилиндрическую части с двумя ленточками, обеспечивающими направление и центрирование сверла в отверстии.

Режущая часть имеет две режущие кромки, образованные пересечением передних и задних поверхностей, которые снимают обрабатываемый материал.

Шейка – технологическая часть, соединяющая рабочую часть сверла с хвостовиком.

Хвостовик служит для закрепления сверла в шпинделе станка и передаче сверлу крутящего момента.

Лапка – служит упором при выбивании сверла из переходной втулки.

Основные углы сверла:

- угол наклона поперечной режущей кромки образуется между проекциями поперечной кромки и главными режущими кромками на плоскость, перпендикулярную оси сверла;

- угол наклона винтовой канавки – угол, заключенный между направлением оси сверла и касательной к ленточке;

- угол при вершине – угол, заключенный между режущими кромками.

Сверло имеет различные формы заточки:

Н – нормальная;

НП – нормальная с подточкой поперечной режущей кромки;

ДП – двойная с подточкой поперечной режущей кромки;

ДПЛ – двойная с подточкой поперечной режущей кромки и ленточки;

ЖДП – сверло конструкции В.И. Жирлова имеет двойную или тройную заточку по задней поверхности и сильно подточенную перемычку, т.е. поперечное лезвие у такого сверла отсутствует.

Материалом для изготовления режущей части сверла может быть быстрорежущая сталь (Р6М5), либо пластины из твердого сплава (Т15К6, ВК6).

4. Задание:

1. Определить материал режущей части сверла, который обозначен на шейке сверла.

2. Определить тип хвостовика.

3. Определить форму заточки сверла.

4. Определить линейные размеры сверла: диаметр, общую длину, длину рабочей и режущей части, длину перемычки, лапки, ширину ленточки.

5. Определить угловые параметры сверла: угол при вершине, угол наклона поперечной кромки, угол наклона винтовой канавки.

6. Выполнить эскиз сверла с обозначением линейных и геометрических параметров.

5. Порядок выполнения работы:

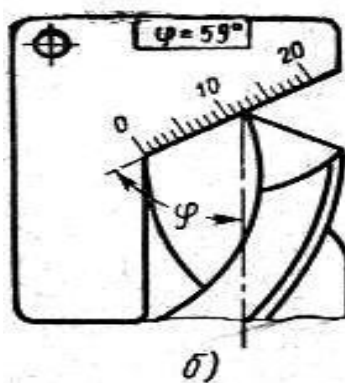
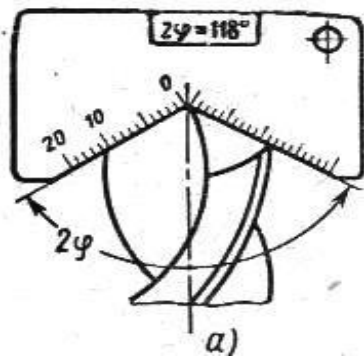
1. Внимательно рассмотреть предложенное сверло, определить тип сверла, материал режущей части, тип хвостовины и форму заточки, эти данные записать в графы 1, 2, 3, 4 карты-отчета.

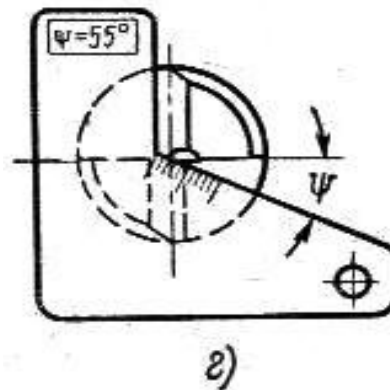
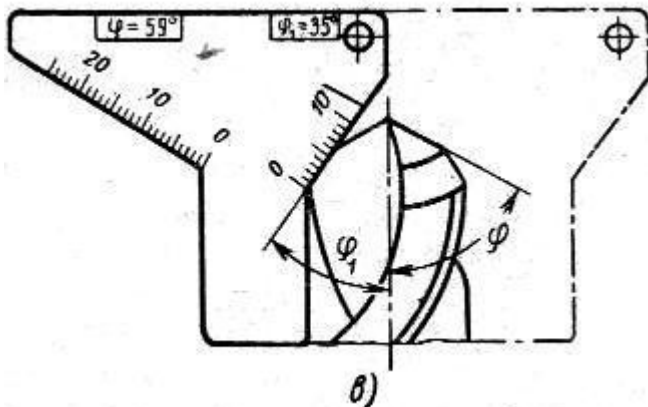
2. Масштабной линейкой и штангенциркулем измерить основные размеры сверла. Результаты измерений записать соответственно в графы 7-11.

3. Шаблонном измерить угол при вершине 2φ .

Угол наклона поперечной кромки ψ .

Угол наклона винтовой канавки ω .





7.

Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Перечень используемого оборудования.
3. Задание.
4. Карта-отчет с результатами измерений.
5. Эскиз сверла, с обозначением линейных и геометрических параметров.

8. Контрольные вопросы:

1. Для чего подсчитывается поперечная режущая кромка при заточивании сверла?
2. Назовите основные формы заточки сверла и область их применения.
3. Каково назначение ленточек сверла?
4. Для чего служить лапка у сверла?
5. Какие движения сообщают сверлу при обработке отверстия на сверильном стан-

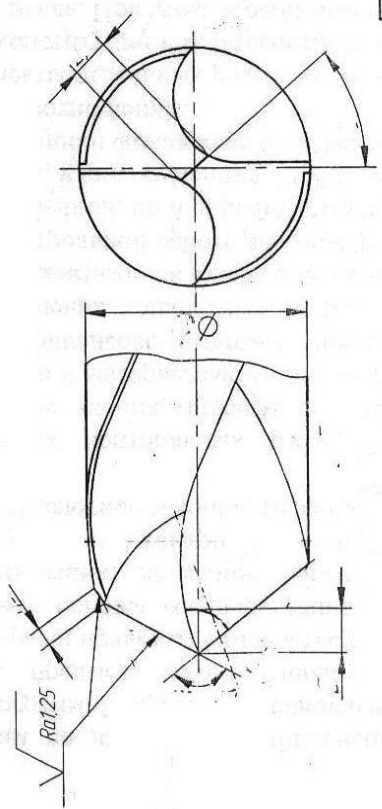
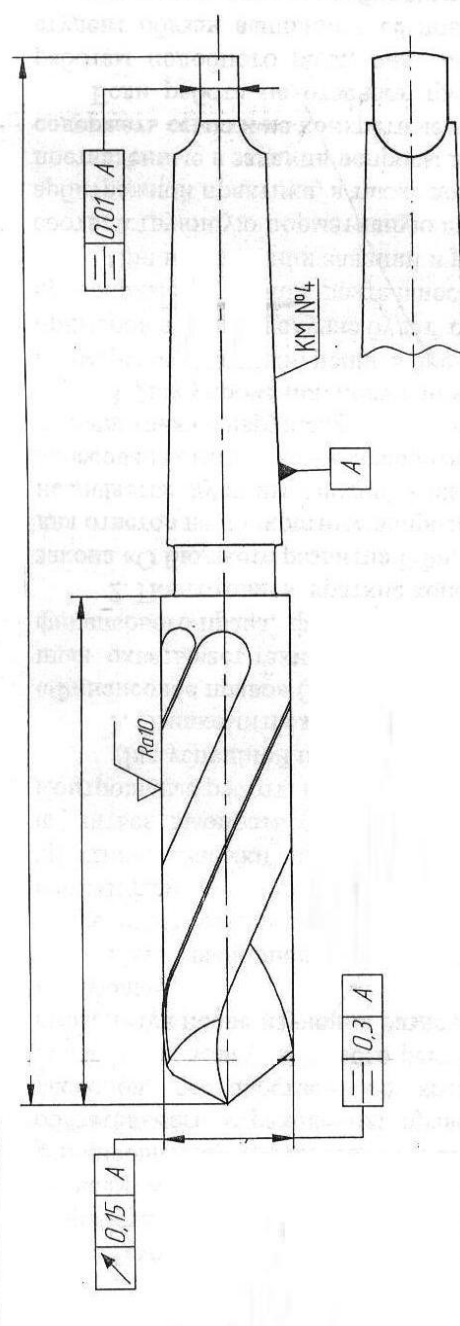
ке?

КАРТА-ОТЧЕТ

1		Тип сверла	
2		Материал режущей части	
3		Тип хвостовика	
4		Форма заточки	
5	D	Диаметр сверла	Линейные размеры (мм)
6	L	Общая длина	
7	l	Длина рабочей части	
8	l ₁	Длина режущей части	

9	l_2	Длина перемычки	
10	l_3	Длина лапки	
11	B	Ширина ленточки	
12	2φ	Угол при вершине	Угловые параметры (град)
13	φ	Угол наклона поперечной кромки	
14	ω	Угол наклона винтовой канавки	

✓ Ra3.2



1. Материал режущей части сверла - быстрорежущая сталь Р6М5
2. Материал хвостовой части - сталь 40Х по ГОСТ 4543-71*
3. Сверло должно удовлетворять техническим требованиям по ГОСТ 5756-81*Е
4. Неуказанные предельные отклонения размеров по $\pm IT14/2$ по ГОСТ 25347-82
5. Допускается сварка трением
6. Маркировать: диаметр сверла, марку стали режущей части, товарный знак завода изготовителя (15-Р18- \diamond)

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № инв.	Инд. № инв.	Подп. и дата

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.			
Т. констр.			
Н. констр.			
Упроб.			
Лист	Масса	Масштаб	Листов

Копировать
Формат А

Практическая работа № 6

Расчет и табличное определение режимов резания при сверлении, зенкеровании, развертывании

1. Цель работы: приобретение навыков по выбору режущего инструмента и оптимальных режимов резания при сверлении, зенкеровании, развертывании.

2. Краткие теоретические сведения:

В соответствии с видом, точностью и назначением отверстия в заготовке выбирается осевой инструмент:

- при сверлении и рассверливании – сверло спиральное;
- при зенкеровании отверстия – зенкер;
- при развертывании – развертка.

Выбор режущего инструмента

1) **Тип осевого инструмента** выбирается в зависимости от размеров, точности и назначения обрабатываемого отверстия по справочнику [2.3] стр. 137...150, 153 ... 154.

Например: для обработки отверстия $\varnothing 16H14$ принимаем сверло спиральное $D = 16$ мм.

2) **Материал режущей части** выбирается исходя из материала заготовки, его физико-математических свойств и условий обработки по справочнику [2.3] стр. 115 ... 118.

Например: для сверления с наивысшей производительностью отверстия в заготовке из конструкционной стали Ст 5-220 НВ, ($G_v = 600$ МПа), заготовка-поковка, поверхность с неснятой коркой, обработка с высокой динамической нагрузкой на систему СПИД – принимаем быстрорежущую сталь 1 группы (нормальной производительности) Р6М5 (6% вольфрама, 5% молибдена).

3) Геометрические параметры режущей части:

при обработке отверстия сверлением по справочнику [2.3], стр. 151, устанавливается форма заточки режущей части сверла в зависимости от его диаметра, материала заготовки, его механических свойств и состояния обрабатываемой поверхности.

Например: для сверления отверстия $\varnothing 16$ мм в конструкционной стали Ст 5 ($G_v = 600$ МПа, с неснятой коркой) принимаем форму заточки режущей части сверла ДП (двойная с подточкой перемычки). [2.3] стр. 151.

Углы сверла определяются по справочнику [2.1] стр. 275, [2.3] стр. 151-152.

Углы зенкера определяются по справочнику [2.3] стр. 151-155.

Углы развертки определяются по справочнику [2.3] стр. 160.

Последовательность назначения режимов резания

1) **Глубина резания** назначается в зависимости от вида обработки:

при сплошном сверлении $t = \frac{D}{2}$ [мм],

при рассверливании, зенкеровании и развертывании $t = \frac{D-d}{2}$ [мм].

2) **Подача на оборот инструмента** выбирается по справочнику [2.3] стр. 277-278 в зависимости от диаметра инструмента, материала заготовки и режущей части или по справочнику [2.4] стр. 550, для этого в начале следует выбрать группу (1, 2, 3) назначаемой подачи в зависимости от вида и условий обработки [2.4] стр. 550. После этого определяют отношение длины резания к диаметру, т.е. $1/D$. Затем нужно в зависимости от вида обработки, материала заготовки, выбранной группы подач, диаметра отверстия (инструмента) и отношения $1/D$ предварительно назначить подачу на оборот инструмента 5 мм/об. Подача корректируется по паспортным данным принятого станка [1.2] стр. 422. $S_{ст}$ [мм/об].

Принятое значение $S_{ст}$. Следует проверить по осевой силе, допускаемой прочностью механизма подачи станка. Для этого определяют осевую составляющую P_o силы резания в зависимости от вида обработки, диаметра обработки, подачи $S_{ст}$ и материала заготовки.

Осевую силу P_o можно определить аналитически по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^2 \cdot S^y \cdot K_p \quad [\text{Н}] \text{ при сверлении}$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \quad [\text{Н}] \text{ при рассверливании и зенкерования [2.3] стр. 281 или}$$

P_o можно определить по справочнику [2.4] стр. 561-562.

$$P_o = P_{табл} \cdot K_p \quad [\text{кгс}]$$

где K_p – поправочный коэффициент на табличное значение осевой силы, $P_{табл}$ в зависимости от твердости (или прочности) материала заготовки, [2.4] стр. 561 ... 562.

Осевая сила P_o определяется одним из методов по указанию преподавателя.

Далее необходимо выполнить условие:

$$P_o \leq P_{max}$$

где P_{max} - максимальное значение осевой составляющей силы резания, допускаемой механизмом подачи станка [2.2] стр. 422.

Примечание: при развертывании P_o не определяется ввиду малой величины.

3) Скорость резания.

Скорость главного движения, допускаема режущими свойствами материала инструмента определяют аналитически по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad [\text{м/мин}]$$

данные для определения «V» по формуле даны [2.3] стр. 276-280 или по нормативам по формуле:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad [\text{м/мин}]$$

где $V_{табл}$ - табличное значение скорости, принимаемое в зависимости от вида обработки, диаметра отверстия, глубины резания, принятой величины подачи $S_{ст}$, материала заготовки, материала режущей части инструмента. [2.4] с.553...555.

$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ - поправочные коэффициенты на табличное значение скорости в зависимости соответственно:

От твердости обрабатываемого материала, от периода стойкости инструмента, от отношения $1/D$ [2.4] стр. 553 ... 555.

Скорость резания определяется одним из методов по указанию преподавателя.

4) Частота вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания, определить по формуле:

$$n_{ш} = 1000 \frac{V}{\pi} \cdot D \text{ [мин}^{-1}\text{]}$$

После этого величину $n_{ш}$ следует скорректировать по паспортным данным станка и установить ее действительное (фактическое) значение $n_{ст}$ (корректируется в меньшую сторону).

5) Действительная (фактическая) скорость резания.

$$V_d = \pi D \cdot n_{ст} / 1000 \text{ [м/мин]}$$

6) Мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность, которую необходимо затратить на осуществление процесса резания, можно определить по формуле:

$$N_{рез} = M_{кр} \cdot n / 9750 \text{ [кВт]}$$
$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ [Нм]} \text{ [2.3] стр. 277 – 281}$$

или по формуле $N_{рез} = N_{табл} \cdot K \text{ [кВт]}$

где $N_{табл}$ - табличное значение мощности, определяемое в зависимости от вида обработки, материала заготовки, диаметра сверления (или глубины резания при зенкерованиях), принятой величины подачи $S_{ст}$ и действительной скорости резания V_d .

K – поправочный коэффициент на табличное значение мощности в зависимости от твердости или прочности материала заготовки [2.4] стр. 564-568.

Мощность, затрачиваемая на резание, определяется одним из методов по указанию преподавателя.

Примечание: при развертывании мощность, затрачиваемая на процесс резания, не определяется ввиду малой величины.

7) Проверка достаточности мощности привода станка.

На шпиндель сверильного станка поступает мощность, равная произведению мощности двигателя станка, умноженная на коэффициент полезного действия:

$$n_{ш} = N_d \cdot \eta \text{ [кВт]}$$

Величины N_d и η определяют по паспортным данным станка [2.1] стр. 422.

Обработка заданного отверстия при выбранном режиме резания (t , $S_{ст}$, V_d , $n_{ст}$) возможна, если справедливо неравенство:

$$N_{ш} \geq N_{рез}$$

Основное время.

Основное (технологическое) время определить по формуле:

$$T_o = L/n_{ст} \cdot S_{ст} [\text{мин}]$$

где L – полный путь инструмента в направлении движения подачи, мм.

$$L = (y + l + \Delta) [\text{мм}]$$

где l – глубина отверстия, мм;

y и Δ - соответственно: величины врезания и перебега инструмента, мм [2.4] стр.

466-468.

3. Задание:

Для обработки отверстия диаметром D и глубиной l в заданной детали необходимо:

- выполнить схему обработки,
- выбрать режущий инструмент,
- назначить оптимальные режимы резания для обработки с наивысшей производительностью,
- определить основное время.

Варианты задания

Задача 34 (варианты 1 ... 10)

Задача 35 (варианты 1 ... 10)

Задача 36 (варианты 1 ... 10)

Задача 37 (варианты 1 ... 10)

По [2.2] стр. 174-187.

Номер задачи и вариант выдается преподавателем.

4. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Выполнить технологическую схему заданного вида обработки в соответствии с точностью и назначением отверстия детали, указанных в исходных данных варианта задания, с пояснением основных движений.
3. Выбрать режущий инструмент: тип, материал режущей части, конструктивные и геометрические параметры.
4. Назначить режимы резания:
 - глубину резания,
 - подачу, подачу скорректировать по паспорту станка,
 - скорость резания,
 - частоту вращения шпинделя, скорректировать по паспорту станка,
 - действительную скорость резания,
 - мощность, затрачиваемую на обработку,
 - мощность шпинделя станка,
 - основное время.

5. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Задание.
3. Технологическая схема обработки.
4. Выбор режущего инструмента.
5. Назначение оптимальных режимов резания.
6. Определение основного времени.

6. Контрольные вопросы:

1. Какова область применения сверл, зенкеров, разверток? Почему эти инструменты называют осевыми?
2. Какие факторы влияют на выбор типа осевого инструмента?
3. Какие факторы влияют на выбор величины подачи S и скорости V при обработке осевым инструментом?
4. Чем конструктивно отличаются друг от друга сверло, зенкер, развертка?
5. Как определить, что режимы резания для данного вида обработки выбраны верно?
6. От чего зависит величина основного времени при обработке осевым инструментом?

Практическая работа № 7

Измерение конструктивных элементов и геометрических параметров фрез

1. Цель работы: научиться измерять и определять геометрические параметры и конструктивные элементы фрез.

2. Оборудование:

1. Фрезы различного типа (на каждом рабочем месте должно быть несколько типов фрез).
2. Линейка масштабная.
3. Штангенциркуль.
4. Угломер М.И. Бабчицицерава.
5. Лист копировальной бумаги.

3. Краткие теоретические сведения:

Фрезы применяются для обработки плоскостей, пазов, уступов, для нарезания зубьев шестерен, для нарезания резьбы и т.д.

Фреза – многозубый инструмент, представляющий собой тело вращения, на периферии которого или на торце расположены режущие зубья. Геометрия режущих элементов рассматривается в различных плоскостях:

- главный передний угол " γ " рассматривается в плоскости, перпендикулярной к главной режущей кромки в данной точке;
- главный задний угол " α " рассматривается в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы.

К геометрическим параметрам также относятся:

ω – угол наклона винтовой канавки, φ - углы в плане.

Для измерения углов γ и α применяется угломер Бабчициера, который относится к типу шкальных приборов.

К конструктивным элементам относятся:

диаметр фрезы; диаметр под оправку; ширина фрезы; шаг зубьев: торцевой, осевой, нормальный; число зубьев и т.д.

4. Задание:

1. Определить типы фрез, предложенных преподавателем и область их применения.
2. Для указанной фрезы определить геометрические параметры.
3. Определить линейные размеры: диаметр фрезы, диаметр под оправку, ширину, осевой шаг, торцевой шаг по спирали, шаг в нормальной плоскости.
4. Выполнить эскиз фрезы с обозначением линейных и геометрических параметров.

5. Порядок выполнения работы:

1. Рассмотреть предложенные фрезы и записать их типы и область применения.
2. Познакомиться с устройством угломера Бобчициера и принципом измерения углов. Прибор предназначен для измерения переднего " γ " и заднего " α " углов у фрез с прямым и винтовым зубом, прибор базируется при измерении углов на два соседних зуба.

Теоретической основой измерения шкалы прибора является хорда, проходящая через вершину 2-х смежных зубьев и опирающаяся на центральный угол между этими зубьями (рис. 1).

Принципиальная схема измерения на приборе

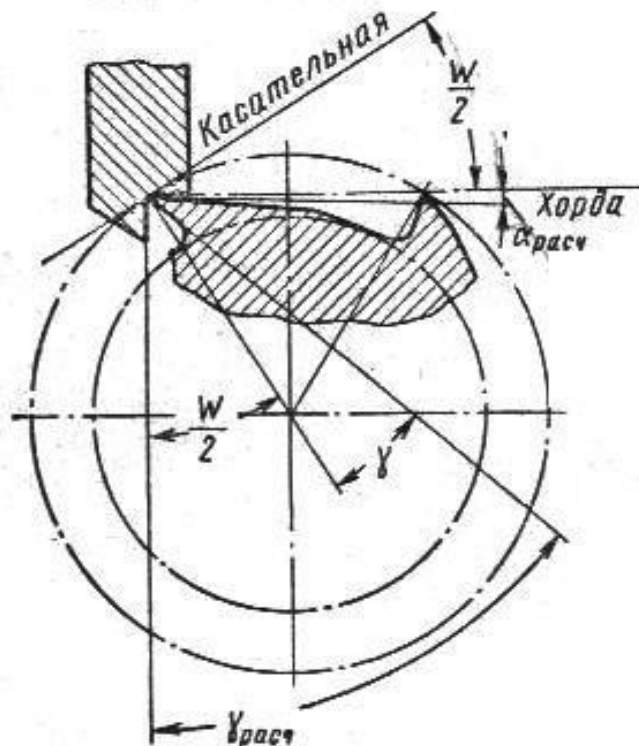


Рис. 1

3. Измерить передний " γ_T " и задний " α_T " углы в торцевой плоскости.

Для измерения угла α_T прибор устанавливают таким образом, чтобы плоскость пластины 3 измерительной линейки 11 совместилась с задней поверхностью зуба, а подвижная линейка 8 касалась вершины соседнего зуба (рис. 2).

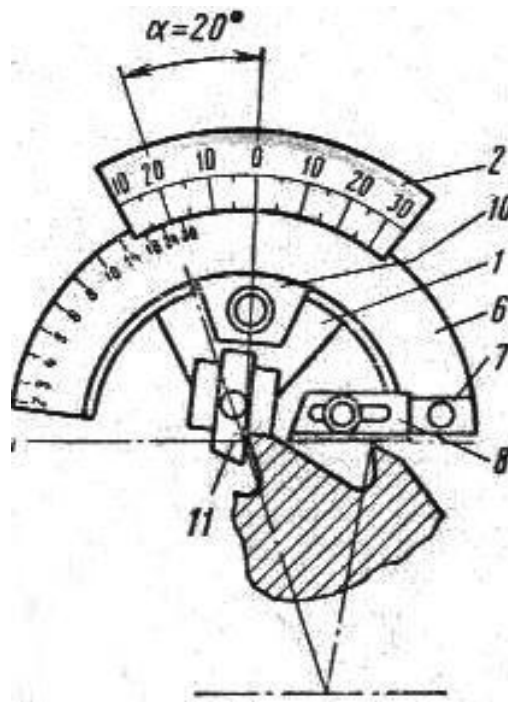


Рис. 2

Для измерения переднего угла γ_T измерительная линейка 11 устанавливается касательно к передней поверхности зуба фрезы (рис. 3).

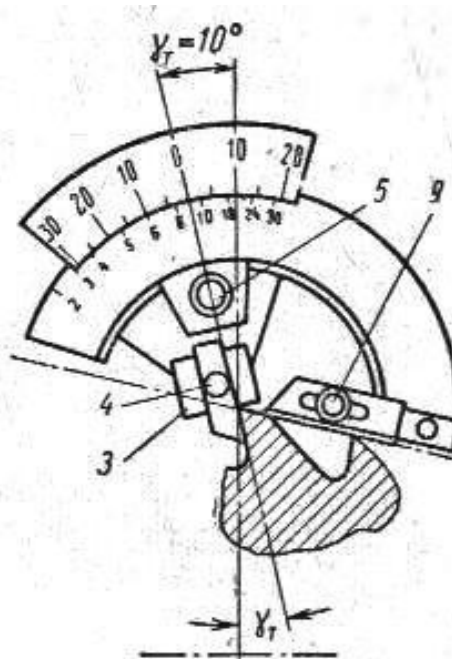


Рис. 3

4. Рассчитать значение заднего угла " α_H " и переднего угла " γ_H " в нормальной плоскости.

$$t_q \gamma_H = t_q t_T \cdot \cos \omega$$

$$t_q \alpha_H = t_q \alpha_T \cdot \cos \omega$$

$$\omega = 25^\circ$$

5. Масштабной линейкой и штангенциркулем измерить основные параметры фрезы:

- диаметр фрезы D_ϕ ;
- диаметр отверстия под оправку d_o ;
- ширину фрезы B_ϕ ;
- определить число зубьев Z .

6. Измерить угол наклона зубьев фрезы " ω " по отпечатку, который получается прокатыванием фрезы по листу бумаги, покрытому копировальной бумагой.

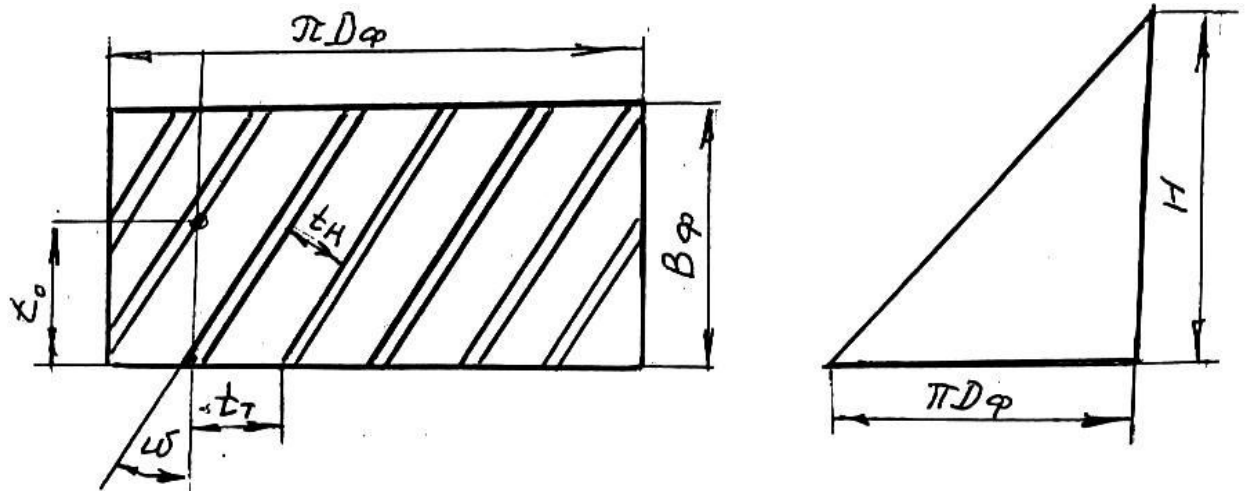


Рис. 4

7. Измерить по отпечатку осевой шаг зубьев фрезы t_o , шаг винтовой спирали H , в нормальной плоскости t_n и окружной шаг t_T в торцевой плоскости (рис. 4).

Числовые значения t_o , H , t_n , t_T проверить по формулам:

$$t_o = \frac{\pi D_\phi}{Z_\phi} \cdot \text{ct}_q \omega;$$

$$H = \pi D_\phi \cdot \text{ct}_q \omega;$$

$$t_n = t_o \cdot \sin \omega;$$

$$t_T = \frac{\pi D_\phi}{Z_\phi}$$

Результаты всех измерений и расчетов занести в карту-отчет.

8. Выполнить эскиз фрезы с обозначением конструктивных элементов и геометрических параметров.

7. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Перечень используемого оборудования.
3. Задание.
4. Типы фрез и область их применения.
5. Карта-отчет с результатами измерений.

6. Принципиальная схема измерения на приборе.
7. Эскиз фрезы с обозначением линейных и геометрических параметров.

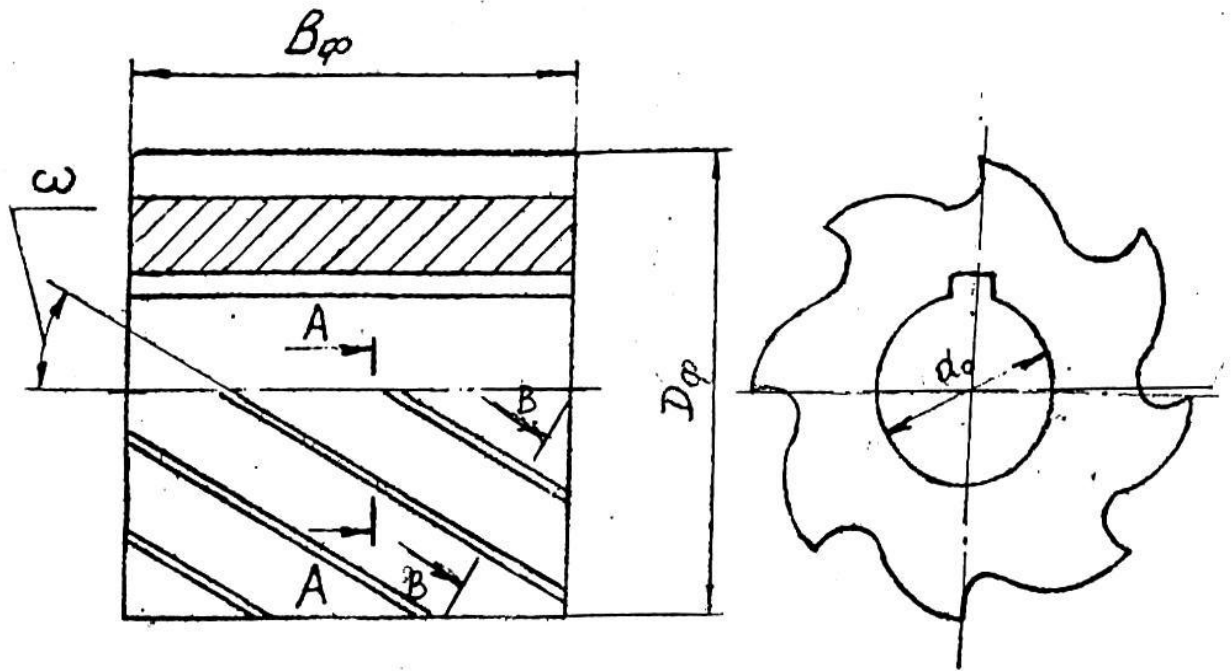
8. Контрольные вопросы:

1. Каково назначение фрез?
2. Какие бывают фрезы по способу крепления?
3. Что относится к конструктивным элементам фрезы?
4. Что относится к геометрическим параметрам фрезы, в каких плоскостях они измеряются?
5. Из каких материалов делают фрезы?
6. Какие движения сообщаются фрезе и заготовке при фрезеровании?

КАРТА-ОТЧЕТ

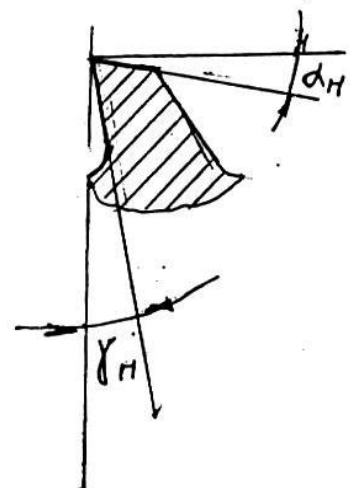
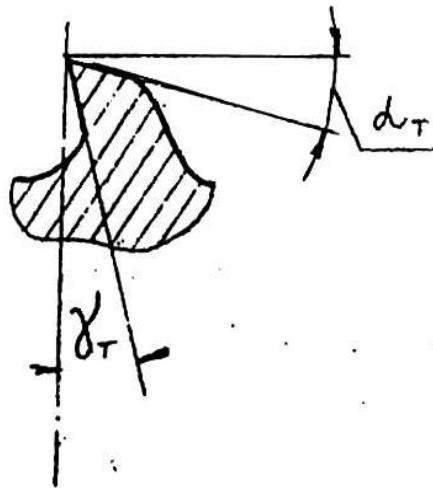
Тип фрезы	Материал режущей части	Число зубьев	Конструктивные элементы фрезы в мм							Геометрические параметры режущей части фрез в градусах				
			Размеры			Шаг зубьев				Угол наклона зубьев винтовой накатки	Передний угол в торцовой плоскости	Задний угол в торцовой плоскости	Передний угол в нормальном сечении	Задний угол в нормальном сечении
			Диаметр фрезы	Диаметр отверстия под оправку	Ширина фрезы	Торцевой	Осевой	Нормальный	По спирали					
		Z	D_f	d_o	B	d_r	t_o	t_n	t	ϱ	γ_r	α	γ_n	α_n

Фреза цилиндрическая



A-A

B-B



Практическая работа № 8

Расчет и табличное определение режимов резания при фрезеровании.

1. Цель работы: Приобретение навыков по выбору режущего инструмента и оптимальных режимов резания при фрезеровании, определению мощности, затрачиваемой на резание и основного времени.

2. Краткие теоретические сведения:

В соответствии с видом и назначением обрабатываемой поверхности на заготовке применяется фреза:

- при обработке плоскостей – торцовая или цилиндрическая;
- при обработке пазов – дисковая или концевая и т.д.

3.1 Выбор режущего инструмента:

1) Тип и размеры фрезы.

В зависимости от вида, ширина «В», параметра шероховатости обрабатываемой поверхности, а также характера ее обработки по справочнику [2.3] с.174-188 выбирается тип фрезы и ее основные размеры. Причем предварительно диаметр фрезы определяется следующим образом:

$D_{\phi} = (1,3 \dots 1,6) B$ - для торцевой фрезы;

D_{ϕ} - для дисковой фрезы (определяется по ГОСТ в зависимости от «В»);

$D_{\phi} = B$ - для концевой фрезы;

D_{ϕ} - для цилиндрической фрезы;

$$D_{\phi} = (60 - 80) \text{ мм при } n < 5 \text{ мм};$$

$$D_{\phi} = (100 - 150) \text{ мм при } n \geq 5 \text{ мм},$$

а затем D_{ϕ} корректируется по стандарту.

Например: для фрезерования плоской поверхности, шириной $B = 100$ мм принимается торцовая фреза со вставными ножами из твердого сплава, имеющая следующие основные размеры

$$D_{\phi} = 160 \text{ мм}, Z = 16.$$

2) Материал режущей части.

Исходя из материала заготовки, его физико-механических свойств, характера обработки и жесткости системы СПИД по справочнику [2.3] с.117 выбирается марка материала режущей части фрезы.

Например: для окончательной обработки заготовки из конструкционной стали – сталь 50, $\sigma_B 750$ МПа, (220НВ) система СПИД – жесткая – принимаем двухкарбидный титановольфрамовый твердый сплав Т30К4 (кобальта 4% карбидов: титана-30%, вольфрама-66%).

3) Геометрические элементы режущей части.

В зависимости от типа фрезы, материала, режущей части и физико-механических свойств материала заготовки по справочнику [2.3] с. 247-250 геометрические элементы ее режущей части: углы $\gamma, \gamma_1, \alpha, \alpha_1, \varphi, \varphi_1, \varphi_0, \lambda, f$.

3.2 Режимы резания.

1) Глубина резания.

Назначается в зависимости от вида фрезеруемой поверхности.

При фрезеровании плоскостей (широких и узких) цилиндрической торцевой, дисковой и концевой фрезами глубина резания равна припуску на обработку (при условии, что он срезается за один рабочий ход стола станка), т.е. $t = h$.

При фрезеровании паза дисковой трехсторонней фрезой глубина резания равна ее глубине, т.е. $t = B$.

При фрезеровании паза концевой фрезой глубина резания равна его глубине, т.е., $t = H$.

2) Подача на зуб фрезы (для предварительного фрезерования).

Назначается в зависимости от обрабатываемого материала, его твердости (НВ), глубины резания, типа фрезы и вида фрезеруемой поверхности. [2.3] с. 284-285, [2.4] с. 543-544.

Подача на 1 оборот фрезы (для окончательного фрезерования).

Назначается в зависимости от параметра шероховатости, типа фрезы, материала режущей части и диаметра фрезы [2.3] с. 285, затем определяется подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S}{Z} \text{ [мм/Зуб.]}$$

3) Период стойкости фрезы.

Допустимое значение периода стойкости фрезы $T_{\text{мин}}$. Назначается в зависимости от типа фрезы, ее диаметра и материала режущей части. [2.4] с. 544-545, [7] с.87.

4) Скорость резания.

Скорость главного движения, допускаемая режущими свойствами материала фрезы, определяется аналитически по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot T_x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \text{ [м/мин.]}$$

[2.3] с. 286-289.

или табличным методом по формуле:

$$V_p = V_{\text{табл.}} \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \text{ [м/мин.]}$$

где $V_{\text{табл.}}$ – табличное значение скорости, принимаемое в зависимости от материала заготовки, вида фрезеруемой поверхности, типа фрезы и материала ее рабочей части. [2.4] с. 545-547.

$K1, K2, K3$ – поправочные коэффициенты на табличное значение скорости в зависимости от отношения D/B и D/t , от твердости материала заготовки и от периода стойкости фрезы. [2.4] с. 547-548.

Скорость резания определяется одним из методов по указанию преподавателя.

5) Частота вращения шпинделя.

Частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, определяется по формуле:

$$n_{ш} = 1000V/\pi D \text{ [мин.}^{-1}\text{]}.$$

Затем величину $n_{ш}$ следует скорректировать по паспортным данным станка и установить ее действительное (фактическое) значение - $n_{ст.}$

б) Действительная (фактическая) скорость резания.

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n_{ст.}/1000 \text{ [м/мин.]}$$

7) Минутная подача.

Скорость движения минутной подачи определяется по формуле:

$$S_m = S_z \cdot n_{ст.} \cdot Z_{\phi} \text{ [мм/мин.]}$$

Полученную величину S_m необходимо скорректировать по паспортным данным выбранного станка и установить ее окончательное значение $S_{м ст.}$ [2.2] с. 422,426.

$$\text{Действительная подача на зуб фрезы } S_{zg} = \frac{S_{мин.ст.}}{Z \cdot n_{ст.}} \text{ [мм/зуб].}$$

8) Мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность, которую необходимо затратить для осуществления процесса резания, можно определить по формулам:

$$N_{рез.} = \frac{E \cdot V_d \cdot t \cdot Z_{\phi}}{1000} \cdot K \text{ [кВт.]}$$

при обработке торцевой и дисковой двусторонней фрезой;

$$N_{рез.} = \frac{E \cdot V_d \cdot t \cdot Z_{\phi}}{1000} \cdot K \text{ [кВт.]}$$

при обработке дисковой трехсторонней фрезой, а также цилиндрической, концевой (для обработки плоскостей), радиусной, прорезной, угловой фрезой,

где: E – величина, определяемая по таблице справочника;

t – глубина резания, мм;

V_d - действительная (фактическая) скорость резания, м/мин.;

K – поправочный коэффициент на значение мощности в зависимости от обрабатываемого материала и материала режущей части фрезы, (иногда и ее типа). [2.4] с.549-550.

9) Проверка достаточности мощности привода станка.

На шпиндель фрезерного станка поступает мощность, равная:

$$N_{ш} = N_d \cdot \eta \text{ [кВт]},$$

где: N_d - мощность двигателя станка, кВт;

η - коэффициент полезного действия.

Величины N_d и η определить по источникам. [2.2] с. 422,426.

Обработка заданной поверхности при выбранном режиме резания (t , $S_{м ст.}$, $V_{рез.}$, $N_{ст.}$) возможна, если справедливо неравенство:

$$N_{ш} \geq N_{рез.}$$

3.3. Основное время.

Основное (технологическое) время определяется по формуле:

$$T_o = L/S_{\text{м ст.}} [\text{мин.}];$$

$$L = (y + 1 + \Delta)[\text{мм}],$$

где: l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

y и Δ - соответственно, величины врезания и перебега фрезы, мм. [2.4] с. 468-

471.

4. Задание:

Для обработки заданной поверхности заготовки необходимо:

- выбрать режущий инструмент;
- выполнить технологическую схему обработки;
- назначить оптимальный режим резания;
- определить основное время.

Варианты задания: [2.2] с. 230-243.

Задача № 53 (варианты 1-10);

Задача № 34 (варианты 1-10);

Задача № 55 (варианты 1-10);

Задача № 56 (варианты 1-10).

Номер задачи и вариант выдается преподавателем.

5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.

2. Выполнить технологическую схему заданного вида обработки .

В соответствии с выбранным типом фрезы выполнить технологическую схему обработки заданной поверхности заготовки (в двух проекциях) с обозначением на ней основных движений.

3. Выбрать режущий инструмент: тип фрезы; материал режущей части; конструктивные и геометрические параметры.

4. Назначить режимы резания:

- глубину резания;
- подачу на зуб фрезы;
- скорость резания;
- частоту вращения шпинделя (скорректировать по паспорту станка);
- действительную скорость резания;
- минутную подачу (скорректировать по паспорту станка);
- действительную подачу на зуб фрезы;
- мощность, затрачиваемую на обработку;
- мощность шпинделя станка;
- основное время.

6. Содержание отчета:

1. 1. Тема и цель работы.
2. Задание.
3. Технологическая схема обработки.
4. Выбор режущего инструмента.
5. Назначение оптимальных режимов резания.

6. Определение основного времени.

7. Контрольные вопросы:

1. Какие типы фрез вы знаете?
2. Какие факторы влияют на величину геометрии фрез?
3. Как величина подачи влияет на шероховатость обработки?
4. Что понимается под стойкостью?
5. Какие факторы влияют на величину скорости резания?
6. Как определить, что режим резания назначен верно?

Практическая работа № 9

Расчет и табличное определение режимов резания при зубонарезании

1. Цель работы: Приобрести навыки в расчете и табличном определении режимов резания при зубонарезании.

2. Краткие теоретические сведения:

Зубчатые колеса применяются для передачи вращательного движения между параллельными валами, пересекающимися, сокращающимися.

Зубчатые колеса характеризуются следующими параметрами: окружностью выступов, делительной окружностью, окружностью впадин, числом зубьев « Z », модулем « m », углом наклона зубьев « β ».

2.1. Выбор режущего инструмента.

1) Тип зубонарезного инструмента.

Выбирается в зависимости от характера и назначения обработки, вида зубчатого колеса, профиля зубьев степени его точности и модуля. [2.1] с.295-306, [2.2] с. 296, [2.3] с. 190-201.

Примечание: чистовые червячные фрезы принимаются однозаходными, а черновые – многозаходными [2.2] с.296.

Например: для окончательного (под шевингование) нарезания зубьев эвольвентного профиля цилиндрического одновенцового зубчатого колеса с полосками обработанными торцами 9 степени точности и модулем $m=2$ мм по ГОСТ 9324-80 принимаем червячную однозаходную модульную фрезу из быстрорежущей стали 1 группы (нормальной производительности) Р6М5 класс точности С. [2.4] диаметром $D_{\phi} = 70$ мм; $Z = 12$, углом подъема винтовой линии $\beta = 5$.

2) Геометрия инструмента.

Угол заточки передней поверхности γ [2.4] с.160.

2.2. Технологическая схема нарезания зубьев.

Выполняется в соответствии с обозначением на ней всех основных движений, а также величин врезания и перебега инструмента, длины обрабатываемой поверхности и полного хода инструмента в направлении движения подачи (для червячной фрезы) или главного движения (для долбяка). [2.2] с. 296,299.

2.3. Режимы резания.

1) Глубина резания:

если зубья нарезают за 1 рабочий ход, то глубину резания t следует принять равной:

- при обработке по сплошному металлу (предварительной или окончательной) $t = h = 2,2 \text{ мм}$;

- при обработке по предварительно нарезанному зубу $t = h = 1,0 \dots 1,5 \text{ мм}$.

2) Подача.

- величину подачи на 1 оборот нарезаемого колеса S_0 (при зубофрезеровании), круговой и радиальной подач S и $S_{\text{рад}}$. (при зубодолблении) принимают в зависимости от классификационной группы зубообрабатывающего станка [2.4] с. 25, [2.4] с. 38, а также от многих других данных, руководствуясь указаниями источника [2.2] с. 297,301.

Величины подач даны [2.4] с. 27, [2.4] с. 38-39.

Подачи корректируются по паспортным данным станка [2.2] с.426.

3) **Стойкость зубонарезного инструмента** определяют в зависимости от типа зуборезного модуля, материала заготовки по источнику [2.4] с. 161.

4) Скорость резания.

Скорость главного движения резания допускаемую режущими свойствами инструмента по нормативам [2.4] с. 297-298,301-302, по формулам:

$$V_p = V_T \cdot K_{mv} \cdot K_{\beta v} \cdot K_{wp} \cdot K_v \cdot K_{zv} \text{ [м/мин]}$$

(при зубофрезеровании);

$$V_p = V_T \cdot K_{mv} \cdot K_{\beta v} \cdot K_{2v} \text{ [м/мин]}$$

(при зубодолблении);

где : V_T – табличное значение скорости резания в зависимости от характера обработки, подачи и модуля;

K – коэффициент не измененные условия обработки.

5) Частота вращения фрезы (число двойных ходов долбяка).

- частоту вращения фрезы, соответствующую найденной скорости главного движения резания, определяют по формуле:

$$n_{\phi} = \frac{1000V_p}{\pi D_{\phi}} \text{ [мин}^{-1}\text{];}$$

- число двойных ходов долбяка в 1 мин., соответствующее найденной скорости главного движения резания, определяют по формуле:

$$K = \frac{1000V_p}{2L} \text{ [дв. ход./мин.]}$$

где длина хода долбяка:

$$L = (b + l_1) \text{ [мм.]}$$

b – ширина венца нарезаемого зубчатого колеса, мм,

l_1 – перебеж долбяка в 2 стороны, мм. [2.4] с. 184.

Каждую из найденных величин n_{ϕ} и K следует скорректировать по паспортным данным станков и установить их действительные значения - $n_{\text{ст.}}$ и $K_{\text{ст.}}$. [2.2] с. 426.

6) Действительная (фактическая) скорость резания:

При зубофрезеровании: $V_g = \frac{\pi D_{\phi} \cdot n_{\text{ст.}}}{1000} \text{ [м/мин]}$.

При зубодолблении: $V_g = \frac{2LK_g}{1000} \text{ [м/мин]}$.

7) Мощность, затрачиваемая на резание:

При зубофрезеровании:

$$N_{\text{рез.}} = N_{\text{Т}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{W}} \cdot K_{\beta} \cdot K \text{ [кВт]}.$$

При зубодолблении:

$$N_{\text{рез.}} = N_{\text{Т}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\beta} \cdot K_{\text{Z}} \text{ [кВт]}.$$

где $N_{\text{Т}}$ - табличное значение мощности в зависимости от характера обработки, подачи, модуля;

K – поправочные коэффициенты на измененные условия обработки. [2.4] с. 28-32, 40-42.

Примечание: так как мощность, затрачиваемая на резание, при окончательной обработке по предварительно нарезному зубу незначительна, поэтому в таблицах карт источника [2] в графах (колонках) «Мощность» стоит прочерк; проверку установленного режима резания по мощности привода станка не производят, но при обработке (окончательной и предварительной) по сплошному металлу проверку по мощности нужно выполнять обязательно, как указано выше.

8) Мощность привода станка:

На шпиндель или штоссель зубообрабатывающего станка поступает мощность, равная:

$$N_{\text{ш}} = N_{\text{д}} \cdot \eta \text{ [кВт]}$$

где $N_{\text{д}}$ - мощность двигателя станка, кВт,

η - коэффициент полезного действия.

Величины $N_{\text{д}}$ и η определяют по паспортным данным станков. [2.2] с.426.

Нарезание зубьев заданных зубчатых колес при выбранных режимах резания возможно, если справедливо неравенство:

$$N_{\text{шп.}} \geq N_{\text{рез.}}$$

2.4. Основное время.

При зубофрезеровании:

$$T_0 = \frac{L \cdot Z}{n_{\text{ст.}} \cdot S_o \cdot K} \text{ [мин]}$$

где длина рабочего хода фрезы

$$L = (b + l_1) \text{ [мм]}$$

b – ширина венца, мм – причем, следует учитывать одновременную обработку на оправке нескольких заготовок, то есть $n \cdot b$;

l_1 - врезание и перебеги фрезы, мм (с.168);

Z – число зубьев фрезы;

K – число заходов фрезы.

Далее следует определить основное время, затрачиваемое на обработку 1 заготовки (если проводится обработка нескольких) при зубодолблении:

$$T_0 = \left(\frac{\pi m z}{K_{\text{ст.}}} + \frac{h}{K_{\text{ст.}} \cdot S_{\text{рад ст.}}} \right) \text{ [мин]}.$$

Первое слагаемое учитывает время, затрачиваемое на обработку, второе - на врезание долбяка,

h – припуск, мм:

при обработке зубьев по сплошному металлу $h = 2,2 m$, по нарезанному зубу $h = 1 \dots 1,5$ мм.

4. Задания:

Для нарезания зубьев цилиндрического зубчатого колеса с обработанными торцами, с числом зубьев «Z» эвольвентного профиля, модулем «m», шириной венца «в» и углом наклона зубьев «β» необходимо:

- выбрать режущий инструмент;
- выполнить технологическую схему нарезания зубьев с указанием основных движений;
- назначить оптимальные режимы резания;
- определить основное время.

Варианты задания

Задача № 72 (варианты 1-10);

Задача № 73 (варианты 1-10).

Номер задачи и вариант выдается преподавателем.

5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Выполнить технологическую схему заданного вида обработки с обозначением на ней основных движений.
3. . Выбрать режущий инструмент: тип инструмента; материал режущей части; конструктивные и геометрические параметры.
4. Назначить режимы резания:
 - число проходов (для резьбового резца);
 - подача окружную, радиальную (для червячной фрезы, долбяка) скорректировать по паспорту станка;
 - скорость резания;
 - частоту вращения шпинделя (скорректировать по паспорту станка);
 - действительную скорость резания;
 - мощность, затрачиваемую на обработку;
 - мощность шпинделя станка;
 - основное время.

6. Содержание отчета:

1. Тема и цель работы.
2. Задание.
3. Технологическая схема обработки.
4. Выбор режущего инструмента.
5. Назначение оптимальных режимов резания.
6. Определение основного времени.

7. Контрольные вопросы:

1. Методы нарезания зубчатых колес и их сущность.
2. Что называется модулем?
3. Какие движения сообщаются инструменту при зубодолблении?
4. Какие факторы влияют на величину скорости резания при нарезании зубьев червячной фрезой?
5. Как определить, что режим резания при зубонарезании назначен верно?

Практическая работа № 10

Расчет и табличное определение режимов резания при протягивании.

1. Цель работы: приобретение навыков в расчете и табличном определении режимов резания при протягивании.

2. Краткие теоретические сведения:

Протяжками обрабатываются сквозные отверстия любой формы, прямые и винтовые канавки, наружные поверхности разнообразной формы, зубчатые колеса наружного и внутреннего зацепления. [2.1] стр. 266-271

2.1. Выбор режущего инструмента

1) **Тип протяжки** выбирается в зависимости от вида протягиваемой поверхности.

Например: для протягивания шестигранного отверстия применяется шестигранная протяжка, для протягивания шпоночного паза в отверстии – шпоночная протяжка.

2) **Материал режущей части.**

Материалом для изготовления протяжки служит быстрорежущая сталь Р6М5 или легированная инструментальная сталь ХВГ.

3) **Геометрия протяжки.**

Геометрические элементы протяжки γ° , α° определяются в зависимости от материала обрабатываемой поверхности и его твердости, типа протяжки и схемы резания по справочнику [2.3] стр. 170-173

2.2. Технологическая схема протягивания.

На технологической схеме показывается протягиваемая поверхность заготовки и протяжки с обозначением обрабатываемых поверхностей и направлений движения протяжки.

2.3. Режимы резания.

1) **Скорость резания.**

В зависимости от материала заготовки и твердости НВ определяется группа скорости резания. [2.3] стр. 299

В зависимости от принятой группы скорости, формы, точности и параметра шероховатости обрабатываемой поверхности устанавливается скорость главного движения резания. [2.3] стр. 299

Установленную скорость главного движения следует скорректировать по паспортным данным станка. Так как на протяжных станках осуществляется бесступенчатое регулирование скорости, то принятое ее значение должно находиться в пределах:

$$V_{\min} \leq V_p \leq V_{\max}$$

2) Сила резания

Сила резания P_z при протягивании определяется по формуле:

$$P_z = p \sum b \quad [\text{кГс}]$$

где p – сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки, кГс/мм, [2.3] стр. 300

$\sum b$ – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе;

- для круглых протяжек, работающих по профильной схеме:

$$\sum b = \pi D Z_p \quad [\text{мм}]$$

- для шпоночных протяжек:

$$\sum b = b \cdot Z_p$$

где D – наибольший диаметр зубьев протяжки, мм;

b – ширина шпоночного паза, мм.

Число одновременно работающих зубьев определяется по формуле:

$$Z_p = (\ell/t_0) + 1$$

где ℓ – длина протягиваемой поверхности, мм;

t_0 – шаг режущих зубьев, мм.

3) Проверка достаточности тяговой силы станка.

Протягивание заданной поверхности возможно, если справедливо неравенство:

$$P_z \leq P_{\text{тяг}}$$

где $P_{\text{тяг}}$ – номинальная тяговая сила станка, кГс [1] стр. 426.

4) **Скорость главного движения резания**, допускаемая мощностью электродвигателя станка:

$$V_{\text{доп}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_d \cdot \eta}{P_z} \quad [\text{м/мин}]$$

где N_d – мощность электродвигателя станка, кВт, [2.2] стр. 426

η – коэффициент полезного действия (0,8-0,85).

Для осуществления процесса резания должно выполняться условие:

$$V_p \leq V_{\text{доп}}$$

2.4. Основное время.

Основное (технологическое) время за один рабочий ход по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{1000 V_{p.q}} K \text{ [мин]}$$

где q – число одновременно обрабатываемых заготовок;

K – коэффициент, учитывающий соотношение скорости рабочего и обратного хода протяжки:

$$K = 1 + V_p/V_{x.x.} \text{ [2.2] стр. 426}$$

$L_{p.x.}$ - длина рабочего хода протяжки, мм:

$$L_{p.x.} = (L - \ell_1) + \ell + \ell_{\text{доп}}$$

ℓ_1 - длина протяжки до первого режущего зуба (в данных к заданию);

L - общая длина протяжки, мм;

$\ell_{\text{доп}}$ - суммарная длина на вход и перебег протяжки ($\ell_{\text{доп}} = 30 \dots 50$ мм).

4. Задание:

Для протягивания цилиндрического отверстия в заготовке диаметром D и длиной L на горизонтально-протяжном станке необходимо:

- выбрать тип режущего инструмента;
- выполнить технологическую схему обработки;
- назначить оптимальный режим резания;
- определить основное время.

Варианты задания

Задача № 67 (варианты 1 ... 10)

[2.2]

Номер задачи и вариант выдается преподавателем.

5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Выполнить технологическую схему протягивания, с указанием размеров протягиваемой поверхности и движения протяжки.
3. Назначить режимы резания:
 - группу скорости резания,
 - скорость резания в зависимости от материала заготовки, группы скорости,
 - определить силу резания,
 - проверить достаточность тяговой силы станка,
 - скорость главного движения резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка

4. Определить основное время.

6. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Задание.
3. Технологическая схема протягивания.
4. Назначение режимов резания.
6. Определение основного времени.

7. Контрольные вопросы:

1. Какие движения совершает протяжка при протягивании?
2. Что является подачей при протягивании?
3. За счет чего снимается припуск при протягивании?
4. Какие зубья протяжки обеспечивают заданную точность обработки и шероховатость?
5. Чем отличаются режущие зубья протяжки от калибрующих?

Практическая работа № 11

Расчет и табличное определение режимов резания при шлифовании и доводке

1. Цель работы: приобретение навыков в расчете и табличном определении режимов резания при шлифовании и доводке.

2. Краткие теоретические сведения:

Шлифование – процесс резания металлов с помощью абразивного инструмента, режущими элементами которого являются зерна. Абразивных материалов связанных связующим веществом.

Шлифование – производительный метод с помощью которого можно обработать плоские, цилиндрические, фасонные наружные и внутренние поверхности.

Виды шлифования: круглое наружное шлифование в центрах, бесцентровое, внутреннее, плоское.

2.1. Выбор шлифовального круга.

1) **Выбор шлифовального круга заключается в установлении** характеристики [2.3] с. 346, т.е. в определении абразивного материала, твердости, вида связи. Маркировка полной характеристики выбирается по [2.2] с. 348.

Например: маркировка полной характеристики круга ПП24А40НС25К6,

где: ПП – прямой профиль круга;

24А – абразивный материал – электрокорунд белый;

Н – индекс зернистости;

С2 – средняя твердость;

5 – структура;

К5 – керамическая связка.

2) Размеры шлифовального круга.

Диаметр и ширина круга определяется по паспортным данным [2.2] с. 427.

При внутреннем шлифовании:

$$\frac{D_k}{D_3} = 0,8 \dots 0,9$$

где: D_k – диаметр шлифовального круга, мм.;

D_3 – диаметр шлифовального отверстия, мм.

2.2. Технологическая схема шлифования.

На технологической схеме показывается шлифуемая поверхность и расположение шлифуемого круга с обозначением основных движений при данном виде шлифования.

2.3. Режим резания.

Основными элементами режима резания при шлифовании являются окружная скорость рабочего круга v_k [$\frac{м}{с}$], скорость вращательного движения детали v_d [$\frac{м}{мин.}$], глубина шлифования «t» в мм – слой металла снимаемый периферией или торцом круга; продольная подача «S» - перемещение шлифовального круга в направлении его оси на один оборот детали при круглом шлифовании в мм, на каждый ход стола – при плоском шлифовании периферией круга; радиальная подача «S_p» – перемещение шлифовального круга в радиальном направлении в мм на один оборот детали при врезном шлифовании.

1) **Главное движение – скорость вращения шлифовального круга** [2.3] с. 301-302 v_k [$\frac{м}{с}$].

2) **Частота вращения круга.**

$$П_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_k}{\pi d_k} [\text{мин.}^{-1}]$$

корректируется по паспорту станка [2.2] с. 427.

3) **Скорость вращения заготовки (движение окружной подачи)** [2.3] с. 301.

v_3 [$\frac{м}{мин.}$], определяется в зависимости от обрабатываемого материала, характеристики процесса шлифования, вида шлифования.

4) **Частота вращения заготовки.**

$$П_3 = \frac{1000 v_3}{\pi d_3} [\text{мин.}^{-1}]$$

корректируется по паспорту станка.

5) **Скорость движения стола при продольном шлифовании**

$$v_{\text{прод.}} = \frac{S_o \cdot n_3}{1000} [\frac{м}{мин.}]$$

Продольная подача [2.3] с. 301

$$S_o = S_g \cdot B_k [\frac{мм}{об}],$$

S_g – коэффициент, учитывающий продольную подачу (в долях ширины круга) [2.3] с. 302;

B_k – ширина круга, мм.

6) **Поперечная подача круга.**

t мм/ход или t мм/дв. ход определяется по справочнику [2.3] с. 301-302; в зависимости от обрабатываемого материала, вида шлифования, характеристики процесса шлифования.

7) **Мощность, затрачиваемая на резание.**

Определяется по формулам:

при шлифовании периферией круга:

$$N_p = C_n \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot d_3^q; [\text{кВт}];$$

при врезном шлифовании периферией круга:

$$N_p = C_n \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot d_3^q \cdot v^z [\text{кВт}];$$

$$N_p = C_n \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot d_3^q [\text{кВт}];$$

$$N_p = C_n \cdot u_3^r \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot v^z \text{ [кВт]};$$

при шлифовании торцом:

$$N_p = C_n \cdot u_3^r \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot v^z \text{ [кВт]}.$$

Данные для определения N_p по формулам [2.3] с. 303.

8) Мощность на шпинделе станка.

$$N_{\text{шп}} = N_{gв\cdot\eta} \text{ [кВт]};$$

$N_{gв}$ – мощность двигателя [2.2] с. 427;

-КПД двигателя [2.2] с. 427.

Шлифование возможно при условии $N_{\text{шп}} \geq N_p$.

Режимы обработки для доводочных процессов даны [2.1] с. 366-374.

3.4. Основное время.

при наружном и внутреннем шлифовании методом продольной подачи:

$$T_o = \frac{Lh}{n_3 \cdot S_o t} \cdot K \text{ [мин.]};$$

L – длина хода стола при перебеге круга на каждую сторону заготовки (0,5 Вк) ,мм;

h – припуск на сторону, мм;

n_3 – частота вращения заготовки, мин.⁻¹;

S_o – продольная подача, мм/об;

t – поперечная подача мм/ход, мм/дв. ход;

$K \approx 1,2$ – при предварительном шлифовании, $K = 1,4$ при окончательном шлифовании.

при наружном шлифовании методом врезания:

$$T_o = \frac{h}{t \cdot n_3} \cdot K \text{ [мин.]};$$

при плоском шлифовании:

$$T_o = \frac{HLh}{1000 v_{s \text{ прод}} \cdot S_{tx} \cdot q} \text{ [мин.]};$$

H – перемещение шлифовального круга мм, в направлении поперечной подачи, учитывает суммарную ширину шлифовальных поверхностей заготовок, мм;

L – длина продольного хода стола, мм;

h – припуск на шлифование, мм;

$v_{s \text{ прод}}$ – скорость движения продольной подачи (стола), м/мин.

S – поперечная подача круга, мм/ход стола

S_{tx} – вертикальная подача, мм;

q – число одновременно обрабатываемых заготовок.

4. Задание:

Для шлифования заданной поверхности на шлифовальном станке необходимо:

- выбрать шлифовальный круг: характеристику и размеры;
- выполнить технологическую схему данного вида шлифования;
- назначить оптимальный режим резания;
- определить основное время.

Задача № 95 (варианты 1...10);

Задача № 96 (варианты 1...10);

Задача № 97 (варианты 1...10).

Номер задачи и вариант выдается преподавателем.

5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с литературой и содержанием данных методических указаний.
2. Выполнить технологическую схему шлифования с указанием размеров шлифующей поверхности и основных движения инструмента и заготовки.
3. Выбрать шлифовальный круг: характеристику и размеры.
4. Назначить режимы резания:
 - скорость вращения шлифовального круга;
 - частоту вращения шлифовального круга, скорректировать по паспорту станка;
 - скорость вращения заготовки, скорректировать по паспорту станка;
 - продольную подачу;
 - скорость продольной подачи;
 - поперечную подачу круга;
 - мощность, затрачиваемую на шлифование;
 - мощность шпинделя станка.
4. Определить основное время.

6. Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Задание.
3. Технологическая схема шлифования.
4. Назначение режимов резания.
6. Определение основного времени.

7. Контрольные вопросы:

1. Какие виды шлифования вы знаете?
2. Из каких материалов изготавливают шлифовальные круги?
3. Что относится к режимам резания при шлифовании?
4. Какие факторы влияют на величину основного времени при шлифовании?
5. Как определить, что режимы резания при шлифовании назначены верно?

Практическая работа № 12

Выбор режима плазменно-дуговой резки для деталей из разных металлов

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в подборе режима плазменно-дуговой резки деталей из разных металлов.

Информационное обеспечение:

Маслов В.И. «Сварочные работы», М.: «Академия», 2019г.

Чернышев Г.Г. «Сварочное дело», М.: «Академия», 2019г.

Овчинников В.В. Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом. «Академия», 2019г.

Ход практической работы

Теоретические положения:

Плазменная резка заключается в проплавлении разрезаемого металла за счет теплоты, генерируемой сжатой плазменной дугой, и интенсивном удалении расплава плазменной струей.

Технология плазменной резки

Плазма представляет собой ионизированный газ с высокой температурой, способный проводить электрический ток. Плазменная дуга получается из обычной в специальном устройстве - плазмотроне - в результате ее сжатия и вдувания в нее плазмообразующего газа.

Различают две схемы плазменной резки:

- **- плазменно-дуговая резка;**
- **- резка плазменной струей.**

При **плазменно-дуговой резке** дуга горит между неплавящимся электродом и разрезаемым металлом (*дуга прямого действия*). Столб дуги совмещен с высокоскоростной плазменной струей, которая образуется из поступающего газа за счет его нагрева и ионизации под действием дуги. Для разрезания используется энергия одного из электродных пятен дуги, плазмы столба и вытекающего из него факела.

При **резке плазменной струей** дуга горит между электродом и формирующим наконечником плазмотрона, а обрабатываемый объект не включен в электрическую цепь (*дуга косвенного действия*).

Часть плазмы столба дуги выносится из плазмотрона в виде высокоскоростной плазменной струи, энергия которой и используется для разрезания.

Плазменно-дуговая резка более эффективна и широко применяется для обработки металлов. Резка плазменной струей используется реже и преимущественно для обработки неметаллических материалов, поскольку они не обязательно должны быть

Подробная схема плазмотрона для плазменно-дуговой резки приведена на рис. .1.

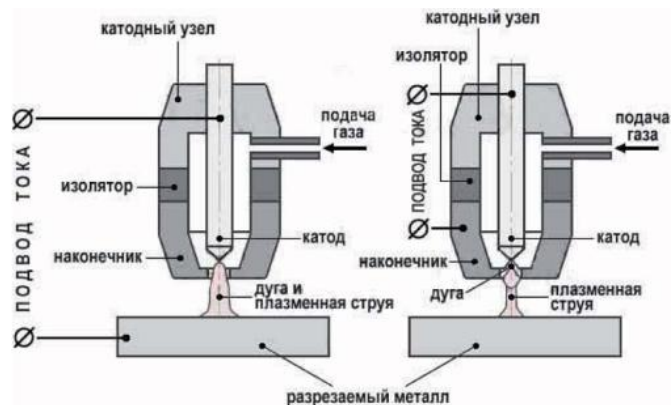


Рис. 1. Схема режущего плазмотрона: а) Схема плазменно-дуговой резки; б) схема резки плазменной струей

В корпусе плазмотрона находится цилиндрическая дуговая камера небольшого диаметра с выходным каналом, формирующим сжатую плазменную дугу. Электрод обычно расположен в тыльной стороне дуговой камеры. Непосредственное возбуждение плазмогенерирующей дуги между электродом и разрезаемым металлом, как правило, затруднительно. Поэтому вначале между электродом и наконечником плазмотрона зажигается дежурная дуга. Затем она выдувается из сопла, и при касании изделия ее факелом возникает рабочая режущая дуга (рис. 2), а дежурная дуга отключается.



Столб дуги заполняет формирующий канал. В дуговую камеру подается плазмообразующий газ. Он нагревается дугой, ионизируется и за счет теплового расширения увеличивается в объеме в 50-100 раз, что заставляет его истекать из сопла плазмотрона со скоростью до 2-3 км/с и больше. Температура в плазменной дуге может достигать 25000-30000°С.

Основные узлы плазменного резака:

- - электрододержатель с электродом;
- - сопло, формирующее плазменную дугу или плазменную струю;
- - дуговая камера для образования плазмы;
- - изолятор, разделяющий электродный и сопловой узлы;
- - системы газо- и водоснабжения.

Во многих резаках также имеется узел завихрения, обеспечивающий вихревую (тангенциальную) подачу плазмообразующего газа в дуговую камеру для сжатия и стабилизации дуги.

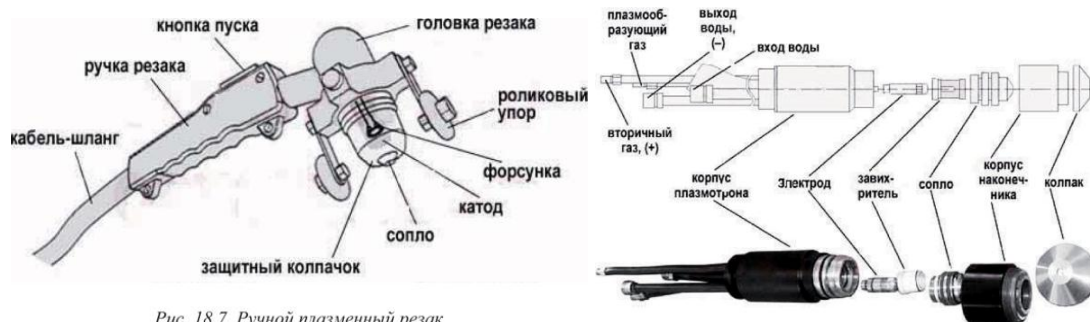


Рис. 18.7. Ручной плазменный резак

Рис. Конструкция плазменного резака для механизированной резки.

Основные виды плазменных резаков

Конструктивная схема плазменного резака (рис. 18.7 и 18.8) и оформление его элементов зависят от рабочей среды, способа ее подачи в дуговую камеру, зажигания дуги и системы охлаждения. Основные виды плазменных резаков (горелок):

- - для инертных (аргона, гелия) и восстановительных (азота, водорода) газов;
- - для окислительных газов - содержащих кислород;
- - двухпоточные - для инертных, восстановительных и окислительных сред;
- - с газожидкостной стабилизацией дуги.

Ответить на вопросы:

1. В чём сущность плазменной резки?
2. Назовите основные типы плазменной резки.
3. Укажите основные элементы режущего плазмотрона.
4. Из какого материала изготавливают сопла плазмотрона?
5. Какие плазмообразующие газы используют в плазменной резке?
6. На какие параметры плазмы влияют плазмообразующие газы?
8. Назовите основные виды плазменных резаков (горелок).
9. Назовите предельные толщины разрезаемых материалов в зависимости от их вида (медь, сталь и другие).
10. Схема плазменно-дуговой резки.
11. Схема резки плазменной струей.

Список литературы:

1. Агафонова Л.С. Процессы формообразования и инструменты: лабораторно-практические работы. Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. — М.: Академия, 2021.

2. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Учебное пособие для СПО/ О. М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-6754-9
3. Гоцеридзе Р. М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — 4-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2021.
4. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении. Учебное пособие для СПО, 2-е изд., стер./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-7252-9
5. Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы. Учебное пособие для СПО./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-6599-6
6. Зубарев Ю. М., Битюков Р. Н. Основы резания материалов и режущий инструмент. Учебное пособие для СПО, 2-е изд., стер./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-7253-6