

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

«ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Директора(поУМР)
В.Н. Долженкова
«__» _____ 2022

**Методические указания
к выполнению практических работ по
«МДК 01.01 Изготовление деталей на металлорежущих станках
различного вида и типа по стадиям технологического процесса»**

профессия 15.01.32 Оператор станков с программным
управлением

Составитель преподаватель _____ А.В. Шараева

Рассмотрены и одобрены на заседании
цикловой комиссии _____

«__» _____ 2022 Протокол № _____

Председатель цикловой комиссии _____
(подпись)

Г.В. Долгодуш

Шебекино, 2022

Перечень практических работ

| Название работы | Кол-во часов |
|--|--------------|
| 1. Ознакомление с органами токарного станка. | 2 |
| 2. Решение задач по определению режимов резания | 2 |
| 3. Ознакомление с органами управления фрезерного станка. | 2 |
| 4. Расчет режимов резания при фрезерной обработке для заданных условий. Выбор режущих инструментов. | 2 |
| 5. Ознакомление с органами управления кругло и плоскошлифовального станка. | 2 |
| 6. Приспособления для крепления заготовок и инструментов на сверлильных станках. Кондукторы | 2 |
| 7. Настройка токарного станка | 2 |
| 8. Основные виды приспособлений, используемых на токарных станках | 2 |
| 9. Расчет припусков для заготовок разной конфигурации и материала табличным методом | 2 |
| 10. Расчет установочных приспособлений на точность | 2 |
| ИТОГО | 20 |

Информационные источники

Основные источники:

1. Босинзон М.А. Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных). Учебник – М.: Академия, 2018
2. Мещерякова В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса. Учебник – М.: Академия, 2018
3. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебное пособие. – М.: Академия, 2018

Дополнительные источники:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки. Учебник для техникумов – М.: Машиностроение, 1988
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. Учреждений СПО. – М.: Академия, 2013
3. Новиков О.А. Автоматизация проектных работ в технологической подготовке машиностроительного производства. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2007
4. Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ. - М.: Академия, 2007
5. Холодкова А.Г. Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках, М.: Академия, 2018

Электронные учебники:

1. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ : учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование).

Интернет-ресурсы

1. <http://znanium.com> –ЭБС -Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - база данных «Научно-издательского центра ИНФРА-М», (26.08.2021)
2. <http://www.fsapr2000.ru> Крупнейший русскоязычный форум, посвященный тематике CAD/CAM/CAE/PDM-систем, обсуждению производственных вопросов и конструкторско-технологической подготовки производства (26.08.2021)
3. <http://www/i-mash.ru> Специализированный информационно-аналитический интернет- ресурс, посвященный машиностроению (26.08.2021)

Практическая работа №1

«Ознакомление с органами токарного станка»

Цели и задачи: Ознакомиться с устройством токарно-винторезного станка и его основными узлами.

Оборудование, технические средства и инструменты:

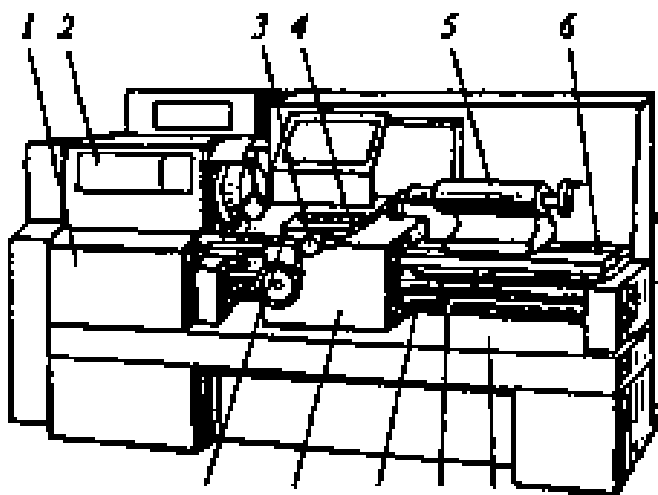
1. Тетрадь для практических работ
2. Токарно-винторезный станок 16 К20
3. Плакат «Основные узлы токарно-винторезного станка 16 К20»

Ход практического занятия:

- Ознакомиться с устройством токарно-винторезного станка и его основными узлами.
- Вычертить схему станка 16 К20.
- Расшифровать индекс данного станка 16 К20.
- Кратко описать основные узлы станка, их конструкцию и назначение.
- Ответить на вопросы.

Теоретический материал:

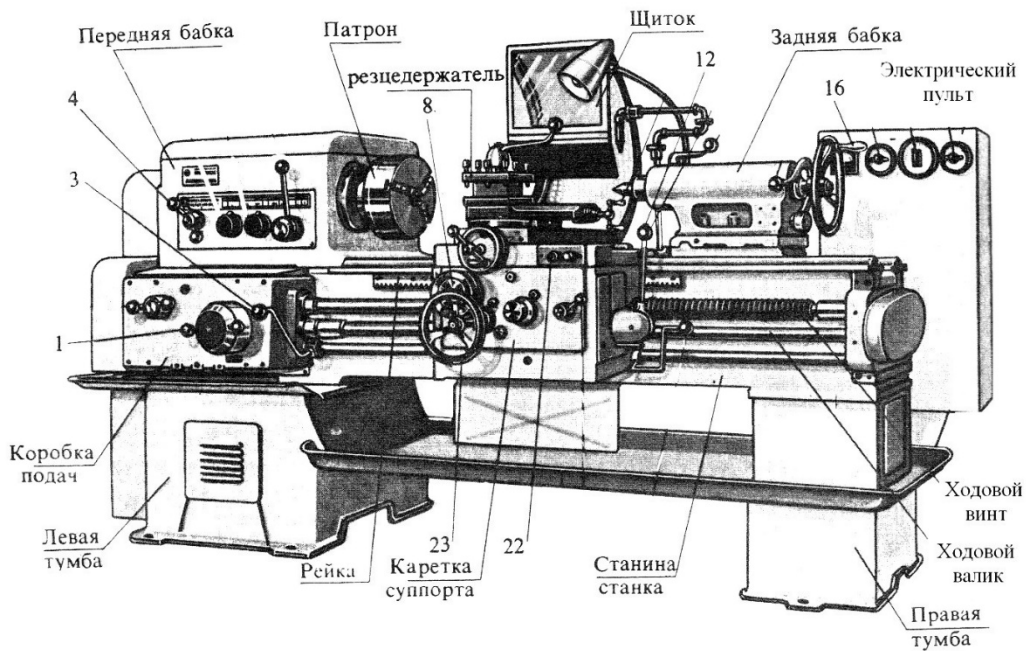
Станок имеет следующие основные узлы (рисунок 1):



11 10 9 8 7

Рисунок 1 - Токарно-винторезный станок :1 — коробка подач; 2 — передняя (шпиндельная) бабка; 3 — поперечные салазки; 4 — резцовая каретка; 5 — задняя бабка; 6 — направляющие; 7 — станина; 8 — ходовой винт; 9 — ходовой вал; 10 — фартук; 11 — суппорт инструментальный станина 7, на которой монтируют все механизмы станка;

Рассмотрим еще один вариант станка:



Станина (рисунок 2) изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна и имеет коробчатую форму с поперечными ребрами жесткости. По передним призматическим и задним плоским направляющим станины **перемещается каретка суппорта**, а по передним плоским и задним призматическим **перемещается задняя бабка**. Станина установлена на монолитном основании, одновременно служащем стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости.

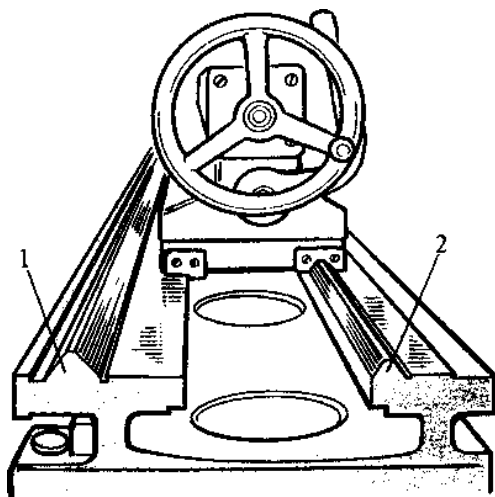


Рисунок 2 - Станина станка 16К20:1 — передняя направляющая, 2 — задняя направляющая

- **передняя (шпиндельная) бабка 2**, представляющую собой литой чугунный корпус, внутри которого размещаются шпиндель, валы и зубчатые колеса механизма переключения частот вращения шпинделя (**коробка скоростей**).
- **шпиндель** — главный рабочий орган станка — представляет собой массивный пустотелый вал, изготовленный из легированной, стали. На переднем конце шпинделя выполнен посадочный конус, по которому базируются патроны для закрепления заготовок. Шпиндель установлен на двух опорах качения. Передняя опора представляет собой регулируемый двухрядный роликовый подшипник.
- **задняя опора** представляет собой радиально-упорный подшипник. Постоянный натяг в нем обеспечивают пружины 3, которые упираются в диск 1 и отжимают наружное кольцо 4 роликоподшипника. Опорные подшипники шпинделя регулирует слесарь-ремонтник.
- **коробка подач 1**, передающую движение от шпинделя к суппорту 11 с необходимым передаточным числом с помощью ходового винта 8 при нарезании резьбы или ходового вала 9 при обработке других поверхностей;

- **задняя бабка 5** устанавливается на правом конце станины и перемещается по ее направляющим. Корпус может иметь поперечное смещение относительно плиты 2, что необходимо при обтачивании длинных конических поверхностей. Поперечное смещение производится винтом 3.
- В отверстии корпуса движется **пиноль 4**. Винт подачи пиноли вращается при помощи маховичка 7. Заднюю бабку закрепляют на станине рукояткой 6 (рукоятка 21). Для фиксации положения пиноли служит рукоятка 5. Задняя бабка станка установлена на аэростатической опоре (воздушной подушке), что значительно снижает давление при передвижении задней бабки. В устройство, создающее «воздушную подушку», входит воздушный трубопровод. В **пиноли задней бабки** может быть установлен центр для поддержки обрабатываемой заготовки или осевой инструмент (сверло, развертка и т.п.) для обработки центрального отверстия в заготовке, закрепленной в патроне;

Суппорт 11 (рисунок 3) служит для закрепления режущего инструмента в резцовой каретке и сообщения ему движения подачи. Суппорт состоит из нижних салазок (каретки), перемещающихся по направляющим станка. По направляющим нижних салазок в направлении, перпендикулярном линии центров, перемещаются поперечные салазки 3, на которых расположена резцовая каретка 2 с резцедержателями 4. Резцовая каретка смонтирована на поворотной части, которую можно устанавливать под углом к линии центров станка. Ручную подачу каретки осуществляют маховичком 27, на вал которого насажен лимб продольной подачи. Одно деление лимба соответствует перемещению каретки на 1 мм. Для ускоренного перемещения каретки по направляющим станины или поперечных салазок по направляющим каретки нажимают на кнопку 18 рукоятки 19 и ставят рукоятку в положение, соответствующее желательному направлению подачи. Тогда ходовой вал получает вращение от электродвигателя ускоренного хода. У станка 16К20П в суппорт встроен механизм автоматической подачи верхних салазок. Коническое зубчатое колесо $z = 20$ винта верхних салазок получает вращение от колеса $z = 29$ фартука через колесо $z = 18$, коническую пару $20:20$, колеса $z = 20, 23, 30, 28, 36$ и коническое колесо $z = 20$. При помощи этого устройства можно обрабатывать короткие конические поверхности (на длину не более хода верхних салазок) под любым углом уклона конуса с автоматической подачей верхних салазок.

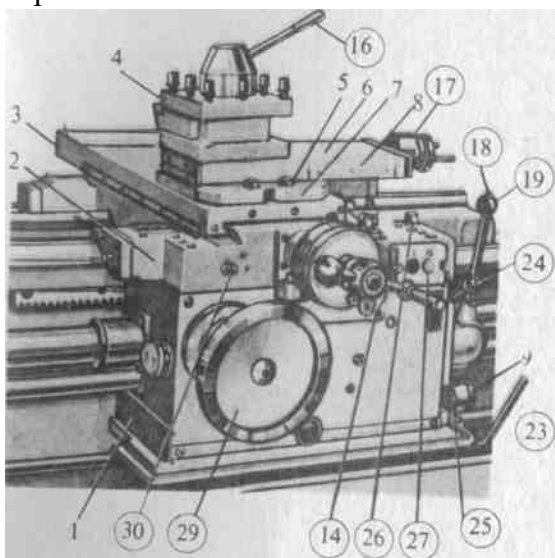


Рисунок 3 - Суппорт станка 16К20

1 — фартук, 2 — каретка, 3 — поперечные салазки, 4 — резцедержатель, 5 — гайки прижима плиты, 6 — верхние салазки, 7 — поворотная плита, 18 — линейка верхних салазок, 9 — регулировочная гайка предохранительного устройства

- **Фартук 10** - спереди каретки к суппорту прикреплен фартук — коробка, внутри которой находится механизм для преобразования вращательного движения ходового вала 9 и ходового винта 8 в прямолинейное поступательное движение суппорта. В фартуке расположено также предохранительное устройство (муфта M_n), служащее для предохранения станка от перегрузки и автомати веского отключения подачи при достижении кареткой неподвижного упора, закрепленного на передней направляющей станине, или при достижении поперечным суппортом неподвижного упора, закрепленного на каретке. При перегрузке в цепи движения подачи суппорт мгновенно останавливается, а с ним и вся кинематическая цепь фартука. Червячное колесо 2=21 также останавливается и притормаживает вращение четырехзаходного червяка, но так как ходовой вал XX и зубчатые колеса 30—32—30 продолжают вращаться, то червяк, скользя по скосам торцовых кулачков предохранительной муфты, отходит от муфты и передача вращения на реечную шестерню прекращается. Прижим червяка к муфте регулируют гайкой 9, расположенной с правой стороны фартука. После срабатывания предохранительного устройства подачу включают рукояткой 25. Предохранительное устройство позволяет вести работу по упорам с автоматической подачей при продольном и поперечном точении.
- **Резцедержатель станка 16К20** фиксируется и закрепляется на своей опоре при помощи конусного сопряжения. Фиксация в основных четырех положениях осуществляется подпружиненным шариком (фиксатором) 11, расположенным в резцедержателе и заскакивающим в гнезда основания. При повороте резцедержателя рукояткой 7 (рукоятка 16) вначале колпак 6 сходит по резьбе с центрального винта 5 опоры. Затем подпружиненные фрикционные колодки 10, связанные со штифтами 8, прижимаются к расточке колпака и таким образом передают вращение на резцедержатель. При зажиме вначале поворачивается колпак вместе с резцедержателем, а после фиксации резцедержателя колпак, преодолевая трение колодок, навинчивается на винт окончательно, надежно закрепляя резцедержатель. Конструктивное исполнение механизма фиксации четырехпозиционного резцедержателя обеспечивает высокую точность, надежность фиксации и виброустойчивость.
- **Ходовой винт** станка имеет трапецеидальную резьбу с шагом 12 мм. Винт сопрягается с разъемной гайкой, которая состоит из двух половинок (полугаек) 1 и 2, расположенных в фартуке станка. Замыкание и размыкание полугаек осуществляется диском 3 со спиральными прорезями и пальцами 4₉ связанными с полугайками. При повороте рукоятки 24 прорези диска, воздействуя через пальцы 4 на полугайки, замыкают их на ходовом винте, что делает возможным нарезание резьбы.

Техническими параметрами, по которым классифицируют токарно-винторезные станки, являются

- наибольший диаметр D обрабатываемой заготовки или
- высота центров над станиной (равная $0,5 D$, наибольшая длина L обрабатываемой заготовки и масса станка.

Ряд наибольших диаметров обработки для токарно-винторезных станков имеет вид: $D = 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, \dots, 4000$ мм.

Наибольшая длина L обрабатываемой детали определяется расстоянием между центрами станка. Выпускаемые станки при одном и том же значении D могут иметь различные значения L_0

В зависимости от массы различают легкие токарные станки — до 500 кг ($D = 100 \dots 200$ мм), средние — до 4 т ($D = 250 \dots 500$ мм)

Контрольные вопросы:

Для ознакомления с основными узлами токарно-винторезного станка 16 К20 и их назначением, необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Станки токарной группы. Их назначение. Типы станков
2. Какие операции можно выполнять на станках токарной группы?
3. Как подразделяются токарные станки в зависимости от расположения шпинделя?
4. Наиболее часто используемые типы токарных станков
5. Устройство токарно – винторезного станка, основные узлы токарно – винторезного станка.
6. Назначение передней бабки, шпинделя, суппорта токарно – винторезного станка.
7. Назначение коробки подач токарно – винторезного станка.
8. Назначение резцедержателя, фартука, задней бабки.
9. В чем заключается сущность токарной обработки?

а) разновидности обработки резанием?

б) перечислить инструменты для токарной обработки

Оформление результатов работы

- Оформить отчёт о проделанной работе, который должен содержать: Вычерченную схему станка 16 К20.
- Расшифрованный индекс станка 16 К20.
- Краткое описание основных узлов станка, их конструкцию и назначение
- Сформулировать выводы по результатам работы.
- Сдать и защитить работу.

Практическая работа №2

«Решение задач по определению режимов резания»

Цели и задачи работы: научиться решать задачи по теме «Элементы режимов резания при точении». Научится рассчитывать t , S_m , V , n , T_o .

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Раздаточный материал.

Ход практического занятия:

1. Ознакомится с теоретическими сведениями.
2. Рассчитать режимы резания по своему варианту. Решить задачи.
3. Ответить на вопросы.

Краткая теоретическая справка

Глубина резания t (мм) – величина срезаемого слоя за один проход, измеренная в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности. Глубина резания всегда перпендикулярна направлению движения инструмента. При наружном точении она представляет собой полуразность между диаметром заготовки и диаметром обработанной поверхности.

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D - диаметр заготовки в мм

где d - диаметр обработанной поверхности в мм

Скорость резания V (м/мин) - величина перемещения точки режущей кромки относительно поверхности резания в единицу времени в процессе осуществления движения резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

где D - наибольший диаметр поверхности резания в мм.

Частота вращения шпинделя n (мин⁻¹):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Минутная подача S_m (мм/об) - величина перемещения режущей кромки в направлении движения резца за 1 минуту. При токарной обработке может быть продольная подача, когда резец перемещается в направлении, параллельном оси заготовки и поперечная, когда резец перемещается в направлении, перпендикулярном оси заготовки. 9

$$S_m = S_o \cdot n$$

где S_o – подача за один оборот заготовки в мм/об.

Основное время обработки детали T_o (мин) – время, в течение которого происходит процесс снятия стружки без непосредственного участия рабочего

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n}$$

где L - длина рабочего хода инструмента в мм

Задание для аудиторной работы

Задача №1

Определить глубину резания t при обтачивании заготовки диаметром D на токарном станке в два перехода. При переходе предварительной обработки заготовка обтачивается до D_1 , а при окончательной обработке — до D_2 .

Пример решения:

Дано: $D = 150$ мм; $D_1 = 142$ мм; $D_2 = 140$ мм

При предварительном точении глубина резания:

$$t = \frac{D - D_1}{2} = \frac{150 - 142}{2} = 4 \text{ мм}$$

При окончательном точении:

$$t = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{142 - 140}{2} = 1 \text{ мм}$$

Данные к задаче № 1

| № варианта | D мм | D ₁ мм | D ₂ мм | № варианта | D мм | D ₁ мм | D ₂ мм |
|------------|------|-------------------|-------------------|------------|------|-------------------|-------------------|
| 1 | 188 | 182 | 180 | 6 | 87 | 81,5 | 80 |
| 2 | 67 | 61,5 | 60 | 7 | 216 | 208 | 206 |
| 3 | 56 | 51 | 50 | 8 | 50 | 43,5 | 42 |
| 4 | 120 | 114 | 112 | 9 | 140 | 132 | 130 |
| 5 | 95 | 88,5 | 87 | 10 | 73 | 66,5 | 65 |

Задача №2

Определить скорость движения подачи S_M при обтачивании заготовки на токарном станке с частотой вращения шпинделя n , подача резца за один оборот шпинделя S_o . 10

Пример решения:

Дано: $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$; $S_o = 0,26 \text{ мм/об}$

Скорость движения подачи резца определяется по формуле:

$$S_M = S_o \cdot n$$

$$S_M = 0,26 \cdot 1000 = 260 \text{ мм/мин}$$

Данные к задаче № 2

| № варианта | n мин ⁻¹ | S мм/об | № варианта | n мин ⁻¹ | S мм/об |
|------------|---------------------|---------|------------|---------------------|---------|
| 1 | 400 | 0,61 | 6 | 1600 | 0,17 |
| 2 | 630 | 0,43 | 7 | 860 | 0,3 |
| 3 | 200 | 0,87 | 8 | 160 | 0,95 |
| 4 | 315 | 0,7 | 9 | 1250 | 0,23 |
| 5 | 250 | 0,78 | 10 | 500 | 0,52 |

Задача №3

Определить скорость главного движения резания при обработке заготовки диаметром D (мм) на токарном станке с частотой вращения шпинделя n (мин⁻¹).

Пример решения:

Дано: $D = 120 \text{ мм}$; $n = 500 \text{ мин}^{-1}$

Скорость главного движения резания при точении определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 500}{1000} = 189 \text{ м/мин}$$

Данные к задаче № 3

| № варианта | D мм | n мин ⁻¹ | № варианта | D мм | n мин ⁻¹ |
|------------|------|---------------------|------------|------|---------------------|
| 1 | 80 | 860 | 6 | 180 | 315 |
| 2 | 150 | 315 | 7 | 30 | 2000 |
| 3 | 45 | 1600 | 8 | 95 | 630 |
| 4 | 70 | 1250 | 9 | 110 | 400 |
| 5 | 220 | 250 | 10 | 60 | 1000 |

Задача №4

Определить частоту вращения шпинделя станка n (мин⁻¹) при обтачивании заготовки диаметром D (мм) на токарном станке со скоростью главного, движения резания V (м/мин).

Пример решения:

Дано: $D = 80$ мм; $V = 215$ м/мин

Частота вращения шпинделя токарного станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 215}{3,14 \cdot 80} = 860 \text{ мин}^{-1}$$

Данные к задаче № 4

| № варианта | D мм | V м/мин | № варианта | D мм | V м/мин |
|------------|------|---------|------------|------|---------|
| 1 | 140 | 88 | 6 | 64 | 200 |
| 2 | 37 | 233 | 7 | 160 | 80 |
| 3 | 90 | 177 | 8 | 54 | 170 |
| 4 | 120 | 119 | 9 | 43 | 216 |
| 5 | 72 | 280 | 10 | 210 | 133 |

Задача № 5

Определить основное время при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы, на токарном станке резцом с пластиной из твердого сплава. Наружный диаметр заготовки D , внутренний диаметр d . Частотой вращения шпинделя n , подача резца за один оборот шпинделя S_o .

Пример решения:

Дано: $D = 100$ мм; $d = 84$ мм; $n = 250$ мин⁻¹; $S_o = 0,14$ мм/об

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n}$$

Длина рабочего хода резца при отрезании кольца

$$L = \frac{D - d}{2} + (1...2)$$

Второе слагаемое учитывает врезание и перебег резца; принимаем его равным 2мм. Тогда

$$L = \frac{100 - 84}{2} + 2 = 10 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{10}{250 \cdot 0.14} = 0,29 \text{ мин}$$

12

Данные к задаче № 5

| № варианта | D мм | d мм | n мин ⁻¹ | S мм/об | № варианта | D мм | d мм | n мин ⁻¹ | S мм/об |
|------------|------|------|---------------------|---------|------------|------|------|---------------------|---------|
| 1 | 90 | 60 | 315 | 0,15 | 6 | 80 | 65 | 400 | 0,14 |
| 2 | 120 | 100 | 200 | 0,17 | 7 | 65 | 50 | 500 | 0,12 |
| 3 | 75 | 50 | 400 | 0,13 | 8 | 50 | 40 | 630 | 0,10 |
| 4 | 60 | 50 | 500 | 0,12 | 9 | 70 | 50 | 400 | 0,13 |
| 5 | 150 | 120 | 160 | 0,18 | 10 | 85 | 70 | 315 | 0,14 |

Контрольные вопросы

1. Глубина резания t
2. Скорость резания V
3. Частота вращения шпинделя n
4. Минутная подача S_m
5. Основное время обработки детали T_o .

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:

- порядковый номер и наименование практической работы;
- цель работы;
- содержательная составляющая:
 - решение заданий практической работы
 - ответы на контрольные вопросы
- вывод.

Практическое занятие № 3

«Ознакомление с органами управления фрезерного станка»

Цели и задачи. Ознакомиться с основными узлами универсального консольно-фрезерного станка. Изучить принцип работы станка.

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Универсально-фрезерный станок мод. 6Н82
2. Плакат «Универсально-фрезерный станок мод. 6Н82»

Ход практического занятия:

1. Ознакомиться с основными узлами универсального консольно-фрезерного станка.
2. Вычертить схему универсально-фрезерного станка мод. 6Н82»
3. Ответить на вопросы.
4. Составить отчет.

Краткая теоретическая справка

Разнообразие операций, выполняемых фрезами различных типов, чрезвычайно велико. На фрезерных станках возможно получить почти все виды поверхностей. Фрезерные станки широко применяются в инструментальном производстве.

Главное движение — вращение шпинделя вместе с закрепленной фрезой. Движение подачи сообщают столу с закрепленной на нем заготовкой.

Универсально-фрезерный станок мод. 6Н82

Станок консольного типа предназначен для различных универсальных работ. Универсально-фрезерный станок называется потому, что стол может быть повернут относительно вертикальной оси.

Техническая характеристика и жесткость станка позволяют полностью использовать инструменты для скоростного фрезерования.

Техническая характеристика станка:

рабочая поверхность стола 1250 X 320 мм,

число скоростей шпинделя 18; пределы чисел оборотов шпинделя 29—1500 об/мин;

число подач 18;

пределы величин подач продольных и поперечных 19—930 мм/мин, вертикальных 6,33—310 мм/мин;

мощность электродвигателя 7 кет;

поворот стола 45°.

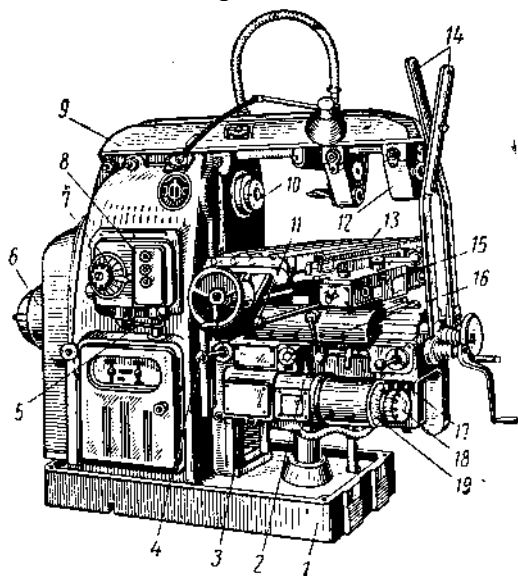


Рис. 1. Универсально-фрезерный станок мод. 6Н82

. На фундаментной плите установлена станина 3. Плита выполнена в виде корыта для сбора охлаждающей жидкости.

Станина 3 выполнена коробчатой формы. С передней стороны на боковой части имеются направляющие для перемещения консоли 17.

Наверху станины перемещается хобот 9, а внутри нее смонтирована коробка скоростей 8 с приводом от фланцевого электродвигателя - 6.

Консоль 17 служит для монтажа поперечных салазок 16, поворотной части стола 13 и коробки подач 2. Поперечные салазки перемещаются по направляющим консоли в поперечном направлении вместе с поворотной частью 15. Рабочий стол 13 монтируется в направляющих поворотной части 15 и перемещается по ним. Он может быть повернут по круговым направляющим нижней половины поворотной части. На верхней поверхности стола выполнены три Т-образных: паза Два из них служат для закрепления приспособления и длительной головки, а соединительный паз — для выверки их на параллельность оси стола. Для увеличения жесткости хобот 9 соединяется с консолью с помощью поддерживающих стоек 14.

Оправки с инструментами вставляются одним концом в коническое отверстие шпинделя 10, а другим - в отверстие люнета 12. Используя перемещения консоли поперечных салазок и стола, заготовка может перемещаться в вертикальном, поперечном и в продольном направлениях.

Фрезерные станки

Фрезерные станки имеют весьма широкую область применения и разделяются на две основные группы: станки общего назначения и специализированные.

К первой группе относятся станки консольные и бесконсольные, продольно-фрезерные, станки непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные).

Ко второй группе относятся станки копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др.

Типоразмеры станков характеризуются площадью рабочей (крепежной) поверхности стола или размерами обрабатываемой заготовки (при зубо- и резьбообработке). По указанному признаку станки имеют пять градаций:

Размер Площадь поверхности стола, мм

0 200 x 800

1 250 x 1000

2 320 x 1250

3 400 x 1600

4 500 x 2000

Классификация фрезерных станков дана в таблице, где приведено девять типов станков шестой группы (кроме того, фрезерные станки входят и в пятую группу зубо- и резьбообрабатывающих станков, которые в настоящий момент не рассматриваются).

Каждый станок имеет свой шифр, первая цифра в котором обозначает группу станка, вторая — его тип (1 — консольные вертикально-фрезерные (рис. 2, а), 2 — непрерывного действия (рис. 2, б), 4 — копировальные (рис. 2, в) и гравировальные, 5 — вертикальные бесконсольные (рис. 2, г) (с крестовым столом), 6 — продольно-фрезерные (рис. 2, д), 7 — широкоуниверсальные (рис. 2, е), 8 — консольные, горизонтальные (рис. 2, ж), 9 — разные). Третья и при необходимости четвертая цифры обозначают характерные размеры станка. Кроме цифр в обозначение модели станка может входить буква. Если буква стоит между первой и второй цифрами, то это означает, что конструкция станка модифицирована. Например, универсальный консольный станок в течение многих лет подвергался усовершенствованию и имел обозначения 682, 6Б82, 6Н82, 6М82, 6Р82 и 6Т82.

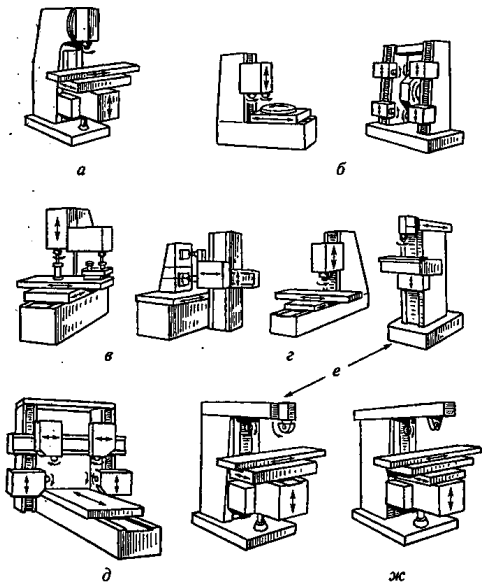


Рис. 2 Фрезерные станки:

а — консольные вертикально-фрезерные станки; *б* — фрезерные станки непрерывного действия (карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные); *в* — копировальные (вертикальные и горизонтальные) фрезерные станки; *г* — вертикально-фрезерные бесконсольные станки; *д* — продольно-фрезерные станки; *е* — широкоуниверсальные фрезерные станки (консольные и бесконсольные); *ж* — горизонтальные консольно-фрезерные станки

Если буква стоит в конце шифра станка, то это может означать следующее; 1) конструктивную модификацию основной модели (например 6Р82Г — станок горизонтально-фрезерный, 6Р12Б — быстроходная модель, 6Р82Ш — широкоуниверсальный); 2) различное

исполнение станков в зависимости от точности (Н — нормальной точности, П — повышенной, В — высокой, А — особо высокой и С — станки особо точные, называемые мастер-станками); 3) различное исполнение с учетом используемой системы управления станком.

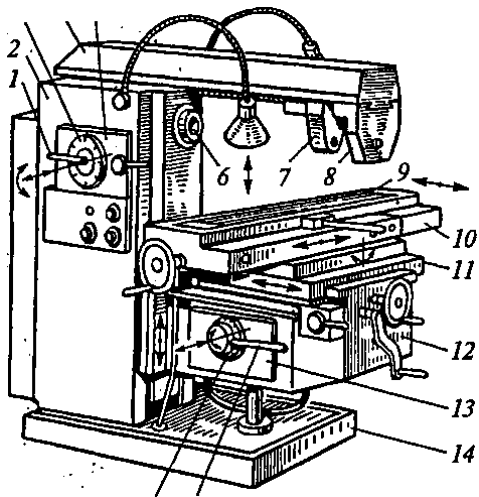
5.2 Устройство консольно-фрезерного станка

Консольно-фрезерные станки — наиболее распространенный тип станков, используемый для фрезерных работ. Отличительная особенность станка — наличие консоли (кронштейна), несущей стол и перемещающейся по направляющим станины вверх и вниз. Существуют горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки. В горизонтально-фрезерных станках шпиндель расположен горизонтально, и стол перемещается в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Отличие универсальных консольно-фрезерных станков от горизонтальных заключается только в возможности поворота стола относительно вертикальной оси, а широкоуниверсальных фрезерных станков от универсальных — в наличии на станине специального хобота, на торце которого установлена дополнительная головка со шпинделем, поворачивающаяся под углом в любом направлении. Вертикально-фрезерные станки отличаются от горизонтально-фрезерных вертикальным расположением шпинделя и отсутствием хобота. В рассматриваемых станках детали и узлы широко унифицированы.

В качестве примера для рассмотрения технической характеристики, компоновки и кинематической схемы выбран универсальный горизонтальный консольно-фрезерный станок (рис. 1). Он предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ по чугуно, стали и цветным металлам, твердосплавным и быстрорежущим инструментом в условиях мелко- и крупносерийного производства. Наличие в станке возможности поворота стола вокруг своей вертикальной оси позволяет фрезеровать винтовые канавки сверл, червяков и т.д.

Станок состоит из станины 2, установленной на фундаментной плите 14. На вертикальных направляющих станины расположена консоль 12 с горизонтальными поперечными направляющими, на которых удерживаются салазки 11, а на них — поворотная плита 10 с горизонтальными продольными направляющими.

3 4 5



16 15

1 — рукоятка; 2 — станина; 3 — лимб; 4 — хобот; 5 — коробка скоростей; 6 — шпиндель; 7, 8 — подвески; 9 — стол; 10 — поворотная плита; 11 — салазки; 12 — консоль; 13 — коробка подач; 14 — фундаментальная плита; 15 — рукоятка; 16 — лимб

Рис. 3 Универсальный консольно-фрезерный станок

На этих направляющих монтируют стол 9. Такая компоновка узлов обеспечивает возможность перемещения стола в трех направлениях (продольном, поперечном и вертикальном).

В станине расположена коробка скоростей 5 с рукояткой 1 и лимбом 3 и привод с электродвигателем, обеспечивающим вращение шпинделя. В консоли 12 размещена коробка подач 13 с электродвигателем, лимбом 16 и рукояткой 15 для установки подач. В верхней части станины смонтирован шпиндель 6, а на направляющих выдвижного хобота 4 закреплены подвески (кронштейны) 7 и 8, которые являются опорами фрезерных оправок для установки фрез.

Основные движения в станке. *Главное движение.* Вал IV (рис. 3) со шпинделем получает вращение от электродвигателя М1 (мощность двигателя $N=3$ кВт; частота вращения $n=1450$ мин⁻¹) через шкивы 100/180 клиноременной передачи и 12-ступенчатую коробку скоростей. От вала II вращение передается валу III посредством передвигжных блоков зубчатых колес $z_1=51/51$ или $60/42, 42/60, 34/68, 21/81, 27/75$. От вала III вращение зубчатыми колесами $z_2=75/41$ или $24/96$ передается валу IV. Уравнение кинематической цепи для минимальной частоты вращения шпинделя

$$n_{\min}=1450 \cdot 100/180 \cdot 21/81 \cdot 24/96 = 52, \text{мин}^{-1}$$

Изменение направления вращения шпинделя осуществляют реверсированием вращения вала электродвигателя М1.

Движение подачи осуществляется от электродвигателя М2 ($N=0,3$ кВт; $n=1450$ об/мин) через коробку подач, обеспечивающую 1.2 ступеней подачи. От вала VIII через цилиндрические передачи $z_1=26/67$ и $36/60$ вращение передается валу X, от него через блок

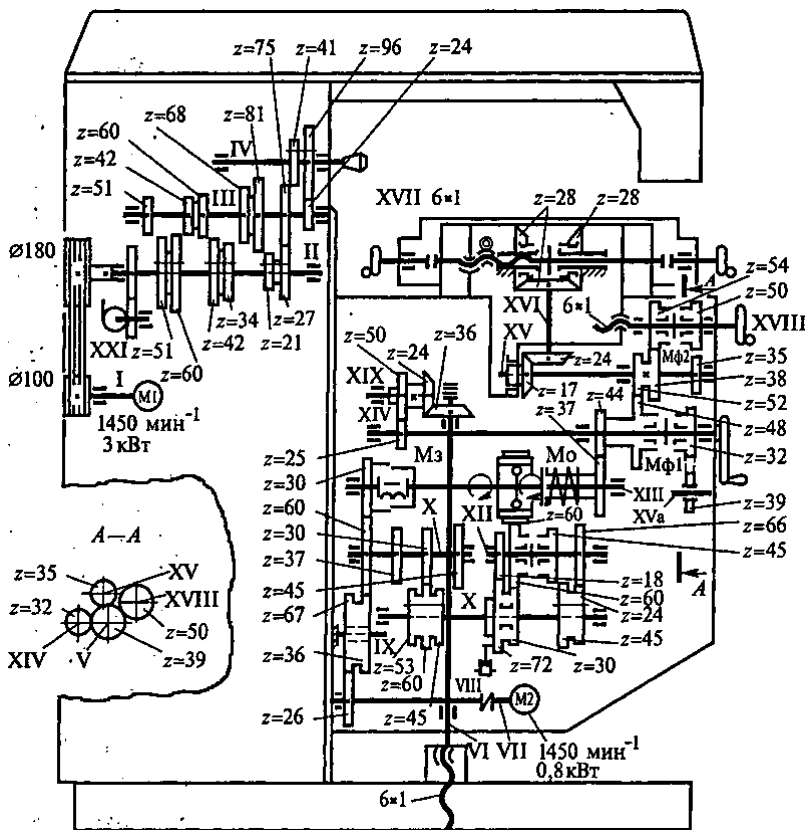


Рис. 4. Кинематическая схема универсального консольно-фрезерного станка
 зубчатых колес $7 = 37/53$ или $30/60$, $45/45$ — валу XI и далее перебором $2=45/45$ или $24/66$ — валу XII, через зубчатые колеса $2 = 18/72$ и $30/60$ и широкое колесо $2 = 60$ обгонной муфты вращение передается валу XIII (непосредственно или минуя перебор, когда широкое колесо $z = 60$ соединено с зубчатым колесом $z = 45$). От вала XIII вращение зубчатыми колесами $z = 37/44$ передается валу XIV; при этом вертикальное движение подачи осуществляется ходовым винтом VI (6×1), которому вращение от вала XIV передается зубчатыми колесами $z = 25/50$ и $24/36$. Продольное движение подачи производится от ходового винта XVII (6×1) (на рис. 5.3 винт условно повернут на 90°), который вращается от вала XIV при помощи цилиндрических передач $2 = 48/52$, $17/24$, $28/28$ (справа при прямом ходе) или $z = 28/28$ (слева при обратном ходе).

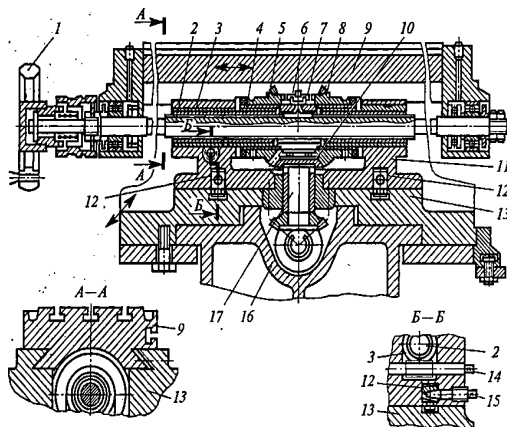


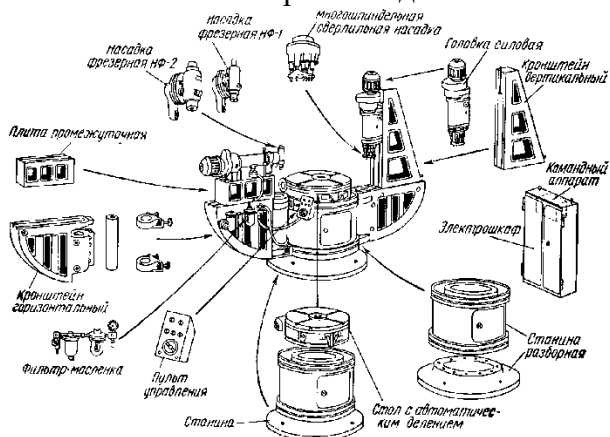
Рис. 5 Стол универсального консольно – фрезерного станка:
 1 — маховик; 2 — ходовой винт; 3, 4 — гайки; 5, 8 и 10 — зубчатые колеса; 6 —

вилка; 7— муфта; 9 — стол; 11 — поворотная плита; 12 — сухари; 13 — салазки; 14— червяк; 15 — винты; 16— консоль; 17 — вал

Поперечные подачи от вала XIV через шестерни $\gamma = 48/52, 38/54$ передаются на ходовой винт XVIII. Ускоренный ход стола осуществляется от электродвигателя М2 посредством цилиндрических передач $2=26/67, 36/60, 60/30$ через включенную электромагнитную Мэ и обгонную Мо муфты и далее через ускоренные передачи рабочих подач. Реверсирование поперечного и вертикального движений подачи происходит при включении муфт Мф1 и Мф2 зубчатых колес $2=32$ и 50. В этом случае вращение от вала XIV передается ходовому винту XVIII цилиндрическими передачами $\gamma = 32/39, 39/50$ (см. сеч. А—А), ходовому винту VI — передачами $2 = 32/39, 39/35, 52/48, 25/50, 24/36$.

Салазки 13 консольно-фрезерного станка (рис. 5) перемещаются на консоли 16 в поперечном направлении. На салазках смонтирована поворотная плита 11, а на ней (в продольных направляющих) — стол 9, перемещающийся ходовым винтом 2, вращаемым вертикальным валом 17 при помощи конических зубчатых колес 10, 5, 8. Реверсирование стола осуществляют, перемещая вилок 6 муфту 7 вправо и влево, а для отключения движения стола необходимо вилок 6 установить в среднее положение. В крайних положениях муфта соединяется с коническими зубчатыми колесами 5 и 8. На ходовом винте предусмотрен механизм выборки зазора между резьбой винта 2 и гайками 3 и 4, из которых одна (3) может перемещаться в осевом направлении при вращении червяка 14 (см. сеч. Б—Б). Ручная подача стола осуществляется при вращении маховика 1.

Поворотная плита 11 (при необходимости) может быть повернута на вертикальном валу 17 относительно салазок 13 на $\pm 45^\circ$. Плиту 11 центрируют по Т-образному пазу салазок 13 при помощи двух сухарей 12, которые одновременно служат для закрепления плиты на салазках при их подъеме.



Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с основными узлами универсального консольно-фрезерного станка.

2. Вычертить схему универсально-фрезерного станка мод. 6Н82»

- Опишите устройство консольно – фрезерного станка.
- Опишите основные узлы универсального консольно – фрезерного станка и его конструктивные особенности.
- Опишите основные движения в станке:

а) главное движение

б) движение подачи

3. Ответить на вопросы.

- 1 На какие группы делятся фрезерные станки?
 - 2 Типоразмеры фрезерных станков.
 - 3 Классификация фрезерных станков.
 - 4 Отличительные особенности консольно – фрезерных станков. Их разновидности
 - 5 Чем отличаются вертикально – фрезерные от горизонтально - фрезерных станков.
 - 6 Назначение универсального горизонтального консольно – фрезерного станка
- 4. Составить отчет.**

Контрольные вопросы

1. Расскажите о конструктивных особенностях консольно-фрезерных станков.
2. Чем отличаются вертикально-фрезерные станки от горизонтально-фрезерных?
3. Покажите на кинематической схеме универсального консольно-фрезерного станка кинематические цепи минимальной частоты вращения шпинделя, продольного движения стола с минимальной и максимальной скоростью.
4. Расскажите о работе стола и салазок консольно-фрезерного станка.
5. Какие операции выполняют на фрезерных станках?
6. Расскажите, как расшифровать модель фрезерного станка

Практическое занятие № 4

«Расчет режимов резания при фрезерной обработке для заданных условий. Выбор режущих инструментов»

Цели и задачи работы:

1. Формирование навыков расчета режимов резания при фрезеровании.
2. Закрепление навыков использования справочной литературы.

Оборудование: Справочная литература, инструкционная карта, калькулятор.

1. Ход практического занятия:

Порядок выполнения работы:

1. Исходные данные для расчета записать из таблицы исходных данных по своему варианту.
2. По заданной ширине фрезерования определить диаметр фрезы $D = (1,25 \dots 1,5)B$, мм, полученное значение округлить в большую сторону до размерного ряда диаметров (20,25,40,60,75,90,110....)
3. По таблице 2.79 определить подачу на один зуб S_z при средней жесткости системы.
4. Определить скорость резания (окружную скорость фрезы) v , м/мин для торцевой фрезы, необходимые значения коэффициентов и показателей степени приведены в таблицах 2.84 и 2.85
5. Определить общий поправочный коэффициент на скорость резания, необходимые коэффициенты определяем из таблиц 2.1 – 2.9. (σ_b для стали и НВ для чугуна принять из таблицы 2.86)
6. Определить силу резания, принимая степени и коэффициенты по таблице 2.86.
7. Определить крутящий момент на шпинделе, Н м.
8. Определить эффективную мощность резания, кВт.

9. Сделать выводы

Теоритический материал

Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы (цилиндрическая, торцовая, дисковая, концевая, фасонная, шпоночная). Её размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя (рисунок 1). Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жесткость технологической системы, схему резания и размеры обрабатываемой заготовки.

При торцовом фрезеровании для достижения производительных режимов резания диаметр фрезы $D = (1,25 \dots 1,5)B$, где B – ширина фрезерования. При обработке стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы.

Несоблюдение указанных правил ведет к значительному снижению стойкости инструмента.

Глубина t и ширина B фрезерования. Во всех видах фрезерования, кроме торцевого, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой. Глубина резания при цилиндрическом фрезеровании зависит от припуска, а так же от жесткости и мощности станка. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании. При торцевом фрезеровании эти понятия меняются местами

Подача. При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , подачу на один оборот фрезы S и подачу минутную S_m мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \times n = S_z \times z \times n,$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб S_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы S , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб $S_z = S/z$.

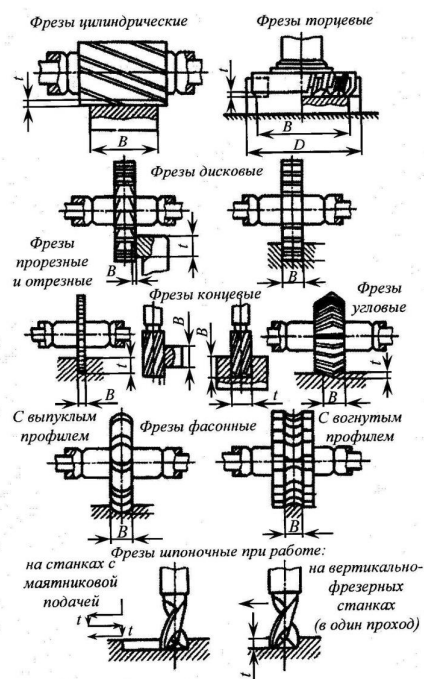


Рисунок 1 – Виды фрезерования

Рекомендуемые подачи для различных фрез и условий резания приведены в таблицах 2.78 – 2.83 [4].

Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени приведены в таблице 2.84, а периода стойкости T – в таблице 2.85 [4].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_v = K_{Mv} K_{nv} K_{uv},$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (см. таблицы 2.1 – 2.4);

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (см. таблицу 2.5);

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента (см. таблицу 2.6) [4].

Сила резания. Составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{MP}$$

где z - число зубьев фрезы;

n - частота вращения фрезы, об/мин.

Значение коэффициента и показателей степени приведены в таблице 2.86, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала для стали и чугуна – таблица 2.8, а для медных и алюминиевых сплавов – таблица 2.7. Величины остальных составляющих силы резания устанавливают из соотношения с главной составляющей по таблице 2.87 [4].

Крутящий момент, Нм, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \times 100}$$

где D - диаметр фрезы, мм.

Мощность резания. Эффективная мощность резания, кВт

$$N_s = \frac{P_z v}{1020 \times 60}$$

1. **Задание:** По заданным исходным данным подберите инструмент, определите режимы резания при фрезеровании (подачу, скорость резания, общий поправочный коэффициент на скорость резания, силу резания, крутящий момент и мощность резания)

Исходные данные для расчета:

| № варианта | Мощность станка | Обрабатываемый материал | Способ обработки | Глубина фрезерования t , мм | Число зубьев фрезы | Ширина фрезерования B , мм |
|------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1. | 2 кВт | Сталь Т15К6 | Черновое фрезерование | 3 | 4 | 30 |
| 1. | 4 кВт | Сталь Т5К10 | Черновое фрезерование | 5 | 6 | 40 |
| 1. | 6 кВт | Чугун ВК6 | Черновое фрезерование | 8 | 8 | 30 |
| 1. | 8 кВт | Чугун ВК8 | Черновое фрезерование | 12 | 4 | 40 |
| 1. | 10 кВт | Сталь Т15К6 | Черновое фрезерование | 3 | 6 | 30 |
| 1. | 2 кВт | Сталь Т5К10 | Черновое фрезерование | 5 | 8 | 40 |
| 1. | 4 кВт | Чугун ВК6 | Черновое фрезерование | 8 | 4 | 30 |
| 1. | 6 кВт | Чугун ВК8 | Черновое фрезерование | 12 | 6 | 40 |
| 1. | 8 кВт | Сталь Т15К6 | Черновое фрезерование | 3 | 8 | 30 |
| 1. | 10 кВт | Сталь Т5К10 | Черновое фрезерование | 5 | 4 | 40 |

Приложения

Таблица 2.2

Значения коэффициента K_f и показателя степени n_v в формуле для расчёта коэффициента обрабатываемости стали K_{mv} , приведённого в табл. 2.1

| Обрабатываемый материал | Коэффициент K_f для материала инструмента | | Показатели степени n_v при обработке | | | | | | |
|--|---|--------------------|--|--------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--|
| | | | резцами | | сверлами, зенкерами, развёртками | | фрезами | | |
| | из быстрорежущей стали | из твёрдого сплава | из быстрорежущей стали | из твёрдого сплава | из быстрорежущей стали | из твёрдого сплава | из быстрорежущей стали | из твёрдого сплава | |
| Сталь: углеродистая ($C < 0,6\%$), σ_B МПа: < 450 450-550 > 550 повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая углеродистая ($C > 0,6\%$) хромоникелевая, хромо- молибденованадиевая хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромо- кремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминие- вая хромованадиевая марганцовистая хромоникелевольфрамовая, хромомолибденовая хромалюминиевая хромоникельванадиевая быстрорежущая | 1,0 | 1,0 | -1,0 | | -0,9 | | -0,9 | | |
| | 1,0 | 1,0 | 1,75 | | -0,9 | | -0,9 | | |
| | 1,0 | 1,0 | 1,75 | | 0,9 | | 0,9 | | |
| | 1,2 | 1,1 | 1,75 | | 1,05 | | - | | |
| | 0,85 | 0,95 | 1,75 | | 0,9 | | 1,45 | | |
| | 0,8 | 0,9 | 1,5 | | | | 1,35 | | |
| | 0,7 | 0,8 | 1,25 | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | |
| | 0,85 | 0,8 | 1,25 | | | | | | |
| | 0,75 | 0,9 | 1,5 | | | | | | |
| | 0,8 | 0,85 | 1,25 | | | | 1,0 | | |
| | 0,75 | 0,8 | 1,25 | | | | | | |
| | 0,75 | 0,85 | 1,25 | | | | | | |
| | 0,6 | 0,7 | 1,25 | | | | | | |
| | Чугун: серый ковкий | - | - | 1,7 | | | | | |
| | | - | - | 1,7 | | | | | |
| | | | 1,25 | 1,3 | 1,3 | 0,95 | 1,25 | | |
| | | | 1,25 | 1,3 | 1,3 | 0,85 | 1,25 | | |

Таблица 2.1

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

| Обрабатываемый материал | Расчетная формула |
|-------------------------|--|
| Сталь | $K_{mv} = K_f \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ |
| Серый чугун | $K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$ |
| Ковкий чугун | $K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$ |

Примечание: 1. σ_B и HB – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.
2. Коэффициент K_f , характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени n_v , см. в табл. 2.2.

Таблица 2.3

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей на скорость резания

| Марка стали или сплава | σ_B , МПа | Усредненное значение коэффициента K_{mv} | Марка стали или сплава | σ_B , МПа | Усредненное значение коэффициента K_{mv} |
|------------------------|------------------|--|------------------------|------------------|--|
| 12X18H9T | 550 | 1,0 | ХН60ВТ | 750 | 0,48 |
| 13X11H2B2MФ | 1100 – 1460 | 0,8 – 0,3 | ХН77ТЮ | 850 – 1000 | 0,40 |
| 14X17H2 | 800 – 1300 | 1,0 – 0,75 | | | |
| 13X14H3B2ФР | 700 – 1200 | 0,5 – 0,4 | ХН77ТЮР | 950 | 0,26 |
| 37X12H8Г8МФБ | – | 0,95 – 0,72 | ХН35ВТ | 1000 – 1250 | 0,50 |
| 45X14H14B2M | 700 | 1,06 | ХН70ВМТЮ | 1000 – 1250 | 0,25 |
| 10X11H20ТЗР | 720 – 800 | 0,85 | ХН55ВМТКЮ | 900 – 1000 | 0,25 |
| 12X21H5T | 820 – 10000 | 0,65 | ХН65ВМТЮ | 900 – 950 | 0,20 |
| 20X23H18 | 600 – 620 | 0,80 | ХН35ВТЮ | 950 – 1200 | 0,22 |
| | | | ВТЗ-1; ВТЗ | 750 – 950 | 0,40 |
| 31X19H9МВБТ | 730 | 0,40 | ВТ5; ВТ4 | 900 – 12 | 0,70 |
| 15X18H12C4ТЮ | 780 | 0,50 | ВТ6; ВТ8 | 900 – 1400 | 0,35 |
| ХН78Т | – | 0,75 | ВТ14 | 600 – 1100 | 0,53 – 0,43 |
| ХН75МБТЮ | – | 0,53 | 12X13 | 850 – 1100 | 1,5 – 1,2 |
| | | | 30X13; 40X13 | – | 1,3 – 0,9 |

Таблица 2.4

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

| Медные сплавы | K_{mv} | Алюминиевые сплавы | K_{mv} |
|--|----------|--|----------|
| Гетерогенные: НВ > 140 НВ100 – 140 | 0,7 | Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200 – 300$ МПа, НВ > 60 | 0,8 |
| | 1,0 | | |
| Свинцовистые при основной гетерогенной структуре | 1,7 | Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400 – 500$ МПа, НВ > 100 | 1,0 |
| | 2,0 | | |
| Сплавы с содержанием свинца < 10 % при основной гомогенной структуре | 4,0 | Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100 – 200$ МПа, НВ < 65. | 1,0 |
| | 8,0 | | |
| Медь | 8,0 | Дюралюминий, $\sigma_B = 300 – 400$ МПа, НВ < 100 | |
| Сплавы с содержанием свинца > 15 % | 12,0 | Дюралюминий, $\sigma_B = 200 – 300$ МПа | 1,2 |

Таблица 2.5

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

| Состояние поверхности заготовки | | | | | |
|---------------------------------|----------|---------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Без корки | с коркой | | | | |
| | Прокат | Поковка | Стальные и чугунные отливки при корке | | Медные и алюминиевые сплавы |
| | | | нормальной | сильно загрязненной | |
| 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,8 – 0,85 | 0,5 – 0,6 | 0,9 |

Таблица 2.6

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

| Обрабатываемый материал | Значения коэффициента K_{mv} в зависимости от марки инструментального материала | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|----------|-------|------|
| | T5K12B | T5K10 | T14K8 | T15K6 | T15K6 | T30K4 | BK8 |
| Сталь конструкционная | 0,35 | 0,65 | 0,8 | 1,00 | 1,15 | 1,4 | 0,4 |
| Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали | BK8 | T5K10 | T15K6 | P18 | – | | |
| | 1,0 | 1,4 | 1,9 | 0,3 | – | | |
| Сталь закаленная | HRC35-50 | | | | HRC51-62 | | |
| | T15K6 | T30K4 | BK6 | BK8 | BK4 | BK6 | BK8 |
| | 1,0 | 1,25 | 0,85 | 0,83 | 1,0 | 0,92 | 0,74 |
| Серый и ковкий чугун | BK8 | BK6 | BK4 | BK3 | BK3 | – | |
| | 0,83 | 1,0 | 1,1 | 1,15 | 1,25 | – | |
| Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы | P6M5 | BK4 | BK6 | 9XC | XB1 | Y12A | – |
| | 1,0 | 2,5 | 2,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | – |

Таблица 2.7

Коэффициент изменения стойкости K_{TI} в зависимости от числа одновременно работающих инструментов при средней по равномерности их нагрузке

| Число работающих инструментов | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 |
|---|---|-----|---|-----|----|----|
| K_{TI} | 1 | 1,7 | 2 | 2,5 | 3 | 4 |
| Примечания: 1. При равномерной нагрузке инструментом коэффициент K_{TI} увеличивать в 2 раза. 2. При нагрузке инструментов с большой неравномерностью коэффициент K_{TI} уменьшать на 25 – 30 % | | | | | | |

Таблица 2.79

Поддачи при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами из быстрорежущей стали

| Мощность станка или фрезерной головки, кВт | Жесткость системы заготовка-приспособление | Фрезы | | | |
|---|--|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | торцовые и дисковые | | цилиндрические | |
| | | Подача на один зуб S_z , мм, при обработке | | | |
| | | Конструкционной стали | Чугуна и медных сплавов | Конструкционной стали | Чугуна и медных сплавов |
| Фрезы с крупным зубом и фрезы со вставными ножами | | | | | |
| Св. 10 | Повышенная | 0,20 – 0,30 | 0,40 – 0,60 | 0,40 – 0,60 | 0,60 – 0,80 |
| | Средняя | 0,15 – 0,25 | 0,30 – 0,50 | 0,30 – 0,40 | 0,40 – 0,60 |
| | Пониженная | 0,10 – 0,15 | 0,20 – 0,30 | 0,20 – 0,30 | 0,25 – 0,40 |
| 5 – 10 | Повышенная | 0,12 – 0,2 | 0,30 – 0,50 | 0,25 – 0,40 | 0,30 – 0,50 |
| | Средняя | 0,08 – 0,15 | 0,20 – 0,40 | 0,12 – 0,20 | 0,20 – 0,30 |
| | Пониженная | 0,06 – 0,10 | 0,15 – 0,25 | 0,10 – 0,15 | 0,12 – 0,20 |
| До 5 | Средняя | 0,06 – 0,07 | 0,15 – 0,30 | 0,08 – 0,12 | 0,10 – 0,18 |
| | Пониженная | 0,04 – 0,06 | 0,10 – 0,20 | 0,06 – 0,10 | 0,08 – 0,15 |
| Фрезы с мелким зубом | | | | | |
| 5 – 10 | Повышенная | 0,08 – 0,12 | 0,20 – 0,35 | 0,10 – 0,15 | 0,12 – 0,2 |
| | Средняя | 0,06 – 0,10 | 0,15 – 0,30 | 0,06 – 0,10 | 0,10 – 0,15 |
| | Пониженная | 0,04 – 0,08 | 0,10 – 0,20 | 0,06 – 0,08 | 0,08 – 0,12 |
| До 5 | Средняя | 0,04 – 0,06 | 0,12 – 0,2 | 0,05 – 0,08 | 0,06 – 0,12 |
| | Пониженная | 0,03 – 0,05 | 0,08 – 0,15 | 0,03 – 0,06 | 0,05 – 0,10 |

Примечания: 1. Большее значение подач брать для меньшей глубины и ширины фрезерования, меньшее – для больших значений глубины и ширины.
2. При фрезеровании жаропрочной и коррозионно-стойкой стали подачи брать те же, что и для конструкционной стали, но не выше 0,3 мм/зуб.

Таблица 2.9

Поправочный коэффициент K_{MP} для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

| Обрабатываемый материал | Расчетная формула | Показатель степени n при определении | | |
|--|--|---|---|--|
| | | составляющей силы резания P_z при обработке резцами | крутящего момента M и осевой силы P_o при сверлении, рассверливании и зенкеро-вании | окружной силы резания P_x при фрезеровании |
| Конструкционная углеродистая и легированная сталь, σ_B , МПа: < 600 > 600 | $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$ | 0,75/0,35 | 0,75/0,75 | 0,3/0,3 |
| | | 0,75/0,75 | 0,75/0,75 | 0,3/0,3 |
| Серый чугун | $K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$ | 0,4/0,55 | 0,6/0,6 | 1,0/0,55 |
| Ковкий чугун | $K_{MP} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$ | 0,4/0,55 | 0,6/0,6 | 1,0/0,55 |

Примечание: В числителе приведены значения показателя степени n для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали.

Таблица 2.84

Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при фрезеровании

| Фреза | Материал режущей части | Обрабатываемые поверхности | Параметры срезаемого слоя, мм | | | Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания | | | | | | |
|--|------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|---|------|----------------------|-------------|-----------|-----|------|
| | | | B | t | S_z | C_v | q | x | y | u | p | m |
| Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа | | | | | | | | | | | | |
| Торцовые | T15K6 | Плоскости | – | – | – | 332 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0,2 |
| | P6M5* | | – | – | $\leq 0,1$ $> 0,1$ | 64,7 41 | 0,25 | 0,1 | 0,2 0,4 | 0,15 | 0 | 0,2 |
| Цилиндрические | T15K6 | Плоскости | ≤ 35 | ≤ 2 | – | 390 | 0,17 | 0,19 | 0,28 | –0,05 | 0,1 | 0,33 |
| | | | > 35 | ≤ 2 > 2 | – | 446 616 700 | | 0,38 0,19 0,38 | | 5 0,08 | | |
| | P6M5* | | – | – | $\leq 0,1$ $> 0,1$ | 55 35,4 | 0,45 | 0,3 | 0,2 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| | | | – | – | $\leq 0,12$ $> 0,12$ | 1340 740 | 0,2 | 0,4 | 0,12 0,4 | 0 | 0 | 0,35 |
| Дисковые вставные ножи | T15K6 | Плоскости и уступы | – | – | $\leq 0,12$ $> 0,12$ | 1340 740 | 0,2 | 0,4 | 0,12 0,4 | 0 | 0 | 0,35 |
| | | Пазы | – | – | $\leq 0,06$ $> 0,06$ | 1825 690 | 0,2 | 0,3 | 0,12 0,4 | 0,1 | 0 | 0,35 |
| | P6M5* | Плоскости, уступы и пазы | – | – | $\leq 0,1$ $> 0,1$ | 75,5 48,5 | 0,25 | 0,3 | 0,2 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Дисковые цельные | P6M5* | – | – | – | 68,5 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | |

Таблица 2.85

Среднее значение предела стойкости T фрезы

| Фрезы | Стойкость T , мин, при диаметре фрезы, мм | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 25 | 40 | 60 | 75 | 90 | 110 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| Торцовые | – | 120 | 180 | | | | | | 240 | 300 | 400 | |
| Цилиндрические цельные с крупным зубом и со вставными ножами | – | | | | 180 | | | 240 | – | | | |
| Цилиндрические цельные с мелким зубом | – | 120 | 180 | | | – | | | | | | |
| Дисковые | – | | | | | 120 | 150 | 180 | 240 | – | | |
| Концевые | 80 | 90 | 120 | 180 | – | | | | | | | |
| Прорезные и отрезные | – | | | | 60 | 75 | 120 | 150 | – | | | |
| Фасонные и угловые | – | 120 | | | 180 | – | | | | | | |

Таблица 2.86

Значения коэффициента C_p и показателей степени в формуле окружной силы P_z при фрезеровании

| Фрезы | Материал инструмента | Коэффициент и показатели степени | | | | | |
|--|----------------------|----------------------------------|------|------|------|------|-------|
| | | C_p | x | y | n | q | w |
| Обработка конструкционной углеродистой стали $\sigma_B = 750$ МПа | | | | | | | |
| Торцовые | Твердый сплав | 825 | 1,0 | 0,75 | 1,1 | 1,3 | 0,2 |
| | Быстрорежущая сталь | | 0,95 | 0,8 | | 1,1 | 0 |
| Цилиндрические | Твердый сплав | 101 | 0,88 | 0,75 | 1,0 | 0,87 | 0 |
| | Быстрорежущая сталь | 68,2 | 0,86 | 0,72 | | 0,86 | |
| Дисковые, прорезные и отрезные | Твердый сплав | 261 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 0,1 |
| | Быстрорежущая сталь | 68,2 | 0,86 | 0,72 | 1,0 | 0,86 | 0 |
| Концевые | Твердый сплав | 12,5 | 0,85 | 0,75 | 1,0 | 0,73 | -0,13 |
| | Быстрорежущая сталь | 68,2 | 0,86 | 0,72 | | 0,86 | 0 |
| Фасонные и угловые | Быстрорежущая сталь | 47 | 0,86 | 0,72 | 0,1 | 0,86 | 0 |
| Обработка жаропрочной стали 12X18 Н9Т в состоянии поставки, НВ141 | | | | | | | |
| Торцовые | Твердый сплав | 218 | 0,92 | 0,78 | 1,0 | 1,15 | 0 |
| Концевые | Быстрорежущая сталь | 82 | 0,75 | 0,6 | 1,0 | 0,86 | 0 |
| Обработка серого чугуна, НВ190 | | | | | | | |
| Торцовые | Твердый сплав | 54,5 | 0,9 | 0,74 | 1,0 | 1,0 | 0 |
| | Быстрорежущая сталь | 50 | | 0,72 | 1,14 | 1,14 | |
| Цилиндрические | Твердый сплав | 58 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0 |
| | Быстрорежущая сталь | 30 | 0,83 | 0,65 | | 0,83 | |
| Дисковые, прорезные и отрезные | Быстрорежущая сталь | 30 | 0,83 | 0,65 | 1,0 | 0,83 | 0 |
| Обработка ковкого чугуна, НВ150 | | | | | | | |
| Торцовые | Твердый сплав | 491 | 1,0 | 0,75 | 1,1 | 1,3 | 0,2 |
| | Быстрорежущая сталь | 50 | 0,95 | 0,8 | | 1,1 | 0 |
| Фрезы* | Быстрорежущая сталь | 30 | 0,86 | 0,72 | 1,0 | 0,86 | 0 |
| Обработка гетерогенных медных сплавов средней твердости, НВ100-140 | | | | | | | |
| Фрезы* | Быстрорежущая сталь | 22,6 | 0,86 | 0,72 | 1,0 | 0,86 | 0 |
| <p>Приложения: 1. Окружную силу при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывать, как для стали, с введением коэффициента $K = 0,25$.</p> <p>2. Окружная сила P_z, рассчитанная по табличным данным, соответствует работе фрезой без затупления. При затуплении фрезы до допустимой величины износа сила возрастает: при обработке мягкой стали ($\sigma_B < 600$ МПа) в 1,75 – 1,9 раза; во всех остальных случаях – в 1,2 – 1,4 раза.</p> <p>3.* Цилиндрические, дисковые, концевые, прорезные и отрезные фрезы.</p> | | | | | | | |

Продолжение Табл. 2.84

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------------------------|---|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Концевые с коронками | Т15К6 | Плоскости, уступы и пазы | - | - | - | 145 | 0,44 | 0,24 | 0,26 | 0,1 | 0,1 | 0,37 | |
| Концевые с напаянными пластинами | | | - | - | - | 234 | 0,44 | 0,24 | 0,26 | 0,1 | 0,1 | 0,37 | |
| Концевые цельные | Р6М5* | | - | - | - | 46,7 | 0,45 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,33 | |
| Прорезные и отрезные | Р6М5* | Пазы и отрезание | - | - | - | 53 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | |
| Фасонные с выпуклым профилем | | Фасонное фрезерование | - | - | - | 53 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 | |
| Фасонные с вогнутым профилем | | | - | - | - | 44 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 | |
| Угловые | | Нарезание угловых канавок | - | - | - | | | | | | | | |
| Шпоночные двухперые | | Шпоночные пазы | - | - | - | 12 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0 | 0 | 0,26 | |
| Обработка жаропрочной стали 12Х18Н9Т в состоянии поставки | | | | | | | | | | | | | |
| Торцовые | ВК8 | Плоскости | - | - | - | 108 | 0,2 | 0,06 | 0,3 | 0,2 | 0 | 0,32 | |
| | Р6М5* | | - | - | - | 49,6 | 0,15 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,14 | |
| Цилиндрические | Р6М5* | | - | - | - | 44 | 0,26 | 0,3 | 0,34 | 0,1 | 0,1 | 0,14 | |
| Концевые | Р6М5* | Плоскости и уступы | - | - | - | 22,5 | 0,35 | 0,21 | 0,48 | 0,03 | 0,1 | 0,27 | |
| Обработка серого чугуна, HB 190 | | | | | | | | | | | | | |
| Торцовые | ВК6 | Плоскости | - | - | - | 445 | 0,2 | 0,15 | 0,35 | 0,2 | 0 | 0,32 | |
| | Р6М5 | | - | - | - | 42 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | |
| Цилиндрические | ВК6 | | - | < 2,5 | ≤ 0,2 | 923 | 0,37 | 0,13 | 0,19 | 0,47 | 0,23 | 0,1 | 0,15 |
| | | | - | ≥ 2,5 | ≤ 0,2 | 588 | | | | | | | |
| | Р6М5 | - | - | ≤ 0,15 | 750 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | | |
| | | | | > 0,15 | 27 | | | 0,6 | | | | | |
| Дисковые вставные ножи | Р6М5 | Плоскости, уступы и пазы | - | - | - | 85 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | |
| Дисковые цельные | Р6М5 | | - | - | - | 72 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | |
| Концевые | Р6М5 | Плоскости и уступы | - | - | - | 72 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | |
| Прорезные и отрезные | Р6М5 | Пазы и отрезание | - | - | - | 30 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | |
| Обработка ковкого чугуна, HB 150 | | | | | | | | | | | | | |
| Дисковые: вставные ножи | Р6М5* | Плоскости, уступы и пазы | - | - | ≤ 0,1 | 105,8 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | |
| | | | - | - | > 0,1 | 68 | | | 0,4 | | | | |
| Дисковые цельные | Р6М5* | Плоскости, уступы и пазы | - | - | - | 95,8 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | |

Контрольные вопросы:

- 1) как измеряется сила резания?
- 2) что такое сила резания?

3) как измеряется крутящий момент?

Практическое занятие № 5

«Ознакомление с органами управления кругло и плоскошлифовального станков»

Цели и задачи: Ознакомиться с органами управления и кинематическими схемами передач кругло и плоскошлифовального станков.

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Кругло и плоскошлифовальный станок
3. Плакат «**Основные узлы кругло и плоскошлифовального станков**»

Ход практического занятия:

1. Вычертить схему станка.
 2. Кратко описать основные узлы станка, их конструкцию и назначение.
 3. Ответить на вопросы.
 4. Сделать выводы.

Теоритические сведения

Основные узлы плоскошлифовального станка

Основными базовыми деталями и узлами станка являются (рис. 1.2): станина 1, крестовый суппорт 19, стол 17, колонна 9, шлифовальная бабка 11.

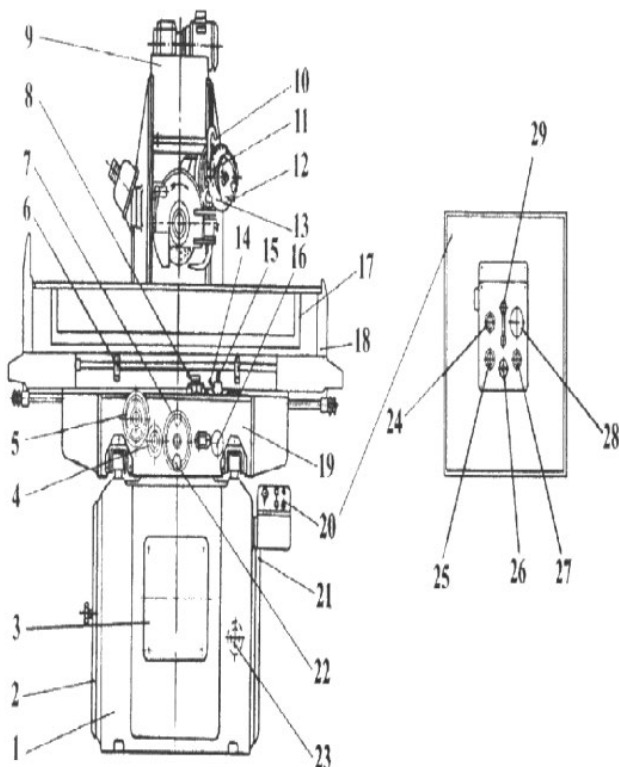


Рис. 1.2 - Плоскошлифовальный станок

Станина 1 является основной базовой деталью, представляет собой жесткую коробчатую отливку и служит для размещения всех узлов станка.

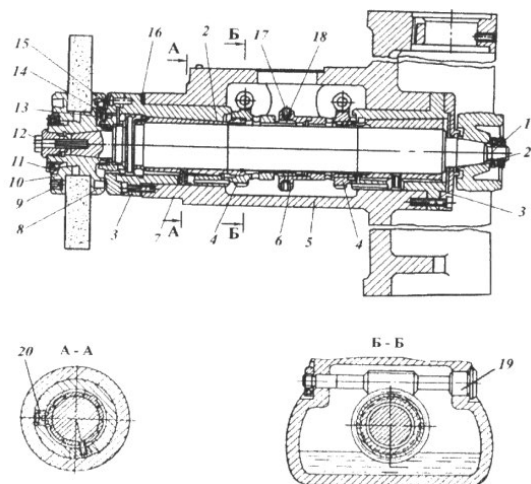
Крестовый суппорт 19 представляет собой чугунную отливку с нижними V-образными и верхними одной V-образной и другой плоской направляющими. Он перемещается в поперечном направлении по двум V-образным направляющим качения.

Стол 17 является чугунной отливкой и по V-образной и плоской направляющим перемещается по крестовому суппорту в продольном направлении. На верхней его части имеются три T-образных паза

для крепления приспособлений. На передней стенке стола имеется T-образный паз, в котором закреплены два упора 6, устанавливаемые в положение, зависящее от длины заготовки.

Колонна 9 представляет собой жесткую отливку и устанавливается на заднюю площадку станины. По ее направляющим перемещается шлифовальная бабка 11. Шлифовальная бабка имеет шпиндель, привод которого осуществляется от электродвигателя через плоскоремennую передачу. Шпиндель 1 (рис. 1.3) вращается в двух бронзовых регулируемых подшипниках скольжения 2, со смазкой самозатягиванием.

Рис. 1.3 - Шпиндельный узел плоскошлифовального станка



Регулировка радиальных зазоров производится путем осевого перемещения вкладышей подшипника 2 с наружной конической поверхностью (уклон 1:20) во втулках 3. Перемещение производится при помощи червяков 19 и косозубых шестерен 4, которые соединены с подшипниками 2 прямоугольной резьбой и упираются торцами во втулки 3. Зазор между косозубыми шестернями 4 и втулками 3 выбирается гайкой 6, которая стопорится через проставки 18 винтами 17. От проворота подшипники 2 стопорятся винтами. При перемещении подшипника 2 происходит уменьшение радиальных зазоров, т.е. приближение контактных полосок подшипников к поверхности шейки шпинделя. Одновременно промежуточные части вкладыша между опорными полосками деформируются и образуют камеры с пониженным давлением, в которые интенсивно засасывается смазка через трубки 7 из ванны 5. Контроль уровня масла производится по указателю, который расположен с левой стороны головки.

Осевые усилия, возникающие на шпинделе, воспринимаются упорными кольцами 16 и 15. При регулировке осевого зазора кольцо 15 перемещается в осевом направлении винтами 14. После регулировки зазора винты стопорятся гайками 13. Шлифовальный круг устанавливается между двумя фланцами 8 и 10 и затягивается гайкой 11. После балансировки грузиками 9 круг устанавливается на коническую поверхность шпинделя 1 и затягивается винтом 12, который при его вывинчивании стягивает фланцы с конуса шпинделя.

Внутри станины установлен гидроагрегат, а с правой стороны в нише монтируется электроаппаратура станка.

Внутри станины установлен гидроагрегат, а с правой стороны в нише монтируется электроаппаратура станка.

Органы управления станком

Основными органами управления станком являются (рис. 1.2 и рис. 1.4): лимб 2 ручной поперечной микрометрической подачи стола; рукоятка 3 ручной поперечной подачи стола; лимб 4 установки автоматической поперечной подачи стола; рукоятка 5 ручного продольного перемещения стола; рукоятка 10 установки величины автоматической вертикальной подачи; рукоятка 11 ручной

вертикальной подачи; рукоятка крана 12 регулировки подачи охлаждающей жидкости; упоры 13 продольного реверса стола; рукоятки 14 ручного продольного реверса стола; рукоятка 15 установки скорости движения стола; рукоятки "Пуск" стола, "Стоп" стола и "Разгрузка" 16 гидропривода; кнопка включения и реверсирования поперечной подачи 17; пульт управления 18, вводный пакетный выключатель (сзади станка) 19; барабанный переключатель 20 ускоренного перемещения шлифовальной головки; кнопка 21 "Все стоп"; кнопка 22 "Пуск шпинделя"; кнопка 23 сигнализации "Станок включен"; кнопка 24 "Пуск гидропривода"; кнопка 25 "Стоп гидропривода".

Контрольные вопросы

1. Какие виды работ выполняются на кругло и плоскошлифовальных станках?
2. Основные органы управления станком?
3. Виды шлифования?

Практическое занятие № 6

«Приспособления для крепления заготовок и инструментов на сверлильных станках. Кондукторы»

Цели и задачи: Ознакомиться с приспособлениями для крепления заготовок и инструментов на сверлильных станках. Изучить отдельные элементы, инструменты и вспомогательные инструменты.

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Сверлильный станок
3. Плакат «Основные узлы сверлильного станка»

Ход практического занятия:

1. Зарисовать работы, выполняемые на сверлильных станках
2. Кратко описать основные узлы станка, их конструкцию и назначение
3. Ответить на вопросы.
4. Сделать выводы

Теоритические сведения

Сверлильные станки можно отнести к оборудованию с универсальными возможностями. Одновременно с возможностью сверления отверстий различного диаметра, чистоты и точности, с их помощью возможно выполнение многочисленных операций, в соответствии с технологическим процессом обработки поверхностей. Применение этой категории оборудования оптимально, если технологией предусмотрены следующие действия:

- просверлить, рассверлить отверстия различных диаметров;
- зенкеровать просверленные отверстия до соответствующих параметров, зенковать необходимые выточки для размещения выступов крепежных деталей;
- развешивать поверхность отверстий в заданных пределах;
- раскатывать отверстия с применением шариковых и роликовых оправок до заданного уровня шероховатости;
- выполнить нарезку внутренней резьбы;
- подрезать (цековать) торцы деталей с целью их выравнивания.

Существуют также другие возможности применения оборудования этой категории.

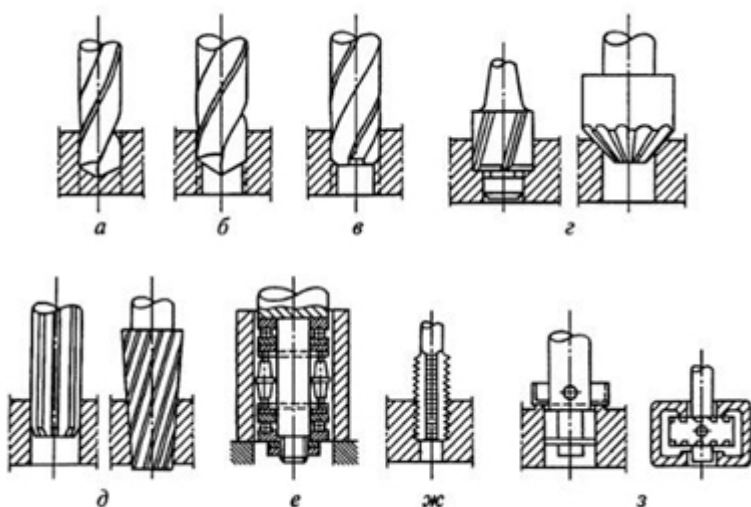


Рис. 1. Работы, выполняемые на сверлильных станках

а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование; г – зенкование; д – развертывание; е – раскатывание; ж – нарезание внутренней резьбы; з – подрезание (цекование) торцов

Инструменты

Для решения поставленных задач разработаны серии специальных инструментов с различными характеристиками и конструктивными решениями режущих поверхностей, кромок, для которых предусматриваются специальные углы резания, длина витка, конфигурация углублений для отвода стружки и пр. В зависимости от выполняемых операций резания, технических качеств обрабатываемых материалов применяются инструменты с соответствующими параметрами:

- сверла различных диаметров;
- развертки;
- зенкеры;
- зенковки;
- метчики и пр.

Для того чтобы получить нужную чистоту и точность обработки существуют специальные приспособления, служащие для:

- крепления инструмента в шпинделе станка;
- размещения и крепления заготовки;
- удерживания крепежных приспособлений на столе станка и т.д.

Вспомогательные инструменты

Крепление перечисленного выше режущего инструмента в шпинделе станка осуществляется при помощи вспомогательных инструментов:

- переходных сверлильных втулок;

- [сверлильных патронов](#);
- оправок и пр.

В случаях, если размер конуса в шпинделе станка не совпадает с конусом хвостовика инструмента, крепление инструмента осуществляется при помощи переходных конических втулок. При отсутствии на производстве нужного номера втулки, возможно применение нескольких втулок, однако при этом может пострадать точность обработки детали. Чаще всего применяются переходные втулки с конусом Морзе (№№ 0...6).

Крепление режущего инструмента с цилиндрическим хвостовиком на сверлильных станках выполняется и с использованием двух- и трехкулачковых сверлильных патронов. В трехкулачковом патроне обойма 3 с гайкой 2 приводится во вращение ключом 4. При вращении гайки объединенные ею кулачки 1 смещаются вниз, зажимая хвостовик режущего инструмента. Вращением ключа в обратную сторону кулачки разжимаются, высвобождая инструмент.

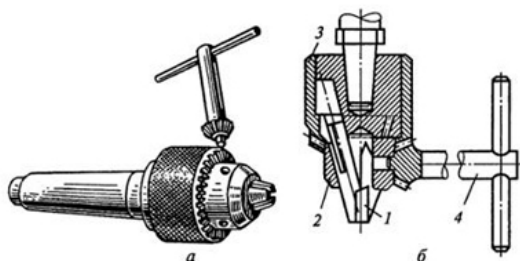


Рис. 2. Сверлильный патрон для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком:

А – общий вид патрона с ключом для зажима заготовки; б – устройство патрона; 1 – кулачки; 2 – гайка; 3 – обойма; 4 - ключ

Двухкулачковый патрон содержит кулачки, перемещающиеся по Т-образным пазам в соответствии с вращением ключа и зажимающие хвостовик инструмента. Сверла небольшого диаметра легко закрепляются в цанговых патронах, а для экономии времени удобно воспользоваться быстросъемными патронами для инструментов с коническими хвостовиками, в которые инструмент можно устанавливать и вынимать, не останавливая станка. Сверла диаметром до 10 мм с цилиндрическими хвостовиками крепят в патроне с конусом Морзе при помощи переходной конической разрезной втулки.

Для того чтобы обеспечить точное совпадение центров отверстий при выполнении нескольких последовательных операций, наиболее целесообразно применение самоустанавливающихся патронов.

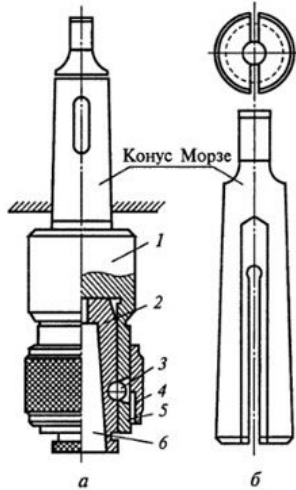


Рис. 3. Быстросменный сверлильный патрон (а) и коническая втулка для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (б):

1 – корпус патрона; 2 – сменная втулка; 3 – шарики; 4 – муфта; 5 – кольцо; 6 - оправка

Нарезка резьбы – операция, требующая максимальной точности. Для того чтобы при ее выполнении были обеспечены точные параметры, метчики крепятся в предохранительных патронах, которые также обеспечивают сохранность инструмента, предохраняя его от поломок. В процессе нарезания резьбы обеспечивается плотное соединение ведущей полумуфты 5 и ведомых полумуфт 2,4. По завершении операции полумуфта 5 проскальзывает, метчик выводится из отверстия обратным вращением шпинделя. В случаях, если станок не оборудован системой реверса, прибегают к применению реверсивных патронов, которые обеспечивают обратное движение метчика из отверстия с нарезанной резьбой.

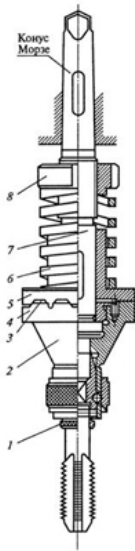


Рис. 4. Предохранительный патрон для нарезания резьбы в глухих и сквозных отверстиях:

1 – кольцо для крепления метчика; 2, 4 – ведомые полумуфты; 3 – кулачки муфты; 5 – ведущая кулачковая полумуфта; 6 – пружина; 7 – оправка; 8 – гайка регулировочная

При помощи качающихся оправок, применяемых для крепления разверток, удается соблюдать точность центрирования при обработке отверстий. Вопрос удаления основного и вспомогательного инструмента из гнезда шпинделя легко решается – для этого применяются клинья особой формы или эксцентриковые

КЛЮЧИ.

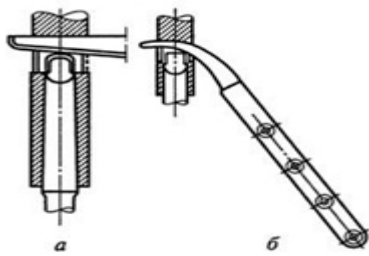


Рис. 5. Клинья для удаления инструмента из шпинделя станка: а – плоский клин; б – радиусный клин

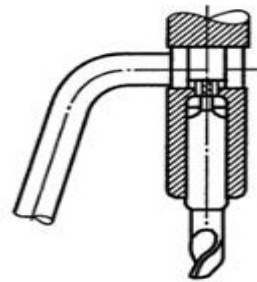


Рис. 6. Эксцентриковый ключ для удаления режущего инструмента из шпинделя станка

Приспособления для крепления заготовок

Важным моментом в металлорезании является установка на станке и крепёж деталей, подлежащих обработке. Детали устанавливаются на специальных приспособлениях, в том числе:

- на тисках – машинных, эксцентриковых, винтовых, пневматических;
 - призмах;
 - угольниках;
 - упорах;
 - кондукторах.

В зависимости от быстроты и силы крепления, выбираются ручные (на небольших производствах) либо пневматические приспособления, обеспечивающие высокую скорость установки и крепления.

Наиболее приспособленными для быстрой установки заготовок являются тиски действующие на основе рычажно-кулачкового механизма. Зажим детали между подвижной и неподвижной губками происходит за счет перемещения подвижной губки, которая подвижно соединена с двойным кулачком и эксцентриковым валом. Одним передвижением рукоятки в горизонтальном направлении достигается жесткий зажим детали в нужном положении.

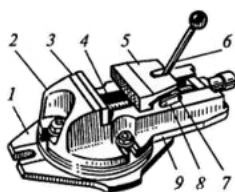


Рис. 7. Быстродействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом: 1 – корпус; 2 – поворотная часть; 3 – неподвижная губка; 4 – винт; 5 – губка; 6 – рукоятка; 7 – эксцентриковый вал; 8 – двойной кулачок; 9 – основание

Кондукторы

Важным приспособлением для точного центрирования осей инструмента и обрабатываемого отверстия являются кондукторы. Кондуктор устанавливается над деталью с небольшим зазором для отвода стружки и крепится на столе станка. В теле кондуктора расположены отверстия, внутри которых размещены кондукторные втулки, выполненные из особо твердых сортов стали, прошедших термообработку (20Х, У10А).

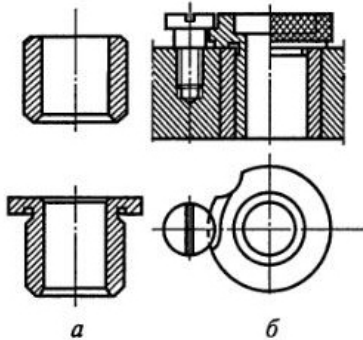


Рис. 8. Кондукторные втулки: а - постоянные; б – быстросменные

Постоянные и быстросменные втулки служат для обеспечения точного направления режущей части инструмента в соответствии с заданными параметрами. Существуют специальные требования к расстоянию между деталью и кондуктором, в зависимости от обрабатываемого материала и качества стружки при его

обработке. Для деталей из чугуна предполагается зазор 0,3-0,5 от величины диаметра втулки кондуктора. Зазор увеличивается и может достигать размеров диаметра втулки, если в качестве обрабатываемого материала применяется сталь, сплавы меди и алюминия и др.

В конструкции кондуктора предусматриваются корпус и плита, которые, в зависимости от назначения, могут быть:

- Съемными (подлежащими замене при изменении параметров заготовки).
- Подвесными, удобными при работе с многошпиндельными сверлильными головками. Подвесная плита насаживается на две направляющие скалки. Установленная в шпинделе станка сверлильная головка оснащена втулками, которые совмещаются с верхними концами скалок.
- Подъемными, которые передвигаются на скалках, запрессованных в корпус кондуктора, при помощи пневмопривода.
- Поворотными (для удобства снятия и установки каждой последующей детали).
- Постоянными (закрепленными в корпусе кондуктора при помощи крепежных элементов или сварки).

Кондукторы существенно облегчают труд рабочих, отменяя подготовительные работы по разметке и точной переустановке деталей при выполнении операций на оборудовании сверлильной группы, обеспечивая точность направления режущего инструмента. В соответствии с технологией обработки и условиями производства применяются кондукторы различной конструкции, получившие названия:

- поворотных.
- скользящих.
- опрокидываемых.
- накладных.

Наиболее распространенными приспособлениями являются накладные кондукторы, которые накладываются на обрабатываемую деталь и фиксируются при помощи металлических пальцев в положении, обеспечивающем выполнение операции в соответствии с технологической картой. Деталь предварительно фиксируется на рабочем столе при помощи соответствующего приспособления, обеспечивающего центрирование направляющих втулок кондуктора с осями высверливаемых в детали отверстий. Кондукторы этого вида могут крепиться на рабочем столе (закрепляемые), либо устанавливаться на фиксирующих пальцах (незакрепляемые).

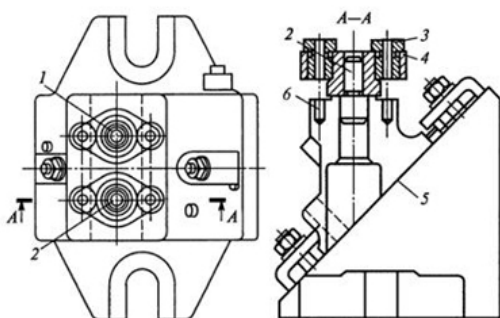


Рис. 9. Незакрепляемый накладной кондуктор: 1 и 2 – фиксирующие пальцы; 3 – направляющие втулки; 4 – кондукторная плита; 5 – базовая поверхность приспособления; 6 – отверстия

Поворотная оснастка

Для удобства обработки деталей в соответствии с выбранной технологией применяется соответствующая поворотная и передвижная оснастка, которая существенно облегчает работу, не требуя переустановки деталей для сверления или выполнения других операций по качественной обработке отверстий. В таких случаях предполагается использование специальных стоек и столов, в том числе нормализованных, поворотных и передвижных. Это достаточно сложные конструкции, в составе которых находятся съемные, в том числе поворотные кондукторы. Кондукторы выполняют при этом роль элементов, направляющих режущий инструмент при производстве соответствующих операций. Основными приспособлениями, предназначенными для перемещения на станке закрепленных обрабатываемых деталей в соответствии с требованиями технологического процесса, являются:

- поворотные стойки с горизонтальной осью вращения планшайбы, в которой закрепляются заготовки;
- поворотные столы, вращающиеся вокруг вертикальной оси и расположенные в горизонтальном положении.

Универсальные приспособления

Универсально-сборными приспособлениями (УСП) пользуются при выполнении различных операций по резанию металлов. УСП – специальные приспособления, удерживающие заготовку в положении, необходимом для обеспечения точной обработки деталей. Универсальность заключается в возможности быстрой установки заготовки, а в случае необходимости – в быстрой переналадке устройства.

Важным устройством, обеспечивающим возможность выполнения нескольких одновременных или последовательных операций на станочном оборудовании, являются многшпиндельные сверлильные головки. Указанные приспособления

применяются на крупных производствах, для просверливания отверстий и их последующей обработки, что приводит к реальному ускорению процесса изготовления деталей сложной конфигурации.

Револьверные сверлильные головки могут содержать различное количество шпинделей, оснащенных режущим инструментом в соответствии с технологической программой, предусматривающей последовательное выполнение операций. При этом возможна настройка собственной скорости вращения для каждого шпинделя в отдельности. Кроме того, обеспечивается подача инструмента с определенной скоростью в прямом и обратном направлениях. Такая конструкция головки обеспечивает возможность работы и выполнения запрограммированных операций без переналадки. Револьверные головки обеспечиваются сменными шпинделями с различными конструктивными возможностями, используемыми в технологическом процессе обработки резанием сложных по конфигурации деталей с необходимой точностью и чистотой поверхности.

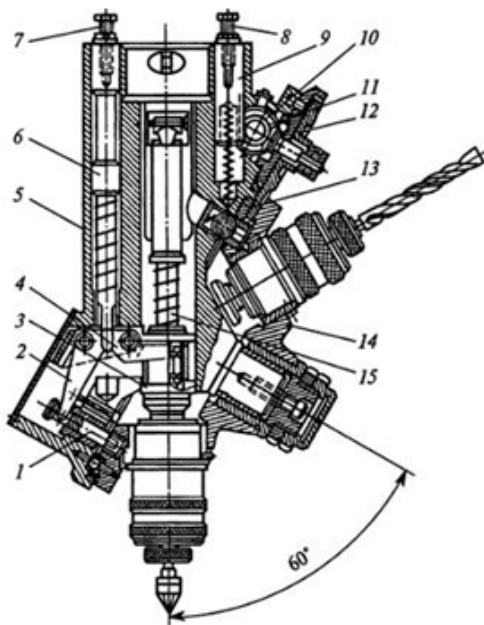


Рис. 10. Шестишпиндельная револьверная головка: 1 – фиксатор; 2 – рычаг фиксатора; 3 – ведущая полумуфта; 4 – рычаг муфты; 5 – корпус основной; 6 – стержень; 7, 8 – упорные винты; 9 – рейка; 10 – зубчатое колесо; 11 – коническая зубчатая передача; 12 – храповой механизм; 13 – зубчатый вене; 14 – поворотный корпус; 15 – шпиндель головки

Поворот и подача инструментов, установленных в каждом шпинделе, осуществляется в запрограммированном автоматическом режиме, для этого нет необходимости останавливать оборудование для последующей переналадки. Обслуживание станков с такими сложными приспособлениями требует высокой квалификации станочников и

технологов, разрабатывающих технологический процесс резания. Последовательность операций выполняется в соответствии с программой: поворот головки и подача инструмента в вертикальном направлении выполняется в необходимом режиме и соблюдением скорости вращения и подачи инструментов. После выполнения определенной операции головка поднимается, осуществляет поворот для следующей операции.

Измерительные инструменты

Для проверки качества выполнения работы, использование контрольно-измерительных инструментов является обязательным. Измерения проводятся по различным параметрам, в том числе по глубине обработки, диаметру отверстий, выточек, фасок и т.д. При этом важна точность измерительного инструмента,

которая выбирается в соответствии с требуемой точностью и чистотой операции. В качестве контрольно-измерительных инструментов рабочий персонал пользуется линейками, угольниками, нутромерами, штангенциркулями, штангенглубиномерами. Отдельную категорию инструментов для контроля и измерений представляют гладкие и резьбовые калибры.

Линейка может быть цельной, складной и выполненной в виде рулетки с ценой деления 1 мм и точностью измерения около 0,5 мм, с ее помощью измеряются наружные габариты изделий и размеры отдельных наружных элементов.

Точно измерить глубину отверстия (для диаметров от 6 мм) можно с помощью индикаторного и микрометрического нутромеров с ценой деления, соответственно, 0,01 мм, точностью $\pm 0,15$ мм и 0,01 мм при точности $\pm 0,006$ мм.

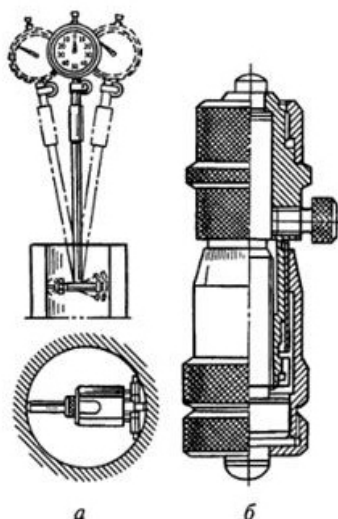


Рис. 11. Нутромеры: а – индикаторный; б – микрометрический

Удобно пользоваться при измерении гладкими и резьбовыми калибрами – бесшкальными измерительными устройствами, изготовленными с высокой точностью по необходимым параметрам. Изготавливаются калибры двусторонними, одна из которых, проходная, применяется для измерения предельных размеров детали и обозначается ПР, другая, непроходная – для измерения наименьших размеров детали, обозначается аббревиатурой НЕ. Примером ПР служат гладкие пробки.

Рабочие резьбовые калибры применяются для контроля точности исполнения резьбы и имеют сходные обозначения ПР и НЕ.

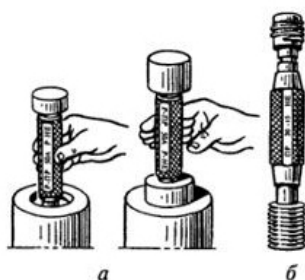


Рис. 12. Калибр пробки: а – гладкая предельная; б – резьбовая двусторонняя

Контрольные вопросы

1. Какие виды работ выполняются на сверлильном станке?
2. Детали устанавливаются на специальных приспособлениях, каких?

3. Кондуктор- это? Что входит в конструкцию кондуктора?
4. Какие измерительные инструменты вы знаете?

Практическое занятие № 7

«Настройка токарного станка»

Цель работы: изучение видов токарных работ, устройства токарно-винторезного станка и приобретение навыков управления им и настройки на заданный режим работы.

Оборудование, технические средства и инструменты:

- 1.Тетрадь для практических работ
- 2.Токарно-винторезный станок
- 2.Плакат «Токарно-винторезный станок»

Ход практического занятия:

1. Вычертить схему станка модели 1А616
2. Расшифровать индекс данного станка модели 1А616
3. Кратко описать основные узлы станка, их конструкцию и назначение.
4. Ответить на вопросы.

Теоритические сведения

Работы выполняемые на токарно-винторезных станках.

Рис. 1. Виды токарных работ

На токарно-винторезных станках можно выполнять следующие виды работ (рис.

- а) обтачивание детали проходным резцом по наружному диаметру заготовки (рис.1, а);б) подрезание торцов детали подрезным или проходным резцом (рис. 1, б);
- в) сверление, зенкерование и развертывание отверстий сверлами, зенкерами иразвертками, вставленными в пиноль задней бабки (рис. 1, в);
- г) растачивание отверстий расточными резцами (рис. 1, г);
- д) точение фасонных поверхностей специальными резцами (рис. 1, д) ;е) точение конусных и сферических поверхностей (рис. 1, е);
- ж) прорезание канавок канавочными резцами (рис. 1, ж);з) снятие фасок (рис. 1, з);
- и) отрезание заготовки или детали отрезным резцом (рис. 1, и).

Кроме того, на данных станках можно нарезать резьбу резцом, плашкой или метчиком. На станках с ЧПУ указанные виды работ выполняются в автоматическом режиме

УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 1А616

Краткая техническая характеристика станка:

– наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм:

| | |
|--|-----|
| над станиной | 320 |
| над суппортом | 180 |
| прутка в патроне | 34 |
| – наибольшая длина обточки, мм | 660 |

- количество скоростей шпинделя 21
- пределы частоты вращения шпинделя, об/мин 11 – 2240
- пределы продольных подач, мм/об 0,03 – 1,04
- пределы поперечных подач, мм/об 0,03 – 0,04

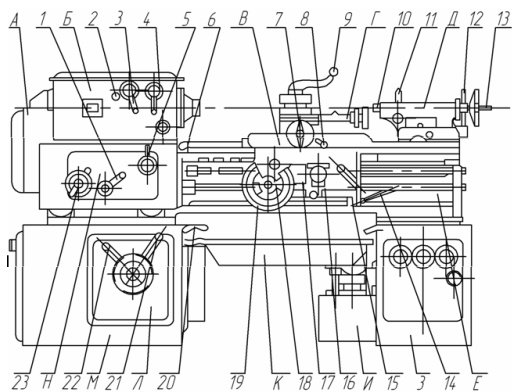
Органы управления представлены на рис. 2. Конструкция станка. Станина Е станка коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами имеет в верхней части две призматические и две плоские направляющие. Крайняя призматическая и плоская направляющие служат для перемещения каретки суппорта Г, внутренняя призматическая и плоская – для задней бабки Д (рис. 2).

Станина крепится на передней и задней тумбах станка. Тумбы М и З станка выполняются литьем. В передней тумбе расположен редуктор с механизмом управления. На задней стенке тумбы установлен электродвигатель главного привода, в самой тумбе – шкаф с электрооборудованием. К нижней части задней тумбы привернут бак с охлаждающей жидкостью.

Редуктор (коробка скоростей) Л имеет двенадцать различных частот вращения. Вращение коробке скоростей передается от электродвигателя через клиноременную передачу с диаметрами шкивов 135–168 мм. Управление передвижными блоками шестерен коробки скоростей осуществляется рукоятками управления.

Рукоятка 22 имеет четыре положения, а рукоятка 21 – три, получаемые поворотом их вправо и влево. Передняя бабка Б с переборным устройством, звеном увеличения шага и реверсивным механизмом установлена на левой части станины. В передней бабке собраны шпиндель, на котором крепится трех кулачковый патрон, перебор, привод подачи и механизм управления.

Рис 2. Общий вид станка модели 1А616



Шпиндель станка получает 12 частот вращения через переборные шестерни и напрямую через зубчатую муфту. На передней панели корпуса передней бабки размещены органы управления 4, 3, 2. Коробка подач Н получает движение от шпинделя через сменные шестерни гитары подач А, служащей для настройки станка при нарезании резьбы.

На корпусе коробки подач расположены рукоятка переключения множительного механизма коробки подач, рукоятка установки типа резьбы или подачи и рукоятка установки подачи, служащие для настройки станка на определенную величину перемещения суппорта (мм) на 1 оборот шпинделя.

Фартук В сообщает суппорту продольное перемещение и передает вращение винту поперечной подачи. При нарезании резьбы движение передается при помощи маточной гайки, при точении – реечной передачей. Суппорт Г служит для обеспечения разнообразного перемещения резца (продольное, поперечное, поворот). Узел суппорта состоит из каретки, перемещающейся в продольном

направлении по направляющим станины, нижней части суппорта, которая перемещается в поперечном

направлении по направляющим каретки, средней поворотной и верхней частей суппорта с четырехпозиционным резцедержателем. Привод суппорта осуществляется от механизма коробки подач, переключение на ручную или механическую подачу производится органами управления, расположенными в фартуке, прикрепленном к каретке суппорта.

Задняя бабка Д применяется при обработке в центрах, для поджима задним центром при обработке в патроне относительно длинных деталей, а также при сверлении отверстий, зенкерования, развертывании, при точении пологих конусов и при нарезании резьбы с помощью метчиков и плашек.

Система охлаждения И служит для подачи смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания, что позволяет существенно повысить производительность станка и режущего инструмента. Подача охлаждающей жидкости из эмульсионного бака, расположенного в задней части тумбы станка, к месту резания производится насосом производительностью 22 л/мин.

Электрооборудование станка состоит из двух трехфазных короткозамкнутых асинхронных электродвигателей: электродвигателя главного привода типа А041-4, мощностью 4,5 кВт, 1440 об/мин; электронасоса охлаждения типа ПА-22, мощностью 0,225 кВт, 2800 об/мин, а также управляющей и осветительной электроаппаратуры.

Кинематическая схема станка. Обработка деталей на токарно-винторезном станке производится при помощи резцов, закрепленных на суппорте в четырехпозиционном резцедержателе. Изделие устанавливается в патроне станка или в центрах и получает главное вращательное движение от шпинделя станка. Режущий инструмент получает движение подачи (продольное или поперечное) от механизма продольной или поперечной подачи, размещенного в фартуке станка. Настройка станка на глубину резания (величину снимаемого слоя металла) осуществляется механизмами продольной и поперечной подачи.

Кинематическая схема станка (рис. 3) состоит из кинематических цепей, служащих для выполнения следующих движений: главного движения, движения подач, движения от винторезной цепи и от цепи продольной и поперечной подачи суппорта.

Главным движением в станке является вращение шпинделя, которое он получает от электродвигателя $N = 4,5$ кВт, $n = 1440$ об/мин через коробку скоростей, через клиноременную передачу $\varnothing 174$ – $\varnothing 174$ при включении зубчатой муфты М1 или через перебор (шестерни 34–68–20–80).

Переключая блоки колес редуктора (блоки 41–39, 25–32, 38–44 и шестерню 55), можно получить 12 различных вариантов зацепления зубчатых колес при передаче вращения непосредственно на шпиндель.

1-й вариант: электродвигатель → шкивы $\varnothing 135$ – $\varnothing 168$ → шестерни 14–55, 19–38 → шкивы $\varnothing 174$ – $\varnothing 174$ → зубчатая муфта М1 → шпиндель;

2-й вариант: электродвигатель → шкивы $\varnothing 135$ – $\varnothing 168$ → шестерни 14–55, 31–25

→ шкивы $\varnothing 174$ – $\varnothing 174$ → зубчатая муфта → шпиндель и т. д. (всего 3×4 вариантов).

Существует еще 12 вариантов при передаче движения через перебор. В этом случае движение со шкива $\varnothing 174$ передается не на шпиндель через зубчатую муфту М1, а через перебор: шестерни 34–68, 20–80 → шпиндель.

Итак, количество вариантов зацепления – 24, фактических скоростей – 21, так как передаточное отношение трех вариантов численно совпадает.

Движение подач. Механизм подачи включает в себя три кинематические цепи: винторезную, продольную и поперечную. Вращение вала X передается от шпинделя VII через зубчатые колеса 34–44, 44–34 и далее через гитару сменных шестерен С1, С2 на вал XII – входной вал коробки подач. Сменные шестерни ставятся на выводные концы валиков передней бабки, коробки подач и подвижную ось приклона. Регулировка сцепления сменных шестерен осуществляется перемещением подвижной оси в пазу приклона и его поворотом вокруг оси выводного валика передней бабки.

С вала XII коробки подач движение передается через шестерни коробки подач. Теоретически коробка подач может обеспечить 48 скоростей. Однако вследствие того, что ряд скоростей имеет близкие величины, практически коробка подач дает только 22 различные подачи.

Винторезная цепь. При нарезании резьбы подача суппорта осуществляется от ходового винта XX через маточную гайку, закрепленную в фартуке. Для нарезания особо точной резьбы предусмотрено включение ходового винта напрямую от шестерен гитары, минуя коробку подач.

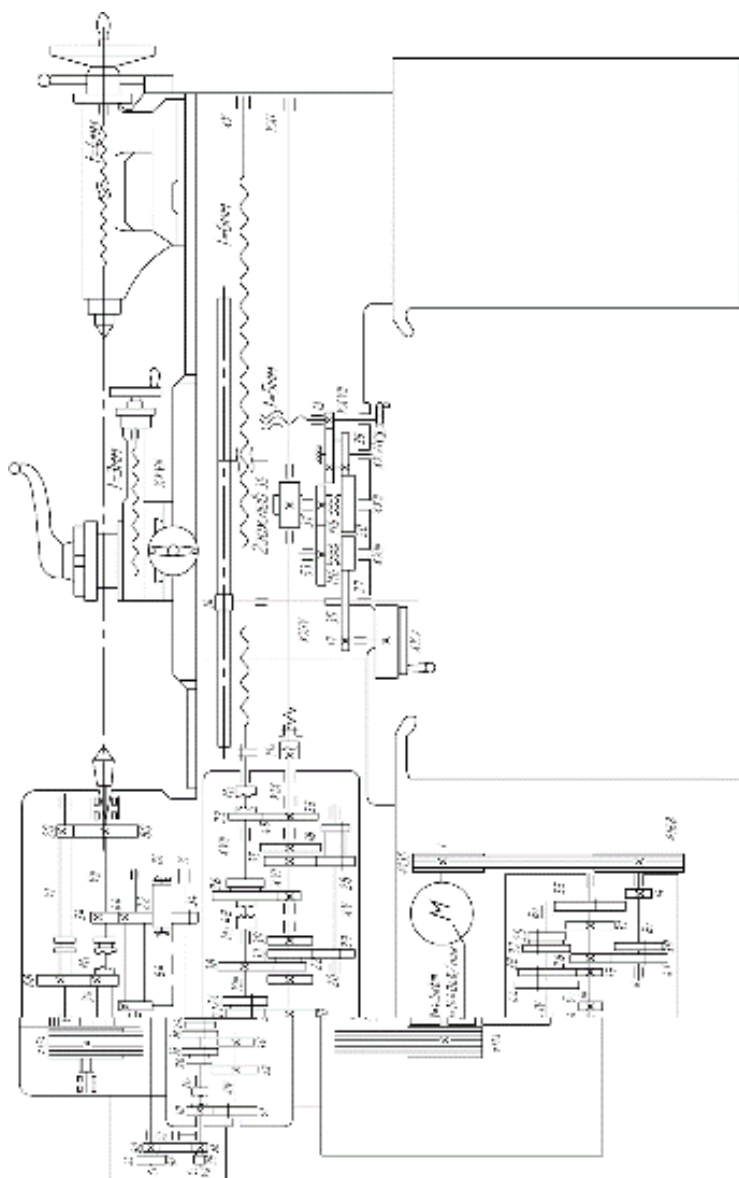
Цепь продольной и поперечной подачи. Для передачи вращения механизму фартука служит ходовой валик XXI, который передает вращение посредством червячной передачи 2–35 валу XXII. Для получения продольной подачи суппорта вращение через механизм фартука передается реечному колесу 14, которое перекатывается по рейке с модулем $m = 2$ мм. Так как рейка неподвижно связана со станиной станка, реечное колесо, вращаясь, одновременно катится по рейке и тянет за собой фартук с суппортом. Поперечная подача суппорта осуществляется через передачи 50–35, 47–13, винт $t = 5$ мм. Последний через гайку сообщает движение поперечному суппорту.

С помощью винтовых пар верхней части суппорта и задней бабки можно вручную перемещать резцовые салазки и пиноль задней бабки.

Основные правила техники безопасности:

- категорически запрещается оставлять ключ в патроне;
- запрещается замерять детали на ходу станка;
- запрещается останавливать шпиндель станка рукой;
- все замеры, установку детали и режущего инструмента следует производить после установки ручки перебора в нейтральное положение. В этом случае случайное включение станка не приводит к вращению шпинделя;
- категорически запрещается подводить резец к неподвижной заготовке;
- категорически запрещается оставлять включенный станок и подходить к работающему товарищу;
- при обработке металлов с сыпучей стружкой необходимо надевать защитные очки или пользоваться защитным экраном;
- запрещается сдувать стружку ртом или брать ее руками во избежание травмы глаза рук;

Рис. 3. Кинематическая схема станка модели 1А616



– деталь необходимо закреплять с максимальным усилием и с возможно меньшим вылетом из патрона. Этим достигается максимальная жесткость, исключая возможность несчастного случая.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Студенты знакомятся с устройством токарно-винторезного станка 1А616 и правилами его обслуживания, изучают меры безопасности и выполняют два практических задания. Задания выполняются под руководством преподавателя.

Задание № 1. Настройка станка

Настройка станка производится в следующей последовательности:

а) настройка инструмента, т. е. установка и закрепление резца в четырехпозиционном резцедержателе так, чтобы вершина его находилась на уровне оси обрабатываемой детали;

б) установка и закрепление заготовки диаметром 20...40 мм в трехкулачковом патроне, для чего необходимо протереть ветошью кулачки, вставить деталь в патрон с вылетом 50...70 мм и закрепить;

в) настройка привода главного движения:

– рукоятками управления 22, 21, 4 (рис. 2) установить частоту вращения шпинделя в пределах $250 \div 350$ об/мин;

– пакетным переключателем включить станок в сеть;

– рукояткой 14 (рис. 2) включить электродвигатель и вращение шпинделя;

– повторить включение и выключение привода на других частотах вращения; г) настройка привода подачи:

– остановить вращение шпинделя, не отключая станок от сети;

рукоятками управления 1, 23, 5 (рис. 2) установить подачу в пределах $0,1 \div 0,3$ мм/об;

– включить вращение шпинделя;

– рукоятками, расположенными на фартуке, включить на короткое время и выключить поочередно продольную и поперечную подачи суппорта;

– выключить вращение шпинделя.

Задание № 2. Определение режимов резания, основного времени, сил и мощности резания

1. Скорость главного движения резания при точении v , м/мин:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Частота вращения шпинделя токарного станка n , мин^{-1} :

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

3. Скорость движения подачи резца v_s , мм/мин:

$$v_s = S_o n$$

4. Глубина резания при предварительном обтачивании t , мм:

$$t = \frac{D - D_0}{2} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

5. При окончательном обтачивании t , мм:

$$t = \frac{D_0 - d}{2} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

Основное время при точении T_o , мин:

L_i ,

$T_o =$

nS_0

где i – число рабочих ходов; L – длина рабочего хода, мм:

$L = \ell + y + \Delta$, где $\Delta = 1 \dots 3$ мм перебег резца; врезание резца, мм:

$y = t \operatorname{ctg} \varphi$

6. Главная составляющая силы резания P_z , Н:

$$P_z = 10 C_{p_z} t S_0 v K_{p_z}$$

7. Радиальная составляющая силы резания P_y , Н:

$$P_y = 10 C_{p_y} t S_0 v K_{p_y}$$

8. Осевая составляющая силы резания P_x , Н:

$$P_x = 10 C_{p_x} t S_0 v K_{p_x}$$

9. Мощность резания N_p , кВт:

$$N_p = \frac{P_z U}{60 \cdot 1000}$$

10. Мощность на шпинделе металлорежущего станка $N_{шп}$, кВт:

$$N_{шп} = N_D \eta,$$

где N_D – мощность электродвигателя, η – коэффициент полезного действия, C_p – и K_p – коэффициенты сил резания, φ – главный угол в плане, ℓ – длина детали, S_0 – подача на оборот, D , D_0 и d – диаметры обрабатываемых и обработанных поверхностей деталей.

Таблица 1

| № варианта | D, мм | n, мин ⁻¹ | № варианта | D, мм | n, мин ⁻¹ | № варианта | D, мм | n, мин ⁻¹ |
|------------|-------|----------------------|------------|-------|----------------------|------------|-------|----------------------|
| 1 | 125 | 1000 | 8 | 70 | 1600 | 15 | 95 | 25 |
| 2 | 30 | 12,5 | 9 | 105 | 20 | 16 | 130 | 500 |

Таблица 2

| № варианта | D, мм | v, м/мин | № варианта | D, мм | v, м/мин | № варианта | D, мм | v, м/мин |
|------------|-------|----------|------------|-------|----------|------------|-------|----------|
| 1 | 23 | 116 | 8 | 17 | 53 | 15 | 125 | 31 |
| 2 | 45 | 2 | 9 | 215 | 27 | 16 | 54 | 107 |

Таблица 3

| № варианта | n, мин ⁻¹ | S ₀ , мм/об | № варианта | n, мин ⁻¹ | S ₀ , мм/об | № варианта | n, мин ⁻¹ | S ₀ , мм/об |
|------------|----------------------|------------------------|------------|----------------------|------------------------|------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 1250 | 0,05 | 8 | 125 | 0,1 | 15 | 1000 | 0,075 |
| 2 | 630 | 0,09 | 9 | 315 | 0,3 | 16 | 500 | 0,125 |

Таблица 4

| № варианта | D | D ₀ | d |
|------------|-----|----------------|------|
| | мм | | |
| 1 | 212 | 208 | 206 |
| 2 | 96 | 91 | 90,5 |

Таблица 5

| № варианта | t, мм | ℓ, мм | n, мин ⁻¹ | S _o , мм/об | φ, ° |
|------------|-------|-------|----------------------|------------------------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 6 | 115 | 500 | 0,2 | 30 |
| 2 | 3 | 60 | 100 | 0,4 | 60 |

Таблица 6

| № варианта | C _{pz} | C _{py} | C _{px} | K _{pz} | K _{py} | K _{px} | t, мм | S _o , мм/об | v, м/мин |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------------------------|----------|
| 1 | 295 | 240 | 335 | 0,85 | 0,81 | 0,76 | 1,5 | 0,60 | 115 |
| 2 | 297 | 235 | 330 | 0,80 | 0,74 | 0,78 | 6,0 | 0,35 | 145 |

Таблица 7

| № варианта | P _z , Н | v, м/мин | № варианта | P _z , Н | v, м/мин | № варианта | P _z , Н | v, м/мин |
|------------|--------------------|----------|------------|--------------------|----------|------------|--------------------|----------|
| 1 | 4100 | 260 | 8 | 1200 | 165 | 15 | 2050 | 180 |
| 2 | 3500 | 110 | 9 | 4050 | 130 | 16 | 1700 | 120 |

Таблица 8

| № варианта | η | N _д , кВт |
|------------|------|----------------------|
| 1 | 0,65 | 2,80 |
| 2 | 0,66 | 11,0 |

Содержание отчета.

В отчете должны быть представлены:

- описание видов работ, выполняемых на токарно-винторезных станках;
- перечень основных узлов токарно-винторезного станка 1А616 и их назначение;
- перечень режущего и мерительного инструмента, применяемого при работе на токарных станках;
- порядок выполняемых работ;
- определение режимов резания, основного времени, сил и мощности резания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие работы выполняются на токарно-винторезном станке?
2. Кинематическая схема станка.
3. Правила техники безопасности при работе на токарных станках.
4. Назначение узлов станка (станины, шпинделя, гитары сменных шестерен, коробки скоростей, коробки подач, суппорта и задней бабки).
4. Правила пользования лимбом продольных перемещений суппорта.
5. Особенности пользования лимбом поперечной подачи.
6. Установка резцов в резцедержателе.
7. Правила подвода и отвода резца при обработке заготовки.
8. Обслуживание станка.

Практическое занятие № 8

«Основные виды приспособлений, используемых на токарных станках»

Цели и задачи: Углубление и закрепление знаний о токарной обработке.

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Плакат «**Общий вид токарного станка**»

Ход практического занятия:

1. Выполнить задания 1-5
3. Ответить на вопросы.
4. Сделать выводы

Теоретические сведения

Токарная технологическая оснастка

Основные виды приспособлений, используемых на токарных станках

При обработке на токарных станках обрабатываемые заготовки крепятся в патронах, центрах, на оправках. Применяются двух-, трех- и четырехкулачковые патроны:

1. Двухкулачковые самоцентрирующие патроны – для разных фасонных отливок и поковок;
2. Трехкулачковые самоцентрирующиеся патроны- для заготовок круглой и шестигранной форм;
3. Четырехкулачковые патроны- для прутков квадратного сечения, изделий прямоугольной или несимметричной форм.

Наиболее широко применение получил **трехкулачковый самоцентрирующий патрон**. Этот патрон имеет три кулачка 3, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Кулачки движутся в радиальных пазах корпуса патрона. В корпусе располагается диск, с одной стороны которого имеется спиральная резьба, а с другой-зубья. Кулачки своими выступами на подошве входят в канавки спиральной резьбы. Диск производится во вращение ключом, вводимым в гнездо одного и сопряженных с ним малых конических зубчатых колес. Кулачки патрона движутся к центру или от центра, закрепляя или освобождая заготовку.

Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков состоит из корпуса, в котором выполнены четыре паза, в каждом пазу смонтирован кулачок с винтом, используемым для независимого перемещения кулачков по пазам в радиальном направлении. На передней поверхности патрона нанесены концентричные круговые риски, с помощью которых кулачки можно выставлять в одинаковом расстоянии от центра патрона.

Поводковые патроны используют для передачи движения заготовке, закрепленной в центрах с помощью приспособления-**хомутика**.

Цанговые патроны применяют, главным образом, для закрепления прутка или для повторного зажима заготовок предварительно обработанной поверхности. По конструкции различают патроны с втягиваемой, выдвигной и неподвижной цангами, по виду цанги бывают подающими и зажимными.

Мембранные патроны применяют в том случае, когда необходимо обработать партию заготовок с высокой точностью центрирования.

Центры используются для крепления заготовок при обработке, если необходимо выполнять высокие требования по точности обработки или повысить жесткость системы станок-приспособление-инструмент-заготовка (СПИЗ).

Центры имеют две стандартизированные конические поверхности: рабочую часть и хвостовик. Угол конуса части 60° , хвостовик выполняется в соответствие с размерами конусов Морзе. В зависимости от назначения используются разные виды центров. Чаще всего используются жесткие и вращающиеся центры. Обратный центр служит для установки заготовок диаметром до 4 мм. У этих заготовок вместо центровых отверстий изготавливают наружный конус с углом при вершине 60° , который входит во внутренний конус центра (поэтому такой центр и

называют обратным). Если необходимо подрезать торец заготовки, то применяют задний срезанный центр, который устанавливают в пиноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей частью применяют в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя станка.

Центр с рифленой поверхностью рабочей части используют при обработке без поводкового патрона заготовок с большим отверстием.

В процессе обработки задний центр не вращается и поэтому интенсивно изнашивается. Для предотвращения изнашивания рабочую часть заднего центра изготавливают из твердого сплава. При обработке с большими скоростями резания и нагрузками применяют задние вращающиеся центры.

Оправки используют для закрепления заготовок, имеющих отверстие, если необходимо получить concentricity внутренних и наружных цилиндрических поверхностей.

Оправки бывают разных видов: с малой конусностью, цилиндрические, канговые, канговые с коническим хвостовиком с упругой оболочкой, резьбовые, шлицевые и др.

Планшайбы используются в тех случаях, когда невозможно закрепить заготовку в патронах. Планшайба-это плоский диск с радиальными пазами и отверстиями, который крепится к фланцу, устанавливаемому на шпиндель станка. Заготовку к планшайбе крепят с помощью планок или прихватов.

Люнеты используются в качестве вспомогательных опор при обработке нежестких валов (с отношением $l/d \geq 10$). Люнеты используют для того, чтобы в процессе обработки заготовка не отжималась. Они бывают неподвижными и подвижными. Неподвижный люнет устанавливают на направляющих станины станка и крепят планкой с помощью болта и гайки. Верхняя часть люнета откидная, что позволяет снимать и устанавливать заготовку на кулачки или ролики, которые служат опорой для обрабатываемой заготовки и поджимаются к заготовке винтами. После установки винты фиксируются болтами.

Подвижный люнет крепится на каретке суппорта и перемещается при обработке вдоль заготовки.

Подвижный люнет имеет два кулачка, которые служат опорами для заготовки.

Выбор способа установки заготовки на токарном станке зависит от ее формы, размеров, жесткости технологической системы, точности и качества обрабатываемых поверхностей.

Ход работы:

Задание 1. Продолжите предложения:

- 1.1. При обработке на токарных станках обрабатываемые заготовки крепятся:
- 1.2. Люнеты бывают.....
- 1.3. Неподвижный люнет устанавливают
- 1.4. Подвижный люнет крепится

Задание 2. Заполните таблицу: «Токарная технологическая оснастка»

| названия приспособлений | назначение |
|-------------------------|------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Задание 3. Перечислите основные элементы жесткого центра:

Задание 4. Ответьте письменно на вопросы:

1. Напишите отношение длины вала к диаметру для нежестких валов:
2. Какие приспособления применяются для обработки нежестких валов?
3. Что представляет собой планшайба?
4. Перечислите основные элементы трехкулачкового самоцентрирующего патрона:
5. Как происходит зажим заготовки, установленной в трехкулачковый самоцентрирующий патрон?
6. Какие преимущества имеет трехкулачковый самоцентрирующий патрон?
7. Почему в процессе обработки задний центр интенсивно изнашивается?
8. Для закрепления несимметричных заготовок применяют:
 - а) поводковые патроны
 - б) четырехкулачковые патроны
 - в) цанговые патроны
9. Для закрепления заготовок, имеющие правильные наружные цилиндрические поверхности применяют:
 - а) хомутики
 - б) оправки
 - в) трехкулачковые самоцентрирующие патроны
10. Нежесткие валы для того, чтобы в процессе обработки не отжимались устанавливают в:
 - а) люнетах
 - б) планшайбах
 - в) опорах
11. Когда необходимо обработать партию заготовок с высокой точностью центрированию применяют:
 - а) центры
 - б) люнеты
 - в) мембранные патроны

Задание 5. Установите соответствие:

| центры | назначение |
|---|---|
| 1. С рабочей поверхностью, оснащенный твердым сплавом | а) при обработке заготовок с большим отверстием. |
| 2. Обратный | б) для подрезания торца заготовки. |
| 3. Срезанный | в) когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя. |
| 4. Со сферической рабочей частью | г) для предотвращения изнашивания |
| 5. С рифленой поверхностью рабочей части | д) при обработке с большими скоростями резания и нагрузками. |
| 6. Вращающийся центр | е) для установки заготовок диаметром до 4 мм. |

Ответить на вопросы:

- 1) Использование каких приспособлений позволяет уменьшить отжим заготовки при обработке нежестких валов?

2) От каких факторов зависит выбор способа установки заготовки на токарном станке?

Практическая работа № 9

«Расчет припусков для заготовок разной конфигурации и материала табличным методом»

Цель работы: изучение припусков на разные виды шлифования, используя таблицы.

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Таблицы

Ход практического занятия:

1. Рассчитать припуски на разные материалы, пользуясь приведенными примерами 1-4, и таблицами.
2. Ответить на вопросы.

Теоретические сведения

**Справочное пособие
по назначению операционных припусков
на механическую обработку табличным методом**

При назначении припусков на обработку поверхностей по справочным таблицам (табличный метод) руководствуются следующими правилами:

- общий припуск на механическую обработку поверхности равен припуску, назначенному при проектировании заготовки по соответствующему нормативно-техническому документу (ГОСТ 26645-85, ГОСТ 7505-89, ГОСТ 7062-74, ГОСТ 7829-74, или НТД на сортовой прокат);
- межоперационные припуски на каждый переход МОП, помимо черновой обработки, устанавливаются по таблицам, приведенным в справочной литературе;
- для некоторых видов обработки (шлифование, тонкое точение) припуск на чистовую и отделочную обработку поверхности может назначаться как часть общего припуска, указанная в примечании к соответствующей таблице. При отсутствии указаний ориентируются на следующее соотношение припусков при одноименных видах обработки: 70%-30% или 60%-30%-10%;
- пропорции, указанные в предыдущем пункте, характерны и для распределения всего припуска на обработку поверхности. Поэтому, при значительном общем припуске, иногда целесообразно перераспределить операционные припуски, рекомендуемые в отдельных таблицах, соблюдая пропорции между припусками на черновую, чистовую и отделочную обработки.

Примеры реализации методики назначения припусков табличным способом приведены в приложении А.

Таблица 1 Припуски на чистовое обтачивание валов после чернового

| Диаметр вала, мм | Длина обрабатываемой детали, мм | | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| | до 100 | св. 100 до 250 | св. 250 до 500 | св. 500 до 800 | св. 800 до 1200 | св. 1200 до 2000 |
| | Припуск на диаметр, мм | | | | | |
| До 10 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | - | - | - |
| Св 10 до 18 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | - | - |
| « 18 « 30 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | - |
| « 30 « 50 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 |
| « 50 « 80 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 |
| « 80 « 120 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,9 |
| « 120 « 180 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,0 |
| « 180 « 260 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
| « 260 « 360 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 |
| « 360 « 500 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,2 |

Примечание: Для условий мелкосерийного и единичного производства припуск

определяется умножением табличной величины на коэффициент 1,3с округлением до десятых долей миллиметра в сторону увеличения.

Таблица 2 Припуски на шлифование валов

| Диаметр вала, мм | Вид шлифования | Наличие термической обработки | Длина вала, мм | | | | | |
|------------------|----------------|-------------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| | | | до 100 | св. 100 до 250 | св. 250 до 500 | св. 500 до 800 | св. 800 до 1200 | св. 1200 до 2000 |
| | | | Припуск на диаметр, мм | | | | | |
| До 10 | Центровое | Сырой | 0,2 | 0,2 | 0,3 | - | - | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - | - |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,2 | 0,2 | 0,2 | - | - | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - | - |
| Св. 10 до 18 | Центровое | Сырой | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | - | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | - | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| Св. 18 до 30 | Центровое | Сырой | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | - |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | - | - |
| | | Закаливается | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| Св. 30 до 50 | Центровое | Сырой | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| | | Закаливается | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - |
| | | Закаливается | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | - | - |
| Св. 50 до 80 | Центровое | Сырой | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| | | Закаливается | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - |
| | | Закаливается | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | - | - |
| Св. 80 до 120 | Центровое | Сырой | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| | | Закаливается | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,9 |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| | | Закаливается | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | - | - |
| Св. 120 до 180 | Центровое | Сырой | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | | Закаливается | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| | Бесцентровое | Сырой | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | - | - |
| | | Закаливается | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | - | - |
| Св. 180 до 260 | Центровое | Сырой | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| | | Закаливается | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,1 |
| Св. 260 до 360 | Центровое | Сырой | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| | | Закаливается | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| Св. 360 до 500 | Центровое | Сырой | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| | | Закаливается | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,2 |

Примечание: Для условий мелкосерийного и единичного производства припуск

определяется умножением табличной величины на коэффициент 1,2с округлением до десятых долей миллиметра в сторону увеличения.

Таблица 3 Припуски на тонкое (алмазное) обтачивание валов

| Обрабатываемый материал | Обрабатываемый диаметр, мм | Припуск на диаметр, мм |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| Легкие сплавы | До 100 | 0,3 |
| | Св. 100 | 0,5 |
| Бронза и чугуны | До 100 | 0,3 |
| | Св. 100 | 0,4 |
| Сталь | До 100 | 0,2 |
| | Св. 100 | 0,3 |

Примечание: В случае применения двух резцов, черного и чистового, на чистовой резец оставляется припуск 0,1 мм

Таблица 4 Припуски на чистовое подрезание торцов

| Диаметр обрабатываемой детали, мм | Общая длина обрабатываемой детали, мм | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|---------|
| | до 18 | св. 18 до 50 | св. 50 до 120 | св. 120 до 260 | св. 260 до 500 | св. 500 |
| | Припуск на сторону, мм | | | | | |
| До 30 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Св 30 до 50 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| « 50 « 120 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| « 120 « 260 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| « 260 « 500 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 |
| « 500 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,7 |

Таблица 5 Припуски на шлифование торцов

| Диаметр обрабатываемой детали, мм | Общая длина обрабатываемой детали, мм | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|---------|
| | до 18 | св. 18 до 50 | св. 50 до 120 | св. 120 до 260 | св. 260 до 500 | св. 500 |
| | Припуск на сторону, мм | | | | | |
| До 30 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Св 30 до 50 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| « 50 « 120 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |

| | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| « 120 « 260 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| « 260 « 500 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| « 500 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |

Таблица 6 Операционные припуски на обработку отверстий
(припуск на диаметр)

| Интервал диаметров, мм | Чистовое растачив. прошитого отверстия | После сверления | | | | После зенкерования или растачивания | | | чистовое разверт. |
|------------------------|--|-----------------|-----------|--------------------|----------|-------------------------------------|-------------------|------|-------------------|
| | | зенкеров. | растачив. | чистовое растачив. | разверт. | разверт. | черновое разверт. | | |
| От 3 до 6 | - | - | - | - | 0,15 | - | 0,15 | 0,05 | |
| « 6 « 10 | - | - | - | - | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | |
| « 10 « 18 | - | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | |
| « 18 « 30 | - | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| « 30 « 50 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| « 50 « 80 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,15 | |
| « 80 « 120 | 1,7 | 2,5 | 2,0 | 1,3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| « 120 « 180 | 1,7 | - | 2,0 | 1,5 | - | - | - | - | |

Таблица 7 Операционные припуски на шлифование отверстий

| Диаметр отверстия, мм | Наличие термической обработки поверхности | Длина шлифуемого отверстия, мм | | | | |
|-----------------------|---|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | | до 50 | св. 50 до 100 | св. 100 до 200 | св. 200 до 300 | св. 300 до 500 |
| | | Припуск на диаметр, мм | | | | |
| До 10 | Сырая | 0,2 | - | - | - | - |
| | Закаливаемая | 0,2 | - | - | - | - |
| Св. 10 до 18 | Сырая | 0,2 | 0,3 | - | - | - |
| | Закаливаемая | 0,3 | 0,4 | - | - | - |
| Св. 18 до 30 | Сырая | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - |
| | Закаливаемая | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - | - |
| Св. 30 до 50 | Сырая | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - |
| | Закаливаемая | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - |
| Св. 50 до 80 | Сырая | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | - |
| | Закаливаемая | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | - |
| Св. 80 до 120 | Сырая | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| | Закаливаемая | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| Св. 120 до 180 | Сырая | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | Закаливаемая | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| Св. 180 до 260 | Сырая | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| | Закаливаемая | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Св. 260 до 360 | Сырая | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| | Закаливаемая | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| Св. 360 до 500 | Сырая | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Закаливаемая | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |

Примечание: 1. При обработке тонкостенных втулок и других деталей, значительно деформирующихся при термической обработке, табличные значения припуска следует умножить на коэффициент 1,3.

2. Для условий мелкосерийного и единичного производства табличные значения припуска следует умножить на коэффициент 1,3.

Таблица 8 Операционные припуски на протягивание круглых отверстий
(припуск на диаметр)

| Длина протягиваемого отверстия, мм | Диаметр протягиваемого отверстия, мм | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| | 10 - 18 | 18 - 30 | 30 - 50 | 50 - 80 |
| 6 - 10 | 0,2 | 0,3 | - | - |
| 10 - 18 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - |
| 18 - 30 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 30 - 50 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| 50 - 80 | - | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| 80 - 120 | - | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| 120 - 180 | - | - | 0,7 | 0,8 |

Таблица 9 Операционные припуски на тонкое (алмазное) растачивание отверстий

| Диаметр отверстия, мм | Обрабатываемый материал | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|----------|------------|----------|----------------|----------|------------|----------|
| | Легкие сплавы | | Баббит | | Бронза и чугун | | Сталь | |
| | Характер обработки | | | | | | | |
| | предварит. | окончат. | предварит. | окончат. | предварит. | окончат. | предварит. | окончат. |
| | Припуск на диаметр, мм | | | | | | | |
| До 30 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 30 - 50 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 50 - 80 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 80 - 120 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 120 - 180 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 180 - 260 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 260 - 360 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 360 - 500 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,1 |
| 500 - 640 | - | - | - | - | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,1 |
| 640 - 800 | - | - | - | - | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,1 |
| 800 - 1000 | - | - | - | - | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |

Примечание: В случае однократного растачивания, припуск равен сумме табличных припусков на предварительную и окончательную обработку

Таблица 10 Операционные припуски на хонингование отверстий

| Диаметр отверстия, мм | Обрабатываемый материал | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|----------------------------|------|-------------------------|------|
| | Чугун | | Сталь | | Чугун | |
| | после тонкого растачив. | | после чистового развертыв. | | после внутр. шлифования | |
| | Припуск на диаметр, мм | | | | | |
| До 50 | 0,09 | 0,06 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,05 |
| 50 - 80 | 0,1 | 0,07 | 0,1 | 0,08 | 0,09 | 0,05 |
| 80 - 120 | 0,11 | 0,08 | 0,11 | 0,09 | 0,1 | 0,06 |
| 120 - 180 | 0,12 | 0,09 | 0,12 | - | 0,11 | 0,07 |
| 180 - 260 | 0,12 | 0,09 | - | - | 0,12 | 0,08 |

Таблица 11

Припуски на шабрение отверстий

| Диаметр отверстия, мм | Длина отверстия, мм | | | |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|---------|
| | до 100 | св. 100 до 200 | св. 200 до 300 | св. 300 |
| | Припуск на диаметр, мм | | | |
| До 80 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | - |
| Св. 80 до 180 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 |
| « 180 « 360 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| « 360 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,35 |

Примечание: 1. Обработка отверстий под шабрение производится по конечным допускам на отверстие детали, но не точнее 7 квалитета;
2. Спаренные подшипники обрабатывать под шабрение с одинаковыми допусками по размеру большего подшипника.

Таблица 12 Операционные припуски на притирку отверстий

| Окончательный диаметр обработки, мм | Припуск на диаметр, мм | Допуск на диаметр для предыдущей операции, мм |
|-------------------------------------|------------------------|---|
| До 50 | 0,010 | +0,005 |
| Св. 50 до 80 | 0,015 | +0,005 |
| св. 80 до 120 | 0,020 | +0,05 |

Таблица 13 Операционные припуски на обработку плоскостей, мм

| Вид обработки | Длина обрабатываемой поверхности, мм | Ширина обрабатываемой поверхности, мм | | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--------|----------------|--------|-----------------|--------|
| | | до 100 | | св. 100 до 300 | | св. 300 до 1000 | |
| | | Припуск | Допуск | Припуск | Допуск | Припуск | Допуск |
| Чистовое строгание или фрезерование после черного | До 300 | 1,0 | 0,3 | 1,5 | 0,5 | 2,0 | 0,7 |
| | Св. 300 до 1000 | 1,5 | 0,5 | 2,0 | 0,7 | 2,5 | 1,0 |
| | св. 1000 до 2000 | 2,0 | 0,7 | 2,5 | 1,2 | 3,0 | 1,2 |
| Шлифование после чистовой обработки при установке детали без выверки | До 300 | 0,3 | 0,10 | 0,4 | 0,12 | - | - |
| | Св. 300 до 1000 | 0,4 | 0,12 | 0,5 | 0,15 | 0,6 | 0,15 |
| | св. 1000 до 2000 | 0,5 | 0,15 | 0,6 | 0,15 | 0,7 | 0,15 |
| Шлифование после чистовой обработки при установке детали с выверкой по индикатору | До 300 | 0,2 | 0,10 | 0,25 | 0,12 | - | - |
| | Св. 300 до 1000 | 0,25 | 0,12 | 0,30 | 0,15 | 0,4 | 0,15 |
| | св. 1000 до 2000 | 0,30 | 0,15 | 0,40 | 0,15 | 0,4 | 0,15 |
| Шабрение | До 300 | 0,15 | 0,06 | 0,15 | 0,06 | 0,20 | 0,10 |
| | Св. 300 до 1000 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,25 | 0,12 |
| | св. 1000 до 2000 | 0,25 | 0,12 | 0,25 | 0,12 | 0,30 | 0,15 |

Примечание: 1. При обработке одновременно нескольких деталей учитывается общая длина и ширина установки, включая промежутки между деталями;

2. На окончательный проход при чистовом строгании или фрезеровании оставляется припуск не менее 0,5 мм;
3. Припуск на шлифование термически обработанных деталей определяется умножением табличного значения на коэффициент 1,2.

Таблица 14

Припуски на чистовое фрезерование шлицев

| Диаметр шлицевого валика, мм | Длина шлица, мм | | | |
|------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | до 100 | св. 100 до 200 | св. 200 до 350 | св. 350 до 500 |
| | Двухсторонний припуск на толщину шлица, мм | | | |
| Св. 10 до 18 | 0,4-0,6 | 0,5-0,7 | - | - |
| « 18 « 30 | 0,5-0,7 | 0,6-0,8 | 0,7-0,9 | - |
| « 30 « 50 | 0,6-0,8 | 0,7-0,9 | 0,8-1,0 | - |
| « 50 | 0,7-0,9 | 0,7-1,0 | 0,9-1,2 | 1,2-1,5 |

Таблица 15

Припуски на шлифование шлицев

| Диаметр шлицевого валика, мм | Длина шлица, мм | | | |
|------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | до 100 | св. 100 до 200 | св. 200 до 350 | св. 350 до 500 |
| | Двухсторонний припуск на толщину шлица, мм | | | |
| Св. 10 до 18 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | - | - |
| « 18 « 30 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 0,2-0,4 | - |
| « 30 « 50 | 0,2-0,3 | 0,2-0,4 | 0,3-0,5 | - |
| « 50 | 0,2-0,4 | 0,3-0,5 | 0,3-0,5 | 0,4-0,6 |

Таблица 16

Припуски на чистовую обработку червячных колес

| Модуль, мм | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 3,0 |

Таблица 17 Припуски на чистовую обработку червяков

| Модуль | Двухсторонний припуск на толщину витка, мм | |
|------------|---|-----------------------------------|
| | на чистовое нарезание после предварительного фрезерования | на шлифование закаленных червяков |
| До 2 | 0,7-0,8 | 0,2-0,3 |
| Св. 2 до 3 | 1,0-1,2 | 0,3-0,4 |
| « 3 « 5 | 1,2-1,4 | 0,4-0,5 |
| « 5 « 7 | 1,4-1,6 | 0,5-0,6 |
| « 7 « 10 | 1,6-1,8 | 0,6-0,7 |
| « 10 « 12 | 1,8-2,0 | 0,7-0,8 |

Таблица 18 Припуски на чистовое зубофрезерование или зубодолбление

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Модуль, мм | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | 0,60 | 0,75 | 0,9 | 1,05 | 1,20 | 1,35 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 |

Таблица 19 Припуски на шевингование зубьев

| Диаметр зубчатого колеса, мм | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----|------|------|----------|-----|------|------|------|-----------|------|------|------|------|
| До 50 | | | | | 50 - 100 | | | | | 100 - 200 | | | | |
| Модуль, мм | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 |

Таблица 20 Припуски на зубошлифование

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Модуль, мм | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | 0,15 | 0,20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,35 | 0,38 | 0,40 | 0,45 | 0,50 |

Таблица 21 Припуски на зубошлифование зубчатых колес из цементующихся сталей с диаметром делительной окружности более 400 мм.

| Модуль, мм | Число зубьев колеса | | | | | |
|------------|---|-------------|--------------|---------------|---------------|-----------|
| | св.40 до 50 | св.50 до 75 | св.75 до 100 | св.100 до 150 | св.150 до 200 | св.200 |
| | Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | | | | | |
| Св. 3 до 5 | - | - | - | 0,45-0,60 | 0,5 - 0,7 | 0,6 - 0,8 |
| « 5 « 7 | - | - | 0,45-0,60 | 0,5 - 0,7 | 0,6 - 0,8 | - |
| « 7 « 10 | - | 0,45-0,60 | 0,5 - 0,7 | 0,6 - 0,8 | - | - |
| « 10 « 12 | 0,45-0,60 | 0,5 - 0,7 | 0,6 - 0,8 | - | - | - |

Примечание: 1. Меньшие значения припусков применять для меньших модулей чисел зубьев;

2. При назначении припуска следует учитывать возможные деформации при термической обработке, в зависимости от марки стали.

Таблица 22 Припуски на чистовую обработку конических зубчатых колес

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Модуль, мм | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Двухсторонний припуск на толщину зуба, мм | 0,50 | 0,57 | 0,65 | 0,72 | 0,80 | 0,87 | 0,93 | 1,00 | 1,07 | 1,50 |

Приложение А

Пример 1

Назначить припуски на механическую обработку наружной цилиндрической поверхности диаметром 42f7 мм и определить межоперационные размеры. Обрабатываемый материал - углеродистая сталь. Параметр шероховатости окончательно обработанной поверхности Ra0,8 мкм, твердость - 42...48 HRC.

1. Назначаем метод обработки поверхности (МОП), который с учетом экономической точности обработки, обеспечит требуемые параметры. На данном этапе принципиальное значение имеет вид поверхности (наружная, внутренняя, плоская) и, в некоторых случаях, конфигурация заготовки, а не конструктивные особенности детали.

Предположим, что заготовкой является поковка массой 1,5 кг, класса точности Т4, степени сложности С2 с исходным индексом 11 по ГОСТ 7505-89. В этом случае общий припуск на механическую обработку заданной поверхности составляет 3,6 мм на диаметр, а допуск на геометрический размер поверхности 2,0 мм (верхнее отклонение +1,3 мм; нижнее отклонение - 0,7 мм).

Считаем, что наиболее эффективным способом окончательной обработки поверхности с заданной твердостью, является шлифование. Для получения размера поверхности по 7 качеству необходимо, чтобы начальные параметры поверхности были не грубее 9-10 качества, а они обеспечиваются поэтапно режимами черного и чистового точения до термической обработки. Данный вариант МОП занесен в колонку 1 таблицы А2.

Комментарий



Принятый МОП не является единственно возможным. Другим вариантом может быть замена черного точения предварительным шлифованием или даже однократное шлифование вместо точения, если в качестве заготовки используется калиброванный прокат, а заданная поверхность является наружной поверхностью проката. Основным критерием является минимальная

2. Назначаем операционные припуски на все переходы МОП за исключением черного. Так, припуск на чистовое точение назначаем по таблице 1, а на шлифование - по таблице 2. При этом принимаем во внимание, что данные таблиц распространяются не только на детали типа «вал», но и в целом на обработку наружных поверхностей вращения, если использовать параметр «расчетная длина вала», который определяется в соответствии с таблицей А1.

Предположим, что при чистовом точении в патроне, расстояние от кулачков до дальнего торца обрабатываемой поверхности равно 78 мм, тогда по таблице 1 для расчетной длины 156 мм необходимо установить припуск 1 мм на диаметр. Схема

базирования заготовки на шлифовальной операции может отличаться от схемы, принятой при точении, поэтому параметр расчетной длины будет другой.

| | | |
|-----------------------|-----|-------------|
| Точение правого торца | 460 | 12 квалитет |
|-----------------------|-----|-------------|

Например, 82 мм, т.е. длина выступающей части заготовки уменьшилась. В этом случае по таблице 2 припуск на шлифование для термообработанного материала при установке в центрах равен 0,4 мм на диаметр (при бесцентровом шлифовании заготовка свободно базируется на ноже и «самоустанавливается» относительно предварительно обработанной базовой поверхности, что не обеспечивает высокую точность взаимного расположения поверхностей).

Таблица А1 Расчетная длина вала при назначении припуска на чистовое обтачивание и шлифование

| Характер установки заготовки при обработке | Валы гладкие | Валы ступенчатые | |
|---|--|--|--|
| | | для средних участков | для крайних участков |
| В центрах или патроне с поддержкой задним центром | Полная длина вала | Полная длина вала | Длина, равная удвоенному расстоянию от торца вала до наиболее удаленного конца обрабатываемого участка |
| В патроне без поддержки задним центром | Удвоенная длина выступающей из патрона части заготовки | Длина, равная удвоенному расстоянию от наиболее удаленного торца обрабатываемого участка до кулачков патрона | |

3. Припуск на черновое точение определяется как разность между общим припуском на механическую обработку (в данном случае 3,6 мм) и суммой операционных припусков. Данные заносим в колонку 2 таблицы А2.

$$Z_{\text{черн}} = Z_{\text{общ}} - (Z_{\text{точ.чист}} + Z_{\text{шлиф}}) = 3,6 - (1,0 + 0,4) = 2,2 \text{ мм.}$$

4. Технологические допуски для каждого перехода МОП назначаются с учетом экономической точности обработки (черновое точение - 12 квалитет, чистовое точение - 9 квалитет), требований чертежа (шлифование - 7 квалитет), требований нормативно-технического документа на заготовку (ГОСТ 7505-89) и заносятся в колонку 4 таблицы А2.

Рекомендация



При последовательной обработке двух поверхностей (с переустановкой заготовки) технологический допуск на первый переход определяется как среднее арифметическое между допуском на заготовку и допуском на размер, соединяющим обрабатываемые поверхности.

Примером может служить МОП для получения габаритного

| размера детали: | Допуск, мкм | Примечание |
|----------------------|-------------|---------------------------------|
| Заготовка | 2500 | ГОСТ 7505-89 |
| Точение левого торца | 1480 | $\frac{2500+460}{2} = 1480$ мкм |

5. В колонке 3 таблицы А2 определяют расчетный размер для каждого перехода МОП, начиная с последнего, путем последовательного прибавления припуска к минимальному размеру поверхности по чертежу (41,950 мм).

Полученные значения принимают в качестве минимального операционного размера после округления с учетом значащих цифр технологического допуска (колонка 5). Максимальные операционные размеры отличаются от минимальных на величину технологического допуска (колонка 6).

Таблица А2

| МОП Наружная 0,050 42/7 0,025 | Припуск, мкм | Расчетный размер, мм | Допуск, мкм | Размер, мм | | Припуск, мм | |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------|-------|
| | | | | d _{min} | d _{max} | min | max |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Заготовка | | 45,550 | 2000 | 45,6 | 47,6 | | |
| Точение черновое | 2,2 | 43,350 | 250 | 43,40 | 43,65 | 2,2 | 3,95 |
| Точение чистовое | 1,0 | 42,350 | 62 | 42,350 | 42,412 | 1,05 | 1,238 |
| Шлифование | 0,4 | 41,950 | 25 | 41,950 | 41,975 | 0,4 | 0,437 |

Внимание!



Расчетный размер для внутренних поверхностей (отверстий) определяют путем вычитания припуска из наибольшего размера отверстия по чертежу и принимают после округления за максимальный операционный размер.

6. Предельные припуски для каждого перехода МОП определяются путем вычитания предельных размеров на двух соседних переходах и заносятся в колонки 7 или 8, в зависимости от полученных значений.

Правильность вычислений может быть проверена по формуле:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad \text{например: } 1238 - 1050 = 250 - 62.$$

7. Номинальный припуск на обработку наружных поверхностей, который необходим для определения номинальных размеров заготовки при проектировании технологической оснастки определяем по формуле:

$$Z_{i \text{ ном}} = Z_{i \min} + |e_{i-1}| - |e_i|,$$

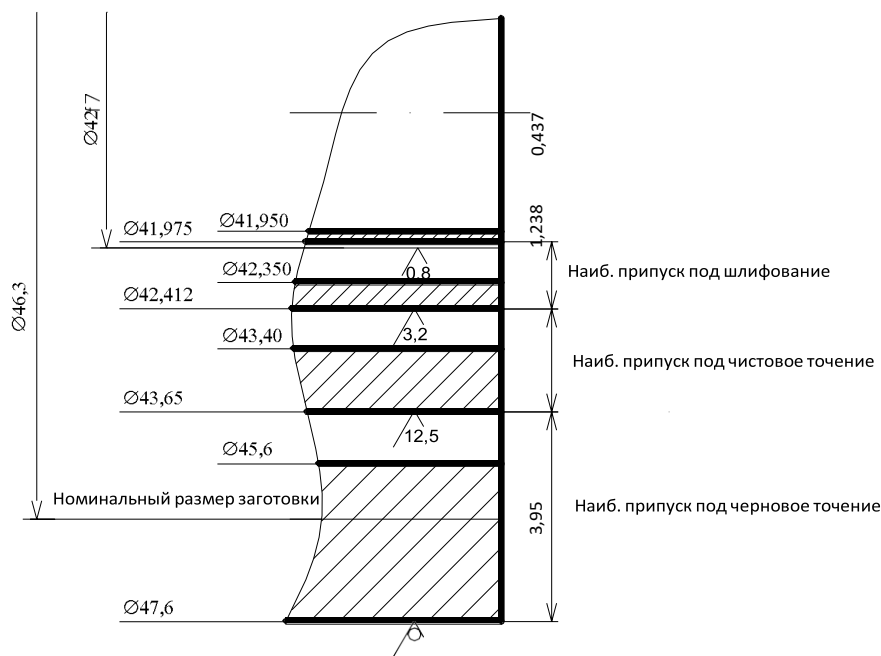
где - e_{i-1} и e_i нижнее отклонение размеров соответственно предшествующего и выполняемого переходов.

для чернового точения $Z_{\text{чер. ном}} = 2200 + 700 - 250 = 2650$ (мкм)

для чистового точения $Z_{\text{чист. ном}} = 1050 + 250 - 62 = 1238$ (мкм)

для шлифования $Z_{\text{ш ном}} = 400 + 62 - 25 = 437$ (мкм)

8. При необходимости на основании данных таблица А2 строится схема расположения припусков на различных стадиях обработки поверхности.



Пример 2

Назначить припуски на механическую обработку внутренней цилиндрической поверхности диаметром 125Н9 мм и определить межоперационные размеры. Обрабатываемый материал - чугун. Параметр шероховатости окончательно обработанной поверхности Ra3,2 мкм.

Для достижения требуемых параметров поверхности при обработке чугуна назначаем черновое и чистовое растачивание. По таблице 6 определяем припуск на чистовое растачивание отверстия, которое было предварительно прошито или пролито при получении заготовки. Он составляет 1,7 мм на диаметр.

Считаем, что заготовкой для изготовления детали является отливка с точностью 9-5-5-7 ГОСТ 26645-85. Исходя из этого, припуск на обработку составляет 6,2 мм на диаметр, допуск 2,4 мм (9 класс размерной точности, 5 класс точности поверхности, 4 ряд припуска, вид окончательной мехобработки - чистовая). Таким образом, припуск на черновое растачивание равен 4,5 мм на диаметр.

Результаты расчета межоперационных размеров приведены в таблице А3

Пример 3

Назначить припуски на механическую обработку отверстия диаметром 24Н7 мм и определить межоперационные размеры. Обрабатываемый материал - сталь. Параметр шероховатости окончательно обработанной поверхности Ra0,8 мкм, твердость - 187...230 НВ.

Учитывая размер отверстия, твердость и параметр шероховатости окончательно обработанной поверхности считаем, что обработка начинается в сплошном металле со

следующим МОП: сверление - зенкерование - черновое развертывание

- чистовое развертывание. Операционные припуски устанавливаем по таблице 6. Результаты расчета межоперационных размеров приведены в таблице А3.

Пример 4

Назначить припуски на механическую обработку опорной поверхности фланца кондукторной втулки (толщина фланца задана размером $8J_s10$ мм) и определить межоперационные размеры. Обрабатываемый материал - сталь. Параметр шероховатости окончательно обработанной поверхности $Ra0,8$ мкм, твердость - 58...62 HRC. Требуемое качество поверхности при заданной твердости может быть достигнуто после однократного точения и последующего шлифования торца. Припуск на шлифование определяем по таблице 5. Считая, что диаметр обрабатываемой поверхности до 50 мм и длина детали 50-120 мм, принимаем 0,4 мм.

Припуск на токарную обработку будет зависеть от вида заготовки. Если это штамповка, то общий припуск устанавливается по ГОСТ 7505-89, а припуск на точение меньше общего припуска на 0,4 мм (например, $1,9-0,4=0,5$ мм). Если используется круглый прокат, то припуск на точение должен быть равен припуску, оставленному после предварительной обработки соответствующей цилиндрической поверхности. В это случае он должен быть не меньше припуска на чистовое точение и устанавливается по таблице 4 (0,7 мм).

Допуск на заготовку в первом случае определяется по ГОСТ 7505-89, а во втором - соответствует 15 качеству. Для расчета принимаем второй вариант. Результаты приведены в таблице А3.

Таблица А3

| МОП | Припуск, мкм | Расчетный размер, мм | Допуск, мкм | Размер, мм | | Припуск, мм | |
|---|--------------|----------------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------|
| | | | | d_{min} | d_{max} | min | max |
| Пример 2 Внутренняя поверхность 125H9 ^(+0,1) ∅ | | | | | | | |
| Заготовка | | 118,8 | 2400 | 116,4 | 118,8 | | |
| Растачивание черновое | 4,5 | 123,3 | 400 | 122,9 | 123,3 | 4,5 | 6,5 |
| Растачивание чистовое | 1,7 | 125,1 | 100 | 125,0 | 125,1 | 2,1 | 1,7 |
| Пример 3 Отверстие 24H7 ^(+0,021) ∅ | | | | | | | |
| Сверление | | 22,421 | 210 | 22,2 | 22,41 | | |
| Зенкерование | 1,2 | 23,621 | 84 | 23,537 | 23,621 | 1,211 | 1,337 |
| Развертывание черн. | 0,3 | 23,921 | 33 | 23,888 | 23,921 | 0,3 | 0,351 |
| Развертывание чист. | 0,1 | 24,021 | 21 | 24,000 | 24,021 | 0,1 | 0,112 |
| Пример 4 Торцевая поверхность 8J _s 10 (0,028) ± | | | | | | | |
| Заготовка | | 9,072 | 580 | 9,00 | 9,58 | | |
| Точение | 0,7 | 8,372 | 150 | 8,40 | 8,55 | 0,6 | 1,03 |
| Шлифование | 0,4 | 7,972 | 56 | 7,972 | 8,028 | 0,428 | 0,522 |

Практическое занятие № 10

РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ НА ТОЧНОСТЬ

Цель работы – изучить методику и последовательность расчета станочных приспособлений на точность в зависимости от установки детали и требуемой точности обработки.

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Расчетная суммарная погрешность приспособления ϵ_{np} определяется по формуле

$$\epsilon_{np} \leq \delta - (K_1 \epsilon_6 + \epsilon_3 + K_2 \omega), \quad (4.3.1)$$

где δ – допуск на обработку детали с использованием данного приспособления;

K_1 – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $K_1 = 0,8 - 0,85$;

ϵ_6 – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ϵ_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

K_2 – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $K_2 = 0,6 - 0,8$ (большее значение коэффициента принимается при меньшем количестве значимых величин, зависящих от приспособления);

ω – экономическая точность обработки.

Погрешность базирования ε_b при установке заготовки в самоцентрирующий 3-кулачковый патрон равна 0, а погрешность закрепления приведена в соответствующих таблицах справочников [10].

Погрешность базирования при установке по наружной цилиндрической поверхности определяется в зависимости от выдерживаемого размера (рис. 4.3.1) по следующим формулам:

$$\varepsilon_b(H_1) = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right); \quad (4.3.2)$$

$$\varepsilon_b(H_2) = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right); \quad (4.3.3)$$

$$\varepsilon_b(H_3) = 0,5TD \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (4.3.4)$$

где TD – допуск на диаметр.

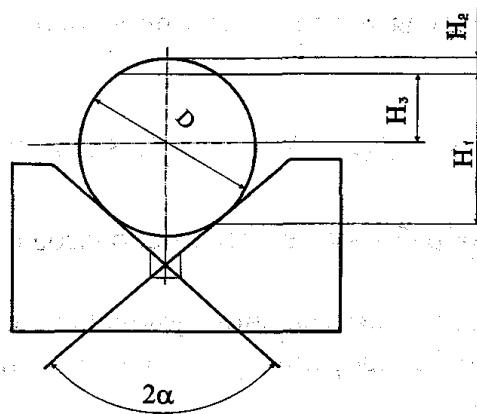


Рис. 4.3.1. Схема установки в призму

Погрешность закрепления ε_3 (мкм) при установке в призму определяется по формуле [57]

$$\varepsilon_3 = \left[\left(K_{Rz} \cdot Rz + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{D_{\text{сaz}}} \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,61} \right)^{0,7}, \quad (4.3.5)$$

где $K_{Rz} = 0,005$, $K_{HB} = 15$;

Rz – параметр шероховатости поверхности, мкм;

HB – твердость материала заготовки по Бринеллю;

$D_{заг}$ – диаметр заготовки, мм;

Q – сила, действующая по нормали к опоре, Н.

Определенная по формуле (4.3.1) суммарная погрешность приспособления $\epsilon_{пр}$ распределяется по составляющим звеньям размерной цепи:

$$\epsilon_{пр} = \sum \delta_u + \delta_y + \epsilon_z + \delta_n + \delta_{изн}, \quad (4.3.6)$$

где $\sum \delta_u$ – суммарная погрешность изготовления деталей приспособления;

δ_y – погрешность установки приспособления на станке;

ϵ_z – погрешность вследствие конструктивных зазоров, необходимых для посадки на установочные элементы приспособления;

δ_n – погрешность перекоса или смещения инструмента из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления (если направляющие отсутствуют, погрешность не учитывается);

$\delta_{изн}$ – погрешность износа деталей приспособлений.

При этом за замыкающее звено размерной цепи принимается $\epsilon_{пр}$. После этого по методу максимум-минимум решается задача нахождения среднего значения допуска каждого из звеньев цепи по формуле

$$\delta_{cp} = \frac{\epsilon_{пр}}{m-1}, \quad (4.3.7)$$

где m – общее количество звеньев цепи.

Схема размерной цепи приведена на рис. 4.3.2.

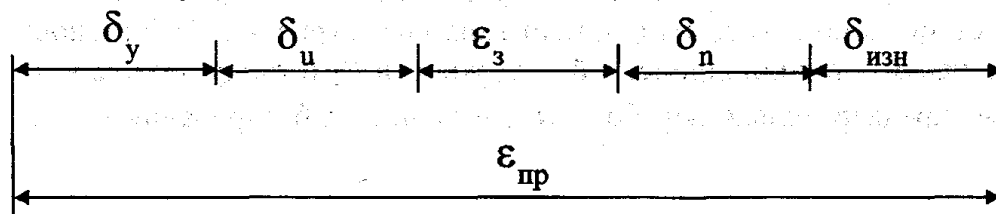


Рис. 4.3.2. Схема размерной цепи

Решая равенство (4.3.6) относительно слагаемого $\Sigma_{\delta_i} = \delta_{сб}$, находим допуск размера собранного приспособления, который нужно проставить на сборочном чертеже:

$$\delta_u = \delta_{сб} = \varepsilon_{np} - (\delta_3 + \delta_n + \delta_{изн} + \delta_y). \quad (4.3.8)$$

Распределение допуска $\delta_{сб}$ на допуски на изготовление отдельных деталей производится при разработке чертежей приспособления.

Методические указания

Для выполнения работы студентам выдается задание по одному из вариантов, приведенных в табл. 4.3.1 – 4.3.5. На основании исходных данных требуется рассчитать суммарную погрешность приспособления. Эту погрешность, как замыкающее звено размерной цепи, распределить на отдельные составляющие звенья.

Варианты заданий для выполнения практической работы «Расчет заготовок установочных приспособлений на точность»

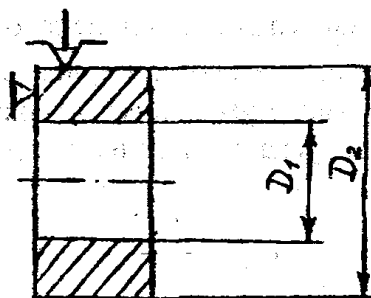


Рис. 4.3.3. Схема установки детали

1. Определить погрешность 3-кулачкового патрона при черновом растачивании отверстия в детали типа диска (рис. 4.3.3). Установка по наружной цилиндрической поверхности D_2 и торцу детали, которые предварительно обработаны. Погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0$.

Т а б л и ц а 4.3.1

| Исходные данные | Номера вариантов | | |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Диаметр установки D_2 , мм | 105 _{-0,22} (h11) | 240 _{-0,29} (h11) | 410 _{-0,4} (h11) |
| Диаметр обработки D_1 , мм | 55 ^{+0,3} (H12) | 11 ^{+0,54} (H12) | 220 ^{+0,72} (H13) |
| ω , мкм | 190 | 220 | 290 |
| ε_3 , мкм | См. приложение | | |

2. Определить погрешность 3-кулачкового самоцентрирующего патрона (рис. 4.3.3) при чистовом растачивании отверстия в детали типа диска. Установочные поверхности аналогичны примеру 1. Обработаны они начисто.

Т а б л и ц а 4.3.2

| Исходные данные | Номера вариантов | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 |
| Диаметр установки D_2 , мм | 90 _{-0,087} (h9) | 170 _{-0,100} (h9) | 350 _{-0,14} (h9) |
| Диаметр обработки D_1 , мм | 65 _(h10) ^{+0,14} | 110 _(h10) ^{+0,14} | 200 _(h10) ^{+0,185} |
| ω , мкм | 46 | 54 | 72 |
| ε_3 , мкм | См. табл. П 4.3.1 | | |

3. Определить погрешность призматического установочного приспособления (рис. 4.3.1) при выдерживании размера H_1 . Угол призмы $2\alpha = 90^\circ$. Операция – фрезерование лыски.

$$\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,7.$$

Т а б л и ц а 4.3.3

| Исходные данные | Номера вариантов | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Диаметр установки D_1 , мм | 105 _{-0,087} (h9) | 160 _{-0,1} (h9) | 270 _{-0,13} (h9) |
| H_1 , мм | 95 _{-0,22} (h11) | 145 _{-0,25} (h11) | 250 _{-0,29} (h11) |
| Rz, мкм | 50 | 100 | 200 |
| НВ | 156 | 207 | 241 |
| ω , мкм | 87 | 100 | 115 |
| Q, Н | 2043,7 | 3757,5 | 5632,7 |

4. Определить погрешность призматического установочного приспособления (рис. 4.3.1) при выдерживании размера H_2 .

Т а б л и ц а 4.3.4

| Исходные данные | Номера вариантов | | |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Диаметр установки D_1 , мм | 105 _{-0,087} (h9) | 160 _{-0,1} (h9) | 270 _{-0,13} (h9) |
| H_2 , мм | 10 _{-0,22} (h13) | 15 _{-0,27} (h13) | 20 _{-0,33} (h13) |
| Rz, мкм | 50 | 100 | 200 |
| НВ | 156 | 207 | 241 |
| ω , мкм | 87 | 100 | 115 |
| Q, Н | 2043,7 | 3757,5 | 5632,7 |

5. Определить погрешность призматического установочного приспособления (рис. 4.3.1) при выдерживании размера H_3 .

Т а б л и ц а 4.3.5

| Исходные данные | Номера вариантов | | |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Диаметр установки D_1 , мм | 105 _{-0,087} (h9) | 160 _{-0,1} (h9) | 270 _{-0,13} (h9) |
| H_3 , мм | 42,5 _{-0,25} (h12) | 65 _{-0,3} (h12) | 115 _{-0,35} (h12) |
| Rz, мкм | 50 | 100 | 200 |
| НВ | 156 | 207 | 241 |
| ω , мкм | 87 | 100 | 115 |
| Q, Н | 2043,7 | 3757,5 | 5632,7 |

Порядок выполнения работы

1. На основании исходных данных, приведенных в табл. 4.3.1 – 4.3.5, определить ϵ_6 , ϵ_3 в зависимости от типа установочного приспособления и способа установки детали.
2. По формуле (4.3.1) определить суммарную погрешность приспособления исходя из величины допуска на обработку детали в данном приспособлении.
3. Распределить найденную погрешность по составляющим звеньям размерной цепи по методу максимум-минимум.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Исходные данные, необходимые для расчета ϵ_6 и ϵ_3 .
3. Определение величин K_1 , K_2 и значений ϵ_6 и ϵ_3 .
4. Расчет величины $\epsilon_{пр}$.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как определяется суммарная погрешность приспособления?
2. Чему равны погрешности базирования и закрепления при установке заготовки в 3-кулачковом самоцентрирующем патроне?
3. Как определяется погрешность базирования при фрезеровании лыски на цилиндрической детали, установленной в призме, для размеров H_1 , H_2 , H_3 ?
4. Какие составляющие входят в размерную цепь, замыкающим звеном которой является найденная погрешность приспособления?
5. Как определяется средняя величина допусков, входящих в размерную цепь, по методу максимум-минимум?

ПРИЛОЖЕНИЕ
Т а б л и ц а П 4.3.1

Погрешность закрепления заготовок ϵ_z (мкм) при установке
в 3-кулачковом патроне

| Характеристика базовой поверхности | Поперечные размеры заготовки, мм | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 80-120 | 120-180 | 180-260 | 260-360 | 360-500 |
| Предварительно обработанная | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| Чисто обработанная | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

Т а б л и ц а П 4.3.2

Основные размеры метрической резьбы

| Номинальный диаметр резьбы | Шаг | d_1, D_1 | d_2, D_2 | d_3 |
|----------------------------|------|------------|------------|--------|
| M4 | 0,7 | 3,242 | 3,545 | 3,141 |
| | 0,5 | 3,459 | 3,675 | 3,387 |
| M5 | 0,8 | 4,134 | 4,48 | 4,019 |
| | 0,5 | 4,459 | 4,675 | 4,387 |
| M6 | 1 | 4,917 | 5,513 | 5,08 |
| | 0,75 | 5,188 | 5,675 | 5,387 |
| M8 | 1,25 | 6,647 | 7,188 | 6,466 |
| | 0,5 | 7,459 | 7,675 | 7,387 |
| M10 | 1,5 | 8,376 | 9,026 | 8,16 |
| | 1 | 8,917 | 9,35 | 8,773 |
| M12 | 1,75 | 10,106 | 10,863 | 9,853 |
| | 1 | 10,917 | 11,35 | 10,773 |
| M16 | 2 | 13,835 | 14,701 | 13,546 |
| | 1 | 14,917 | 15,35 | 14,773 |
| M20 | 2,5 | 17,294 | 18,376 | 16,933 |
| | 1,5 | 18,376 | 19,026 | 18,16 |
| M24 | 3 | 20,752 | 22,051 | 20,319 |
| | 1,5 | 22,376 | 23,026 | 22,16 |
| M26 | 1,5 | 24,376 | 25,026 | 24,16 |

Примечание. Для учебных целей приведены не все значения метрических резьб.