

Министерство образования и науки Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Отделение среднего профессионального образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»**

для студентов специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Составитель: Никитина Л.Г.

Муром 2017 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

НАЛАДКА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА

Задание

1. Изучить устройство и управление токарно-винторезным станком.
2. Наладить станок на нарезание 2...3-заходной резьбы и обработать деталь и проверить профиль резьбы.
3. Наладить станок на обработку конуса 2...3 способами и обработать конические поверхности.
4. Составить отчет о проделанной работе.

Цель работы

1. Изучить устройство и работу основных механизмов станка, назначение рукояток управления.
2. Изучить назначение всех кнопок и рукояток управления.
3. Изучить назначение и действие всех механизмов станка: механизма подачи, блокировочных устройств, множительного механизма, механизма перебора, механизмов фартука, звена увеличения шага нарезаемой резьбы, гитары сменных зубчатых колес, механизма крепления и перемещения задней бабки, устройств смазки.
4. Научиться: рабочим приемам нарезания резьбы резцом в несколько проходов; приемам и различным методам деления на число заходов резьбы.
5. Ознакомиться с методами контроля шага нарезанной резьбы.
6. Научиться производить наладку токарно-винторезного станка на обработку конических поверхностей деталей различными способами.
7. Ознакомиться с измерением конических поверхностей.

Оборудование, приспособления, инструмент, Наглядные пособия

1. Универсальный токарно-винторезный станок.
2. Патрон поводковый или самоцентрирующий трехкулачковый, токарные центры, хомутик.
3. Резьбовые и проходные резцы.
4. Заготовки для деталей, подлежащих обработке.
5. Мерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр гладкий, калибр-пробка и калибр-втулка, резьбовой шаблон, шаблон для заточки резьбовых резцов и установки его в резцедержателе.
6. Магнитная стойка с индикатором часового типа.
7. Плакат «Кинематическая схема токарно-винторезного станка».
8. Плакат «Нарезание резьбы резцом».

Токарно-винторезный станок модели 16К20 предназначен для обработки наружных, внутренних, цилиндрических, конических, фасонных и

торцевых поверхностей, для нарезания различных резьб: метрических, дюймовых, модульных, специальных.

Основные части станка и органы управления:

А — передняя (шпиндельная) бабка; Б — суппорт; В — задняя бабка; Г — фартук; Д — станина; Е — коробка подач; 1 — рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода; 2 — вариатор подачи, шага резьбы и отключения механизма подачи; 3 — вариатор подачи и типа нарезаемой резьбы; 4 — вариатор подачи и шага резьбы; 5 — переключатель на левую или правую резьбу; 6 — рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении на заходы резьбы (многозаходной); 7 и 8 — рукоятки установки частоты вращения шпинделя; 9 — вводный автоматический выключатель; 10 — лампа сигнальная; 11 — включение насоса СОЖ; 12 — указатель нагрузки станка; 13 — ручное перемещение поперечных салазок суппорта; 14 — регулируемое сопло СОЖ; 15 — местное освещение; 16 — рукоятка поворота и зажима резцедержателя; 17 — рукоятка перемещения верхних салазок суппорта; 18 — рукоятка включения двигателя ускоренного хода; 19 — рукоятка управления перемещениями каретки и салазок суппорта; 20 — зажим пиноли задней бабки; 21 — рукоятка закрепления задней бабки на станине; 22 — маховичок перемещения пиноли задней бабки; 23 — рукоятка включения и отключения муфты главного привода; 24 — рукоятка включения и отключения разъемной гайки ходового винта; 25 — включение подачи; 26 — винт закрепления каретки на станине; 27 — кнопочная станция двигателя главного привода; 28 — рукоятка включения и выключения реечной шестерни; 29 — маховичок ручного перемещения каретки суппорта.

Техническая характеристика токарно-винторезного станка модели 16К20

Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм.....	400
Расстояние между центрами, мм	710, 1000, 1400, 2000
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм ...	50
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин.....	12,5...1600
Число продольных и поперечных подач.....	24
Пределы подач, мм/об:	
продольных.....	0,05...2,8
поперечных.....	0,025...1,4
Пределы шагов нарезаемых резьб:	
метрических, мм.....	(0,5...112)π
дюймовых, ниток на 1''	56...0,5
модульных, мм.....	(0,5...112)π

питчевых, питч..... 56...0,5

Кинематическая схема станка представлена на рис.2.

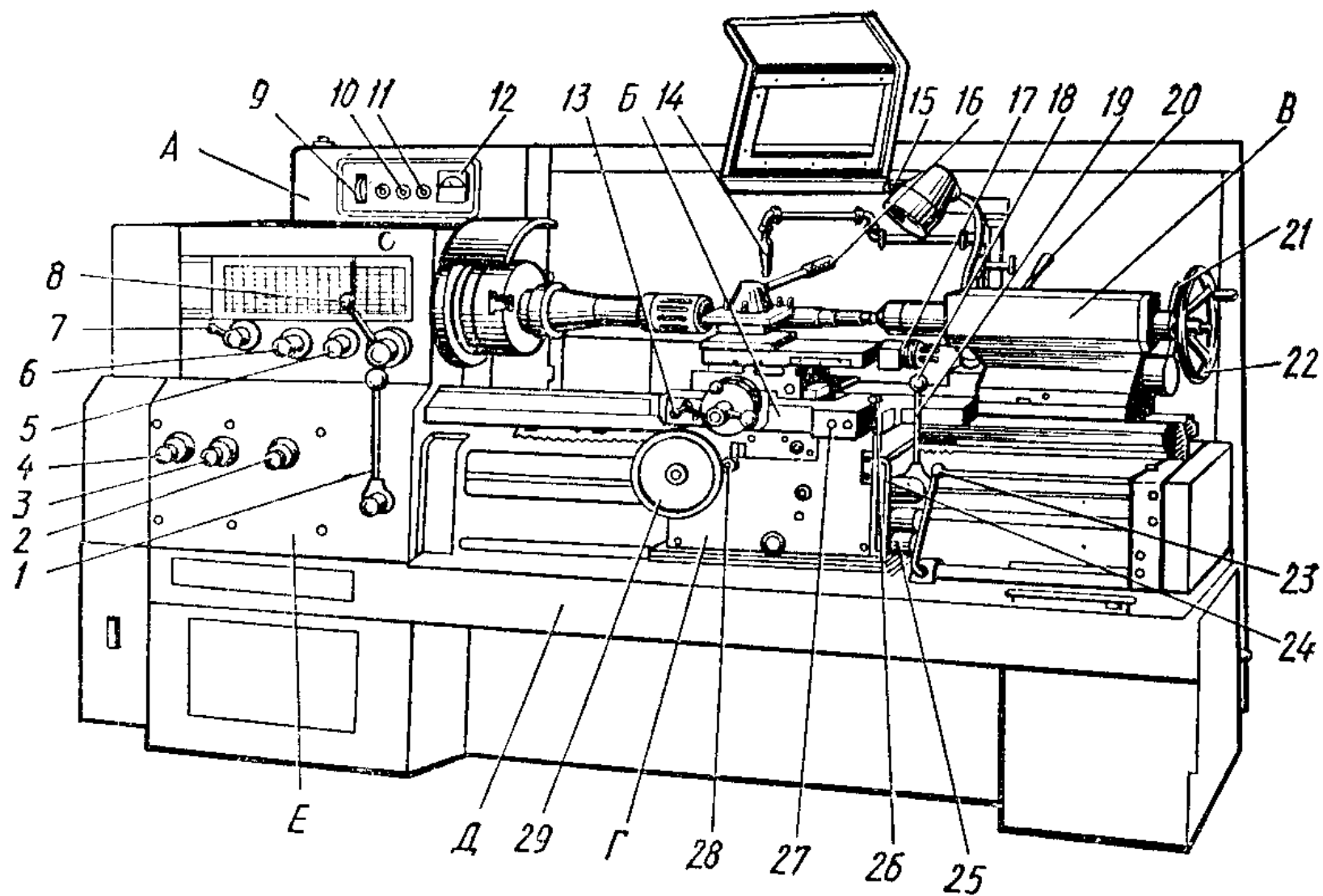


Рис. 1. Основные части и органы управления токарно-винторезного станка модели 16K20

Кинематическая схема

Главное движение. Конечные звенья: *вал электродвигателя* М1 мощностью $N = 10$ кВт и частотой вращения $n_{эл} = 1460$ об/мин – *шпиндель с заготовкой* ($n_{эл} \rightarrow n_{шп}$) без перебора.

$$1460 \frac{148}{268} 0,985 \frac{56}{34} \parallel \text{или} \frac{51}{39} \parallel \frac{29}{47} \parallel \text{или} \frac{21}{55}, \text{или} \frac{38}{38} \parallel \frac{60}{48} \parallel \text{или} \frac{30}{60} \parallel = n_{um}, (1.1)$$

$z_1 = 2 \times 3 \times 2 = 12$, где z_1 – число ступеней частоты вращения шпинделя;
с перебором

$$1460 \frac{148}{268} 0,985 \frac{56}{34} \parallel \text{или} \frac{51}{39} \parallel \frac{29}{47} \parallel \text{или} \frac{21}{55}, \text{или} \frac{38}{38} \parallel \frac{45}{45} \parallel \text{или} \frac{15}{60} \parallel \frac{18}{72} \frac{30}{60} = n_{un}, (1.2)$$

$$z_2 = 2 \times 3 \times 2 = 12;$$
$$z_{\text{общ}} = z_1 + z_2 = 12 + 12 - 24, z_{\text{раб}} = z_{\text{общ}} - 2 = 22.$$

Две ступени совпадают: $n_{шп} = 500$ и $n_{шп} = 630$ об/мин, т.е. могут быть получены двумя кинематическими цепями.

Перебор – устройство, которое уменьшает частоту вращения шпинделя.

Передаточные отношения перебора определяют так: если двойной блок на шпинделе передвинуть:

ВЛЕВО, ТО

$$i_{1nep} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} \text{ ,} \quad (1.3)$$

вправо

$$i_{nep} = \frac{4580}{4580} \quad (1.4)$$

$$i_{nep} = \frac{15801}{60803} \quad (1.5)$$

Для включения обратного вращения шпинделя с помощью рукояток *I* или *23* включают в работу правую половину фрикционной муфты *M*₁ на первом валу коробки скоростей. При этом частота обратного вращения шпинделя больше частоты прямого вращения в 1,3 или 1,6 раза.

Движение подач. *Продольная подача.* Конечные звенья: *шпиндель с заготовкой – реечное колесо.* Расчетные перемещения конечных звеньев имеют вид: 1 оборот шпинделя $\rightarrow S_{\text{пр}}$.

Уравнение кинематического баланса

[illegible]

число ступеней подач

$$z = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16.$$

Количество подач суппорта может быть увеличено за счет переключения двойного блока зубчатых колес на шпинделе станка в одно из двух левых положений. При этом зубчатое колесо ($z = 60$) на шпинделе выходит

$1 \frac{60}{30} \parallel \text{или} \frac{48}{60} \parallel \frac{45}{45}$ и далее по известной кинематической цепи.

Поперечная подача. Конечные звенья: шпиндель с заготовкой – винт поперечной подачи (1 оборот шпинделя $\rightarrow S_{\text{поп}}$):

Реверс поперечной подачи осуществляется включением кулачковых муфт M_9 или M_{10} .

Уравнение кинематического баланса цепи имеет вид:

$$z = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16.$$

В кинематической цепи при нарезании резьб используется механизм реверса; его передаточное отношение $\frac{30}{45}$. При левом положении зубчатого колеса ($z = 45$), будет нарезаться правозаходная резьба, при этом суппорт с режущим инструментом будет перемещаться от задней бабки к шпинделю станка. При правом положении зубчатого колеса ($z = 45$) будет

нарезаться левозаходная резьба, суппорт с режущим инструментом будет перемещаться от шпинделя к задней бабке.

Числовая характеристика $\frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64}$ в уравнении кинематического баланса – это передаточное отношение гитары сменных зубчатых колес $\frac{K}{L} \frac{L}{N}$.

Дюймовая. Конечные звенья: *шпиндель с заготовкой – ходовой винт* (1 оборот шпинделя $\rightarrow P_p = \frac{25,4}{n_p}$):

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} 60 & 86 & 86 & 40 & 5 & 5 & 8 & 8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 60 & 86 & 86 & 40 & 5 & 5 & 8 & 8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} 5 \\ 11 \\ 8 \end{array} \begin{array}{c} 52 \\ 12 \\ 8 \end{array} \begin{array}{c} 5,4 \\ 4 \\ 13 \end{array}, (1.9)$$

где n_p – число ниток на 1 дюйм;
число ступеней шагов наружных резьб
 $z = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16$.

При нарезании дюймовой резьбы в коробке подач используется более длинная кинематическая цепь: должна быть включена муфта M_5 в коробке подач, а муфты M_2, M_3, M_4 – выключены.

Модульная. Конечные звенья: *шпиндель с заготовкой – ходовой винт* (1 оборот шпинделя $\rightarrow P_p = m\pi$):

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} 60 & 86 & 86 & 40 & 5 & 5 & 8 & 8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 60 & 86 & 86 & 40 & 5 & 5 & 8 & 8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} 5 \\ 11 \\ 8 \end{array} \begin{array}{c} 5 \\ 12 \\ 8 \end{array} \begin{array}{c} 5 \\ 4 \\ 13 \end{array}; (1.10)$$

$z = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16$.

При нарезании модульной резьбы в коробке подач используется короткая кинематическая цепь: должны быть включены муфты M_3, M_4 и M_5 , а муфта M_2 – выключена.

В уравнении кинематического баланса числовая характеристика $\frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36}$ – это передаточное отношение гитары сменных зубчатых колес $\frac{K}{L} \frac{M}{N}$. В коробке скоростей станка имеется механизм звена увеличения шагов нарезаемых резьб. При нарезании увеличенного (крупного) шага резьбы движение режущего инструмента заимствуется не от шпинделя, как это было ранее изложено, а от вала *III* коробки скоростей на вал *VIII*.

В уравнении кинематического баланса в расчет берется передаточное отношение от шпинделя к валу *III*:

$$i_{1^{36}} = \frac{1}{i_{1^{nep}}} = \frac{1}{\frac{30}{60}} = \frac{60}{30} = 2, \quad (1.11)$$

$$i_{зв} = \frac{1}{i_{зв}} = \frac{1}{4580}, \quad (1.12)$$

$$i_{зв} = \frac{1}{i_{зв}} = \frac{1}{1580}, \quad (1.13)$$

где $i_{зв}$ – передаточное отношение звена увеличения шага нарезаемой резьбы.

Следовательно, каждый стандартный шаг нарезаемой резьбы с помощью коробки подач может быть увеличен по значению в 2, 8 или 32 раза.

Точная (с нестандартным шагом). При нарезании точной (по шагу) резьбы коробка подач из кинематической цепи отключается включением муфт M_2 и M_5 . Настройка станка на необходимый шаг нарезаемой резьбы производится методом подбора сменных зубчатых колес гитары из имеющегося или заранее заказанного (изготовленного) набора.

Конечные звенья кинематической цепи: *шпиндель с заготовкой – ходовой винт* (1 оборот шпинделя $\rightarrow P_p$):

$$i_{зв} = \frac{630}{6045} \cdot 1 \cdot 2 \cdot P_p. \quad (1.14)$$

Формула настройки гитары сменных зубчатых колес имеет вид

$$i_{см} = \frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{P_p}{8}. \quad (1.15)$$

Настройка токарно-винторезного станка модели 16К20 на обработку конических поверхностей. Обработка осуществляется широким резцом: смещением корпуса задней бабки; поворотом резцовых салазок; при наличии на станке копировально-конусной линейки и гидрокопировального суппорта можно также обрабатывать и конусы.

Широким резцом (рис. 3, а) возможна обработка конусов длиной до 20 мм. Подача резца может быть как поперечная, так и продольная. Величина подачи – минимальная, т.к. возможно возникновение вибрации системы «станок – приспособление – инструмент - деталь» (СПИД) и, как результат, - невысокие точность обработки, стойкость режущего инструмента и шероховатость обработанной поверхности.

Смещение корпуса задней бабки (рис. 3, в) обрабатывают длинные детали с небольшим углом уклона до 8° . Точность обработки невысокая.

Смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении h (мм) определяют по формуле:

$$h = L \sin \alpha, \quad (1.16)$$

где L – длина детали, мм;

α – угол уклона детали, град.

Из схемы $\tan \alpha = \frac{D-d}{2l}$.

Обычно значение α мало, т.е. $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$, поэтому $h \approx \frac{D_2 - D_1}{2}$.

Наладку станка на обработку конуса осуществляют следующим образом: с помощью двух винтов 31 ключом смещают корпус задней бабки в поперечном направлении на себя – при обработке прямых конусов, от себя – при обработке обратных конусов. Отсчет смещения h ведется или по лимбу, или по упорам и плиткам (конечным мерам длины), если упоры установлены на торце задней бабки, или с помощью штангенциркуля.

В жесткие токарные центры, на конце рабочего конуса которых имеются шаровые поверхности, устанавливается заготовка с поводковым хомутиком. Последний находится внутри кожуха поводкового патрона (для безопасности). Включается станок, начинается вращение шпинделя и продольная механическая подача суппорта. В несколько проходов резец выходит на полный профиль конической поверхности детали. Таким образом измеряют диаметры и, если необходимо, производят дополнительное смещение задней бабки в одну или другую сторону.

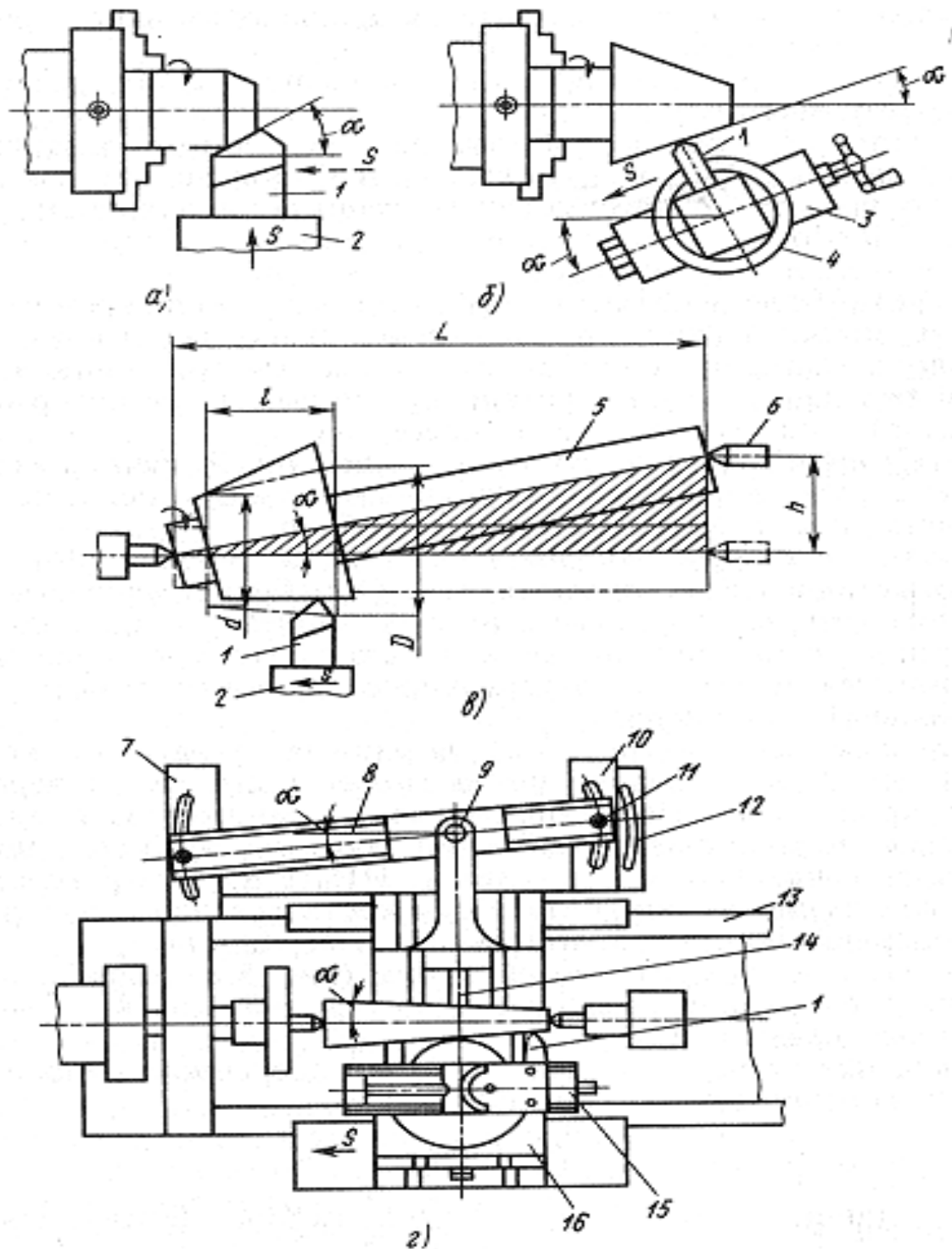


Рис.3. Схемы обработки конических поверхностей на токарно-винторезных станках:

a – широким резцом; *б* – поворотом резцовых салазок; *в* – смещением корпуса задней бабки; *г* – копирно-конусной линейкой

Поворотом резцовых салазок (рис. 3, б) обрабатывают короткие детали с наружными и внутренними коническими поверхностями. По чертежу

или произведя соответствующие расчеты, устанавливают угол уклона α обрабатываемой конусной поверхности – это половинный угол при вершине конуса. Гаечным ключом отпускают две гайки, крепящие поворотную часть резцовых салазок, поворачивая ее в нужном направлении. Отсчет ведется по лимбу с ценой деления в один градус. Закрепляют гайки. Обрабатывают заготовку. При этом подача режущего инструмента осуществляется вручную вращением рукоятки резцовых салазок (что непроизводительно и недостаточно точно) или механически, как в станке модели 16К20, изготовленном по особому заказу. Обработка требует частых замеров детали и доворота салазок, в результате чего падает производительность труда. В серийном производстве для измерения используют специальные калибр-втулки и калибр-пробки, в том числе калибры «Конус Морзе».

В серийном производстве возможна установка на станке модели 16К20 *копирно-конусной линейки*. Применение ее обеспечивает обработку длинных деталей с высокой точностью и производительностью. Линейка 8 (рис. 3, *г*) устанавливается на кронштейнах 7 и 10, прикрепляемых к станине 13 с задней стороны, под углом β при перемещении винтов 11 в пазах кронштейнов. Отсчет перемещения (в град) ведется по шкале 12. На линейке установлен ползун 9, соединенный с поперечным суппортом 16 тягой 14. Винт поперечного суппорта должен быть вывернут или иметь специальную телескопическую конструкцию. При включении продольной подачи перемещаются одновременно каретка и поперечный суппорт, т.е. осуществляются два движения: ведущее (задающее) и следящее (копирующее). В результате обрабатывается коническая поверхность детали с заданным углом уклона α .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 **НАЛАДКА ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО СТАНКА**

Задание

1. Ознакомиться с устройством, управлением и кинематикой станка.
2. Наладить станок по разработанной операционной карте.
3. Составить отчет о проделанной работе.

Цель работы

1. Изучить основные части, назначение рукояток управления, устройство и работу основных механизмов станка.
2. Научиться практическим приемам наладки токарно-револьверного станка.
3. Приобрести определенный навык в управлении станком и обработке деталей.

Оборудование, приспособления, инструмент,

наглядные пособия

1. Токарно-револьверный станок модели 1Г325 с горизонтальной осью вращения револьверной головки и наибольшим диаметром обрабатываемого прутка до 25 мм.
2. Набор инструментальных державок, втулок.
3. Набор слесарного инструмента.
4. Операционная карта наладки токарно-револьверного станка.
5. Мерительный инструмент: штангенциркуль, линейка масштабная, микрометр (1 – 2 комплекта).
6. Плакат «Кинематическая схема станка».

Основные сведения о токарно-револьверных станках

Токарно-револьверные станки предназначены для обработки в серийном производстве деталей сложной конфигурации, когда согласно технологическому процессу требуется применение многих инструментов, и величина партии деталей составляет не менее 10-20 штук.

Инструменты в необходимой последовательности крепят в соответствующих позициях револьверной головки, резцедержателях поперечных суппортов, если они имеются в станке. Режущий инструмент устанавливается заранее при наладке станка, и в процессе обработки поочередно или параллельно вводится в работу механизмами станка.

Токарно-револьверные станки могут обрабатывать штучные заготовки и заготовки из прутка, но часть станков приспособлена для выполнения обоих видов работ. В зависимости от расположения оси вращения револьверной головки различают станки с вертикальной и горизонтальной осью револьверной головки. Наиболее распространены револьверные головки с вертикальной осью, имеющие 6-8 гнезд для установки инструмента.

Головки с горизонтальной осью имеют до 16 гнезд, их применяют в легких и средних станках.

Преимуществом токарно-револьверных станков по сравнению с токарно-винторезными является уменьшение машинного времени вследствие одновременной (параллельной) работы инструментов револьверной головки и поперечного суппорта, а также использование многоинструментальных державок. Вспомогательное время на обработку сокращается в результате предварительной настройки на размер режущего инструмента и использования ограничителей ходов, а также автоматического переключения частот вращения и подач, имеющих в большинстве современных моделей станков.

Токарно-револьверный станок модели 1Г325 является универсальным станком общего назначения и предназначен для обработки деталей из прутков диаметром не более 25 мм. С помощью специальной оснастки

возможна обработка деталей из штучных заготовок, обточка конусов и фасонных поверхностей по копиру, а также нарезание резьбы с помощью резьбонарезного устройства.

Токарно-револьверный станок имеет узлы, сходные по названию с узлами токарных станков, но есть и существенные различия:

- в токарно-револьверном станке отсутствуют задняя бабка и ходовой винт продольного перемещения суппорта;
- коробка скоростей обеспечивает меньший диапазон регулирования;
- коробка подач конструктивно проще коробок подач токарных станков, т.к. нарезание резьбы резцом на токарно-револьверном станке не производят.

Особенностью станка является автоматическое переключение с помощью командоаппарата частоты вращения шпинделя и подач при повороте револьверной головки из одной позиции в другую, а также автоматический останов продольного перемещения револьверного суппорта с помощью регулируемых упоров.

Основные узлы токарно-револьверного станка представлены на рис.1. На станине 1 закреплены передняя бабка 3 с механизмом главного движения и коробка подач 2. По продольным направляющим станины перемещается револьверный суппорт 6 с револьверной головкой 10, которая имеет общую ось вращения с командоаппаратом и барабаном упоров. В электрошкафу 7 помещено электрооборудование станка.

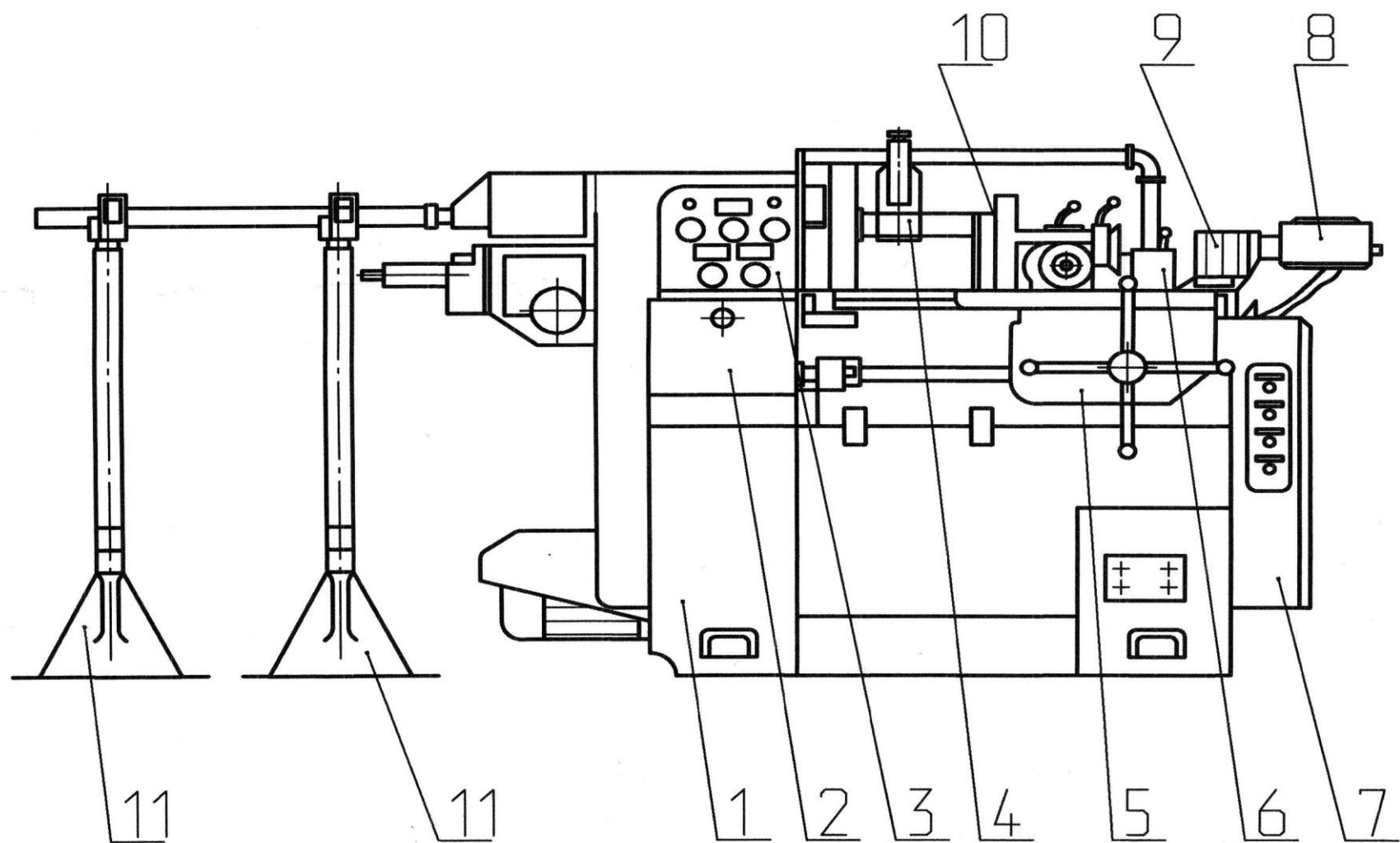


Рис. 1. Основные части и органы управления токарно-револьверного станка модели 1Г325

Кинематическая схема

Главное движение – вращение шпинделя 1 осуществляется от двух-скоростного электродвигателя 2 через двухступенчатую коробку скоростей 3 и однопарную гитару сменных колес a/b ($\frac{a_1}{b_1} \frac{a_2}{b_2} \frac{a_3}{b_3} \frac{a_4}{b_4}$). Каждая из двух скоростей, получаемых непосредственно в коробке 3, включается с помощью электромагнитных муфт. При включении электромагнитной муфты M_1 скорости от двигателя через зубчатую пару 35/62 передаются на вал II, на котором установлена ведущая шестерня сменных колес a/b . При включении электромагнитной муфты M_2 скорости от двигателя через зубчатые пары 35/62×38/61×24/75 передаются на вал II, на котором установлена ведущая шестерня сменных колес a/b .

Сочетание двухскоростного двигателя с двухступенчатой коробкой скоростей позволяет получить на валу ведущей сменной шестерни четыре скорости, переключаемые автоматически или ручным переключателем с пульта управления. Наличие четырех пар сменных шестерен a/b ($\frac{a_1}{b_1}; \frac{a_2}{b_2}; \frac{a_3}{b_3}; \frac{a_4}{b_4}$) позволяет получить четыре ряда частот вращения шпинделя с четырьмя скоростями в каждом ряду.

Принцип действия коробки подач виден из кинематической схемы (рис. 2). Поочередным включением электромагнитных муфт коробки подач 5 изменяют численную величину подач револьверного суппорта 6. Фартук 7 револьверного суппорта 6 содержит механизмы привода продольной и круговой подачи инструмента. Продольная подача осуществляется от шпинделя через ременные передачи, коробку подач на VI вал, с вала VI вращение через цилиндрическую пару 21/45, червячную пару 1/59, цилиндрическую пару 26/48 передается реечной паре.

Круговая подача револьверной головки осуществляется так же, как и продольная подача от вала IV, затем через коробку подач, цилиндрическую пару 21/45, коническую пару 34/34, револьверный механизм 34/34, червячную пару 1/53, цилиндрическую пару 22/130 вращение передается револьверной головке.

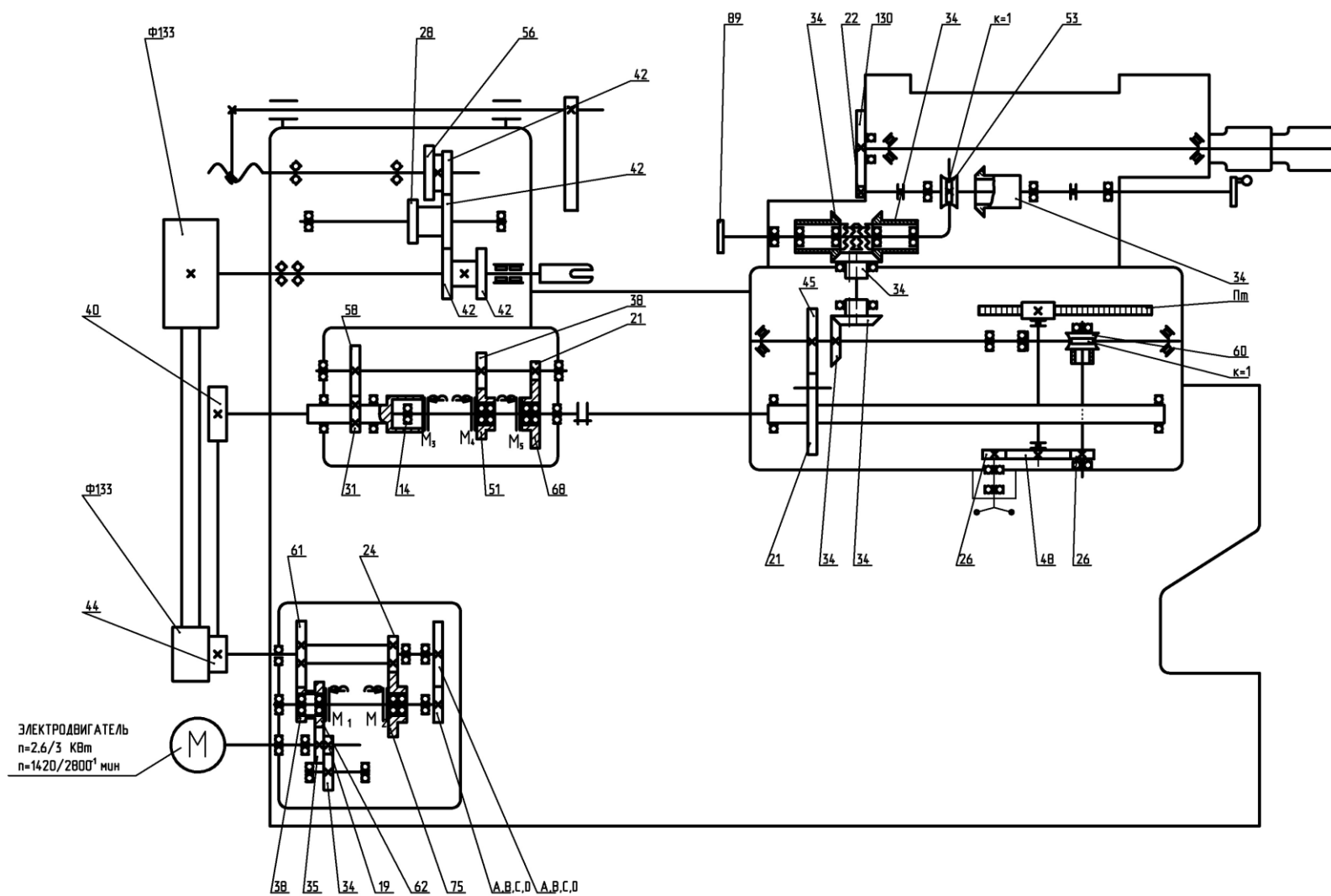


Рис. 2. Кинематическая схема токарно-револьверного станка модели 1Г325

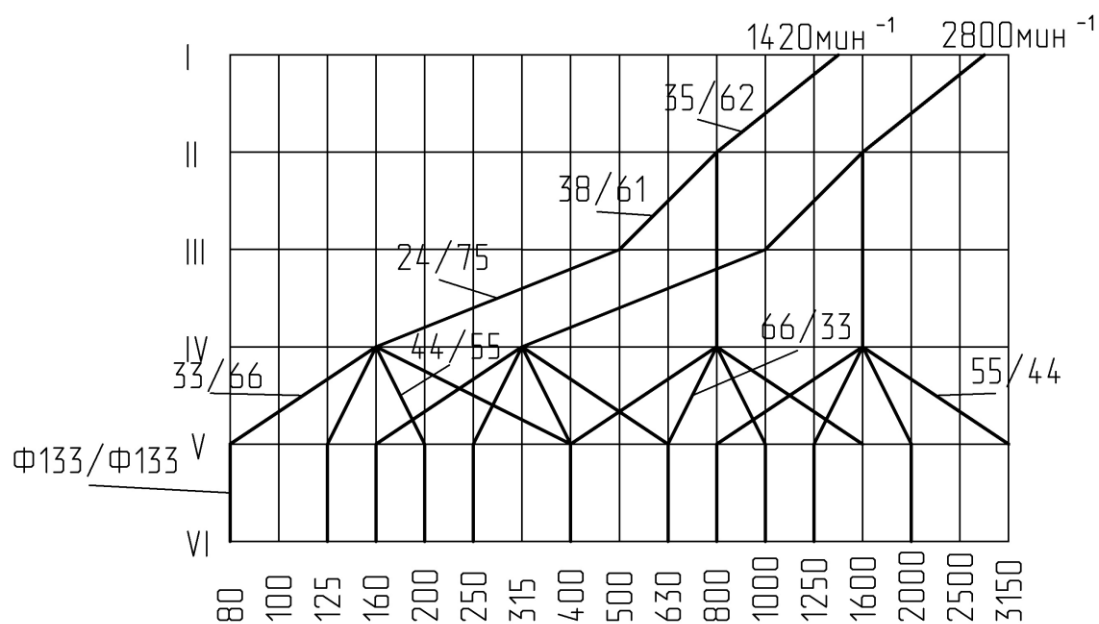


Рис. 3. График частоты вращения шпинделя токарно-револьверного станка

Резьбонарезное устройство 2 (рис.4) предназначено для нарезания наружных и внутренних резьб резьбовыми резцами 1 или гребенками.

Копир 9 получает от шпинделя вращение с передаточными отношениями 1:1, 1:2 с помощью скользящего блока Б1, рукоятка переключения которого находится на крышке шпиндельной бабки. При передаточном отношении $i_1 = 42/42 \cdot 42/42 = 1$ шаг нарезаемой резьбы равен шагу резьбы установленного копира 9, а при передаточном отношении $i_2 = 42/42 \cdot 28/56 = S$ - половина этого шага.



Для нарезания резьбы рычаг 3 опускается до упора 4. Вместе с рычагом опускается суппорт 2 с резцом 1 или гребенкой и резцовая губка 7 с грузом. Резьбовая гребенка, или резец, занимает рабочее положение, а резьбовая губка 7, перемещаясь по резьбе копира 9, двигает в осевом направлении штангу 6, рычаг 3 и суппорт 2, обеспечивая продольную подачу инструмента на шаг нарезаемой резьбы. Величина продольного перемещения суппорта 2 ограничивается упором, который прикреплен к рычагу 3. В результате действия упора рычаг 3 и губка 7 поднимаются над резьбой копира 9 и штанга 6 под действием пружины 5 вновь возвращается в правое положение. Нарезание резьбы происходит за несколько рабочих ходов. Перед каждым следующим ходом резьбовая гребенка подается в поперечном направлении.

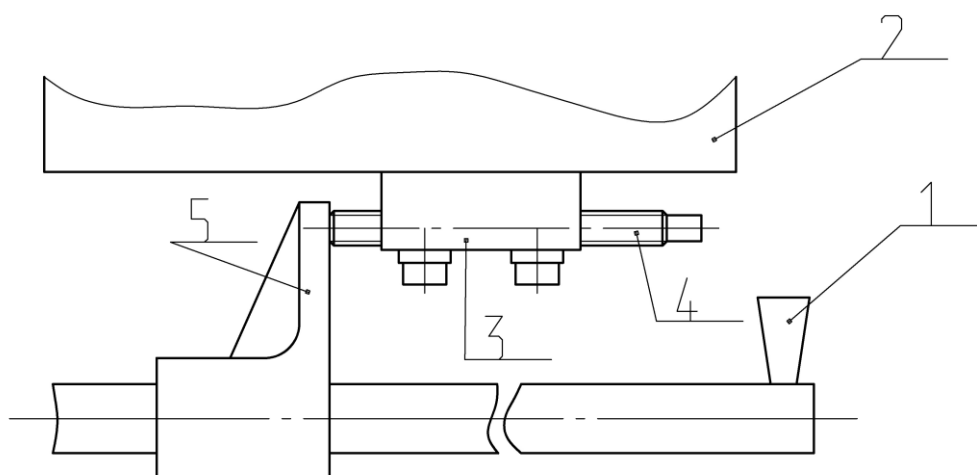


Рис. 5. Барабан упоров

Барабан упоров (рис.5) предназначен для автоматического выключения продольной подачи в станке. На корпусе 2 барабана имеется 12 Т-образных канавок, количество которых совпадает с количеством позиций револьверной головки. По каждой Т-образной канавке перемещается кулачок 3 с регулируемым упором (винтом) 4. В конце хода револьверного суппорта влево кулачок 3 барабана упора, находящийся в данный момент в нижнем положении, упирается винтом 4 в откидной упор 5 и останавливает суппорт в этом положении. Поворот откидного упора осуществляется рукояткой 1. При револьверной головке в каждую из двенадцати рабочих позиций вместе с ней и барабаном упоров поворачивается также барабан командоаппарата. В каждом из двенадцати продольных пазов (по числу позиций револьверной головки) корпуса командоаппарата 1 (рис.6) находится по четыре передвигающихся кулачка 2, имеющих по два фиксированных положения. Штифты 3 при повороте с командоаппарата воздействуют на электрические контакты или конечные выключатели 4, включающие соответствующие электромагнитные муфты коробки скоростей и коробки подачи. При наладке станка кулачки располагаются в соответствии с необходимыми для каждой позиции револьверной головки числами оборотов и подачами по таблице, закрепленной на откидной крышке командоаппарата.

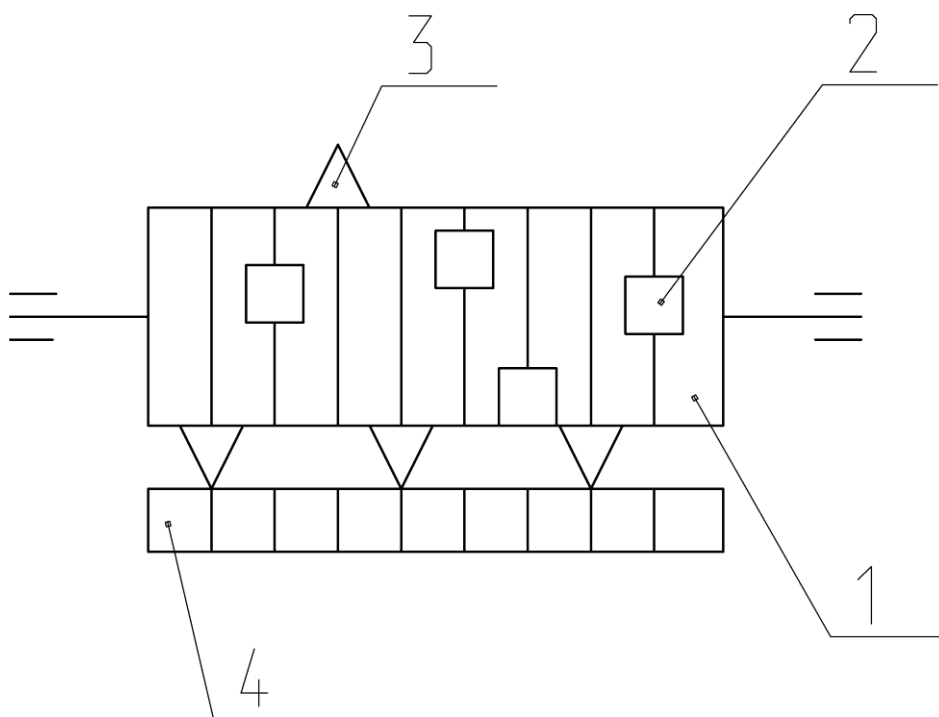


Рис. 6. Кулачковый командоаппарат

Механизм подачи и зажима прутка имеет привод от электродвигателя мощностью 0,6 кВт, вращение от которого через червячную пару передается на кулачный вал, несущий два цилиндрических кулачка-барабана. Правый – управляет перемещением муфты зажимного механизма, расположенного на левом конце шпинделя, левый барабан сообщает возвратно-поступательное движение ползушке, в которой находятся подающая цанга и пруток.

После пуска приводного электродвигателя кнопкой «Подача и зажим прутка», расположенной на пульте управления (кнопку следует держать нажатой в течение 0,5 с) зажимается пруток. Механизм работает по циклу, осуществляемому за один оборот кулачкового вала в течение 2,1 с: набор прутка – разжим – подача прутка – зажим, после чего приводной двигатель отключается микропереключателем. Для зажима прутка на токарно-револьверных станках широкое применение получили цанговые патроны. Основным их элементом является цанга – стальная закаленная втулка с прорезями. В патроне (рис.7) пруток зажимается при перемещении трубы 4 вместе с цангой 2 влево, до упора в шпиндель. Недостатком такого устройства является осевое перемещение прутка при зажиме, что уменьшает точность его выдвижения. Угол конуса цанги обычно равен 30° .

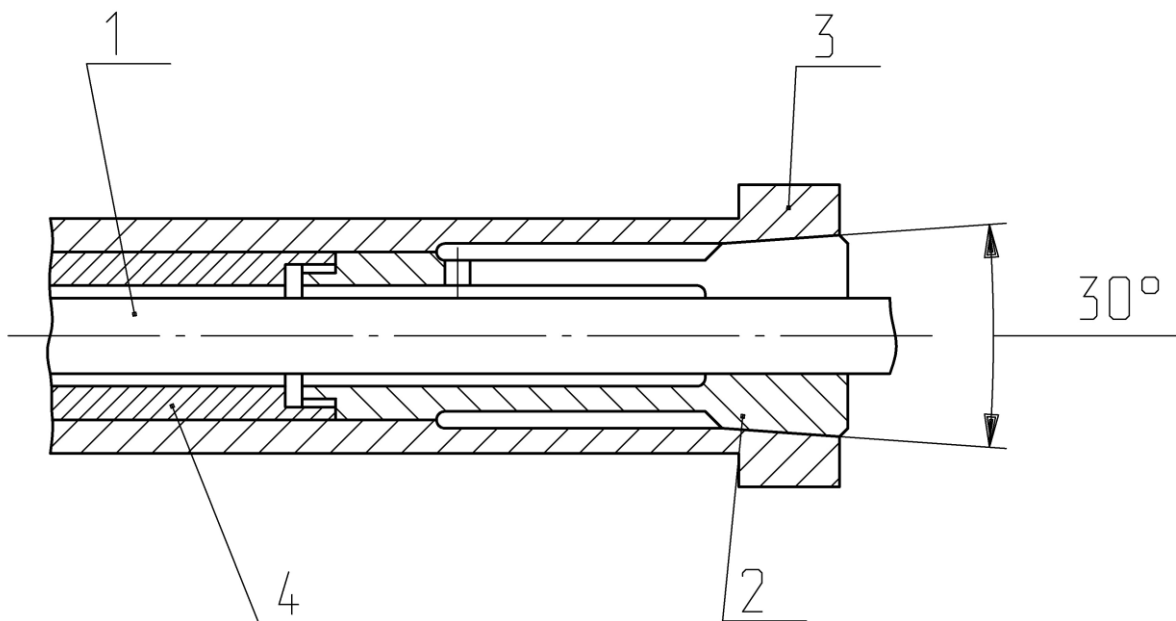


Рис. 7. Цанговый патрон

Крепление режущего инструмента при многоинструментальной настройке производится в типовых приспособлениях для револьверных станков.

Последовательность наладки токарно-револьверного станка

1. Ознакомиться с чертежом детали и составить технологическую карту наладки с указанием переходов, режущего, мерительного инструмента и вспомогательных приспособлений.

При определении последовательности обработки детали необходимо:

- по возможности применять многоинструментальную наладку;
- разделить черновую и чистовую обработки;
- чистовую обработку выполнять последней;
- сверление отверстий до $\varnothing 10$ мм проводить с предварительной зацентровкой коротким сверлом большого диаметра;
- при сверлении глубоких отверстий учитывать количество вводов и выводов сверла. Ориентировочно можно принимать 1-ый ввод сверла на глубину $l_1 = 3d$ (d – диаметр сверла), 2-ой ввод – на дополнительную глубину $l_2 = 2d$, 3-ий ввод сверла – на дополнительную глубину $l_3 = d$;
- обточку широким резцом совмещать со сверлением отверстий малого диаметра, чтобы избежать увода сверла, а для отверстий большого диаметра такое совмещение целесообразно, т.к. работа сверла в этом случае увеличивает жесткость детали;

– во избежание появления рисков на детали после продольной обточки револьверным суппортом рекомендуется предусмотреть медленный отвод резца.

2. Назначить режимы резания по нормативам.

Расчет режимов резания начинают с выбора максимально допустимой подачи для каждого перехода, исходя из прочности обрабатываемого материала, глубины резания, требуемой чистоты обработки и суммарного усилия одновременно работающих инструментов, определяемого прочностью и жесткостью изделия. Подача при нарезании резьбы равна шагу нарезаемой резьбы. Полученные значения подачи корректировать по паспортным данным станка.

Исходя из выбранной глубины резания и подачи по тем же нормативам режимов резания определяют экономически допустимую скорость резания. По выбранной скорости находят расчетную частоту вращения шпинделя n_p :

$$n_p = \frac{1000 v_p}{\pi D}, \quad (1.1)$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки, мм;

v_p – расчетная скорость резания, м/мин.

После этого производят корректировку частоты вращения шпинделя по паспортным данным станка 1Г325 и корректировку скорости резания по формуле

$$v_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} \quad (1.2)$$

где n_ϕ – фактическая частота вращения шпинделя, об/мин;

v_ϕ – фактическая скорость резания, м/мин.

При малой длине рабочего хода инструмента целесообразно для всех переходов устанавливать одинаковое число оборотов шпинделя, т.к. потеря вспомогательного времени на переключение скорости в этом случае превышает уменьшение машинного времени.

3. Рассчитать машинное время обработки детали. Машинное время определяют для каждого перехода по формуле

$$t_M = \frac{Li}{S_\phi n_\phi}, \quad (1.3)$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

S_ϕ – подача, мм/об;

n_ϕ – число оборотов шпинделя, об/мин;

i – число переходов.

Расчетная длина обработки L рассчитывается по формуле

$$L = l_{вп} + l + l_m, \quad (1.4)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вп}$, l_m – соответственно длины врезания и перебега инструмента, мм.

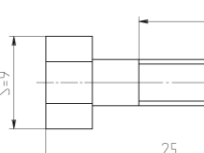

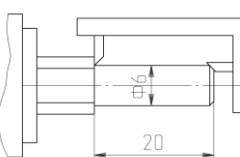
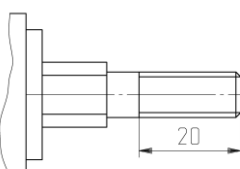
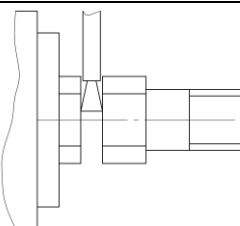
Эскиз детали			Исходные данные для проектирования: Материал детали: Сталь 20 ГОСТ 978-89. Заготовка: шестигранник размер 10х40мм. Скорость резания: точение V=45м/мин, сверление V=40м/мин, отрезка V=30м/мин, нарезание резьбы V=2,5м/мин						
Эскизы обработки по переходам	Наименование перехода	Рабочий путь L, мм	Подача S мм/об	Частота вращ. шп. n _ф	Машин. время T _м мин	Вспом. время T _{всп} мин	Вспомогательный инструмент	Режущий инструмент	Контрольно-измерительный инструмент
	1. Подать материал.	28				0,06	Цанга зажимная подающая	Упор регулируемый.	
	2. Поворот револьверной головки					0,06			
	3. Проточка до Ф6 на L=20мм снятие фаски 1х45°.	20	0,3	800			Державка комбинированная	Резец проходной Р18 ГОСТ	1. Шаблон на L=20 2. Скоба на Ф под резьбу М6 ГОСТ
	4. Поворот револьверной головки					0,06			
	5. Нарезка резьбы М6.	20	0,75	80			Плашкодержатель	Плашка М6 Р18 ГОСТ	Резьбовое кольцо М6 ГОСТ
	6. Сход плашки	20	0,75	160					
	7. Поворот револьверной головки					0,06			
	8. Отрезка	8	0,05	400			Держатель для отрезных резцов	Резец отрезной Р18 ГОСТ	
	9. Поворот револьверной головки					0,06			

Рис. 4. Карта наладки токарно-револьверного станка модели 1Г325 на изготовление детали «Болт»

РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ СТАНКА

1.1. Задание

По макету коробки передач необходимо:

- составить кинематическую схему коробки передач;
- определить структуру коробки передач и количество скоростей;
- построить структурную сетку коробки передач;
- составить уравнение кинематического баланса;
- рассчитать диапазон регулирования и знаменатель геометрического ряда;
- построить график частот вращения шпинделя;
- рассчитать частоты вращения выходного вала коробки передач;
- составить отчет о выполненной работе.

1.2. Цель работы

- изучить условные обозначения кинематических пар в соответствии с ГОСТ 2.770-68, 2.780-68, 2.781-68, 2.782-68;
- научиться составлять структурную и кинематическую схемы коробок передач по макетам;
- научиться строить структурную схему и график частот вращения.

1.3. Общие сведения

Под кинематической схемой станка понимают условное обозначение кинематических цепей в одной плоскости – плоскости чертежа.

По ГОСТ 2.703-68 на кинематической схеме изображают совокупность элементов и их соединений, все кинематические связи между пара-

метрами (ременными, зубчатыми и др.) и с источником движения. При этом допускается перенос элементов на поле схемы вниз от их истинного расположения или поворот в удобные для изображения положения. В этих случаях сопряженные звенья пары соединяют штриховой линией. Геометрические оси элемента не изображаются. Подшипники на валу следует изображать в соответствии с табл.1.

Таблица 1

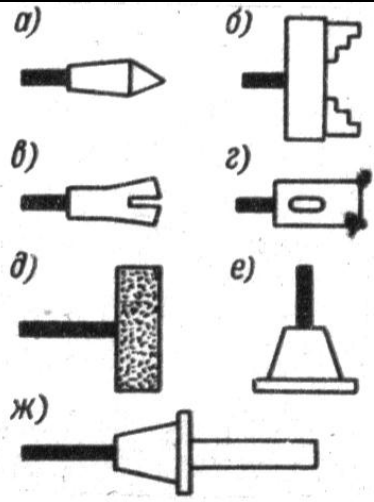
Условное обозначение подшипников на кинематических схемах

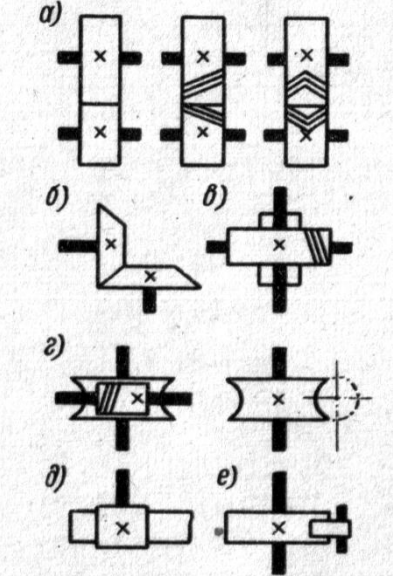
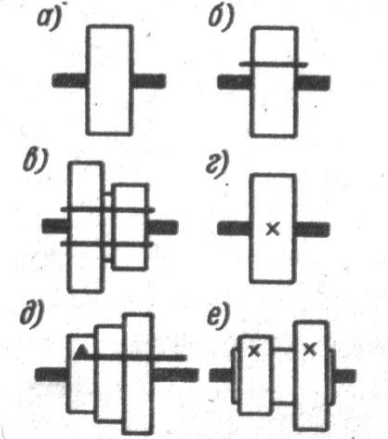
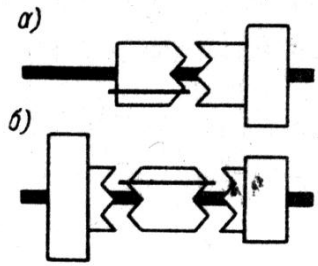
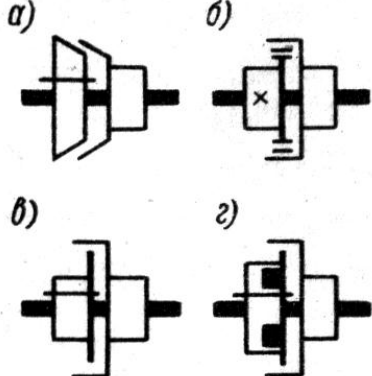
Тип подшипника	Радиальные	радиально- упорные одностороние	радиально- упорные двухстороние	упорные двухстороние
Без уточнения типа				
Скольжения				
Качения (шариковые)				
Качения (роликовые)				

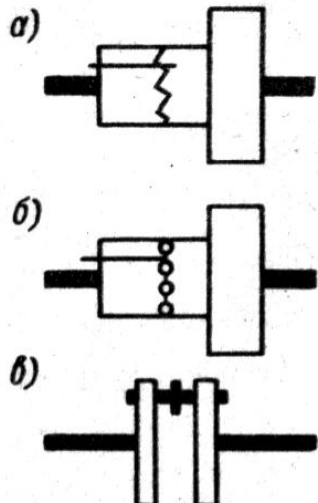
Расположенные на валу детали могут быть закреплены на нем неподвижно, вращаться или перемещаться вдоль оси. Передача движения от вала к валу условно изображается по ГОСТ 2.770-68 (табл. 2).

Таблица 2

Условное обозначение передачи движения от вала к валу

Наименование	Условное обозначение
<p>Концы шпинделей станков для работ:</p> <p>а — центровых; б — патронных; в — прутковых; г — сверлильных; д — шлифовальных; е — вертикально-фрезерных; ж - горизонтально-фрезерных</p>	
<p>Ременные передачи:</p> <p>а — открытая — плоским ремнем; б — перекрестная — плоским ремнем; в — клиновыми ремнями</p>	

<p>Зубчатые зацепления:</p> <p>а — цилиндрические соответственно с прямыми, косыми и шевронными зубьями;</p> <p>б — конические;</p> <p>в — винтовое (геликоидальное) ;</p> <p>г — червячное (в двух проекциях);</p> <p>д — реечное;</p> <p>е — храповое</p>	
<p>Соединения деталей с валом:</p> <p>а — свободное;</p> <p>б — с направляющей шпонкой;</p> <p>в — шлицевое;</p> <p>г — с глухой шпонкой;</p> <p>д — с выдвижной шпонкой;</p> <p>е — глухое соединение двух деталей на втулке</p>	
<p>Кулачковые муфты сцепления:</p> <p>а — односторонняя;</p> <p>б — двухсторонняя</p>	
<p>Фрикционные муфты сцепления:</p> <p>а — коническая;</p> <p>б — колодочная;</p> <p>в — дисковая;</p> <p>г — дисковая, электромагнитная</p>	

<p>Предохранительные муфты:</p> <p>а — кулачковая;</p> <p>б — шариковая;</p> <p>в — со срезаемой шпилькой</p>	 <p>The diagrams illustrate three types of safety clutches. Diagram a) shows a lever-type clutch where a lever on the input shaft engages a block on the output shaft. Diagram b) shows a ball-type clutch where balls are held in place by a spring and engage the output shaft when the input shaft is under load. Diagram v) shows a clutch with a shear pin, where a pin connects the input and output shafts and is designed to break under excessive torque.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.4. Определение структуры привода и количества скоростей

Количество скоростей привода Z определяется количеством различных частот вращения (скоростей подач), которые обеспечивают данный привод.

При ступенчатом регулировании частот вращения шпинделя коробки скоростей имеют простую структуру, состоящую из элементарных двухваловых механизмов, последовательно соединенных между собой в одну кинематическую цепь. Такая структура называется множительной.

Общее число скоростей множительной структуры получается путем перемножения числа скоростей элементарных двухваловых передач, называемых групповыми передачами.

Коробка передач состоит из одной, двух и более групповых передач. Под групповой передачей понимают совокупность зубчатых пар, муфт, с помощью которых передают скорости с одного вала на другой. Каждая групповая передача характеризуется количеством передач, обозначаемых P_a, P_b, P_c и т.д.

Структурная формула для множительных коробок передач записывается как

$$Z = \prod_{d \in D} P_d B_d$$

(1.1)

Например, для коробки скоростей, представленной на рис. 1, характерна множительная структура и число скоростей в этом случае будет равно

$$Z = \prod_{d \in D} P_d B_d = 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

(1.2)

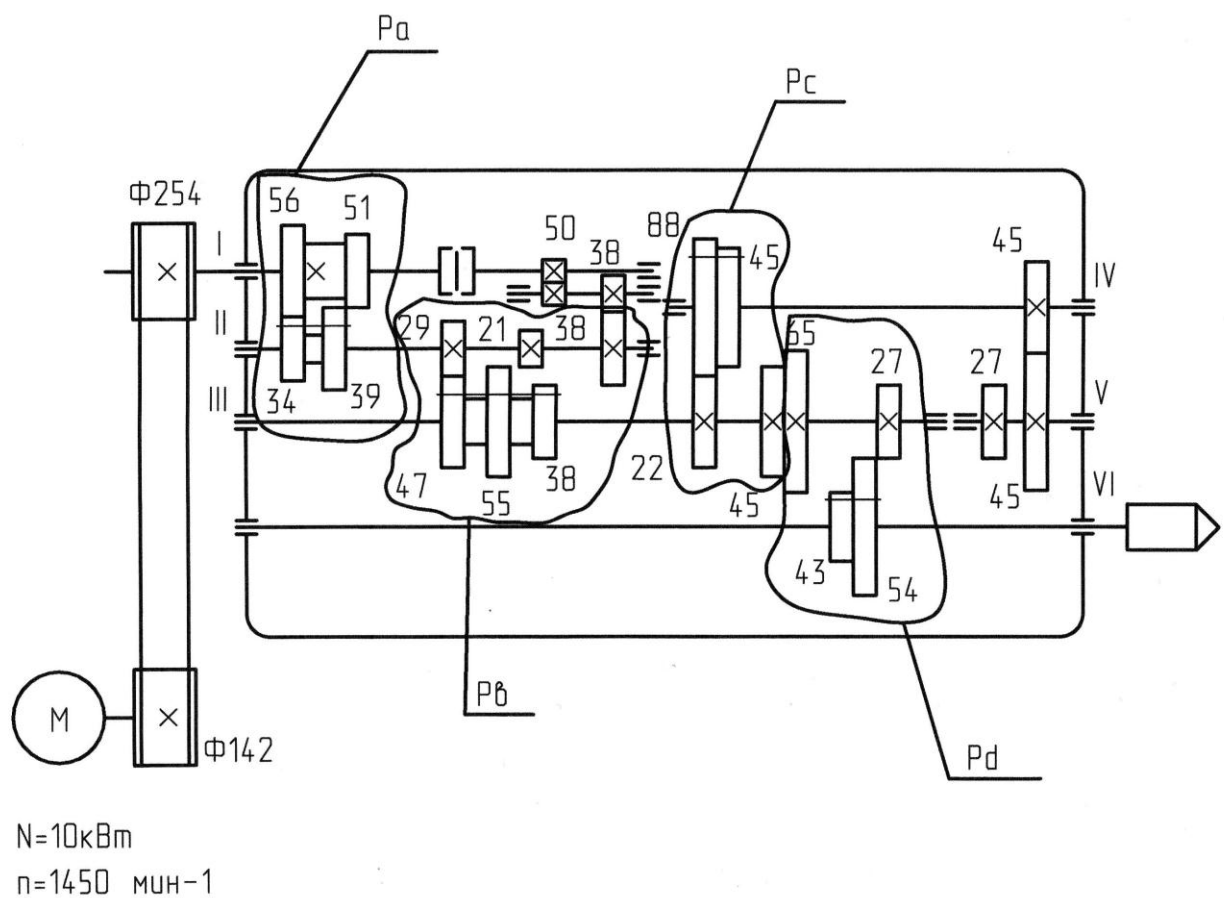


Рис. 1. Коробка скоростей с множительной структурой: P_a, P_b, P_c - первая, вторая и третья групповая передачи соответственно;
 B_1, B_2, B_3 - подвижные блоки шестерен

Восемнадцать скоростей на выходном валу IV получается следующим образом: на вал I от электродвигателя через муфту передается одна скорость, с вала I на вал II – три скорости при помощи подвижного блока из трех шестерен через зубчатые колеса $Z_1 - Z_2$ (когда блок B_1 находится в среднем положении), $Z_3 - Z_4$ (блок B_1 находится в среднем положении), $Z_5 - Z_6$ (блок B_1 - в правом положении). Таким образом, вал II имеет три частоты вращения.

Благодаря групповой передаче P_b с вала II на вал III могут быть переданы три значения частот вращения при помощи блока B_2 : через зубчатые колеса ~~Z_7-Z_8~~ ~~Z_9-Z_{10}~~ ~~$Z_{11}-Z_{12}$~~ . Таким образом, вал III имеет девять различных частот, определяемых произведением ~~$P_a P_b$~~ ~~$Z_3 Z_4$~~ . За счет групповой передачи P_c девять частот, которые имеет вал III, могут передаваться на вал IV (шпиндель) дважды через зубчатые колеса ~~$Z_{13}-Z_{14}$~~ и ~~$Z_{15}-Z_{16}$~~ при помощи блока B_3 . В результате на валу III получим 18 скорость

Сложенной структурой называется такая структура, которая состоит из двух или более кинематических цепей, каждая из которых является множительной структурой. Общее число скоростей привода со сложной структурой определяется сложением числа скоростей всех кинематических цепей привода.

Структурная формула привода сложной структуры, при двух множительных составляющих структурах (рис. 2), будет

$$Z = Z_1 + Z_2, \quad (1.3)$$

где Z - общее число скоростей привода;

Z_1, Z_2 - число скоростей первой и второй составляющих структур.

Как правило, у структур Z_1, Z_2 есть общая часть, которую обозначим через Z^0 , тогда

$$Z_1 = Z^0 \times Z'; \quad Z_2 = Z^0 \times Z''; \quad Z = Z^0 (Z' + Z''), \quad (1.4)$$

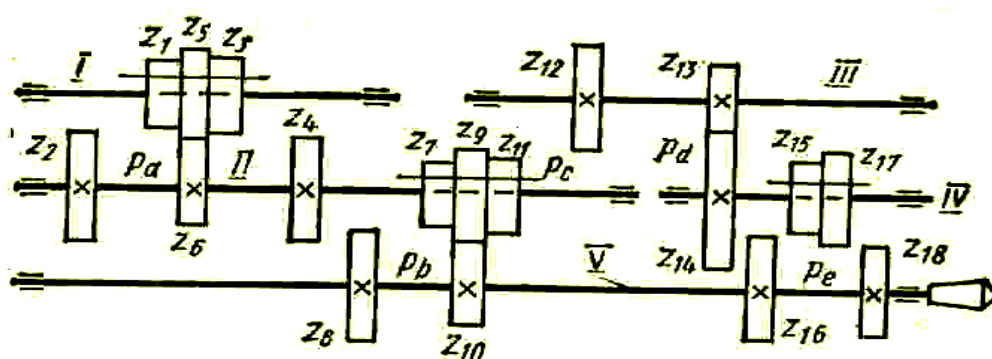
Структуры Z' и Z'' называются дополнительными и используются для получения только части скоростей из общего числа привода. Структура Z^0 используется для получения всех скоростей на выходе привода и называется основной. Как правило, дополнительные структуры Z' и Z''

служат для получения низшей части диапазона скоростей, а основная структура Z^0 является более короткой и служит для получения высшей части диапазона.

На рис.2 представлена схема коробки скоростей со сложной структурой. Вращение от вала I к валу II сообщает группа колес P_a . Далее движение на шпиндель V передается по двум цепям: при левом и среднем положениях блока $Z_7 - Z_9 - Z_{11}$ – через передачи $Z_7 - Z_8$ или $Z_9 - Z_{10}$ (группа P_b); при правом положении блока – группой передач P_c, P_d и P_e . Таким образом, число ступеней скорости

$$Z = Z'_m + Z''_m = P_a (P_b + P_c P_d P_e).$$

Для нашего случая $P_a = 3_1$; $P_b = 2_3$; $P_c = 1$; $P_d = 1$ и $P_e = 2_3$. Следова-



тельно, $Z = 3_1(2_3 + 1 \cdot 1 \cdot 2_3) = 12$.

Рис. 2. Схема коробки скоростей со сложной структурой

$$z = 3_1(2_3 + 1 \cdot 1 \cdot 2_3) = 12$$

1.5. Построение структурных сеток

Структурная сетка показывает: число групповых передач в приводе, порядок кинематического включения групповых передач, отношение передаточных величин зубчатых передач в группе.

Для построения структурной сетки привода необходимо по кинематической схеме определить групповые передачи, количество скоростей привода и характеристики групповых передач.

Характеристикой групповой передачи X называют количество скоростей (частот вращения, двойных ходов, подач), кинематически предшествующих данной рассматриваемой групповой передаче.

Характеристика групповой передачи P_a (рис. 1) равна единице, т.к. этой передаче предшествует одна скорость (при условии, что электродвигатель M односкоростной), тогда $X_1 = 1$.

Групповой передаче P_b предшествует три скорости, т.е. $X_2 = 3$. Групповой передаче P_c предшествует девять скоростей, т.е. $X_3 = 9$.

Построение структурной сетки после определения числа скоростей Z и характеристики X осуществляют следующим образом:

1) проводят ряд вертикальных параллельных прямых с интервалом $l_{q\Phi}$ любого масштаба, количество которых равно числу скоростей Z . В данном случае $Z = 18$ и поэтому надо провести 18 вертикальных линий;

2) проводят горизонтальные прямые на произвольном расстоянии друг от друга в количестве, равном числу валов на кинематической схеме. Валы привода обозначаются римскими цифрами I, II, III, IV, V и т.д.;

3) записывают между соседними валами число передач P_a, P_b и т.д. в группе и характеристику X_1, X_2, X_3 . Для кинематической схемы рис.1 -



4) проводят из середины верхней горизонтальной линии (точка «0») столько лучей (отрезков), сколько скоростей имеет рассматриваемая груп-

новая передача P_a . Расстояние между концами лучей, исходящих из одной точки, равно произведению характеристики X на $lq\phi$, т.е. $X \times lq\phi$. Так, для передачи P_a расстояние между концами соседних лучей, выходящих из точки «0», равно $X_1 lq\phi = 1 lq\phi$ (одному $lq\phi$ структурной сетки). Аналогично для передачи P_b будет $X_2 lq\phi = 3 lq\phi$, т.е. трем $lq\phi$ структурной сетки. Для передачи P_c будет $X_3 lq\phi = 9 lq\phi$ (соответственно девяти $lq\phi$ структурной сетки);

5) определяют количество возможных вариантов структурных сеток по формуле

$$K = \mathcal{U}!$$

$$(1.5)$$

где \mathcal{U} – число групповых передач в приводе.

В примере на рис.1 групповых передач три: P_a, P_b, P_c . Поэтому $K = 3! = 6$;

6) строят возможные варианты структурных сеток и выбирают наиболее экономичный вариант.

Практикой проектирования коробок скоростей выявлено, что наиболее экономичным (наименьшие габаритные размеры, вес и т.д.) является вариант с веерообразной структурной сеткой (рис. 3).

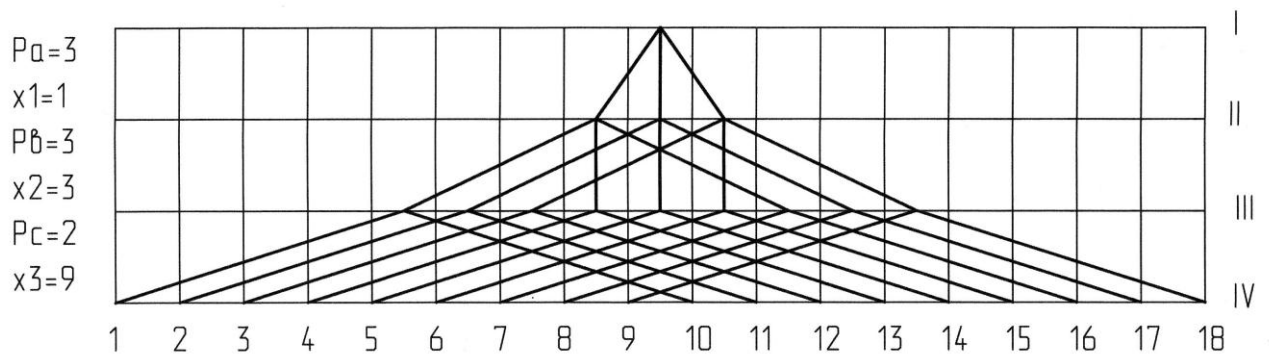


Рис. 3. Структурная сетка привода $Z = 3 * 3 * 2 = 18$

1.6. Определение передаточных отношений кинематических пар

Передаточным отношением называется отношение угловых скоростей ведомого ($\omega_{вм}$) и ведущего ($\omega_{вц}$) валов:

$$i = \omega_{вм} / \omega_{вц}$$

(1.6)

Передаточное отношение ременной передачи (рис.3.а) определяется как

$$i = d_2 / d_1$$

(1.7)

где d_1, d_2 - диаметры ведущего и ведомого шкивов.

Передаточное отношение зубчатой цилиндрической (рис.4.в) или конической пары, а также цепной передачи (рис.4.б) определяется как

$$i = n_1 Z_2 / n_2 Z_1$$

(1.8)

где n_1, n_2 - частота вращения ведущего и ведомого вала соответственно, об/мин;

Z_1, Z_2 - число зубьев соответственно ведущего и ведомого зубчатых колес (звездочек).

Для червячной пары (рис.4.г) передаточное отношение:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = KZ, \quad (1.9)$$

где K – число заходов червяка,

Z – число зубьев червячного колеса.

Для реечной передачи (рис.4.д) рассчитывается длина прямолинейного перемещения рейки за один оборот реечного зубчатого колеса:

$$H = PZ = \pi m, \quad (1.10)$$

где $P = \pi m$ - шаг зуба рейки, мм;

Z, m – число зубьев и модуль реечного колеса соответственно, мм.

Для передачи винт–гайка (рис.4.е) рассчитывается длина прямолинейного перемещения гайки за один оборот ходового винта:

$$H = k \times t_g \quad (1.11)$$

где k – число заходов винта;

t_g – шаг ходового винта.

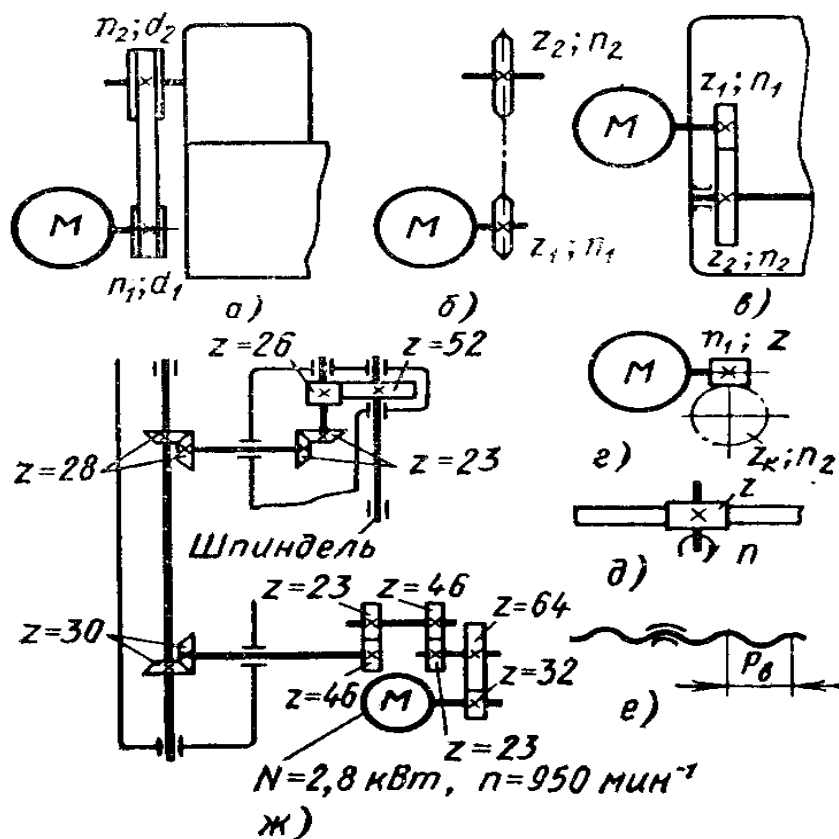


Рис. 4. Передачи в станках

1.7. Составление уравнений кинематического баланса цепи

Уравнение кинематического баланса связывает расчетные перемещения конечных звеньев кинематических цепей, которые могут иметь как вращательное, так и прямолинейное движение.

Если начальное и конечное звенья имеют вращательное движение, то уравнение кинематического баланса в общем виде запишется:

$$n_H \times i_{H \rightarrow K} = n_K, \quad (1.12)$$

где n_H и n_K - частоты вращения соответственного начального и конечного звеньев, об/мин;

$i_{кц}$ - передаточное отношение кинематической цепи (равное произведению передаточных отношений кинематических пар, работающих в цепи).

Уравнение кинематического баланса для цепи, у которой начальное звено имеет вращательное движение, а конечное – прямолинейное, имеет следующий вид:

$$n i_{кц} H = S_k, \quad (1.13)$$

где H - ход кинематической пары, преобразующей вращательное движение в прямолинейное, мм/об;

S_k - линейное перемещение конечного звена, мм/мин.

Величина хода H равна перемещению прямолинейно движущегося звена за один оборот вращающегося звена.

1.8. Определение диапазона регулирования и знаменателя геометрического ряда

В станках применяют ступенчатый и бесступенчатый приводы, эксплуатационные возможности которых характеризуются диапазоном регулирования.

Диапазон регулирования определяется:

$$R = n_{\max} / n_{\min}, \quad (1.14)$$

$$R = S_{\max} / S_{\min}, \quad (1.15)$$

При конструировании станка должна быть обеспечена требуемая условиями резания частота вращения шпинделя в диапазоне от n_{\min} до n_{\max} и любая подача от S_{\min} до S_{\max} .

В приводе со ступенчатым изменением скоростей резания они изменяются по закону геометрической прогрессии со знаменателем ряда Φ .

Знаменатель геометрической прогрессии Φ при известном количестве частот вращения или подач Z , диапазоне регулирования R определяется по формуле

$$\Phi = \sqrt[Z]{R}.$$

Значения Φ округляются до стандартного значения: 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78.

Если известны Φ , Z , n_{\min} , n_{\max} , то можно определить любые промежуточные значения частот по общей формуле:

$$n_i = n_{i-1} \times \Phi,$$

где n_{i-1} , n_i - предшествующая и последующая частоты вращения в геометрическом ряду.

$$n_{\max} = n_{\min} \times \Phi^{Z-1}.$$

(1.16)

1.9. Построение графика частот вращения шпинделя

График частот вращения показывает: абсолютное значение всех передаточных отношений кинематических пар привода; порядок кинематического включения кинематических пар; диапазон регулирования на каждом валу привода.

1. Определяем структуру коробки скоростей (рис. 4) - структура сложенная, состоит из двух цепей, Z_1 и Z_2 .

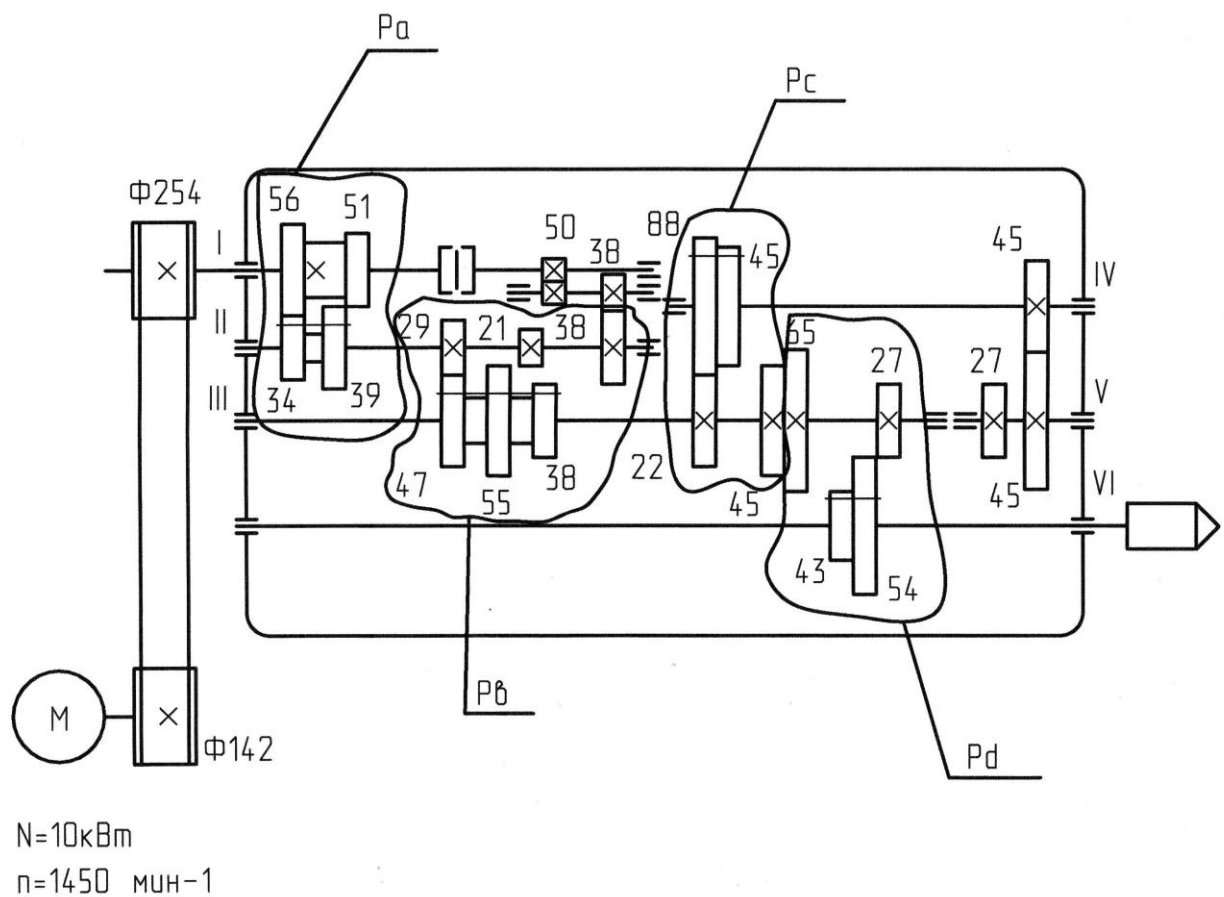


Рис. 5. Кинематическая схема коробки скоростей

2. Определяем число скоростей коробки, как сумму числа скоростей каждой кинематической цепи:

$$Z_1 = P_a P_b P_c = 2 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1 = 12 \quad (1.17)$$

$$Z_2 = P_a P_b P_d = 2 \times 3 \times 2 = 12$$

(1.18)

3. составляем уравнение кинематической цепи привода



(1.19)

$$\left[\frac{11/2245 \backslash 7V45 \backslash 5/2 \backslash 7}{8845 \backslash 45 \backslash 54} \right. \\ \left. \frac{11/552 \backslash 7V1}{4354} \right] -$$

4. Определяем диапазон регулирования

$$R = \frac{n_{\max} 2018}{n_{\min} 50} \quad (1.20)$$

$$n_{\min} = \frac{130125}{23845} \text{ мин}^{-1} \quad (1.21)$$

$$n_{\max} = \frac{130125}{23845} \text{ мин}^{-1} \quad (1.22)$$

5. Определяем знаменатель геометрического ряда φ .

$$\varphi = \sqrt[R]{R} = \sqrt[3881]{130125} \quad (1.23)$$

Назначаем стандартный знаменатель геометрического ряда, равный 1.26.

6. Выбираем стандартный ряд частот вращения для $\varphi = 1,26$, тогда $n_{\min} = 50$ об/мин, $n_{\max} = 200$ об/мин.

7. Строим график частоты вращения шпинделя

Предварительно готовим сетку, в которой число вертикальных прямых равно числу скоростей, а число горизонтальных – числу валов. Наносим на график: нумерацию валов; стандартный рабочий ряд частот вращения от $n_{\min} = 50$ об/мин до $n_{\max} = 200$ об/мин; обозначаем точкой рабочую частоту вращения вала электродвигателя (0 вала).

7.1 Определяем частоту вращения I го вала, соединенного с электродвигателем ременной передачей с передаточным отношением , равным 142/254:

$$n_{I1} = \frac{142}{254} \cdot 5600 \text{ об/мин.}$$

(1.24)

Расчетную частоту вращения, равную 810 об/мин округляем до ближайшего стандартного числа, равного 800 об/мин.

Построение графика: полученную частоту вращения 800 об/мин отмечаем на первом валу в виде узловой точки и соединяем лучом (отрезком) с точкой, обозначающей рабочую частоту вращения вала электродвигателя (нулевого вала).

7.2. Определяем частоты вращения второго вала.

С первого на второй вал крутящий момент передается двумя зубчатыми парами с передаточным отношением равным 56/34 или 51/39, тогда

$$n_{II1} = \frac{56}{34} \cdot 800 \text{ об/мин,}$$

(1.25)

$$n_{II2} = \frac{51}{39} \cdot 800 \text{ об/мин.}$$

(1.26)

Расчетные частоты вращения округляем до ближайших стандартных чисел, соответственно равных 1250 и 1000 об/мин.

Построение графика: полученные частоты вращения 1000 об/мин и 1250 об/мин отмечаем на втором валу в виде узловых точек и соединяем лучами (отрезками) с точкой, обозначающей частоту вращения I вала.(800 об/мин).

7.3. Определяем частоты вращения третьего вала.

Со второго на третий вал крутящий момент передается тремя зубчатыми парами с передаточными отношениями равными: 29/47 или 21/55 или 38/38, тогда

$$n_{III} = \frac{29}{47} \cdot 1000 \text{ об/мин} \quad (1.27)$$

$$n_{III} = \frac{21}{55} \cdot 1000 \text{ об/мин} \quad (1.28)$$

$$n_{III} = \frac{38}{38} \cdot 1000 \text{ об/мин.} \quad (1.29)$$

За расчетную частоту вращения второго вала принимаем наименьшую, равную 1000 об/мин.

Построение графика: полученные частоты вращения 400, 630 и 1000 об/мин отмечаем на третьем валу в виде узловых точек и соединяем лучами (отрезками) с точкой, обозначающей наименьшую частоту вращения II вала. (1000 об/мин). Таким образом обозначим 3 частоты вращения II вала.

Для получения трех других частот вращения, следует на графике частот из точки, соответствующей 1250 об/мин второго вала провести три луча, параллельные трем другим предварительно построенным от частоты равной 1000 об/мин. В результате получим на III валу шесть частот вращения вала.

7.4. Определяем частоту вращения четвертого вала.

С третьего на четвертый вал крутящий момент передается двумя зубчатыми парами с передаточными отношениями равными 22/88 или 45/45, тогда

$$n_V = 400 \frac{22}{88} \text{ об/мин,} \quad (1.30)$$

$$n_V = 400 \frac{45}{45} \text{ об/мин.} \quad (1.31)$$

За расчетную частоту вращения третьего вала выбираем наименьшую частоту вращения третьего вала, равную 400 об/мин.

Построение графика: полученные частоты вращения 100, 400 об/мин отмечаем на четвертом валу в виде узловых точек и соединяем лучами (отрезками) с точкой, обозначающей наименьшую частоту вращения III вала. (400 об/мин). Таким образом обозначим 2 частоты вращения III вала.

Для получения других частот вращения IV вала, следует на графике частот из каждой точки, соответствующей другим частотам вращения III вала провести по два луча, параллельные двум другим предварительно построенным от частоты равной 100 об/мин. Таким образом получим на IV валу двенадцать частот вращения вала.

7.5. Определяем частоту вращения пятого вала.

С четвертого на пятый крутящий момент передается зубчатой парой с передаточным отношением равным 45/45, тогда

$$n_V = 100 \frac{45}{45} \text{ об/мин.} \quad (1.32)$$

За расчетную частоту вращения четвертого вала выбираем наименьшую, равную 100 об/мин

Построение графика: полученную частоту вращения 100 об/мин отмечаем на пятом валу в виде узловой точки и соединяем лучом (отрезком)

с точкой, обозначающей наименьшую частоту вращения IV вала.(100 об/мин). Таким образом обозначим 1 частоту вращения V вала.

Для получения других частот вращения V вала, следует на графике частот из каждой точки, соответствующей другим частотам вращения IV вала провести по одному лучу, параллельному предварительно построенному. Таким образом получим на валу V двенадцать частот вращения.

7.6. Определяем частоту вращения шестого вала.

С пятого на шестой крутящий момент передается зубчатой парой с передаточным отношением равным 27/54, тогда

$$n_6 = 100 \cdot \frac{27}{54} \text{ об/мин} \quad (1.33)$$

Построение аналогично вышерассмотренному.

7.7 Определяем частоту вращения шестого вала, соответствующую второй кинематической цепи. С третьего вала на шестой крутящий момент передается двумя зубчатыми парами с передаточным отношением равным 65/43 или 27/54, тогда

$$n_6 = 400 \cdot \frac{65}{43} \cdot \frac{27}{54} \text{ об/мин,} \quad (1.34)$$

$$n_6 = 400 \cdot \frac{27}{54} \cdot \frac{65}{43} \text{ об/мин.}$$

(1.

35)

За расчетную частоту вращения третьего вала принимаем наименьшую частоту, равную 400 об/мин.

Построение графика: полученные частоты вращения 200, 630 об/мин отмечаем на шестом валу в виде узловых точек и соединяем лучами (от-

резками) с точкой, обозначающей наименьшую частоту вращения III вала.(400 об/мин).Таким образом обозначим 2 частоты вращения VI вала.

Для получения других частот вращения VI вала, следует на графике частот из каждой точки, соответствующей другим частотам вращения III вала провести по два луча, параллельные двум другим предварительно построенным от частоты равной 400 об/мин. Таким образом получим на 6 валу шесть частот вращения .

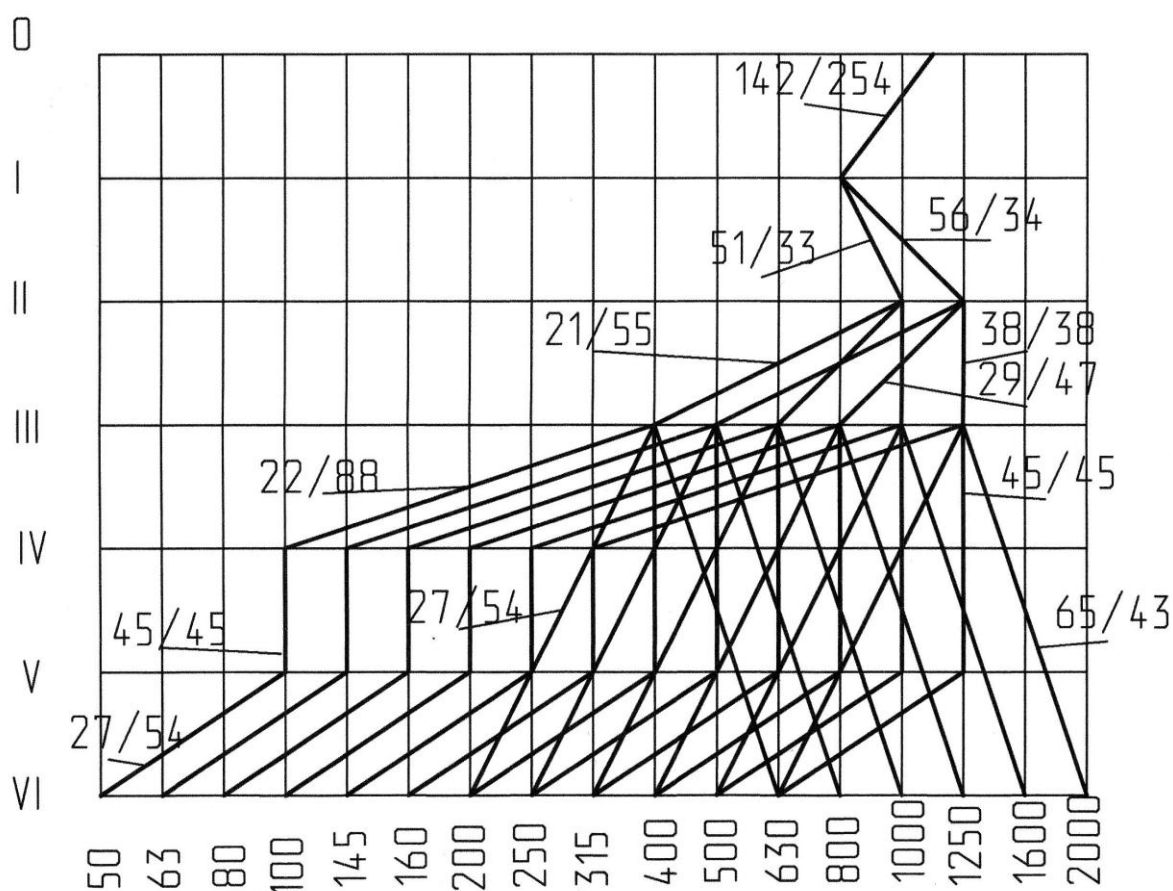


Рис. 6. График частоты вращения шпинделя

8. Определяем промежуточные частоты вращения шпинделя, составляя уравнения кинематического баланса по графику частот вращения:

$$\frac{27}{54} \cdot \frac{142}{254} \cdot \frac{51}{33} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{27}{54} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{65}{43} = n_2 = 63 \text{ об/мин} \quad (1.36)$$

$$(1.37) \quad \begin{array}{c} 2 \quad 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 1 \quad 4 \\ 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 1 \quad 4 \\ 5 \quad 4 \quad 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 5 \end{array} \text{ об/мин} \quad n_5 = 145 \text{ об/мин}$$

$$n_8 = 250 \text{ об/мин} \quad (1.38)$$

$$\begin{array}{c} 6 \quad 3 \quad 8 \quad 4 \quad 2 \\ 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 1 \quad 4 \\ 4 \quad 3 \quad 8 \quad 4 \quad 5 \quad 4 \end{array} \text{ об/мин} \quad n_{24} = 200 \text{ об/мин}$$

(1.39)

$$\begin{array}{c} 2 \quad 2 \quad 1 \quad 1 \quad 4 \quad 2 \\ 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 1 \quad 4 \\ 5 \quad 4 \quad 1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 5 \end{array} \text{ об/мин} \quad n_{13} = 200 \text{ об/мин}$$

(1.40)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

НАЛАДКА УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА И ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ НА ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВИНТОВЫХ КА- НАВОК

З а д а н и е

1. Наладить универсально-фрезерный станок и делительную головку на фрезерование винтовых канавок.
2. Рассчитать наладку универсальной делительной головки УДГ и настроить ее на работу. Установить сменные зубчатые колеса соединяющие ходовой винт стола и делительную головку.
3. Установить на станок и выверить заготовку и инструмент. Наладить станок на требуемые режимы обработки. Обработать деталь.
4. Составить отчет о проделанной работе.

Ц е л ь р а б о т ы

1. Ознакомиться с устройством станка, назначением его основных узлов, расположением и назначением органов управления.
2. Ознакомиться с приемами работы на станке и наладкой УДГ на различные виды работ.

**ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ИНСТРУМЕНТ,
НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ**

1. Универсально-фрезерный станок модели 6М82.
2. Делительная головка.
3. Набор сменных зубчатых колес.
4. Набор дисковых фрез.
5. Заготовки.
6. Чертеж обрабатываемой детали.
7. Оправки для крепления заготовки и инструмента.
8. Машинные тиски.
9. Хомут.
10. Набор распорных втулок для крепления фрезы на оправке.
11. Мерительный инструмент: штангенциркуль, универсальный угломер, индикатор на магнитном основании.

Универсальный консольно-фрезерный станок модели 6М82 предназначен для фрезерования цилиндрическими, угловыми и фасонными фрезами плоских и фасонных поверхностей заготовок из различных материалов. Могут также использоваться торцовые и концевые фрезы.

Наличие поворотного стола позволяет обрабатывать винтовые канавки при изготовлении косозубых колес, червячных фрез, сверл, зенкеров, разверток, концевых фрез и т. п.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Размер рабочей поверхности стола, мм.....	1250 x 320
Наибольшее перемещение стола, мм:	
Продольное.....	700
Поперечное.....	260
Вертикальное.....	420
Наибольший угол поворота стола	$\pm 45^\circ$
Число частот вращения шпинделя	18
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	31,5 - 1600
Число подач стола	18
Пределы подач, мм/мин:	
Продольных	25-1250
Поперечных.....	25-1250
Вертикальных	8,3-400
Габариты станка, мм.....	2260x1745x2800

ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ СТАНКА (рис.1): ОС – основание; СТ – станина; КС – коробка скоростей; ХБ – хобот с поддерживающими серьгами; СЛ – стол; КН – консоль; СС – салазки стола; КП – коробка подач; ЭШ – электрошкаф; КПП – коробка переключения.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА (рис.1): 1 - кнопка “Стоп” (дублирующая); 2 - кнопка “Пуск шпинделя” (дублирующая); 3 - стрелка-указатель скоростей шпинделя; 4 - указатель скоростей шпинделя; 5 - кнопка “Быстро стоп” (дублирующая); 6 - кнопка “Импульс шпинделя”; 7 - переключатель освещения; 8 - шестигранник для перемещения хобота; 9 - арматура освещения; 10 - звездочка механизма автоматического цикла; 11 - рукоятка включения продольных перемещений стола; 12 - зажимы стола; 13 - маховичок ручного продольного перемещения стола; 14 - кнопка “Быстро стоп”; 15 - кнопка “Пуск шпинделя”; 16 - кнопка “Стоп”, 17 - переключатель ручного или автома-

тического управления продольным перемещением стола; 18 - маховичок ручных поперечных перемещений стола; 19 - лимб механизма поперечных перемещений стола; 20 - кольцо-нониус; 21 - рукоятка ручного вертикального перемещения стола; 22 – кнопка фиксации грибка переключения подач; 23 - грибок переключения подач; 24 - указатель подач стола;

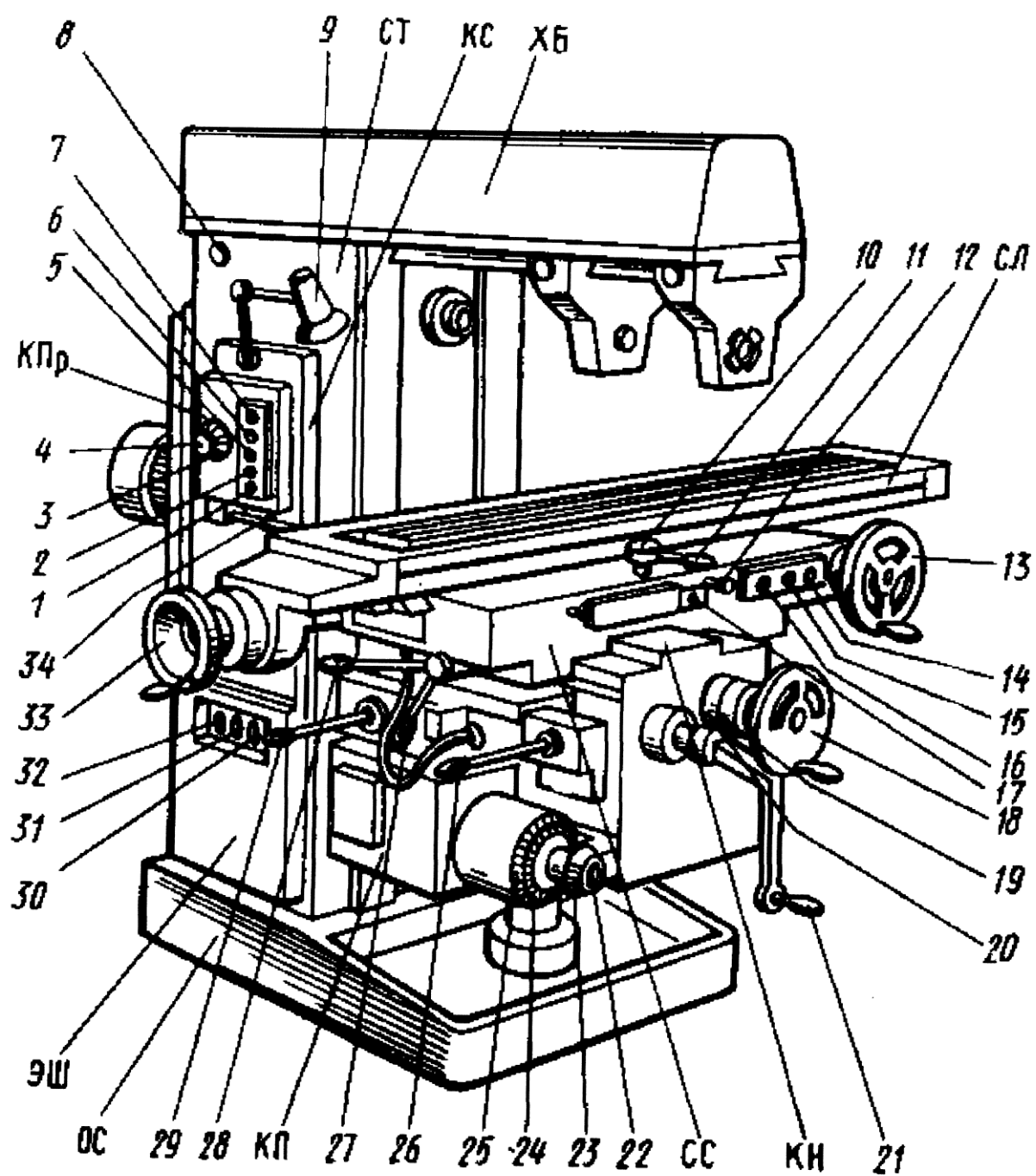
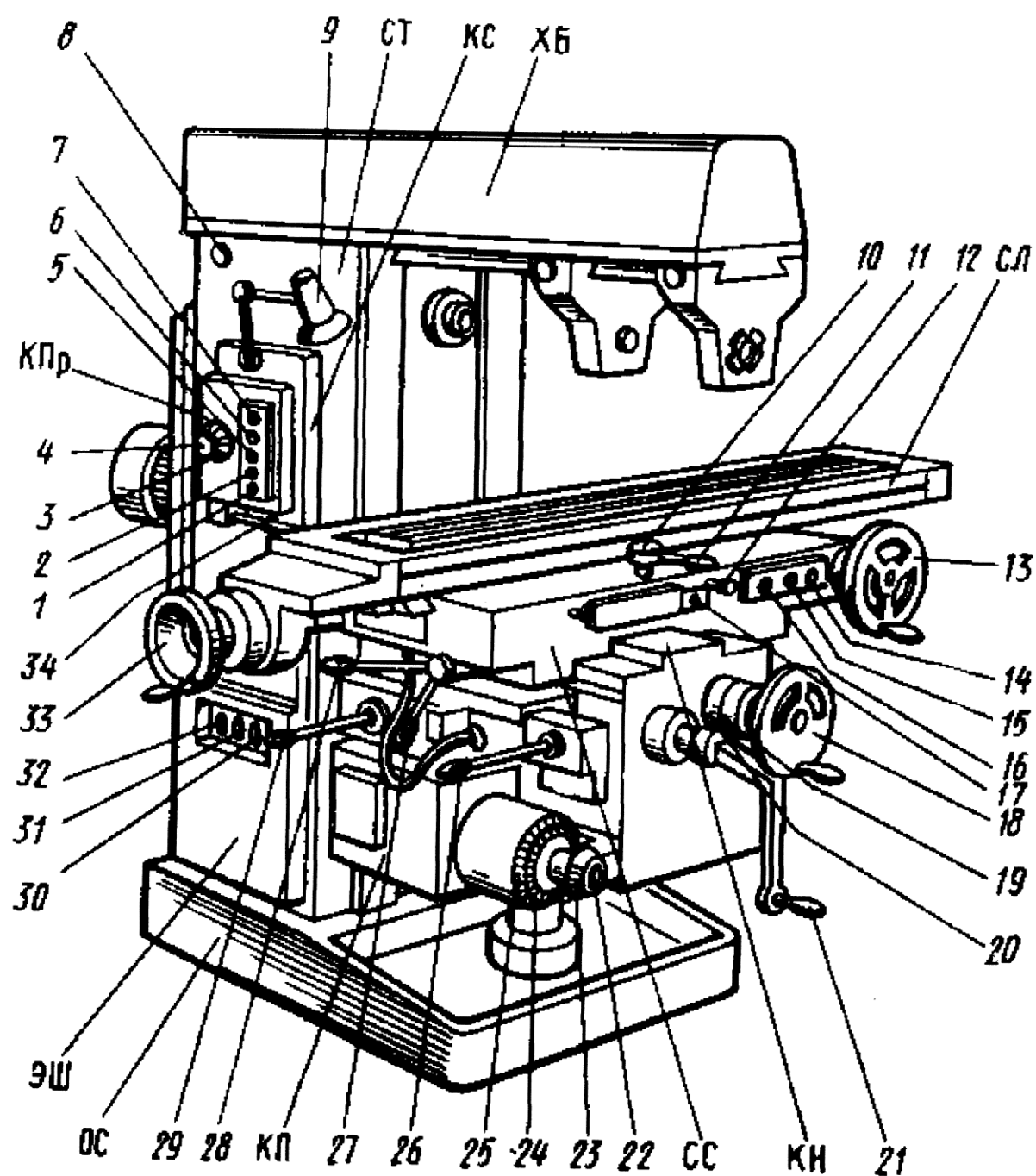


Рис. 1. Основные узлы и органы управления станка модели 6М82



25 - стрелка-указатель подач стола; 26 - рукоятка включения поперечной и вертикальной подач стола; 27 - зажим салазок на направляющих консоли; 28 - рукоятка включения продольных перемещений стола (дублирующая); 29 - рукоятка включения поперечной и вертикальной подач стола (дублирующая); 30 - переключатель направления вращения шпинделя “влево—вправо”; 31 - переключатель насоса охлаждения “включено—выключено”; 32 - переключатель ввода “включено—выключено”; 33 - маховичок ручного продольного перемещения стола (дублирующий); 34 - рукоятка переключения скоростей шпинделя.

Краткое описание конструкции станка

Станина является базовым узлом, на котором монтируются все узлы и механизмы станка. Жесткая конструкция станины достигается за счет развитого основания, трапецеидального сечения станины по высоте и большого числа ребер и стенок.

Разделение станины на отдельные отсеки снижает звуковой резонанс внутренней полости.

Спереди станины, с левой стороны, помещается планка с кулачками, ограничивающими вертикальный ход консоли.

Хобот и серьги. Станина в верхней части имеет направляющие профиля “ласточкина хвоста”, в которых установлен хобот. Хобот можно перемещать по направляющим. Для этого на левой грани хобота нарезана длинная зубчатая рейка.

На переднем выступающем конце хобота помещаются одна или две серьги. Серьги на хоботе стягиваются гайками.

Каждая серьга снабжена бронзовым подшипником-втулкой. Втулка имеет продольные разрезы, за счет которых гайками регулируется зазор в подшипнике скольжения. Хорошая работа серьги зависит от следующих условий:

- высокой чистоты поверхности втулки оправки (Ra 1,25, Ra 0,63), а также втулки серьги; при этом овальность и конусность втулки оправки не должны превышать 0,02 мм;
- правильного регулирования зазора, определяемого по нагреву серьги (при обкатке в течение 1 одного часа на максимальном числе оборотов шпинделя нагрев не должен превышать 50 - 60°);
- достаточной смазки серьги.

Несоблюдение одного из этих условий может привести к порче втулки серьги, восстановление которой связано с трудностями.

Коробка скоростей смонтирована непосредственно в корпусе станины (в верхней ее части) и управляется с помощью вставной коробки переключения, расположенной с левой стороны станины.

Шпиндель станка представляет собой трехопорный вал. Небольшие по длине проле-

ты и значительный диаметр сечений обеспечивают необходимую виброустойчивость и жесткость шпинделя.

Основными подшипниками, определяющими геометрическую точность шпинделя, являются радиальный двухрядный роликоподшипник № 3182122 класса точности П и радиально-упорные шарикоподшипники № 46215 (ГОСТ 831—54) класса точности В.

Для предотвращения от осевых смещений шпиндель зафиксирован двумя шайбами, привернутыми к поперечной стенке станины и охватывающими радиально-упорные шарикоподшипники. Зазор в этих подшипниках регулируется подшлифовкой промежуточных колец.

Регулирование зазора в переднем подшипнике шпинделя производится подтягиванием гайки, расположенной в средней части шпинделя.

Подшипник третьей опоры шпинделя не оказывает решающего влияния на точность и служит опорой, поддерживающей хвостовик шпинделя.

Первый вал коробки скоростей соединяется с валом двигателя упругой муфтой, допускающей несоосность в установке двигателя до 0,5 — 0,7 мм.

Упругая муфта имеет стандартное исполнение с кожаными кольцами, которые нужно менять по мере износа.

Коробка скоростей смонтирована на шарикоподшипниках и одном двухрядном роликоподшипнике.

Коробка подач предназначена для изменения величины рабочих подач стола, салазок и консоли и сообщения этим узлам быстрых перемещений.

Станок имеет 18 различных подач. Продольные и поперечные подачи одинаковы, в то время как вертикальные подачи в три раза меньше.

Коробка подач представляет собой самостоятельный узел, смонтированный с левой стороны консоли, к которой она привертывается винтами и фиксируется двумя контрольными штифтами. К корпусу коробки подач прифланцована коробка переключения подач, имеющая в передней части лимб из пластмассы с обозначением величины подач и грибок для переключения. Указанные на лимбе значения подач относятся к продольным и поперечным подачам стола. Валы и некоторые зубчатые колеса коробки подач монтируются в основном на подшипниках качения.

Консоль является базовым узлом, объединяющим все остальные узлы цепи подач и распределяющим движение на продольную, поперечную и вертикальную подачи.

Консоль представляет собой чугунный корпус, имеющий развитые направляющие под станину профиля “ласточкина хвоста” и перпендикулярные к ним прямоугольные направляющие под салазки. Консоль несет на себе различные органы управления и нижеописываемые устройства.

Консоль поддерживается вертикальным винтом, расположенным примерно в центре тяжести. Для полного демонтажа вертикального винта необходимо предварительно снять группу стол-салазки.

Стол-салазки. Стол является последним элементом в цепи подач и имеет возможность перемещаться в трех направлениях: по направляющим салазок в продольном, вместе с салазками по направляющим консоли в поперечном и вместе с салазками и консолью по направляющим станины в вертикальном направлениях.

Все эти перемещения заблокированы между собой таким образом, что одновременное включение нескольких движений невозможно.

Универсальное исполнение салазок дает возможность повернуть стол с верхней частью салазок на угол до $\pm 45^\circ$.

Для этого верхняя часть салазок выполнена в виде отдельного корпуса с центрированием по нижнему корпусу с помощью специального фланца.

Кинематическая схема и наладка кинематических цепей станка

Кинематическая схема станка представлена на рис.2.

Главное движение - вращение фрезы. Конечные звенья: вал электродвигателя М1 ($N=7,0$ кВт; $n=1440$ об/мин) \rightarrow шпиндель с фрезой.

Расчетные перемещения конечных звеньев: $n_{эл} \Rightarrow n_{шт}$. Уравнение кинематического баланса главного движения:

$$1440 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{19}{35} \cdot \frac{27}{37} \cdot \frac{82}{38} = n_{шт}$$

$$\frac{22}{32} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{16}{69}$$

$$\frac{16}{38} \cdot \frac{38}{26}$$

Коробка скоростей обеспечивает восемнадцать различных частот вращения в пределах 31,5-1600 об/мин.

ДВИЖЕНИЯ ПОДАЧ

Привод подач станка позволяет получить рабочие и ускоренные перемещения стола в трех взаимно-перпендикулярных направлениях: продольная подача стола; поперечная подача салазок; вертикальная подача консоли станка. Все подачи осуществляются от электродвигателя М2 мощностью $N=1,7$ кВт; $n=1426$ об/мин.

Конечные звенья данной цепи: вал электродвигателя М2 → ходовой винт стола:

где $K_1 = 1$ - число заходов ходового винта стола;

2. Поперечная подача салазок

где $K_2 = 1$ - число заходов ходового винта салазок.

3. Вертикальная подача консоли

$$\begin{array}{r}
 1426 \cdot \frac{256843808823}{563644003346} \cdot K_3 \cdot t_3 = S_4 \\
 \hline
 36840 \\
 \hline
 18400 \\
 \hline
 221 \\
 \hline
 237
 \end{array}$$

где $K_3 = 1$ - число заходов ходового винта консоли;

$t_3 = 6$ - шаг ходового винта консоли.

Коробка подач, участвующая во всех трех кинематических цепях, позволяет получить 18 подач в трех взаимно-перпендикулярных направлениях.

Ускоренные перемещения осуществляются от того же электродвигателя по короткой кинематической цепи, минуя коробку подач, при этом кулачковая муфта МЗ - включена, а фрикционная муфта М4 - включена.

$$1426 \cdot \frac{256843808823}{563644003346} \text{ и далее по кинематическим цепям продольной, поперечной и вертикальной подач стола, салазков и консоли.}$$

и далее по кинематическим цепям продольной, поперечной и вертикальной подач стола, салазков и консоли.

Делительные головки и методика их наладки. Делительные головки являются важнейшими принадлежностями консольно-фрезерных станков, особенно универсальных, и значительно расширяют технологические возможности станков. Их используют при изготовлении различных инструментов (фрез, разверток, зенкеров, метчиков), нормализованных деталей машин (головки болтов, грани гаек, корончатые гайки), при фрезеровании зубчатых колес, пазов и шлицев на торцах (зубчатые муфты) и других деталей.

Делительные головки служат: для установки оси обрабатываемой заготовки под требуемым углом относительно шпинделя станка; для периодического поворота заготовки вокруг ее оси на определенный угол (деление на равные и неравные части), для непрерывного вращения заготовки при нарезании винтовых канавок или винтовых зубьев зубчатых колес.

Делительные головки бывают: *лимбовые* с делительными дисками (рис.3) непосредственного деления, простого деления (полууниверсальные, универсальные); *безлимбовые* (без делительного диска) с зубчатым планетарным механизмом и набором сменных зубчатых колес; *оптические* (для точных делений и контрольных операций).

Обычно делительные головки изготовляют одношпиндельными. Иногда применяют многошпиндельные (двух- и трехшпиндельные) для одновременной обработки соответственно двух или трех заготовок.

Безлимбовые делительные головки позволяют производить процесс деления посредством сменных зубчатых колес. При этом рукоятку делительной головки поворачивают на один или несколько полных оборотов. Однако конструкция и кинематическая схема безлимбовых делительных головок значительно сложнее, чем лимбовых.

Универсальная делительная головка (рис. 3) состоит из корпуса 5, делительного диска (лимба) 4, шпинделя 7, задней бабки 9.

Заготовку устанавливают в центрах делительной головки и задней бабки, ее можно крепить также в патроне, который наворачивается на резьбовой конец шпинделя. Отсчет поворота рукоятки 1 с фиксатором 2 и соответственно заготовки на требуемый угол осуществляется с помощью лимба 4. Лимб имеет несколько рядов отверстий, равно-

мерно расположенных на концентрических окружностях. Для удобства отсчета используют раздвижной сектор 3.

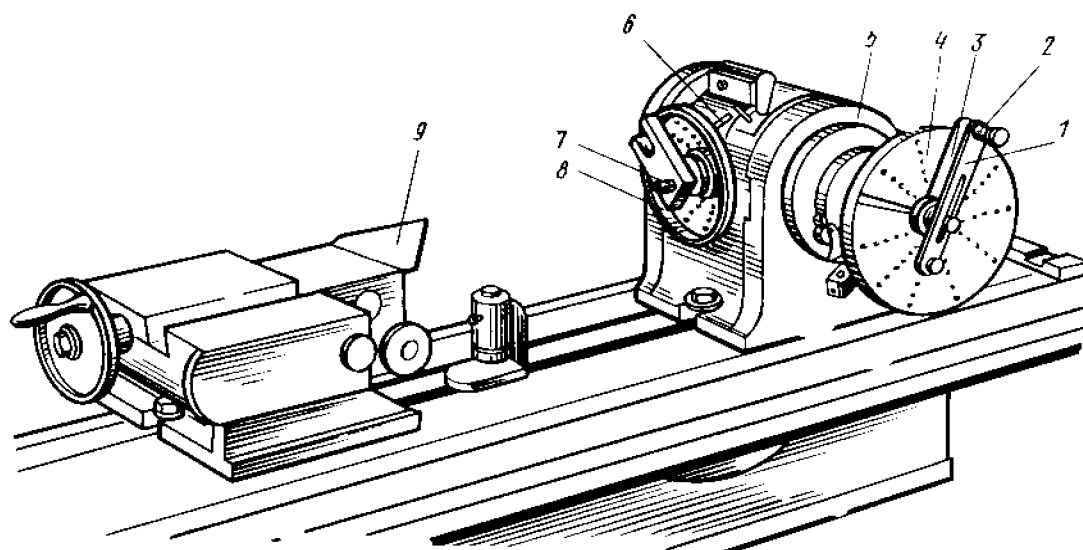


Рис. 3. Универсальная лимбовая делительная головка

ка

В зависимости от вида выполняемых работ универсальную головку можно наладить на непосредственное, простое и дифференциальное деление.

Непосредственное деление производят с помощью диска 8 и фиксатора 6. Для этого однозаходный червяк (рис. 4) выводят из зацепления с червячным колесом и заготовку при делении поворачивают вручную. Фиксатор 6 удерживает заготовку от поворота при фрезеровании. Делительный диск 8 чаще всего имеет 24 отверстия, тогда деление заготовки возможно на 2, 3, 4, 6, 8, 12 и 24 части.

Простое деление (рис. 4) применяется тогда, когда на делительном диске (лимбе) можно подобрать концентрическую окружность с числом отверстий равным или кратным числу частей, на которое требуется выполнить деление. Однозаходный червяк введен в зацепление с червячным колесом. Делительный диск 1 с помощью защелки 3 закрепляется неподвижно. Поворот шпинделя с заготовкой на $1/z$ часть (z – число частей, на которое требуется выполнить деление) должен быть произведен за n оборотов рукоятки 2.

Конечные звенья данной кинематической цепи: *рукоятка универсальной делительной головки* → *шпиндель с заготовкой*.

Расчетные перемещения конечных звеньев:

$$n_{\text{рук}} \rightarrow \frac{1}{z} \text{ - оборотов заготовки.}$$

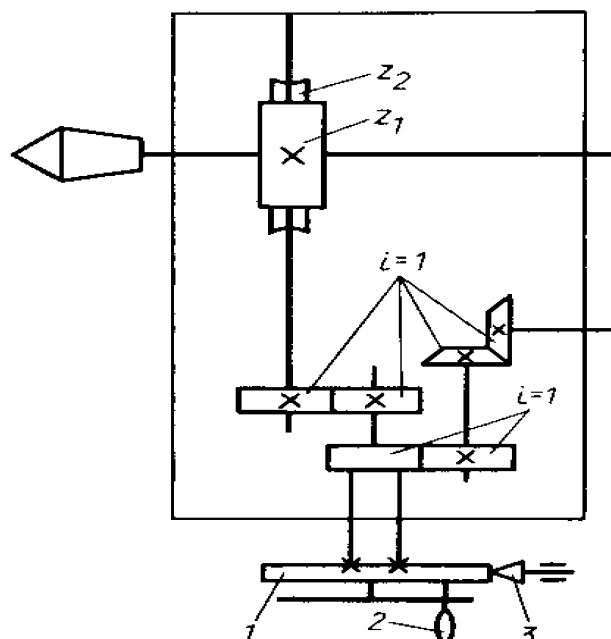


Рис.4. Схема наладки универсальной делительной головки на простое деление

Уравнение кинематического баланса цепи при делительном повороте заготовки записывается так

$$n_{\text{рук}} i_{\text{зуб}} i_{\text{черв}} = \frac{1}{Z},$$

где $i_{\text{зуб}} = 1$; $i_{\text{черв}} = \frac{1}{40}$.

Тогда

$$n_{\text{рук}} = \frac{1}{40Z}.$$

Формула наладки универсальной делительной головки имеет вид

$$n_{\text{рук}} = \frac{40}{Z}.$$

Величина, обратная передаточному отношению червячной пары, называется характеристикой делительной головки. Число зубьев червячного колеса составляет 40, но бывает 60, 80, 120. Преобразовывая предыдущую формулу, получим

$$n_{\text{рук}} = \frac{40}{Z} = \frac{a}{c},$$

где a - целое число оборотов рукоятки;

c - число отверстий в одном из рядов делительного диска;

b - число отверстий (шагов), на которое надо дополнительно повернуть рукоятку.

Делительные диски универсальных делительных головок имеют ряд concentрических окружностей со следующим количеством отверстий:

с одной стороны – 16, 17, 19, 21, 23, 19, 30, 31;

с другой стороны – 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Делительный диск крепится к головке четырьмя винтами и может при необходимости поворачиваться. Для поворота рукоятки делительной головки на часть оборота используется раздвижной сектор с двумя линейками, подпружиненными между собой от самопроизвольного поворота.

Дифференциальное деление (рис.5) применяется тогда, когда из-за ограниченного количества отверстий на делительном диске нельзя применять простое деление.

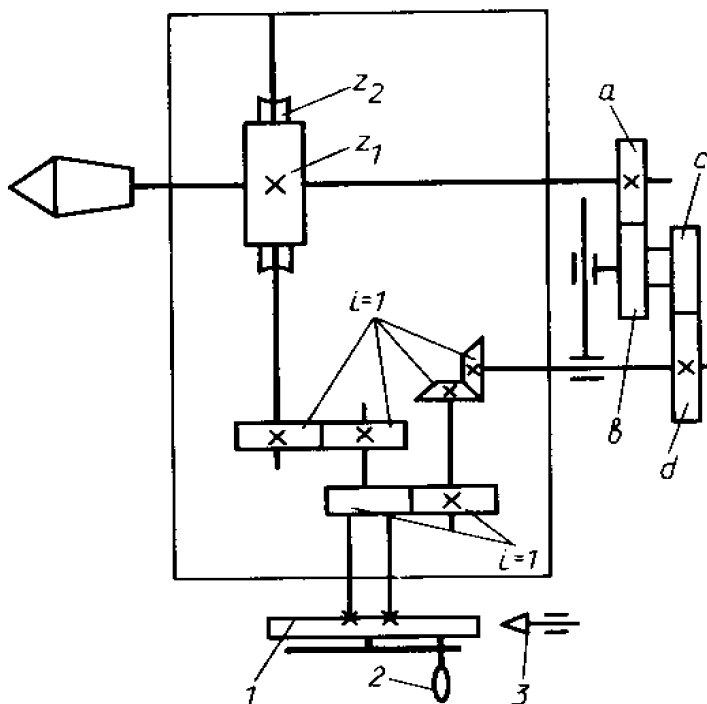


Рис. 5. Схема наладки универсальной делительной головки на дифференциальное деление

Обороты рукоятки делительной головки при дифференциальном делении определяются по формуле:

$$n_{\text{рук}} = \frac{4C}{y},$$

где y – близкое к z число, кратное хотя бы одному числу отверстий на делительном диске и имеющему общие множители с числом 40.

В делительный поворот рукоятки вводится погрешность. Погрешность устраняется поворотом делительного диска (защелка 3 отводится вправо), который получает

вращение от шпинделя делительной головки через гитару сменных зубчатых колес

$\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ и коническую пару зубчатых колес.

Погрешность в повороте рукоятки на один шаг (зуб) заготовки составит

$$\eta_{y\overline{K}} = \frac{404}{z} \frac{1}{y},$$

а погрешность в повороте рукоятки на полный оборот заготовки в z раз больше

$$\eta_{y\overline{K}} = z \left(\frac{404}{z} \frac{1}{y} \right).$$

Преобразуя это выражение, получим формулу наладки гитары сменных зубчатых колес:

$$\eta_{y\overline{K}} = \frac{ac40}{bdy} \frac{1}{z}.$$

Если $y > z$, то делительный диск должен вращаться по часовой стрелке, т.е. по направлению вращения рукоятки делительной головки.

Если $y < z$, то делительный диск должен вращаться против часовой стрелки, т.е. навстречу вращения рукоятки делительной головки. Для этого в гитару сменных зубчатых колес необходимо установить дополнительную паразитную шестерню.

С универсальной делительной головкой поставляется набор сменных зубчатых колес с числами зубьев: 20, 25(2), 30, 35, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 85, 90, 100, 127, 32, 36, 42, 44, 48, 52, 56, 64.

Наладка универсально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование винтовых канавок. Для получения на заготовке винтовых канавок необходимы следующие рабочие движения: вращение шпинделя с фрезой, продольная подача стола с заготовкой и вращательное движение заготовки, кинематически связанное с продольной подачей стола. Скорость продольного перемещения стола с заготовкой зависит от выбранной величины подачи, а скорость вращения заготовки - от величины шага фрезеруемой канавки.

Схема наладки универсально-фрезерного станка и лимбовой делительной головки на обработку винтовой канавки представлена на рис. 6. Заготовка 1(шестерня) на оправке 2 устанавливается в центрах на столе 3 станка, а через хомутик получает вращение от шпинделя 4 делительной головки. Шпиндель делительной головки получает вращение от ходового винта продольной подачи стола станка. Вращение передается

через сменные зубчатые колеса $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1}$ на валик делительной головки 5, через коническую зубчатую пару Z_1 и Z_2 - на делительный диск 6. Вращение делительного диска 6 через подпружиненный фиксатор 7, утопленный в одном из отверстий делительного диска, передается рукоятке 8 и далее через цилиндрическую зубчатую пару Z_3 и Z_4 и

червячную пару $\frac{1}{40}$ шпинделю делительной головки и закрепленной на нем заготовке.

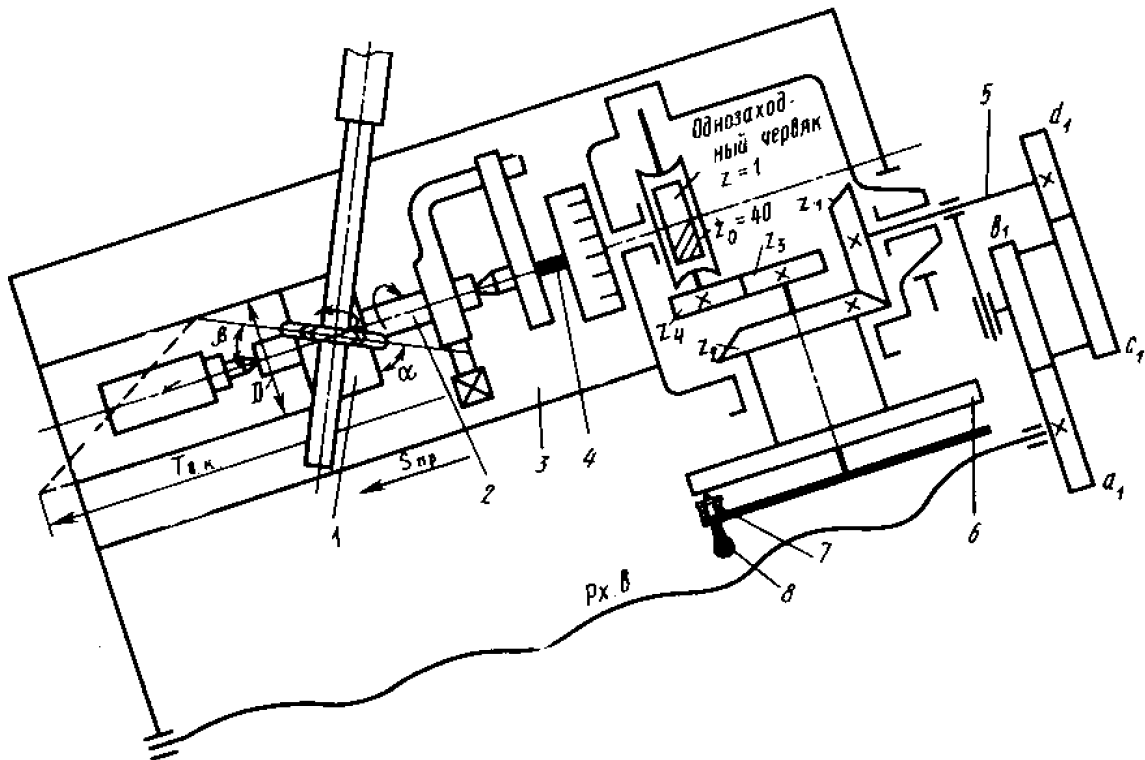


Рис. 6. Схема наладки универсально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование винтовых канавок:

1 - заготовка; 2 - оправка; 3 - стол станка; 4 - шпиндель делительной головки; 5 - промежуточный валик; 6 - делительный диск; 7 - фиксатор; 8 - рукоятка; a_1, b_1, c_1, d_1 - сменные зубчатые колеса; α и β - соответственно угол подъема фрезеруемой винтовой канавки к торцу заготовки и угол наклона канавки к оси заготовки; D - диаметр заготовки; $T_{в.к.}$ - шаг фрезеруемой винтовой канавки; $t_{х.в.}$ - шаг ходового винта станка

Следовательно, конечные звенья данной кинематической цепи: *ходовой винт продольной подачи стола станка—шпиндель делительной головки с заготовкой.*

Гитара сменных зубчатых колес $\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$ при фрезеровании винтовых канавок наладывается из условия, что за время перемещения стола фрезерного станка с заготовкой в продольном направлении на величину шага

винтовой канавки $T_{в.к.}$ заготовка сделает один полный оборот. Расчетные перемещения конечных звеньев запишутся так

$$\frac{T_{в.к.}}{t_{х.в.}} = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

Расчетные перемещения конечных звеньев связываются уравнением кинематического баланса данной цепи

$$\frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4} = 1 \text{ оборот заготовки,}$$

где $\frac{Z_1}{Z_2} = 1; \frac{Z_3}{Z_4} = 1,$

тогда формула наладки гитары сменных зубчатых колес получает вид

$$\frac{a_g}{b_d} = \frac{4Q_x}{T_{в.к}}$$

($t_{х.в.} = 6$ мм- для станка модели 6Р82 и некоторых других).

Шаг винтовой канавки при фрезеровании сверл, разверток, зенкеров и других деталей определяется по формуле:

$$T_{вк} = \frac{\pi D_{на}}{t \beta},$$

где $D_{на}$ - наружный диаметр заготовки, мм;

β - угол наклона винтовой канавки к оси заготовки;

Шаг винтовой канавки при фрезеровании винтовых зубчатых колес определяется

по формуле:

$$T_{вк} = \frac{\pi m_n z}{\sin \beta},$$

где m_n - модуль зубчатого колеса в нормальном сечении, мм;

z - число зубьев фрезеруемого зубчатого колеса.

При фрезеровании винтовых канавок стол станка с заготовкой должен быть повернут вокруг вертикальной оси на угол наклона β : правых канавок - против часовой стрелки, левых канавок - по часовой стрелке, а в гитару сменных зубчатых колес должна быть установлена дополнительная паразитная шестерня.

Так как по окружности заготовки следует профрезеровать z равномерно расположенных винтовых канавок, то после обработки каждой очередной канавки заготовку

поворачивают на $\frac{1}{z}$ окружности и обрабатывают следующую канавку. Заготовка пери-

одически поворачивается на $\frac{1}{z}$ окружности вращением шпинделя делительной головки при помощи рукоятки 8 (рис. 6), фиксатор 7 которой переставляют по отверстиям делительного диска, как в случае простого деления.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить чертеж детали, подлежащей обработке. Выбрать исходные данные, необходимые для расчета наладки станка на обработку винтовых канавок; недостающие данные рассчитать.

2. Рассчитать передаточное отношение сменных зубчатых колес гитары, выбрать сменные зубчатые колеса из имеющегося набора. Составить схему расположения сменных колес в гитаре с учетом направления фрезеруемых винтовых канавок.

3. Рассчитать наладку делительной головки на деление окружности заготовки методом простого деления

4. Произвести наладку станка:

а) наладить делительную головку на деление окружности заготовки - на делительном диске установить подпружиненный фиксатор на нужный круг отверстий и раздвинуть линейки раздвижного сектора на требуемое число отверстий;

б) установить и закрепить сменные зубчатые колеса между ходовым винтом продольной подачи стола станка и делительной головкой;

в) установить заготовку в центрах делительной головки и задней бабки, закрепить хвостовик хомутика в пазу поводковой планки на шпинделе делительной головки, закрепить пиноль задней бабки, проверить биение цилиндрической поверхности заготовки;

г) выбрать из набора требуемую для работы фрезу, установить в шпиндель станка и закрепить оправку под инструмент, проверить биение оправки, установить на оправку фрезу и закрепить ее, установить на хобот станка кронштейн и закрепить его;

д) установить обрабатываемую деталь по отношению к фрезе в такое положение, чтобы геометрическая ось вращения фрезы располагалась над серединой цилиндрической части детали, где предстоит нарезать канавку, а геометрическая ось вращения детали находилась в средней плоскости фрезы. Повернуть стол на требуемый угол в нужную сторону и закрепить его в повернутом положении;

е) наладить требуемые подачу стола и частоту вращения шпинделя.

5. Произвести обработку детали.

6. Снять обработанную деталь со станка и с оправки и, пользуясь имеющимися средствами измерения, проверить соответствие обработанной детали требованиям чертежа.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

НАЛАДКА ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

МОДЕЛИ 5В310 НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ РАБОТ

З а д а н и е

1. Изучить кинематическую схему станка. Составить уравнение кинематического баланса формообразующих движений в станке.
2. Сделать расчет наладки зубофрезерного станка на обработку зубчатого колеса.
3. По данным выполненных расчетов настроить механизмы станка, гитары сменных зубчатых колес. Установить червячную модульную фрезу и заготовку в исходное положение. Обработать заготовку. Произвести необходимый контроль размеров изготовленного зубчатого колеса.
4. Составить отчет о проделанной работе.

Ц е л ь р а б о т ы

1. Ознакомиться с устройством зубофрезерного станка, назначением и действием его основных узлов, расположением и назначением рукояток и кнопок управления станком.
2. Освоить практические приемы наладки: требуемой частоты вращения червячной фрезы; вращения стола с заготовкой; вертикальной подачи фрезерного суппорта по направляющим стойки; дополнительного вращения стола с заготовкой для образования винтового зуба (наладка цепи дифференциала); поворота фрезы на требуемый угол по отношению к заготовке (поворот фрезерного суппорта); глубины фрезерования.
3. Освоить приемы работы на станке.

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

1. Зубофрезерный станок модели 5В310.
2. Комплект сменных зубчатых колес.
3. Комплект ключей, муфт, втулок, пальцев, шайб, гаек.
4. Оправки для установки заготовок на станке.
5. Индикатор часового типа со штативом или с магнитным основанием.
6. Мерительный инструмент: штангенциркуль 0...125 мм; штангенциркуль 0...150 мм; штангензубомер; микрометр зубомерный; нормалемер.
7. Кинематическая схема станка.
8. Заготовки различных диаметров.

ЗУБОФРЕЗЕРНЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 5В310 предназначен для нарезания цилиндрических прямозубых и косозубых колес, а также червячных колес методом радиальной подачи в условиях мел-

косерийного и крупносерийного производства. При обработке цилиндрических колес работа может производиться методом “встречного” (вертикальное перемещение фрезы сверху вниз) и “попутного” (вертикальная подача фрезы снизу вверх) фрезерования.

Зубчатые колеса можно нарезать на станке за один или несколько проходов, изменяя соответствующим образом установку глубины резания.

Для равномерного износа фрезы по длине станок оборудован механизмом периодического осевого перемещения фрезы после каждого цикла.

ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ СТАНКА (плакат 1): СТ - станина; ПС - передняя стойка; ФС - фрезерный суппорт; ЗС - задняя стойка; СЛ - стол; СС - салазки фрезерного суппорта; КР - кронштейн; КРП - коробка радиальных подач; КП - контрподдержка; ГД - гитара деления; ГВП - гитара вертикальных подач; ГС - гитара скоростей; ГДФ - гитара дифференциала; ЭД - электродвигатель радиальных подач.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ (рис. 1): 1 - зажим контрподдержки; 2-рукоятка перемещения и зажима кронштейна; 4 - ограничитель поворота фрезерной головки; 5 - квадрат ручного перемещения стола; 6 - крайнее нерабочее положение стола; 7 -начало радиальной подачи стола; 8 - конец радиального врезания стола; 9 - рукоятка подключения станка к линии электропитания; 10 - рукоятка включения и выключения насоса охлаждения; 11 - квадрат ручного зажима пиноли; 12 - регулировка величины подачи пиноли; 13 - квадрат крепления фрезы; 14-квадрат поворота суппорта; 15 - квадрат ручного перемещения пиноли; 16 - рукоятка подъем салазок суппорта вверх; 17 - рукоятка перемещение фрезы; 18 - рукоятка перемещения салазок суппорта вниз; 19 - панель управления; 20 - рукоятка включения и выключения вертикальной подачи суппорта; 21 - квадрат установки упора для ограничения хода стола; 22 - реле времени; 23 - квадрат для ручного перемещения салазок суппорта; 24 - упоры для ограничения хода салазок суппорта; 25 - упоры для ограничения хода стола.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм 200

Наибольшая длина нарезанных колес, мм

прямозубых180

косозубых с углом наклона $\beta = 30^\circ$ 150

Наибольший модуль нарезаемых колес, мм 4

Диаметр рабочей поверхности стола, мм140

Наибольшее перемещение стола, мм130

Конус отверстия фрезерного шпинделя Морзе 3

Наибольший диаметр фрезы, мм112

Наибольший угол поворота фрезерного суппорта	+60°
Количество скоростей шпинделя фрезы	8
Пределы частот вращения шпинделя фрезы, об/мин	65-315
Количество подач фрезы	10
Пределы подач, мм/об	
вертикальной.....	0,25-3
радиальной	0,125-2
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	70
Скорость быстрого перемещения салазок суппорта, мм/мин	300
Наибольшая допустимая частота вращения шпинделя стола, об/мин	14

К р а т к о е о п и с а н и е к о н с т р у к ц и и с т а н к а

Станина станка представляет собой жесткую отливку и является связующим звеном примыкающих к ней узлов. Станина имеет направляющие типа “ласточкиного хвоста”, по которым перемещается стол. В передней части станина имеет нишу для установки электродвигателя ускоренных перемещений и стружкосборники (с правой стороны), а также нишу под сменные колеса, нишу для сбора охлаждающей жидкости и нишу для установки электродвигателя главного движения (с левой стороны). Справа на станину устанавливается суппортная стойка и коробка главных движений. Слева - стол с контрподдержкой и коробка радиальных подач.

Коробка главных движений монтируется на станине на специальном поддоне, который служит резервуаром для гидросистемы станка. Внутри коробки главных движений смонтированы механизмы кинематических цепей привода частоты вращения фрезы, деления, дифференциала, подач и ускоренного перемещения суппорта. В передней части коробки находится гитара дифференциала, в задней части - коробка подач, с торца - гитара скоростей, гитара деления и масляный насос.

Передняя стойка представляет собой жесткую отливку коробчатой формы. Передняя стенка стойки имеет направляющие, по которым перемещаются призматические салазки фрезерного суппорта. На лицевой стенке стойки имеется ниша, в которой смонтированы: кнопочная станция и конечные выключатели, ограничивающие ход салазок суппорта. В нижней внутренней полости суппортной стойки и передней части коробки стойки смонтированы механизмы управления вертикальной подачей салазок суппорта и механизм жесткого упора.

Салазки фрезерного суппорта являются связующим звеном между суппортной стойкой и суппортом. Салазки суппорта крепятся на направ-

ляющих стойки при помощи прижимных планок. На передней плоскости салазок закреплены два нониуса отсчета угла поворота фрезерного суппорта. С задней стороны, в центре, салазки суппорта имеют плоскость, к которой прилегает плоскость кронштейна гидроцилиндра. Гидроцилиндр салазок имеет внутри поршень, связанный с пустотелым штоком, к которому подводится масло из гидросистемы. Гидроцилиндр, с одной стороны, выполняет роль противовеса движущихся частей салазок и фрезерного суппорта, а с другой, является устройством, позволяющие осуществлять дополнительную нагрузку, необходимую для выбора люфта в передаче винт-гайка вертикальной подачи при работе методом “попутного” фрезерования.

Фрезерный суппорт крепится болтами к салазкам суппорта, представляя собой жесткую отливку, нижняя часть которой имеет кольцевую опорную плоскость и базирующий выступ, входящий в салазки суппорта. На наружную поверхность кольцевой опорной части корпуса нанесен нониус, служащий для отсчета угла поворота суппорта. Суппорт имеет выдвижную гильзу, имеющую периодическое осевое перемещение после каждого цикла (для равномерного износа фрезы). Периодическое перемещение осуществляется от гидравлического цилиндра посредством храпового механизма. Осевое перемещение регулируется ходом поршня гидравлического цилиндра.

Стол служит для установки и закрепления заготовки, монтируется на направляющих станины. Внутренняя полость корпуса стола служит резервуаром для масла, предназначенного для смазки трущихся поверхностей делительной червячной пары стола. В столе расположена гайка привода радиальных подач с механизмом ручного перемещения стола.

Задняя стойка имеет вертикальные направляющие типа “ласточкиного хвоста”, по которым перемещается кронштейн, поддерживающий верхний конец оправки изделия.

Кронштейн перемещается по направляющим с помощью рукоятки и передачи шестерня-рейка. Для повышения жесткости станка задняя стойка связана с передней стойкой поперечиной.

Коробка радиальных подач монтируется на торце станины и представляет собой редуктор, имеющий две цепи движения. Одна, из которых служит для осуществления радиальной подачи, другая для быстрого перемещения стола. Коробка радиальных подач имеет индивидуальный привод от электродвигателя, величина радиальной подачи устанавливается сменными шестернями.

Система охлаждения необходима при обработке стальных зубчатых колес. Подача СОЖ производится центробежным насосом из резервуара, расположенного в нижней части станины. Регулировка количества подава-

емой жидкости производится краном, установленным на фрезерном суппорте.

Кинематическая схема станка и наладка кинематических цепей станка

Главное движение - вращение червячной фрезы. Конечные звенья: вал электродвигателя М1 () → шпиндель фрезы.

Расчетные перемещения конечных звеньев: $n_{эл.} \rightarrow n_{фр}$

Уравнение кинематического баланса данной цепи:

$$1 \cdot \frac{20}{45} \cdot \frac{23}{42} \cdot \frac{27}{38} \cdot \frac{30}{35} \cdot \frac{35}{30} \cdot \frac{38}{27} \cdot \frac{42}{23} \cdot \frac{45}{20} = 1 \quad (1)$$

Органом настройки частоты вращения шпинделя является двухпарная гитара сменных колес А/В с числами зубьев 20/45; 23/42; 27/38; 30/35; 35/30; 38/27; 42/23; 45/20, обеспечивающая соответственно следующий ряд частот вращения (об/мин): 63, 78, 100, 121, 165, 200, 258, 318. Причем, А+В=65.

Формула настройки цепи главного движения:

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{фр}}{142} \quad (2)$$

Кинематическая схема станка представлена на плакат 2.

Движения подачи

1. Цепь деления - обката. Вращение стола с заготовкой согласованное с частотой вращения фрезы в соответствии с передаточным отношением, определяемым числом заходов К червячной фрезы и количеством зубьев Z нарезаемого колеса. Поскольку зубчатые колеса нарезаются методом обката, то за каждый оборот червячной фрезы заготовка должна сделать К/Z оборотов, т.е. если фреза однозаходная, то заготовка должна повернуться на один зуб.

Конечные звенья кинематической цепи: шпиндель фрезы → стол с заготовкой.

Расчетные перемещения конечных звеньев:

1 об. фрезы → $\frac{K}{Z}$ об. заготовки.

Уравнение кинематического баланса данной цепи:



$$(3)$$

Решая уравнение, получим формулу наладки гитары сменных зубчатых колес цепи деления - обката:

$$\frac{AC}{BD} = \frac{24}{Z}, \quad (4)$$

где $ig=1$ - передаточное отношение дифференциала;

$\frac{e}{f} = 1$ - передаточное отношение зубчатой пары перебора.

2. Цепь вертикальной подачи. Вертикальное перемещение фрезерного суппорта вдоль оси заготовки за один ее оборот. Настраивается при обработке цилиндрических колес с прямым и винтовым зубом.

Конечные звенья кинематической цепи: *стол с заготовкой* → *винт вертикальной подачи фрезерного суппорта*.

Расчетные перемещения конечных звеньев:

1 об. стола → S_b .

Уравнение кинематического баланса данной цепи:



$$(5)$$

откуда $\frac{AC}{BD} = \frac{3 \cdot S_b}{10}, \quad (6)$

где S_b - вертикальная подача суппорта, мм/об.

3. Цепь дифференциала. Дополнительное вращение стола с заготовкой, связанное с вертикальным перемещением фрезы. Цепь дифференциала настраивается при нарезании цилиндрических косозубых колес. Органом настройки данной цепи является гитара дифференциала, подбираемая из условия, что за время перемещения суппорта с фрезой в вертикальном направлении на величину шага винтовой канавки $T_{в.к.}$ заготовка делает дополнительно один полный оборот.

Конечные звенья кинематической цепи: *винт вертикальной подачи* → *стол с заготовкой*.

Расчетные перемещения конечных звеньев:

$$\frac{T_{в.к.}}{t_{хв}} \rightarrow 1 \text{ об. заготовки.}$$

Знак “плюс” применяется при различных направлениях винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы. Знак “минус” при одно-

именном направлении винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы.

Уравнение кинематического баланса дифференциальной цепи:

$$\frac{t_{x.v.}}{i_g} = \frac{e}{f} \cdot \text{об. заготов.}, \quad (7)$$

где $t_{x.v.}=10$ - шаг ходового винта вертикальной подачи;

$i_g=2$ - передаточное отношение дифференциала;

$\frac{e}{f}=1$ - передаточное отношение зубчатой пары перебора.

Решая уравнение относительно органа настройки - гитары дифференциала имеем

$$T = \frac{\pi D_n \tan \beta}{t_{\beta} s_{\beta}}, \quad (8)$$

где D_n - диаметр делительной окружности колеса;

β - угол наклона зуба к оси заготовки;

m_n - нормальный модуль нарезаемого колеса.

Станок имеет набор сменных колес на гитары деления-обката, подач и дифференциала со следующими числами зубьев: 20/2 шт.; 23; 24; 25/2шт.; 30; 33; 34; 35; 37; 40; 41; 43; 45; 47; 48; 50; 53; 55; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 65; 67; 70; 71; 73; 75; 79; 80; 83; 85; 89; 90; 92; 95; 97; 98; 100.

Подобранные сменные зубчатые колеса гитар деления-обката, дифференциала и подач необходимо проверить на условия сцепляемости по выражениям:

$$\frac{A+B}{C+D} = \frac{E+F}{G+H}, \quad (9)$$

4. Цепь радиальной подачи. Радиальное перемещение стола с заготовкой на глубину фрезерования. Настраивается при нарезании червячных колес методом радиальной подачи. Работает от отдельного электродвигателя М2, частота вращения которого синхронна частоте вращения основного электродвигателя М1.

Конечные звенья кинематической цепи: вал электродвигателя М2 ($N=1$ кВт; $n=1410$ мин⁻¹) → ходовой винт радиального перемещения стола с заготовкой.

Расчетные перемещения конечных звеньев

$$1 \text{ об. стола} \rightarrow S_p \cdot \frac{n_{\text{фр}}}{Z}.$$

Уравнение кинематического баланса цепи радиальной подачи

$$1 \cdot \frac{2880}{1410} \cdot \frac{15}{32} = 1, \quad (10)$$

отсюда находим

$$\frac{a}{b} = \frac{S_p}{19} \cdot \frac{n_{фр}}{Z}, \quad (11)$$

где S_p - величина радиальной подачи.

Ускоренные перемещения на станке

Быстрый подъем и опускание суппорта осуществляется от электродвигателя МЗ по цепи:

$$1 \cdot \frac{1524}{1410} \cdot \frac{14}{14} = 1 \text{ мм/мин.}$$

Ускоренное радиальное перемещение стола

$$1 \cdot \frac{2880}{1410} \cdot \frac{3}{32} = 1 \text{ мм/мин.}$$

Н а л а д к а п о л у а в т о м а т а

Наладка полуавтомата для обработки цилиндрических прямозубых колес производится в следующем порядке:

- а) наладка на скорость резания;
- б) наладка гитары обката-деления;
- в) наладка гитары вертикальной подачи;
- г) установка инструмента;
- д) установка угла наклона суппорта на угол инструмента;
- е) установка заготовки;
- ж) установка направления подачи (попутное или встречное);
- з) установка высоты и глубины фрезерования;
- и) установка межосевого расстояния;
- к) установка упора для автоматического выключения подачи;
- л) пуск станка в работу.

НАЛАДКА НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ сводится к определению частоты вращения фрезы и подбору гитары сменных зубчатых колес А и В цепи главного движения.

Частота вращения фрезы определяется по формуле:

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot v}{\pi D_f},$$

где v - скорость резания, м/мин;

$D_{\text{ф}}$ - наружный диаметр червячной фрезы, мм.

Согласно уравнения (2), формула настройки цепи главного движения

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{\text{фр}}}{142}$$

К станку прилагается комплект зубчатых колес гитары скоростей с числами зубьев 20; 23; 27; 30; 35; 38; 42; 49; 45. При подборе гитары скоростей должно выполняться условие сцепляемости: $A+B=65$.

Затем производят контроль действительного числа оборотов стола, ограниченное величиной равной 14 об/мин во избежании чрезмерного износа делительного червяка.

$$n_{\text{г}} = \frac{n_{\text{ф}} K}{Z} \leq 14 \text{ об/мин.}$$

НАЛАДКА ГИТАРЫ ОБКАТА-ДЕЛЕНИЯ

Наладкой гитары обката-деления создается определенное соотношение между числами оборотов инструмента и заготовки в зависимости от числа зубьев.

Согласно решения уравнения (3), эта зависимость выражается формулой:

$$\frac{AC}{BD} = \frac{24K}{Z},$$

где Z - число зубьев нарезаемого колеса;

K - число заходов фрезы;

A, B, C, D - сменные колеса гитары деления.

НАЛАДКА ГИТАРЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПОДАЧ

Величина вертикальной подачи выбирается с учетом заданного качества обработанной поверхности, точности зубьев, мощности станка (табл. 4-7).

Настойка гитары подач, согласно решения уравнения (5), производится по формуле:

$$\frac{AC}{BD} = \frac{3 \cdot S_b}{10}$$

где S_b - вертикальная подача, мм/об.

Необходимость установки паразитных колес в цепях деления и подач проверяется по табл. 1.

УСТАНОВКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ. В зависимости от направления рабочей подачи салазки с фрезерным суппортом и инструментом перемещаются вверх или вниз со скоростью рабочей подачи на цикле. Изменение направления рабочей подачи производится переключателем на пульте. При

этом переключатели “Правая фреза”, “Левая фреза” должны находиться в соответствующем положении.

УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ. Заготовка в зависимости от ее формы и размеров устанавливается в центрах, цанге, либо на оправке в установочном приспособлении, которое центрируется по посадочному отверстию в шпинделе стола. Возможен зажим обрабатываемой детали с помощью гидропривода.

Точность обработки на станке во многом зависит от точности установки заготовки. Рекомендуется установку заготовки проверять индикатором с допустимой величиной биения по наружному диаметру или центрирующему пояску 0,02-0,03 мм для зубчатых колес 7-й степени точности.

УСТАНОВКА УГЛА НАКЛОНА СУППОРТА. По отношению к изделию фреза устанавливается под углом λ . При нарезании прямозубых колес угол установки равен углу подъема γ витков червячной фрезы. Обычно угол подъема указывается (клеится) на торце фрезы. Начальная грубая установка фрезы на угол производится по лимбу суппорта. Окончательная же точная установка - по нониусу, цена одного деления которого равна δ' .

Для установки угла наклона суппорта необходимо освободить винты, прижимающие фрезерный суппорт к салазкам и с помощью квадрата повернуть суппорт, отсчитывая минуты и градусы по лимбу и нониусу, а затем опять закрепить суппорт с помощью винтов.

УСТАНОВКА ИНСТРУМЕНТА. В целях избежания погрешностей в зубьях нарезаемых заготовок, при установке червячной фрезы, необходимо точно центрировать фрезу при ее установке. Для этого надо строго следить за тем, чтобы не было забоин и излишней смазки на торцах фрезы и промежуточных кольцах, в противном случае, при затягивании гайки, оправка подвергнется изгибу и будет иметь биение (радиальное).

УСТАНОВКА ГЛУБИНЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ. Зубчатые колеса могут быть нарезаны за один, два и более проходов в зависимости от модуля, материала заготовки, жесткости крепления, требуемой точности и т.д.

Черновое нарезание следует производить за один рабочий ход инструмента. Глубина фрезерования, в этом случае, определяется зависимостью $h=2,25m$, где m - модуль нарезаемого колеса. Исключение составляет случай, когда мощность станка оказывается недостаточной для нарезания зубьев за один рабочий ход. В этом случае колеса нарезаются за два прохода, глубина резания h_1 в первом составляет - $h_1=1,4m$, во втором - $h_2=0,7m$. Чистовое нарезание зубчатых колес про-

изводится, как правило, за два рабочих хода. первый рабочий ход - черновой, а второй - чистовой с радиальным припуском 0,1 - 0,15 мм.

Для установки глубины фрезерования подводят стол с заготовкой до их легкого соприкосновения, затем, подняв или опустив (в зависимости от способа фрезерования) суппорт с фрезой, перемещают стол с заготовкой на величину глубины фрезерования.

Один оборот рукоятки, надетой на квадрат 5 (рис. 1), соответствует перемещению на 0,1 мм.

ФИКСИРОВАНИЕ ЦЕПИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА

При нарезании цилиндрических колес с прямыми зубьями дифференциал из работы выключается при помощи установки на вал дифференциала смежной кулачковой муфты.

Наладка полуавтомата для обработки косозубых колес производится так же, как и наладка для нарезания прямозубых колес. Дополнительно необходимо выполнить следующие операции:

- а) наладка гитары дифференциала;
- б) поворот суппорта на угол спирали изделия;
- в) установка направления вращения фрезы и изделия;
- г) установка гитары дифференциала.

ПОВОРОТ СУППОРТА НА УГОЛ СПИРАЛИ ИЗДЕЛИЯ

Угол наклона фрезерного суппорта, при нарезании косозубых цилиндрических колес, определяется по формуле:

$$\lambda = \beta + \gamma,$$

где λ - угол наклона фрезерного суппорта, град;

β - угол наклона спирали фрезеруемого зубчатого колеса, град;

γ - угол подъема винтовой линии фрезы, град.

Знак плюс применяется при различных направлениях винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы. Знак минус - при одноименном направлении винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы.

НАЛАДКА ГИТАРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛА

Формула наладки гитары дифференциала в соответствии с решением уравнения (7):

$$\frac{A \cdot C \cdot Z \cdot 8 \cdot \Phi}{B \cdot D \cdot n \cdot K}$$

Необходимость установки промежуточных колес в гитарах деления, подачи, дифференциала при нарезании косозубых колес проверяется по табл. 2.

При подборе гитар сменных колес в первую очередь настраивают гитару дифференциала, затем деления, а последней подач. Если расчетом уста-

навливается, что одинаковые колеса должны одновременно устанавливаться в гитару деления и подачи, то последние можно заменить ближайшим числом зубьев колес, не занятым в гитарах деления и дифференциала.

Фрезерование косозубых колес рекомендуется производить фрезами одноименного направления витков с нарезаемыми зубьями. В этом случае повышается точность зуба нарезаемых колес.

Наладка полуавтомата для обработки червячных колес производится в следующей последовательности:

- а) наладка на скорость резания;
- б) наладка гитары деления-обката;
- в) наладка гитары радиальной подачи;
- г) установка инструмента;
- д) установка заготовки;
- е) отключение дифференциала;
- ж) установка упора для автоматического выключения радиальной подачи;
- з) пуск станка в работу.

НАЛАДКА НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ И ВЫБОР КОЛЕС ГИТАРЫ ДЕЛЕНИЯ-ОБКАТА проводится также как и при фрезеровании цилиндрических зубчатых колес.

НАЛАДКА ГИТАРЫ РАДИАЛЬНОЙ ПОДАЧИ производится по формуле, согласно решения уравнения (10):

$$\frac{a}{b} = \frac{S_p}{19} \cdot \frac{n_{фр}}{Z},$$

где S_p - радиальная подача, мм/мин;

$n_{фр}$ - фактическая частота вращения фрезы, об/мин;

Z - число зубьев нарезаемого колеса.

УСТАНОВКА ИНСТРУМЕНТА ПО ВЫСОТЕ

У червячных колес положение оси червяка должно выдерживаться от базового торца колеса в установленных допусках.

Поэтому инструмент устанавливается по высоте с измерением расстояния от опорной поверхности базового торца до центра оправки суппорта при горизонтально положении суппорта (нулевое положение).

ПУСК СТАНКА В РАБОТУ

После произведенной настройки приступают к фрезерованию. Нажимом на кнопку “Пуск” главного электродвигателя сообщают рабочее вра-

шение фрезе и столу. Включение подачи производят поворотом рукоятки 9 (рис. 1) в положение “вверх”, а рукояток 7 и 8 в положение “включено”, останов рабочей подачи по окончании резания происходит автоматически. После этого производят съем заготовки (изделия) и быстрый подъем суппорта вверх нажимом на кнопку “вверх”.

Режимы обработки при зубофрезеровании Назначение рационального режима резания при зубофрезеровании заключается главным образом в выборе наиболее выгодного сочетания скорости резания и подачи, обеспечивающих в данных условиях наибольшую производительность обработки и наименьшую стоимость операций. Для уменьшения машинного времени следует работать с возможно большей технологически допустимой подачей и соответствующей этой подаче скорости резания.

ВЫБОР ЧИСЛА ЗАХОДОВ ЧЕРВЯЧНОЙ МОДУЛЬНОЙ ФРЕЗЫ. При черновой обработке зубчатых колес с $m=2,75 - 12$ мм число заходов червячной модульной фрезы $K=2 - 3$, в остальных случаях $K=1$.

ВЫБОР ПОДАЧИ. Размер технологически допустимой подачи при нарезании зубчатых колес выбирается с учетом заданного качества обработанной поверхности, точности зубьев, мощности станка и модуля зубчатых колес. В табл. 4 и 5 приведены подачи на один оборот заготовки, а в табл. 6 и 7 - поправочные коэффициенты на подачу для измененных условий работы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ. Для повышения производительности зубофрезерования и увеличения стойкости червячных фрез в нормативах предусматриваются осевые перемещения фрезы за время ее работы между двумя переточками. Необходимые данные на осевые перемещения приведены в табл. 8. Скорость резания определяется по табл. 9 (однозаходными фрезами) и 10 (двухзаходными фрезами). Поправочные коэффициенты на скорость резания K_v и мощность K_N для измененных условий работы даны в табл. 11 - 14.

Подачи при нарезании зубчатых колес однозаходными фрезами

Таблица 4

Характер обработки	Материал	Модуль m , мм	Мощность N привода станка, кВт		
			1,5 - 2,8	3 - 4	5 - 9
			Подача на один оборот S_b мм/об		

Черновое нарезание	Сталь 45	1,5	0,8 - 1,2	1,4 - 1,8	1,6 - 1,8
		2,5	1,2 - 1,6	2,4 - 2,8	2,4 - 2,8
		4,0	1,6 - 2,0	2,6 - 3,0	2,8 - 3,2
	Чугун	1,5	0,9 - 1,3	1,6 - 2,2	1,8 - 2,2
		2,5	1,3 - 1,8	2,6 - 3,0	2,6 - 3,0
		4,0	1,8 - 2,2	2,8 - 3,2	3,0 - 3,5
Чистовое нарезание по сплошному металлу	Сталь 45	1,5 - 2 3,0	1,0 - 1,2 1,2 - 1,8	Шероховатость поверхности $Ra=3,2$	
	Чугун серый	1,5 - 2 3,0	1,2 - 1,4 1,4 - 1,8		

Подачи при нарезании зубчатых колес двухзаходными фрезами

Таблица 5

Характер обработки	Материал	Модуль m , мм, до	Мощность N привода станка, кВт		
			1,5 - 2,8	3 - 4	5 - 9
			Подача на один оборот S_b мм/об		
Черновое нарезание	Сталь 45	2,5	1,1 - 1,2	1,8 - 2,0	1,8 - 2,0
		4,0	1,2 - 1,5	2,0 - 2,4	2,0 - 2,4
	Чугун серый	2,5	1,1 - 1,3	2,0 - 2,2	2,0 -
		4,0	1,3 - 1,7	2,0 - 2,4	2,2 2,3 - 2,4

Поправочный коэффициент K_{ms} в зависимости от механической характеристики стали

Таблица 6

Марка стали	Твердость HB	Коэффициент K_{ms}	Марка стали	Твердость HB	Коэффициент K_{ms}
35	156...187	1,0 0,9	30X, 40X	156...207	1,0
45	170...207		12XH4A, 20XHM	156...229	0,9
45	До 241		18XГТ, 20X	156...229	0,9

Поправочный коэффициент $K_{\beta s}$ в зависимости от угла наклона зубьев

Таблица 7

Угол наклона зубьев, град	Коэффициент $K_{\beta s}$	
	Одноименное направление зуба колеса и витков фрезы	Разноименное направление зуба колеса и витков фрезы

0	1,0	1,0
15	0,90	0,75
30	0,80	0,65
45	0,65	0,50
60	0,45	0,35

Осевые перемещения червячной фрезы

Таблица 8

Модуль нарезаемого зубчатого колеса m , мм	Число нарезаемых зубьев						
	12	20	30	40	60	80	120
	Количество осевых перемещений фрезы						
1	13	10	8	7	6	5	4
2	9	7	5	4	4	3	2
3	7	5	4	3	3	2	1
4	7	5	4	3	3	2	1

Скорости резания при нарезании зубчатых колес однозаходными фрезами

Таблица 9

Характер обработки	Подача S_b , мм/об	Модуль нарезаемого зуба m , мм		
		3	4	4
		Скорость резания v , м/мин		Мощность N , кВт
Черновое нарезание под последующую обработку	0,8	57	57	0,7
	1,1	48	48	0,8
	1,5	42	42	0,9
	2,0	36	36	1,1
	2,8	30,5	30,5	1,2
	3,7	26,5	26,5	1,4
Чистовое нарезание по сплошному металлу	до 0,7	60		
	0,9	48		
	1,1	41		
	1,3	35		
	1,6	29		
	2,0	24,5		
	2,5	20		

Скорости резания при нарезании зубчатых колес двухзаходными фрезами

Таблица 10

	Подача S_b , мм/об	Модуль нарезаемого зуба m , мм до	
		4	4

Характер обработки		Скорость резания v , м/мин	Мощность N , кВт
Черновое нарезание	0,6	56,5	0,9
	0,8	49	1,1
	1,1	41,5	1,3
	1,5	35,5	1,4
	2,0	30,5	1,8
	2,8	26,5	1,9
	3,7	22,5	2,3

Поправочные коэффициенты K_{mv} и K_{mN} в зависимости от механических характеристик стали

Таблица 11

Марка стали	Твердость HB	Коэффициенты	
		на скорость резания K_{mv}	на мощность K_{mN}
35	156...187	1,1	1,0
45	170...207	1,0	1,0
35X, 40X	До 241	0,8	1,0
12ХН4А, 20ХНМ,	156...207	1,0	1,0
18ХГТ, 20Х, 12ХН3А	156...229	0,9	1,0

Поправочные коэффициенты $K_{\omega v}$ и $K_{\omega N}$ в зависимости от осевых перемещений фрезы

Таблица 12

Количество перемещений фрезы ω	Коэффициент $K_{\omega v} = K_{\omega N}$
0	1,0
1	1,1
2 и более	1,2

Поправочные коэффициенты K_v и K_N в зависимости от количества рабочих ходов

Таблица 13

Количество рабочих ходов	Коэффициенты
--------------------------	--------------

		На скорость резания K_v	на мощность K_N
Один рабочий ход		1,0	1,0
Два рабочих хода	Первый рабочий ход	1,0	0,6
	Второй рабочий ход	1,4	0,4

Поправочные коэффициенты $K_{\beta v}$ и $K_{\beta N}$ в зависимости от угла наклона зубьев

Таблица 14

Угол наклона зубьев, град	Коэффициент $K_{\beta v} = K_{\beta N}$	Угол наклона зубьев, град	Коэффициент $K_{\beta v} = K_{\beta N}$
0	1,0	45	0,8
15	1,0	60	0,7
30	0,95		

Пример наладки станка. Настроить станок на нарезание цилиндрического косозубого колеса со следующими параметрами: модуль $m=3$ мм, число зубьев $Z=60$, угол наклона зубьев $\beta=30^\circ$, направление зубьев - левое, материал колеса - сталь 45; инструмент: червячная левая однозаходная фреза из стали P18, диаметр фрезы $D_\phi=80$ мм, угол подъема витков $\gamma=4^\circ$. Операция - черновое нарезание за один рабочий ход под вторичное зубофрезерование.

Станок универсальный зубофрезерный полуавтомат мод. 5В310, наибольший обрабатываемый модуль $m=4$ мм, мощность привода главного движения $N_{ст}=2,8$ кВт.

Назначение режимов резания:

а) по табл. 4 выбираем величину вертикальной подачи S_b . При черновом нарезании зубчатого колеса с $m=3$ мм из стали 45 для станков с мощностью $N=2,8$ кВт она составляет 1,6 мм/об.

По табл. 6 и 7 поправочные коэффициенты на подачу:

$K_{ms}=0,9$ - для стали 45;

$K_{\beta s}=0,8$ - для угла наклона зуба $\beta=30^\circ$.

Тогда нормативная подача $S_{bn} = S_b \cdot K_{ms} \cdot K_{\beta s} = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,152$ мм/об.

Настраиваемая подача принимается равной $S_b=1,1$ мм/об.

б) по табл. 8 для нарезаемого модуля $m = 3$ мм и при подаче $S_b = 1,1$ мм/об для однозаходной фрезы нормативная скорость резания составляет $v_n = 48$ м/мин.

По табл. 11-14 определяем поправочные коэффициенты на скорость резания:

$K_{mv} = 1$ - для стали 45;

$K_{\omega v} = 1,2$ - для числа осевых перемещений фрезы $\omega = 3$ (табл. 12);

$K_{\beta\omega} = 0,95$ - для угла наклона зуба $\beta = 30^\circ$;

$K_v = 1$ - для одного рабочего хода.

При этом уточненная нормативная скорость резания будет равна:

$$v_n = 48 \cdot K_{mv} \cdot K_{\omega v} \cdot K_{\beta\omega} \cdot K_v = 48 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 1 = 54,72 \text{ м/мин.}$$

с) определение частоты вращения фрезы производится по уточненной нормативной скорости резания v и диаметру фрезы $D_{фр}$:

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot v}{D_{фр}} = \frac{1000 \cdot 54,72}{100} = 547,2 \text{ об/мин.}$$

Для наладки принимаем ближайшее (имеющееся на станке) значение частоты вращения фрезы $n_{фр}^{\phi} = 200$ м/мин.

д) при этом фактическая скорость резания будет:

$$v_{фр} = \frac{D_{фр} \cdot n_{фр}^{\phi}}{1000} = \frac{100 \cdot 200}{1000} = 20 \text{ м/мин.}$$

е) нормативная мощность резания по табл. 8 при $S_b = 1,1$ мм/об и модуле $m = 3$ мм составляет $N_n = 0,8$ кВт. По табл. 11-14 поправочные коэффициенты на мощность резания равны:

$K_{mN} = 1,0$ - для стали 45;

$K_{\omega N} = 1,2$ - для числа осевых перемещений фрезы $\omega = 3$ (табл. 10);

$K_{\beta N} = 0,95$ - для угла наклона зуба $\beta = 30^\circ$;

$K_N = 1$ - для одного рабочего хода.

При этом уточненная нормативная мощность резания составляет:

$$N_n = 0,8 \cdot K_{mN} \cdot K_{\omega N} \cdot K_{\beta N} \cdot K_N = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,912 \text{ кВт.}$$

По паспорту станка модели 5В310 мощность на шпинделе при $n = 200$ об/мин составляет 1,27 кВт. Следовательно выбранный режим обработки осуществим.

ж) необходимо провести контроль действительного числа оборотов стола по формулам:

$$n_{\Gamma} = \frac{n_{фр}^{\phi} \cdot K}{Z} \leq 1 \text{ об/мин;}$$

$$n_{\Gamma} = \frac{200}{60} = 3\frac{1}{3} \text{ об/мин.}$$

Наладка цепи главного движения. Исходя из расчетной частоты вращения подбираем сменные колеса гитары скоростей

$$\frac{A_{\Phi} 200}{B 14242}$$

Из прилагаемого к станку набора подходят колеса с числом зубьев: A=38; B=27.

Выбранные колеса обеспечивают условие сцепляемости A+B=65.

Наладка цепи дифференциала. Формула настройки гитары дифференциала, согласно уравнения (7)

$$\frac{A_2 38 8 38 8 60 8 38}{B_2 27 24 31 31} \cdot \frac{A_4 41 40 4}{B_4 32 30 8}$$

Условие сцепляемости выполняется

$$A + B > C + 20, \Rightarrow 40 + 30 \geq 24 + 20;$$

$$C + D \geq B + 20, \Rightarrow 24 + 48 \geq 30 + 20.$$

Наладка цепи деления - обката. Согласно уравнения (3) органом настройки является двухпарная гитара сменных колес

$$\frac{A 24 25}{B 25 60} \text{ или } \frac{24}{25} \cdot \frac{25}{60}$$

Проверяем на условие сцепляемости согласно равенств (9):

$$A + B \geq C + 20, \Rightarrow 24 + 25 \geq 25 + 20;$$

$$C + D > B + 20, \Rightarrow 25 + 60 > 25 + 20.$$

Наладка цепи вертикальных подач также сводится к подбору сменных колес удовлетворяющих согласно уравнения (5) равенству:

$$\frac{A 33 31 33}{B 35 70}$$

Проверяем на условие сцепляемости:

$$A + B \geq C + 20 \Rightarrow 33 + 50 \geq 35 + 20;$$

$$C + D \geq B + 20 \Rightarrow 35 + 70 \geq 50 + 20.$$

Установка угла наклона суппорта. В данном примере при одноименном направлении винтовой линии зубьев нарезаемого колеса и витков фрезы (левом) угол наклона суппорта равен

$\lambda_{\text{фрез}} = \lambda_{\text{кол}} = 2^\circ$.

Установка и закрепление заготовки. Проверяем ее биения при помощи индикатора. Подобранные колеса гитары скоростей, деления, дифференциала и вертикальной подачи устанавливаются в соответствующие кинематические цепи станка.

Установка глубины фрезерования. Для этого подводим стол с заготовкой к фрезе до их легкого соприкосновения. Затем, подняв суппорт с фрезой, перемещаем стол с заготовкой на величину желаемой глубины резания. При обработке зубчатого колеса за один проход глубина фрезерования равна $h_{\text{фрез}} = 3,35$ мм. Перемещение фрезы в радиальном направлении отсчитываем по лимбу.

Установка упоров. Упоры автоматически выключают подачу суппорта по окончании резания.

Запуск станка в работу. Нажимаем кнопку “пуск” главного электродвигателя. Включаем подачу поворотом рукояток. Останов рабочей подачи по окончании резания происходит автоматически.

Определение машинного времени обработки.

$t_{\text{маш}} = 3,35 \cdot 3,35 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 11,21$ мин.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

НАЛАДКА ЗУБОДОЛБЕЖНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 5В12 ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

З а д а н и е

1. Изучить устройство и работу зубодолбежного станка.
2. Произвести полный расчет наладки зубодолбежного станка для нарезания блока зубчатых колес.
3. Нарезать зубчатое колесо.
4. Произвести необходимые измерения.
5. Составить отчет о проделанной работе.

Ц е л ь р а б о т ы

1. Ознакомиться с устройством зубодолбежного станка, назначением и действием его основных узлов, расположением и назначением рукояток управления станком.

2. Научиться практическим приемам наладки станка: требуемой частоты движения долбяка; нужной длины хода долбяка; гитары деления и обката, круговой и радиальной подачи.

3. Освоить приемы работы на станке.

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

1. Зубодолбежный станок модели 5В12.
2. Комплект сменных зубчатых колес.
3. Долбяки.
4. Оправка для заготовки.
5. Заготовки деталей.
6. Набор необходимого слесарного инструмента.
7. Мерительный инструмент: индикатор, штангенциркуль, штангензубомер, зубомерный микрометр или индикаторная скоба.
8. Плакат “Кинематическая схема станка”.

Зубодолбежный станок модели 5В12 предназначен для нарезания цилиндрических колес с прямыми и винтовыми зубьями как с наружным, так и с внутренним зацеплением. В условиях серийного производства станок позволяет нарезать зубья блоков шестерен. Зубчатые колеса на станке можно нарезать за один или несколько проходов, соответственно изменяя настройку станка.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Наибольший диаметр обрабатываемых колес, мм	208
Модуль нарезаемых зубьев, мм	1-4
Наибольшая ширина нарезаемого колеса, мм	50
Наибольший ход штосселя, мм	55
Наибольшее расстояние от стола до торца штосселя, мм	140
Числа двойных ходов долбяка, мин	200, 315 425, 600
Пределы круговых подач на 1 двойной ход долбяка, мм	0,1...0,06

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКА (рис.1): НС – нижняя станина; ВС – верхняя станина; СС – средняя станина; СП – суппорт; СТ – стол; ПУ - панель управления.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА (рис.2): 1 - линейный выключатель; 2 - квадрат регулирования длины хода штосселя; 3 - квадрат для поворота кривошипно-шатунного механизма; 4 - гайка стопорения пальца кривошипа; 5 - квадрат для изменения длины шатуна; 6 - гайки крепления шатуна; 7 - стопорный винт для регулирования зазора в зацеплении сектора со штосселем; 8 - квадрат для перемещения суппорта; 9 - квадрат для вращения кулаков врезания; 10 - рукоятка реверса суппорта; 11, 12, 13, 14 - кнопки панели управления; 15 - квадрат для установки глубины врезания; 16 - включение охлаждения; 17 - квадрат для вращения делительной пары суппорта; 18 - квадрат фиксации суппорта; 19 - рукоятка переключения кулаков врезания; 20 - гайки фиксации суппорта; 21 - квадрат для ручного вращения стола; 22 - ручка управления гидрозажимом; 23 - рукоятка реверса стола; 24 - конечный выключатель для останова станка; 25 - ручка для перекидки ремней.

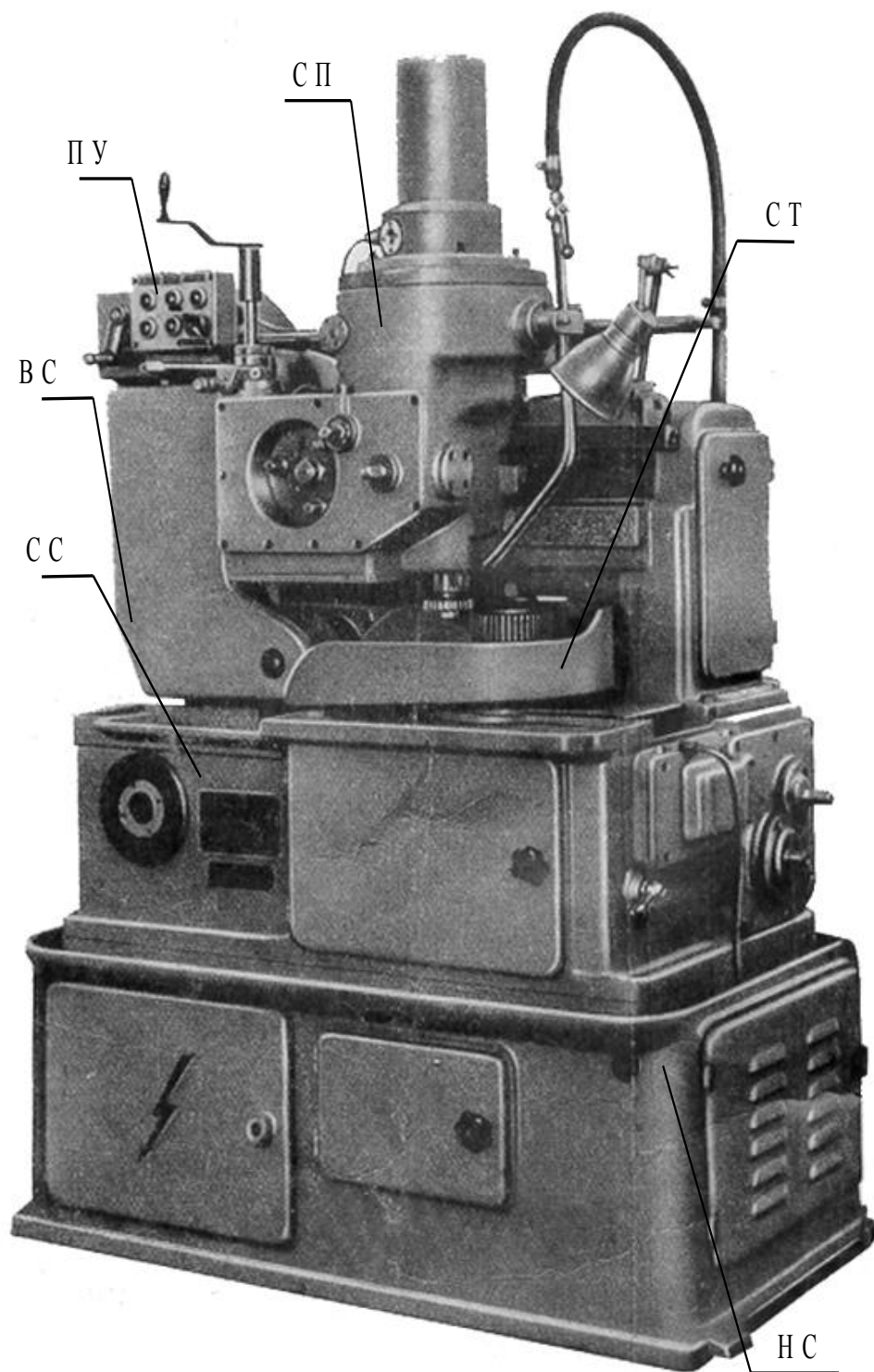
Краткое описание конструкции станка

Станок (рис. 1) имеет вертикальную компоновку. В нижней станине, представляющей собой жесткую тумбу, смонтированы: электродвигатель главного движения

АОЛ42-6 мощностью 1,7 кВт и числом оборотов в минуту 950, электродвигатель АОЛ31-4 мощностью 0,6 кВт и числом оборотов в минуту 1440, насос гидросистемы, пластинчатый фильтр, напорный золотник Г54-13, реверсивный золотник с ручным управлением Г74-12, клапан предохранительный (разгрузочный) А85-13 и реле управления Г62-21.

Рис.
1. Зубо-
долбеж-
ный ста-
нок мо-
дели
5В12

Кроме
того, в
от-
дель-
ной
нише
ниж-
ней
стани-
ны,
кото-
рая
изо-
лиро-
вана
от по-
пада-
ния
пыли
и гря-
зи, а
также
масла
и
охла-
жда-



ющей жидкости смонтировано электрооборудование, а на отдельной плите - электронасос охлаждения ПА-22, производительностью 22 л в минуту.

В нижней станине предусмотрены резервуары для масла и охлаждающей жидкости гидросистемы.

Средняя станина крепится к нижней станине болтами. В средней станине смонтированы: стол, механизмы реверсирования, качания и регулирования величины отвода стола при холостом ходе режущего инструмента.

Стол устанавливается на скалках: на нем смонтированы шпиндель, колесо и червяк.

Верхняя станина крепится к средней станине. В верхнюю станину вмонтированы: главный вал кривошипно-шатунного механизма, механизм радиальных и круговых подач, механизм реверсирования суппорта, механизм деления, механизм ручного поворота кулаков, механизм отвода суппорта, конечный выключатель, кронштейн местного освещения и панель управления станком.

Суппорт смонтирован на направляющих верхней станины. В корпусе суппорта имеется штоссель, червячное колесо и червяк делительной пары суппорта, подвижная и неподвижная направляющие штосселя, механизм перемещения и установки суппорта, коромысло с сектором и масляный насос.

Особенностью станка является короткая кинематическая цепь обкатки, достигнутая благодаря отсутствию вертикальных валов и конических колес. Отсутствие вертикальных валов позволяет легко переналадить станок на обработку удлиненных шестерен-валиков, для чего устанавливают прокладки между верхней и нижней станинами.

Станок позволяет нарезать удлиненные рейки. На станке может быть установлен гидрозажим изделия. Обслуживание станка удобно и не требует времени на переналадку. Применяются механизмы реверсирования и переключения кулаков.

Все эти особенности резко сокращают время, связанное с переналадкой станка, а использование гидрозажима значительно сокращает потери времени на зажим заготовок.

Кинематическая схема и наладка кинематических цепей станка

Кинематическая схема станка представлена на плакате

Главное движение - возвратно-поступательное движение долбяка.

Цепь начинается от электродвигателя М1 мощностью $N=1,7$ кВт и частотой вращения $n=950$ мин⁻¹. Далее движение передается через 4-ступенчатую клиноременную передачу со сменными шкивами, кривошипно-шатунный механизм (КШМ), связанный с цилиндрической рейкой РЗ при помощи зубчатого сектора. Частота двойных ходов долбяка в минуту регулируется сменой шкивов d_1 и d_2 и составляет 200, 315, 425, 600 дв. ход/мин.

Уравнение кинематического баланса имеет вид

$$950 \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8} = n_{\text{длб}} \quad (1)$$

Частота движения долбяка определяется по формуле:

$$n = \frac{1000}{2 \cdot L}, \quad (2)$$

где n – частота движения долбяка, дв.ход./мин;

v – выбираемая скорость резания, м/мин;

$L = b + \ell_1$ – длина хода долбяка, мм;

b – ширина (высота) заготовки, мм;

ℓ_1 – ширина врезания и перебега долбяка, мм.

Движения подачи

1. Цепь деления и обката обеспечивает кинематическую связь вращения долбяка и заготовки. Конечными звеньями являются: штоссель с долбяком → стол с заготовкой.

Цепь обката и деления включает в себя червячную пару 90-1, вал VII; колеса 64-35; 35-64; 64-72; 72-64 вал III; сменные колеса $A_2 - B_2$, $C_2 - D_2$ (гитара деления) вал IX; зубчатые колеса 52-74-44-35; 35-80-39; червячную пару 1-120 и стол с заготовкой.

Гитара сменных зубчатых колес настраивается из условия, что при повороте долбяка на $\frac{1}{Z_q}$ часть оборота заготовка повернется на $\frac{1}{Z_{заг}}$ оборота, где Z_q и $Z_{заг}$ – числа зубьев долбяка и нарезаемого зубчатого колеса.

Расчетные перемещения конечных звеньев имеют вид

$$\frac{1}{Z_q} \rightarrow \frac{1}{Z_{заг}}.$$

Уравнение кинематического баланса данной цепи:

$$\frac{1}{Z_q} - \frac{1}{Z_{заг}} = 0. \quad (3)$$

Решая уравнение относительно неизвестного передаточного отношения гитары деления-обката получаем

$$\frac{A_2}{B_2} \cdot \frac{C_2}{D_2} = \frac{Z_d}{Z_{заг}}, \quad (4)$$

Подобранные колеса гитары обката-деления должны удовлетворять условию сцепляемости:

$$\frac{A_2}{B_2} \cdot \frac{C_2}{D_2} = \frac{Z_d}{Z_{заг}},$$

2. Цепь круговой подачи. Круговая подача $S_{кр}$ – это вращение долбяка, поворот точки на делительной окружности долбяка за его двойной ход.

Движение заимствуется от цилиндрической рейки P_3 и дальше передается по цепи: кривошипный механизм, червячная пара 4-50; вал II; сменные колеса $A_1 - B_1$ (гитара круговой подачи); зубчатые пары 64-72, 72-64, 64-35, 35-64, вал VII; червячная пара (1-90) на штоссель с долбяком.

За один двойной ход долбяк должен снять слой металла, соответствующий круговой подаче $S_{кр}$ (мм/дв.ход), а один двойной ход долбяк совершает за один оборот вала II, отсюда уравнение кинематического баланса цепи круговых подач имеет вид

$$\frac{A_1 \cdot B_1 \cdot C_1 \cdot D_1}{E_1 \cdot F_1 \cdot G_1 \cdot H_1} = \frac{S_{кр}}{S_{кр1}}, \quad (5)$$

отсюда выражаем гитару $A_1 - B_1$ цепи круговой подачи

$$\frac{A_1}{B_1} = \frac{358}{D_1} \cdot S_{кр1}, \quad (6)$$

где $D_1 = mZ_q$ - диаметр делительной окружности долбяка;

m - модуль;

Z_q - число зубьев долбяка.

Подобранные колеса гитары обката-деления должны удовлетворять условию сцепляемости:

$$A + B = 11.$$

К станку прилагается комплект сменных шестерен с числами зубьев: 24, 26, 27, 28, 31, 34, 36, 38, 40, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 94, 95, 96, 98.

3. Цепь радиальной подачи. Радиальная подача S_p (перемещение оси штосселя с долбяком в направлении к оси заготовки) осуществляется через червячную пару 4-50; сменные шестерни гитары круговых подач $A_1 - B_1$, вал III; сменные шестерни гитары деления-обката $A_2 - B_2 - C_2 - D_2$, зубчатую пару 40-80 вал X; одну из вводимых в зацепление трех пар зубчатых колес: 28-48 (при однопроходном кулаке) или 35-41 (при двухпроходном кулаке) или 48-28 (при трехпроходном кулаке), вал XI; червячную передачу 1-100; кулак врезания KB, рейку P, закрепленную в корпусе шпиндельной бабки. Когда ролик рейки попадает в выемку кулака, то суппорт под действием пружины и рейки перекачивается в исходное положение.

Уравнение кинематического цепи радиальной подачи имеет вид:

$$\frac{A_1 \cdot B_1 \cdot C_1 \cdot D_1 \cdot E_1 \cdot F_1 \cdot G_1 \cdot H_1}{I_1 \cdot J_1 \cdot K_1 \cdot L_1 \cdot M_1 \cdot N_1} = \frac{S_p}{S_{п1}}, \quad (7)$$

где N - шаг кулака врезания.

Однозаходный кулак предназначен для обработки заготовки за один проход, двухпроходный кулак - для обработки заготовки за два прохода, трехпроходный кулак - за три прохода (заготовка совершает за цикл обработки три оборота).

Вспомогательные движения в станке (плакат):

- качательное движение стола, осуществляется от кулака на валу через систему рычагов;
- ручное перемещение штосселя долбяка, осуществляется при помощи шестерен 3 и 4;
- ручной поворот кулака радиальной подачи осуществляется посредством шестерен 12, 5, 6;

- ручное перемещение суппорта, осуществляется посредством червяка 34 и шестерен 31 (червяк 34 при этом выключается) 35, 32 и реек 1 и 2.

Н а л а д к а с т а н к а

Наладка станка производится в следующем порядке:

1. Назначение режимов резания.
2. Установка числа двойных ходов долбяка.
3. Наладка гитары деления – обката.
4. Наладка гитары круговой подачи.
5. Установка долбяка.
6. Выбор оправки и крепление заготовки.
7. Установка и проверка точности установки оправки.
8. Установка и проверка точности установки заготовки.
9. Установка длины хода долбяка.
10. Установка хода долбяка относительно заготовки.
11. Установка долбяка на глубину врезания.
12. Установка гитары деления-обката, круговой подачи в соответствующие кинематические цепи.
13. Настройка подачи на глубину врезания.
14. Пуск станка.

УСТАНОВКА ДОЛБЯКА

Перед установкой долбяка на шпиндель следует убедиться, что шпиндель совершенно чист. Долбяк насаживается на шпиндель без ударов режущими кромками вниз (рис. 4). Если между долбяком и шпинделем прокладывается опорное кольцо, то последнее должно иметь достаточный наружный диаметр для обеспечения жесткого крепления долбяка.

ВЫБОР ОПРАВКИ И КРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ

Оправка 1, на которой крепится заготовка, имеет обратный конус и вставляется в шпиндель 2 стола снизу (рис. 4). Заготовка 3 центрируется оправкой и садится на подставку 4, имеющую точно обработанные торцовые плоскости с допуском на непараллельность их в 0,005 мм на 100 мм линейного размера плоскости торца. Между отверстием подставки и оправкой обязателен зазор. Сверху заготовка прижимается болтом 5 (или гайкой, в зависимости от конструкции оправки) через специальную шайбу.

Подставка и прижимная шайба должны иметь достаточно большой диаметры для обеспечения жесткого крепления заготовки. При этом не должны препятствовать работе долбяка.

УСТАНОВКА И ПРОВЕРКА ОПРАВКИ

Оправку перед ее установкой, а также и конус стола необходимо тщательно протереть. Оправка должна точно садиться в коническое отверстие планшайбы стола. После установки оправку проверить на биение при вращении шпинделя стола вручную. Чтобы осуществить вращение необходимо отключить стол от кинематической цепи станка,

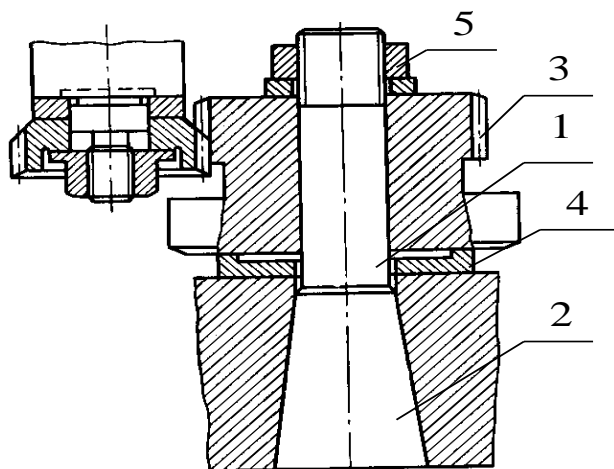


Рис. 43. Схема установки долбяка и заготовки

что достигается поворотом рукоятки 23 (рис. 2) в нейтральное (среднее) положение. Пользуясь квадратом 21, вращать стол при помощи съемной кривошипной рукоятки. Биение оправки на расстоянии 200 мм от поверхности планшайбы стола и ниже не должно быть более 0,01 мм.

Рис. 4.Схема установки долбяка и заготовки

УСТАНОВКА И ПРОВЕРКА ЗАГОТОВКИ

Заготовка должна плотно садиться на цилиндрическую часть оправки. Торцы заготовки, подставки и зажимной шайбы должны быть совершенно чистыми.

При нарезании одного или нескольких колес необходимо перед зажатием проверить concentricity внешнего диаметра по отношению к отверстиям. Для этого каждую заготовку поворачивают на оправке вручную, измеряя биение внешнего диаметра индикатором. Допускаемое биение - от 0,02 до 0,06 мм в зависимости от модуля, диаметра и степени точности нарезаемого колеса.

После проверки заготовки закрепляются так, чтобы при нарезании они не сдвигались.

УСТАНОВКА ЧИСЛА ДВОЙНЫХ ХОДОВ ДОЛБЯКА

Число двойных ходов долбяка в минуту, устанавливаемое при обработке данного колеса, зависит от длины хода долбяка и требуемой скорости резания и определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{v \cdot 100}{2 \cdot L},$$

где n - число двойных ходов долбяка, мин.;

v - средняя скорость резания, м/мин;

L - длина хода долбяка, мм.

Всего на станке можно получить четыре ступени чисел двойных ходов долбяка в минуту: 200, 315, 425 и 600.

Подобрав ближайшее к вычисленному по указанной формуле число двойных ходов долбяка в минуту, переставляют ремни в соответствующие ручки ступенчатых шкивов привода станка.

УСТАНОВКА ДЛИНЫ ХОДА ДОЛБЯКА

Минимальная длина хода долбяка вычисляется по одной из следующих формул:

$$L = \frac{5 \cdot B}{4} \quad \text{или} \quad L = B + h,$$

где L - длина хода долбяка, мм;

B - суммарная толщина группы одновременно нарезаемых колес, мм;

h - суммарный выход долбяка, мм.

Величину выхода можно определить по формуле:

$$h = \frac{B}{4}.$$

Величина хода долбяка измеряется непосредственно отсчетом по линейке, установленной сбоку шпинделя.

Для изменения длины хода долбяка надо освободить гайку 4 (рис. 2) пальца кривошипа и винтом 2 изменить величину эксцентриситета пальца. После установки требуемой длины хода долбяка гайку 4 следует надежно затянуть.

УСТАНОВКА ХОДА ДОЛБЯКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАГОТОВКИ

Заготовку закрепляют на рабочем столе станка и устанавливают длину хода долбяка так, чтобы режущая кромка его при своем нижнем положении выходила за нижний торец заготовки на величину не менее 0,1 длины хода долбяка и при своем верхнем положении - выше верхнего торца заготовки на ту же величину.

Если длина хода долбяка равна величине, вычисленной по приведенным выше формулам, то можно ограничиться измерением только верхнего расстояния от заготовки до режущей кромки долбяка, вычисленного по одной из следующих формул:

$$h_b = L - B,$$

$$h_b = L - h,$$

$$h_b = L - B - h,$$

где h_b - расстояние от верхнего торца заготовки до режущей кромки долбяка при верхнем крайнем положении долбяка;

L - длина хода долбяка;

B - толщина заготовки или суммарный выход долбяка, мм;

h - суммарный выход долбяка.

УСТАНОВКА ДОЛБЯКА НА ГЛУБИНУ ВРЕЗАНИЯ

Подвод инструмента к заготовке и последующая установка на глубину зуба выполняются в следующем порядке (рис. 2):

1) вращением валика 9 приводят кулачок врезания в положение, соответствующее близкому окончанию обработки, т.е. в положение, вслед за которым ролик рейки попадает в вырезанную часть кулака;

2) вращением валика 3 переводят режущую кромку долбяка на высоту, соответствующую середине ширины заготовки так, чтобы палец кривошипа находился по левую сторону от центра кривошипного вала;

3) освободив гайки 20 и, выведя червяк валика 15 из зацепления с колесом, вращением валика 8 подводят долбяк к заготовке на расстояние, равное приблизительно 1 мм, после чего червяк валика 15 снова вводят в зацепление;

4) поставив рукоятку 10 в нейтральное (среднее) положение вращением валика 17, зуб долбяка приводят в такое положение, при котором линия симметрии зуба долбяка совпадает с прямой линией соединяющей центр долбяка с центром заготовки;

5) вращением валика 15 подводят зуб долбяка до едва заметного соприкосновения с образующей заготовки, при этом палец кривошипа должен находиться по левую сторону от центра кривошипного вала;

6) вращением валика 3 переводят долбяк в крайнее верхнее положение;

7) кольцо с делениями, находящееся на валике 15, ставят на нуль и затем, вращая валик 15, подводят суппорт к заготовке на расстояние, равное глубине зуба; при этом необходимо учитывать, что один оборот валика соответствует 1 мм, а одно деление лимба соответствует 0,02 мм перемещения суппорта;

8) затянув гайки 20 и вращая валик 9, поворачивают кулак врезания до тех пор, пока ролик рейки не попадет в выемку кулака, вследствие этого суппорт отойдет влево;

9) обе рукоятки 10 и 23 переводят в крайние одинаковые положения (обе влево или обе вправо), что необходимо при нарезании колес внешнего зацепления, а при нарезании колес внутреннего зацепления одну рукоятку ставят в крайнее левое положение, другую - в крайнее правое.

НАЛАДКА ГИТАРЫ ДЕЛЕНИЯ

Подбор сменных шестерен гитары деления производится по формуле:

$$\frac{A_2 \cdot C_2}{B_2 \cdot D_2} = \frac{Z_q}{Z_{заг}},$$

где A_2 , B_2 , C_2 и D_2 - число зубьев сменных шестерен гитары деления;

Z_q - число зубьев долбяка;

$Z_{заг}$ - число зубьев нарезаемого колеса.

Шестерня A_2 является ведущей и зацепляется с шестерней B_2 , шестерни B_2 и C_2 сидят на пальце гитары и соединяются общей шпонкой, шестерня C_2 находится в зацеплении с шестерней D_2 и является по отношению к D_2 ведущей.

НАСТРОЙКА ГИТАРЫ КРУГОВЫХ ПОДАЧ

Чтобы получить заданную подачу, следует подобрать сменные шестерни гитары круговых подач по формулам:

$$\frac{A}{B} = \frac{358}{D} \cdot S_{кр}, \quad A+B=11,$$

где A - число зубьев ведущей шестерни;

B - число зубьев ведомой шестерни;

D - диаметр делительной окружности долбяка;

$S_{кр}$ - круговая подача на 1 двойной ход долбяка, мм.

НАЛАДКА СТАНКА НА ОБРАБОТКУ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОСОЗУБЫХ КОЛЕС

Производится в той же последовательности, что и наладка для прямозубых колес. Дополнительно нужно установить на штоссель долбяка вместо прямолинейного копира - копир винтовой.

При обработке колес, кроме движения обката – деления и возвратно-поступательного движения инструмента долбяку сообщается дополнительный поворот (винтовое движение) с помощью винтовых направляющих (рис.5). Неподвижный копир 1 связан с червячным колесом $Z=90$, а подвижный 2 – закреплен на шпинделе и совершает возвратно-поступательное движение, скользя при этом по неподвижному копиру. Копиры - сменные.

Для каждого значения величины хода винтовой линии зуба требуется свой копир, так как долбяк и винтовая направляющая имеют одинаковые шаги, то с помощью одной винтовой направляющей можно обрабаты-

вать колеса с различным углом наклона, применяя для этой цели долбяки различного диаметра. Угол наклона винтовой направляющей определяется из соотношения:

$$\sin \beta = \frac{\tan \alpha_q}{P_n},$$

где P_n - высота подъема (шаг) винтовой направляющей, и не превышает 45° из-за возникающих усилий.

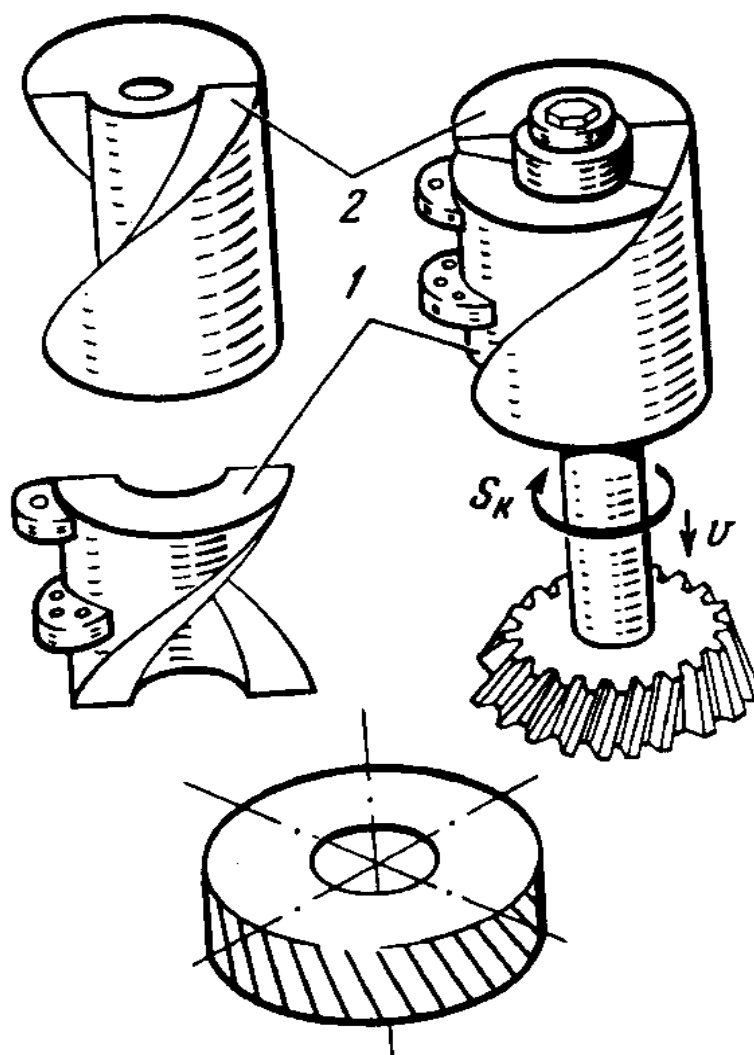


Рис.5. Устройство для нарезания косых зубьев

При обработке колес с внутренним зубом нарезаемое колесо и долбяк имеют одинаковое направление винтовой линии; при обработке колес с наружным зубом - разное.

РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ ПРИ ЗУБОДОЛБЛЕНИИ

Для рациональных режимов обработки при зубодолблении необходимо выбрать оптимальные величины круговой подачи и скорости резания, которые зависят от параметров обрабатываемого зубчатого колеса, характеристики используемого металлорежущего оборудования и требуемого качества нарезаемого зубчатого колеса.

Рекомендуемые величины круговых подач для станков с различной мощностью главного привода приведены в табл. 1, рекомендуемые скорости резания - в табл. 2, а поправочные коэффициенты на режимы резания для измененных условий работы - в табл. 3, 4, 5.

Величины подач в таблицах указаны при обработке за однопроводный рабочий цикл.

При черновой обработке и двупроводном рабочем цикле табличные значения подач следует увеличивать на 20% (умножить на коэффициент 1,2). Величины радиальных подач (при резании) определяются по формуле $S_{\text{рад}} = (0,1...0,3) S_{\text{кр}}$. Большие значения подач следует применять при обработке зубчатых колес с числом зубьев свыше 25, меньшие - с числом зубьев до 25.

Круговая подача при нарезании зубчатых колес долбяком при однопроводном цикле

Таблица 1

Характер обработки	Обрабатываемый материал	Модуль m, мм, до	Мощность привода станка N, кВт		
			1,0 - 1,5	1,6 - 2,5	2,6 - 5,0
			Круговая подача долбяка $S_{\text{кр}}$, мм/дв. ход		
Черновое нарезание под последующее зубодолбление	Сталь	4	0,35 - 0,4	0,40 - 0,45	-
		6	0,15 - 0,20	0,30 - 0,40	0,40...0,50
	Чугун	4	0,40 - 0,50	0,45 - 0,50	-
		6	0,16 - 0,22	0,30 - 0,45	0,40 - 0,50
Чистовое нарезание по сплошному металлу	Сталь	2 - 3	-	0,25 - 0,30	-
	Чугун		-	0,30 - 0,35	-
Чистовое нарезание по предварительно обработанному зубу	Сталь	4 - 8	-	0,22 - 0,25	-
	Чугун		-	0,35	-

Скорости резания при нарезании зубчатого колеса долбяком при однопроводном цикле

Таблица 2

Характер обработки	Круговая подача $S_{\text{кр}}$, мм/дв. ход	Модуль нарезаемого зуба m, мм, до			
		2	4	2	4
		Скорость резания v, м/мин		Мощность N, кВт	
Черновое и чистовое нарезание по сплошному металлу	0,10	40,5	32,5	0,2	0,7
	0,13	35,5	28,5	0,3	0,8
	0,16	32	26	0,3	0,8
	0,20	28,5	23	0,3	0,9
	0,26	25	20,5	0,4	1,1
	0,32	22,5	18,2	0,4	1,2
	0,42	19,8	16	0,4	1,4
	0,52	17,7	14,3	0,5	1,5
Чистовое нарезание	0,16	43,5		-	
	0,20	39		-	

по предвари- тельно проре- занному зубу	0,26	34,2	-
	0,32	30,7	-

Поправочные коэффициенты в зависимости от механической характеристики стали

Таблица 3

Мар- ка	Твердость НВ	Коэффициенты		
		на подачу K_{msp}	на скорость K_{mv}	на мощность K_{mp}
35	156...187	1,0	1,1	1,0
	170...207		1,0	
45	До 241	0,9	0,8	
	170...229		0,9	
	156...207	1,0	1,0	

Поправочные коэффициенты в зависимости от угла наклона зубьев

Таблица 4

Угол наклона зубьев β , град	Коэффициенты $K_{\beta v} = K_{\beta N}$		Угол наклона зубьев β , град	Коэффициенты $K_{\beta v} = K_{\beta N}$	
	сталь	чугун		сталь	чугун
0	1,0	1,0	30	0,85	0,9
15	0,9	0,95	45	0,7	0,7

Поправочные коэффициенты в зависимости от количества нарезаемых зубьев

Таблица 5

Количество нарезаемых зубьев	Коэффициент K_{zN}		Количество нарезаемых зубьев	Коэффициент K_{zN}	
	сталь	чугун		сталь	чугун
12	0,95	0,94	80	1,2	1,15
20	1,0	1,0		1,2	1,2
40	1,1	1,1			

Пример. Нарезать цилиндрическое колесо наружного зацепления с параметрами: модуль $m=2,5$ мм, число зубьев $Z_{\text{заг}}=72$; длина зуба $B=30$ мм. Материал заготовки – сталь 45. Число зубьев долбяка $Z_q=35$. Станок зубодолбежный модели 5В12, мощность привода главного движения 1,7 кВт. Операция – черновое нарезание за один рабочий ход под последующее зубодолбление.

1. Назначение режимов резания.

а) по табл. 1 выбираем величину подачи $S_{\text{кр}}$. При черновом нарезании зубчатого колеса с $m=2,5$ мм из стали 45 для станков с мощностью 1,7 кВт она составляет 0,45 мм/дв.ход. По табл. 3, поправочные коэффициенты на подачу

$K_{MS}=0,9$ – для стали 45 с твердостью HB=170...229.

Тогда нормативная подача

$$S_{\text{кр.н}} = S_{\text{кр}} \cdot K_M = 0,45 \cdot 0,9 = 0,405 \text{ мм/дв.ход.}$$

Настраиваемая подача принимается равной $S_{\text{кр.ф.}} = 0,4$ мм/дв.ход.

б) по табл. 2 для нарезаемого колеса с модулем $m=2,5$ мм и при подаче $S_{\text{кр}} = 0,4$ мм/дв.ход скорость резания составляет $V=16$, м/мин.

По табл. 3, 4, 5 определяем поправочные коэффициенты на скорость резания.

$K_{M0}=0,9$ – для стали 45;

$K_{\beta 0}=1$ – для $\beta=0$.

При этом уточненная нормативная скорость резания будет равна

$$V_{\text{кр.н}} = V \cdot K_{M0} \cdot K_{\beta 0} = 16 \cdot 0,9 = 14,4 \text{ м/мин}$$

в) определение числа двойных ходов долбяка

$$n_{\text{ф}} = \frac{1000 \cdot B}{Z_q \cdot S_{\text{кр.ф.}}} = \frac{1000 \cdot 30}{35 \cdot 0,4} = 214,3 \text{ дв.ход/мин,}$$

где $\frac{1000 \cdot B}{Z_q \cdot S_{\text{кр.ф.}}}$ мм.

д) назначаем фактическое число двойных ходов из ряда имеющегося на станке.

$n_{\text{ф}}=200$ дв.ход/мин.

е) тогда фактическая скорость резания будет равна

$$V_{\text{ф}} = \frac{1000 \cdot B}{Z_q \cdot S_{\text{кр.ф.}}} \cdot V_{\text{кр.н}} = \frac{1000 \cdot 30}{35 \cdot 0,4} \cdot 14,4 = 1028,6 \text{ м/мин.}$$

ф) нормативная мощность резания согласно табл. 2 при выбранных режимах резания равна $N=1,3$ кВт.

Поправочные коэффициенты на мощность согласно табл. 3, 4 и 5 равны

$K_{Mn}=1$ - для стали 45; $K_{\beta n}=1$ - для $\beta=0$; $K_{zn}=1,2$ - для $z=72$.

Тогда уточненная нормативная мощность составляет

$$N_{\text{н}} = N \cdot K_{Mn} \cdot K_{\beta n} \cdot K_{zn} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,56 \text{ кВт.}$$

По паспорту станка модели 5В12 мощность на шпинделе при $n=200$ мм/дв.ход составляет 1,7 кВт. Следовательно, выбранный режим обработки осуществим.

2. Наладка цепи деления обката. Согласно уравнения (3) передаточное отношение зубчатых колес гитары деления – обката равно

$$\frac{A_2 Z_3 Z_5 Z_7}{B_2 Z_4 Z_6 Z_8}.$$

Условие сцепляемости выполняется, так как

$$\frac{A_2 Z_3 Z_5 Z_7}{B_2 Z_4 Z_6 Z_8} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{1 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} = \frac{105}{192} = 0,546875$$

3. Наладка цепи круговой подачи. Согласно уравнения (5) передаточное отношение гитары круговой подачи:

$$\frac{A_3 Z_5 Z_8 Z_9}{B_3 Z_4 Z_6 Z_7} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 9}{1 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} = \frac{1080}{1344} = 0,803571$$

4. Устанавливаем заготовку на оправку, закрепляем ее.

5. Устанавливаем долбяк в требуемое положение по высоте относительно заготовки.

6. Устанавливаем длину хода долбяка

$$L = B + h = 30 + 7,5 = 37,5 \text{ мм},$$

где $B = 30 \text{ мм}$;

$$h = \frac{B}{4} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ мм}.$$

7. Устанавливаем долбяк на глубину врезания.

8. Устанавливаем необходимый кулак радиальной подачи (однопроходный).

9. Проверяем надежность крепления заготовки, долбяка и кулака радиальной подачи.

10. Обрабатываем заготовку, проверяем качество обработанных зубьев при использовании специальных измерительных средств.

11. Устанавливаем в соответствующие кинематической цепи станка подобранные зубчатые колеса гитар деления обката и круговой подачи.

12. Определение машинного времени обработки

$$T = \frac{3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 2}{1 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 10} = 0,6 \text{ мин}.$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

НАЛАДКА И НАСТРОЙКА ТОКАРНОГО СТАНКА МОД. 16Б16Т1С1 С УЧПУ 2Р22 НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ РАБОТ.

ЗАДАНИЕ

- 1) Изучить устройство и работу основных узлов токарного станка с ЧПУ.
- 2) Освоить наладку токарного станка на обработку детали.
- 3) Составить отчет о проделанной работе.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1) Ознакомиться с расположением, назначением и устройством основных частей и механизмов станка.
- 2) Ознакомиться с работой основных узлов и механизмов станка.
- 3) Изучить кинематическую схему станка.
- 4) Ознакомиться с устройством УЧПУ 2Р22.
- 5) Приобрести навыки разработки управляющих программ на изготовление деталей типа тел вращения.
- 6) По возможности изготовить несколько деталей и проверить их размеры.

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ

- 1) Токарный станок модели 16Б16Т1С1.
- 2) Приспособления для закрепления заготовки.
- 3) Мерительный инструмент: микрометры, штангенциркули, масштабная линейка и др.
- 4) Заготовки.
- 5) Чертеж обрабатываемых деталей.
- 6) Кинематическая схема станка.
- 7) Руководство по эксплуатации станка и электронных пультов управления.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКА

ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (ОСУ) МОДЕЛИ 16Б16Т1С1 предназначен для токарной обработки деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе и для нарезания резьб, в полуавтоматическом цикле.

Управление станком осуществляется от программы, вводимой в память управляющей системы с пульта оперативного управления, кассеты внешней памяти или другого внешнего программоносителя.

Станок предназначен преимущественно для центровых работ.

Станок оснащен оперативным ЧПУ модели 2Р22, установленном на суппорте станка, что обеспечивает удобство наблюдения за перемещениями режущего инструмента, при вводе управляющей программы.

ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ СТАНКА (плакат 1)

СТ - станина; КР - каретка; ШВ- шпиндельная бабка; ПО - подвижное ограждение; ПРГ - поворотная револьверная головка; ВШП - винтовая шариковая пара, продольного пе-

ремещения ЗБ - задняя бабка; ППП - привод продольных подач; СП - суппорт; СМ - система смазки; ЭО - электрооборудование; ПУ - пульт управления.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ (плакат 2):

- 1 - вводной выключатель
- 2 - кнопка "Станок готов к работе"
- 3 - переключатель отключения клавиш СЧПУ
- 4 - переключатель "Пуск", "Стоп", "По циклу" охлаждения
- 5 - переключатель включения освещения
- 6 - кнопка включения импульсной смазки
- 7 - винт крепления крышки, закрывающей доступ к кассете внешней памяти
- 8 - аварийная кнопка "Стоп"
- 9 - маховичок ручного генератора
- 10 - переключатель "Пуск подачи и шпинделя", "Стоп подачи" и "Стоп подачи и шпинделя"
- 11 - пульт оперативного управления СЧПУ "Электроника НЦ-31-01"
- 12 - рукоятка крепления задней бабки к станине
- 13 - рукоятка зажима пиноли задней бабки
- 14 - лимб настройки усилия поджима обрабатываемой детали пинолью задней бабки
- 15 - отверстие под ключ для ручного перемещения каретки при отключении станка от электросети или отказе ВМД
- 16 - винт зажима резца
- 17 - рукоятка зажима резцедержки или державки
- 18 - квадрат ручного перемещения салазок при отключении станка от электросети или отказе ВМД
- 19 - квадрат установки диапазона регулирования чисел оборотов шпинделя (переключение перебора)
- 20 - педаль управления пневмозажимом
- 21 - педаль управления перемещением пиноли задней бабки

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия над станиной, мм	320
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	125
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	750
Наибольшая длина хода суппорта, мм: продольно-го.....	700
	210

поперечного	
Количество частот вращения шпинделя	бесступенчатое
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	20-700
	80-2800
Пределы управляемых по программе частот, об/мин	20-700
	80-2800
Максимальная скорость продольной подачи при нарезании резьбы, м/мин	4000
Пределы шагов нарезаемых резьб, мм	0,05-40,95
Пределы величин оборотных подач, мм/об:	
продольных	поперечного 0,01-20,47
поперечных	0,005-10,23
Максимальная скорость рабочей подачи, мм/мин	1200
Скорость быстрых ходов, мм/мин:	
продольных	8000
поперечных	5000
Электродвигатель главного движения:	
тип	MP132M
мощность, кВт	11
частота вращения:	
номинальная об/мин	1000
максимальная об/мин	3000
Количество однопозиционных резцедержателей, шт	2
Количество позиций автоматической поворотной резцовой головки, шт	6
Присоединительные размеры однопозиционного резцедержателя по ОСТ2-У16-1-78 (ласточкин хвост), мм	90
Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н.м.	480
Габаритные размеры станка, мм, не более:	
длина	3270
ширина	1370
высота	1740
Масса станка, не более, кг	2620

СХЕМА КИНЕМАТИЧЕСКАЯ (плакат 3)

Привод главного движения станка состоит из регулируемого двигателя постоянного тока М1 и шпиндельной бабки.

От шкива поз. 2 электродвигателя М1 вращение передается посредством плоскозубчатого ремня на шкив поз. 21 шпиндельной бабки.

Вращение от шкива на шпиндель УП может передаваться посредством зубчатой муфты поз. 23 и 28 “напрямую” или через понижающую передачу, состоящую из зубчатых колес поз. 23, 25, 26, 27. Таким образом достигается 2 диапазона бесступенчатого регулирования скоростей вращения шпинделя. От шпинделя через зубчатые передачи поз. 29, 33, 34, 35 с передаточным отношением 1:1 приводится во вращение фотоэлектрический датчик.

Привод продольных подач состоит из высокомоментного регулируемого двигателя М3, упругой муфты, передачи винт-гайка качения поз. 36 и 37. В приводе поперечных по-

дач использованы: высокомоментный двигатель М2, редуктор с безззорной передачей поз. 38, 39 и 40 и передача винт-гайка качения поз. 41 и 42.

Перемещение пиноли задней бабки осуществляется электроприводом. С вала двигателя М5 вращение передается посредством цилиндрической зубчатой передачи поз. 46 и 47 на винт поз. 44.

Привод резцедержки поворотной обеспечивает поворот и зажим инструментального диска и состоит из асинхронного двигателя М8, упругой муфты, конической передачи поз. 51 и 52, червячной передачи поз. 53 и поз. 54 и пары торцовых кулачков.

ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ СТАНКА

. Станина

Станина станка литая, чугунная, коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами, имеет две призматические и две плоские направляющие. Направляющие подвергнуты термообработке с последующим шлифованием.

Станина устанавливается на одной общей пустотелой тумбе. В тумбе выполнено корыто с привернутым козырьком для удаления стружки.

В левой части тумбы с торца крепится электродвигатель главного движения. Сзади установлен на кронштейнах электрошкаф, состоящий из:

- шкафа электроавтоматики, установленного справа;
- шкафа приводов, установленного слева;
- промежуточного шкафа (навесного), соединяющего наверху шкафы электроавтоматики и приводов между собой.

Между шкафами, под козырьком для удаления стружки, на фундаменте устанавливается резервуар с охлаждающей жидкостью. На левом торце шкафа приводов крепится: внизу - кронштейн со станцией смазки шпиндельной бабки, наверху - пневмооборудование с аппаратурой и трассой. На передней стенке шкафа электроавтоматики установлена станция импульсной смазки.

На передней стенке станины крепятся кронштейны привода продольных подач.

. Шпиндельная бабка

Шпиндельная бабка получает движение от двигателя через плоскозубчатую ременную передачу. Приемный шкив вращается на двух радиально-упорных подшипниках, зазор в которых выбирается пружинами 2.

Шпиндель станка вращается на 2-х конических роликоподшипниках. Передний подшипник 3 шпинделя - двухрядный с коническими роликами, суммарный зазор в котором отрегулирован на заводе-изготовителе. Задний подшипник 4 нагружен в осевом направлении пружинами 10. Благодаря постоянно действующей осевой нагрузке зазор в 1 ряду переднего подшипника и в заднем подшипнике всегда выбран, и поэтому шпиндельные опоры не нуждаются в регулировке в процессе эксплуатации.

Переключение шестерен перебора осуществляется от вала 5, имеющего квадрат под накидную рукоятку, и систему кулачков (6 и 7) и рычагов (8, 9 и др.).

На втором конце вала 5 установлены два кулачка 18 и 19, контактирующие соответственно с конечными выключателями 20 и 21, дающими ответ о включении перебора в одну из позиций.

На левом торце шпиндельной бабки устанавливается фотоэлектрический датчик с приводом от шпинделя через цилиндрические зубчатые передачи 12, 13, 14 с передаточным отношением 1:1.

На коническом хвостовике шпинделя гайкой 11 крепится фланец 22 вращающегося пневмоцилиндра зажима изделия, от которого через тягу 15 производится в действие клиновой патрон.

Клиновой патрон соединяется с тягой через резьбовую втулку поз. 16, которая контрится гайкой 17.

. Привод продольных подач

Привод продольных подач состоит из двух кронштейнов 1 и 2, жестко закрепленных на станине, и фартука 3, установленного на каретке.

На правом кронштейне 1 смонтирована опора ходового винта, состоящая из двух упорных 4 и одного радиального 5 шариковых подшипников, и плита 6 с высокомоментным двигателем 7. Передача вращения с вала двигателя на ходовой винт 34 осуществляется посредством мембранной муфты 8. Натяг в упорных подшипниках 4 обеспечивается гайкой 11.

На левом кронштейне 2 монтируется вторая опора ходового винта, состоящая из двух упорных шарикоподшипников 12 и радиального игольчатого подшипника 13, и измерительный фотоэлектрический преобразователь 9, вал которого соединен с помощью упругой муфты 10 с насадкой 35, закрепленной на шейке ходового винта 34.

Гайкой поз. 14 осуществляется преднатяг ходового винта и кронштейна, гайкой 15 - натяг упорных подшипников 12. В подвижном кронштейне фартука 3 монтируется гайка 16 винтовой пары качения.

Ходовой винт 34 надежно защищен от загрязнения грязеочистителями 17 и 18, кожухами - гармошками 19 и щитком 20.

На кронштейнах 1 и 2 устанавливается валик 21 с кулачками ограничения максимальных перемещений (22, 23, 24, 25) и выхода в "нуль" станка (45) в продольном направлении.

Соответствующие датчики - конечные выключатели смонтированы в общем корпусе 26 и установлены на фартуке 3.

Ограничительные конечные выключатели: 28, работающий от кулачка 23 в направлении - Z и 29, работающий от кулачка 25 в направлении +Z при сдвинутой или снятой задней бабке, обеспечивают управляемое торможение без потери информации. При этом путь торможения со скорости быстрого перемещения - 16 мм. Конечный выключатель 27 является аварийным, срабатывает от кулачков 22, 24 и обеспечивает неуправляемое (свободное) торможение в направлении - Z и +Z.

При наезде на аварийные выключатели станок останавливается.

Для того, чтобы вновь включить станок, необходимо освободить аварийный выключатель, сдвинув каретку.

Для перемещения каретки, нужно снять крышку 36 и с помощью ключа - стержня, вставленного в отверстия мембранной муфты 8, поворачивать винт 34.

Для обеспечения наиболее безопасного подхода к патрону в направлении - Z предусмотрены кулачки 22 и 223, которые необходимо переустанавливать в зависимости от патрона, применяемого в наладке для обработки детали. При этом должен быть обеспечен зазор между гранью резцедержки или подвижным люнетом и патроном в конце торможения.

Расстояние между вершинами кривых кулачков 22 и 23 должно быть постоянным, равным 39 мм.

Кулачок поз. 45, воздействующий на конечный выключатель 30 выхода в “нуль” станка, может переустанавливаться в зависимости от положения задней бабки при наладке кратно 10 мм, т.е. на целое число делений, имеющихся на валике 21.

Кулачки 24 и 25 установлены постоянно.

. Суппорт и привод поперечных подач

Суппорт состоит из каретки 1, перемещающейся по призматической передней и плоской задней направляющим станины, и поперечной ползушки 2, перемещающейся по верхним направляющим каретки типа “ласточкин хвост”.

Перемещение ползушки обеспечивает привод поперечных подач, состоящий из высокомоментного двигателя 3, зубчатых колес 5, 6, 7 и винтовой пары. Зазор в передаче выбирается при сборке за счет сближения осей сближения осей шестерен путем поворота эксцентриковой оси 8 шестерни 6 и эксцентрикового кольца 10, в котором центрируется двигатель.

Корпус 4 привода крепится к каретке 1 сзади.

Задняя опора винта состоит из комбинированного роликового подшипника 12 и радиального шарикоподшипника 13.

Второй конец винта 11 поддерживается игольчатым радиальным подшипником 16 и через муфту 17 соединяется с валиком 18, имеющим квадрат под накидную рукоятку для ручного перемещения суппорта в поперечном направлении.

С винтом поперечной подачи поз. 11 с помощью насадки 9 и упругой муфты 20 соединен измерительный фотоэлектрический преобразователь 19, осуществляющий обратную связь между винтом и двигателем.

У заднего торца поперечной ползушки справа крепится кронштейн 22 с планкой 23, несущей упоры, воздействующие на датчики ограничения максимальных перемещений и выхода в “нуль” станка - микропереключатели блока микропереключателей 24. Блок микропереключателей установлен посредством кронштейна 25 на задней правой лапе каретки.

Ограничительные микропереключатели: 24/1, работающий от упора 26 в направлении -X, и 24/2, работающий от упора 27 в направлении +X, обеспечивают управляемое торможение без потери информации.

При этом путь торможения на скорости быстрого перемещения 10 мм. Микропереключатель 24/3 является аварийным, срабатывает от упора 28 в направлении +X, от упора 29 - в направлении -X и обеспечивает неуправляемое (свободное) торможение в направлении +X и -X.

При наезде на аварийный микропереключатель станок останавливается. Для того, чтобы вновь включить станок, необходимо освободить аварийный микропереключатель, вручную сдвинуть суппорт вращением рукоятки, надетой на квадрат валика 18.

Микропереключатель 24/4 работает от упора 30 и предназначен для выхода в “0” станка в поперечном направлении, Все упоры установлены постоянно.

Резцедержатели

. Резцедержка поворотная

В качестве переднего резцедержателя используется автоматическая шестипозиционная резцедержка агрегатного типа У16-514.000 с горизонтальной осью вращения, монтируемая на поперечной ползушке. В комплект резцедержки входят 3 державки концевой инструмента. Крепление резцов - непосредственно на диск, в пазах. Сечение - 25x25x150, исполнение правое. Державки концевой инструмента - накладные, предназначены как для крепления втулок под круглые резцы с сечением державки 25 мм, так и для крепления втулок концевой инструмента. Резцы устанавливаются в диск без предварительной настройки - до упора по торцу и зажимаются клиновыми прижимами.

Инструментальный диск съемный, устанавливается на валу 11 резцедержки и жестко связан с подвижной частью 2 плоско-зубчатой муфты. Поворот инструментального диска осуществляется от электродвигателя 1 через понижающую коническую 5 и 6, червячную 7 и 8 передачи и далее на кулачковую полумуфту 9, другая половина которой 10 жестко связана с валом резцедержки.

При подаче команды на смену инструмента по адресу Т, включается электродвигатель 1, который передает вращение через кулачковую полумуфту 9, воздействуя своими торцовыми зубьями на зубья полумуфты 10 и заставляя ее вращаться.

Поскольку нарезка зубьев у полумуфт 10 и 9 выполнена по винтовой линии, а полумуфта 10 жестко связана с валом 11 - то последний начнет перемещаться в сторону пружины 19, выводя из зацепления плоскозубчатые полумуфты 2 и 3.

После расцепления происходит поворот в нужную позицию, которая контролируется датчиком положения 12. Выданный датчиком сигнал поступает на декадный выключатель и далее - в СЧПУ. СЧПУ выдает команду на реверс электродвигателя.

Полумуфта 2 с инструментальным диском удерживается от проворота в обратную сторону фиксатором 13 и подвижная часть 2 плоскозубчатой муфты фиксируется на зубьях неподвижной полумуфты 3. Сигнал от конечника зажима 14 передается в СЧПУ, которое дает команду на отключение электродвигателя и продолжение цикла обработки. Для ручного поворота и зажима резцедержки в наладочном режиме на валу 7 предусмотрена головка под ключ.

. Резцедержатель однопозиционный передний

Монтируется на поперечной ползушке. На его направляющей “ласточкин хвост” базируется и закрепляется с помощью винтового зажима одна из резцедержек или державка для концевой инструмента. Державки предназначены для крепления концевой инструмента и комплектуются сменными втулками с конусными отверстиями Морзе 1, 2, 3, 4.

Для выполнения разнообразных токарных работ с резцедержателем поставляется комплект резцедержек.

. Резцедержатель однопозиционный задний

Предназначен для установки резцов, работающих на сравнительно низких режимах, например, канавочных.

Рекомендуемое исполнение резцов - левое.

Конструкция заднего резцедержателя аналогична переднему.

Резцедержки и державки - взаимозаменяемые.

Для работы задним резцедержателем необходимо реверсировать шпиндель (по программе).

. Задняя бабка

Задняя бабка перемещается по направляющим станины и крепится к ней в нужном месте рукояткой 18 через эксцентрик 19.

Задняя бабка представляет собой чугунный корпус 20, в котором перемещается пиноль 1, приводимая в движение электродвигателем 2 через цилиндрическую зубчатую передачу 4 и 5 и винтовую передачу 3 и 6. крепление пиноли осуществляется рукояткой 8.

Поперечное смещение корпуса задней бабки 20 по плите 21 для совпадения осей центров шпиндельной и задней бабок осуществляется винтами 22 и 23.

При упоре центра в устанавливаемую заготовку винт начинает вывертываться из гайки 6 и сжимать пружину 7, состоящую из отдельных дисков. При этом, вместе с винтом, вправо перемещаются зубчатое колесо 5, диск 9 и валик 10, соединенный в осевом направлении с помощью канавки с диском 9.

В конце перемещения, величина которого устанавливается поворотом валика 10 за лимб 11 и определяет усилие поджима заготовки, кулачек 12 торцовой спиралью воздействует через рычаг 13 на наконечник 14 и останавливает двигатель.

При обратном движении пиноли до упора винт ввертывается в гайку, пружина сжимается в другую сторону, упор 15 воздействует через рычаг 16 на конечный выключатель 17 и останавливает двигатель.

На лимбе 11 имеются деления с соответствующими величинами усилия поджима. После установки деления с требуемой величиной усилия против риски на фланце 25, лимб фиксируется винтом 26.

На заднем торце плиты основания крепится на кронштейне кончик ограничения максимальных перемещений в +Z при работе с задней бабкой.

Для выбивки центра 27 из пиноли 1 необходимо совместить отверстие в пиноли с отверстием в корпусе 20 и вставить клин, имеющийся в комплекте инструмента, с упором прямой стороны во внутренний торец пиноли.

. Ограждение и освещение

Ограждение обеспечивает защиту рабочего и пространства около станка от стружки и охлаждающей жидкости и позволяет наблюдать за обрабатываемой деталью, благодаря наличию прозрачного экрана. Ограждение состоит из двух частей: передней и задней.

Передняя часть ограждения перемещается вдоль станка по двум направляющим, одна из которых крепится к горизонтальной плоскости тумбы спереди, вторая - к электрошкафу.

Задняя часть ограждения выполнена в виде дверок, плотно закрывающих пространство между шкафами приводов и электроавтоматики (по бокам) и между промежуточным шкафом и козырьком для уборки стружки (по верху и низу).

Для обслуживания узлов, находящихся сзади станка, в закрытом пространстве, дверки могут открываться.

. Охлаждение

Из резервуара, установленного сзади станка между шкафами приводов и электроавтоматики, охлаждающая жидкость насосом подается по шлангам к корпусу резцедержки поворотной, затем по сверловкам - к инструменту в рабочей позиции. Для удобства обслуживания резервуар с СОЖ установлен на роликах и может быть выдвинут.

. Патроны

Станок снабжен самоцентрирующим 3-х кулачковым патроном D 200 мм и 3-х кулачковым клиновым патроном, который приводится в действие тягой, связанной со штоком пневмоцилиндра.

Крепление клинового патрона осуществляется затяжкой гаек на пальцах, ввернутых в промежуточную планшайбу, на которой закреплен патрон и которая вместе с патроном центрируется на шпинделе.

Клиновой патрон соединяется с тягой через резьбовую втулку 16, которая контрится гайкой 17(см. рис.??).

По особому заказу может поставляться поводковый патрон. Самоотвинчивание патронов и планшайбы с патроном при работе станка полностью исключено.

. Люнеты

К станку по особому заказу прилагается 2 люнета: подвижный и неподвижный.

Диаметр устанавливаемого в люнетах изделия от 15 до 80 мм.

При комплектовании станка резцедержкой поворотной У16-514.000.000 поставляется только неподвижный люнет.

Основные принципы числового программного управления

Управление оборудованием осуществляется по программе, заданной в алфавитно-цифровом коде, представляющей последовательность команд на определенном языке. Программа обеспечивает заданное функционирование рабочих органов оборудования. Траектория движения режущего инструмента относительно обрабатываемой заготовки в станках с ЧПУ представляется в виде ряда его последовательных положений, каждое из которых определяется числом. Вся информация управляющей программы (УП): размерная, технологическая и вспомогательная, необходимая для управления обработки заготовки, представляется в текстовой или табличной форме посредством символов

(цифр, букв, условных знаков). Эта информация кодируется (код ISO – 7Bit) и вводится в память системы ЧПУ клавишами (таблица 4) на пульте управления или записывается на восьмидорожечной перфоленте.

Подготовка УП (процесс программирования) в общем случае означает подготовку, расчет и запись команд для управления обработкой, которые система ЧПУ может автоматически считывать и обрабатывать.

УП состоит из отдельных технологических команд (таблица 1, 2, 3) определяющих каждое действие системы управления в течение одного технологического перехода и содержит наименование команд, их числовое значение, знак и наименование логической операции.

Основой применяемых кодов для записи программы является двоично-десятичная система счисления.

При подготовке программы управления размеры перемещений рабочих органов станка с ЧПУ задают двумя способами:

- а) в абсолютных значениях;
- б) в виде приращений.

В первом случае все координаты определяются относительно координат некоторой нулевой точки, называемой нулем отсчета координат, остающейся фиксированной (постоянной) для всей программы обработки деталей. В результате, отсутствует накопление ошибок позиционирования.

Во втором случае все координаты определяются относительно координат предыдущего положения рабочего органа станка. Точность положения последнего при этом зависит от точности обработки координат всех предыдущих опорных точек, В результате чего может происходить накопление ошибок.

Технологические команды

Таблица 1

Технологич. команда	Функция технологической команды
M00	Останов с подтверждением
M01	Программируемый останов
M02	Конец программ
M08	Включение охлаждения
M09	Выключение охлаждения
M17	Конец описания детали для циклов L8, L9, L10
M18	Конец участка программы, который будет повторяться в цикле L11
M20	Передача управления роботу

Перечень символов и их значений

Таблица 2

Символ	Значение символа	Символ	Значение символа
A	Припуск под чистовую обработку (по диаметру)	P	Глубина резания (по радиусу) Ширина резца
B	С какого кадра повторение	Q	Галтель
C	Фаска под углом 45°	R	Дуга
D	Выдержка времени	G	Подготовительная функция
E	Функция подачи (быстрый ход)	S	Частота вращения шпинделя
F	Функция подачи (рабочая подача)	T	Функция инструмента
H	Число повторений	U	Перемещение по оси X в приращениях
L	Цикл	W	Перемещение по оси Z в приращениях
M	Вспомогательная функция	X	Перемещение по оси X в абсолютных значениях
N	Номер кадра	Z	Перемещение по оси Z в абсолютных значениях
конец кадра (ПС)			

Перечень постоянных циклов

Таблица 3

L01	Цикл нарезания резьбы наружной, внутренней, цилиндрической, конической, многопроходной, однопроходной	L06	Цикл глубокого сверления
		L07	Цикл нарезания резьбы метчиком или плашкой
L02	Цикл нарезания прямоугольных канавок	L08	Цикл черновой обработки с припуском и без припуска

L03	Цикл «петля» при наружной обработке	L09	Цикл обработки поковок
L04	Цикл «петля» при внутренней обработке	L10	Цикл чистовой обработки
L05	Цикл «петля» при торцевой обработке	L11	Цикл повторения участка программы

Программирование постоянных циклов

<p>№ цикла – L01 – резьба</p> <p>Цикл нарезания цилиндрических и конических резьб с автоматическим разделением на проходы</p> <p>F – шаг резьбы в мм, W – длина резьбы, X – внутренний диаметр резьбы, A – наклон резьбы (размер равен приращению диаметров для конических резьб; для цилиндрических резьб A=0), P – глубина резания за 1 проход (размер по радиусу), C – сбеги (C=1 сбеги равен шагу резьбы; C=0 сбеги отсутствуют)</p>
<p>№ цикла – L01 – канавка</p> <p>Цикл прорезания канавки с автоматическим разделением на проходы</p> <p>D – выдержка времени в секундах, X – диаметр внутренней канавки, A – ширина канавки, P – ширина резца</p>
<p>№ цикла – L03 – Н петля</p> <p>Цикл наружной обработки по координате с автоматическим отскоком и возвратом на ВХ в начальную точку</p> <p>W – длина петли</p>
<p>№ цикла – L04 – В петля</p> <p>Цикл внутренней обработки по корд. Z с автоматическим отскоком и возвратом на ВХ в начальную точку.</p> <p>W – длина петли.</p>
<p>№ цикла – L05 – Т петля</p> <p>Цикл обработки по торцу с автоматическим отскоком и возвратом на ВХ в начальную точку.</p> <p>X – конечный диаметр подрезаемого торца.</p>
<p>№ цикла – L06 – Сверление</p> <p>Цикл глубокого сверления с автомат. разделением на проходы.</p> <p>P – максимальная глубина сверления на 1 проход, W – глубина сверления.</p>
<p>№ цикла – L07 – Резьба</p> <p>Цикл нарезания резьбы метчиком или плашкой</p> <p>F – шаг резьбы в миллиметрах, W – длина резьбы</p>
<p>№ цикла – L08 – Ц обработка</p> <p>Цикл многопроходной обработки из цилиндрической заготовки с автоматическим разделением на проходы</p> <p>A – припуск под чистовую обработку (если обработка последняя, то A=0 размер в</p>

диаметрах), P – максимальная глубина резания за один проход (размер по радиусу).
№ цикла – L09 – П обработка Цикл многопроходной обработки поковок с автоматическим разделением на проходы A – припуск под чистовую обработку (размер в диаметрах), (если чистовая обработка не предусмотрена то A=0), P – глубина резания (см. что и в L08)
№ цикла – L10 – Ч обработка Цикл чистовой обработки по контуру с заданного номера кадра. B – номер кадра начала описания контура детали.
№ цикла – L11 – Повторение Цикл повторения заданного участка программы H – число повторений, B – номер кадра начала повторения.

Символы клавиш пульта управления

Таблица 4

Символ	Значение символа	Символ	Значение символа
	Поиск кадра (останов кадра) По концу со световой индикацией		Чистка
	Ввод констант со световой индикацией		Начало программы (коррекция)
	Автомат со световой индикацией		Сброс памяти
	Ручное управление со световой индикацией		Ввод по образцу
	Ввод со световой индикацией		Исходное положение со световой индикацией
	Вывод со световой индикацией		Фиксированная точка станка со световой индикацией

	Тест со световой индикацией		Пуск со световой индикацией
	Носитель информации со световой индикацией		Стоп со световой индикацией
	Сдвиг кадра		Возврат каретки
	Сдвиг фразы		Ввод данных (перевод строки)

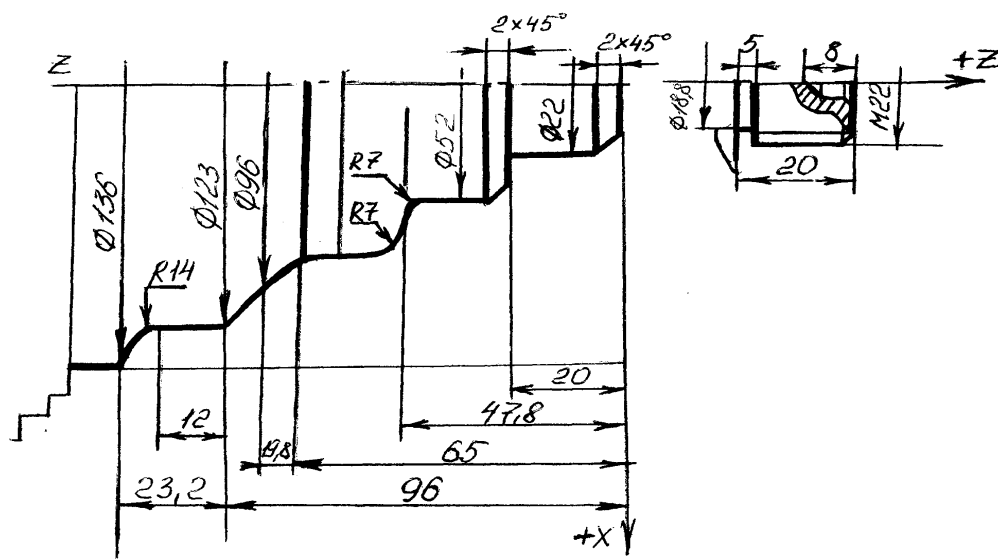


Рисунок 1. Чертеж детали

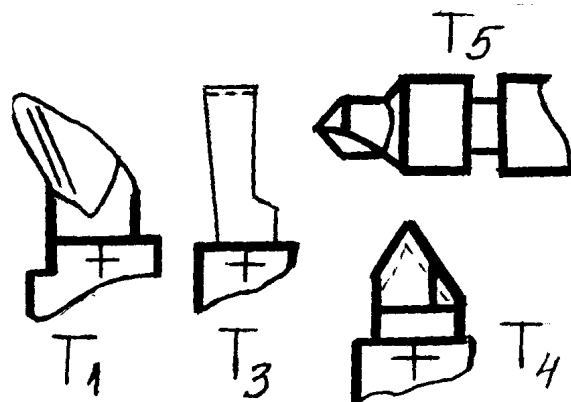


Рисунок 2. Инструмент, используемый при обработке

**Пример составления управляющей программы
для станка с системой управления 2P22**

N001 F0,12 S1 200 T1	Назначение режимов обработки для инструмента T1
N002 Z0 138 E	Подвод инструмента до касания с заготовкой на ускоренном ходу
N L08 A1 P3	
N004 X22 C2	
N005 Z-20	
N006 X52.C2	
N007 Z-47,8 Q7	
N008 X80 Q7	Цикл многопроходной черновой обработки заготовки инструментом T1
N009 Z-65	
N010 X96 W-19,8	
N011 X123 Z-96	
N012 W-12	
N013 X136 W-11,2 R-14 M17	
N014 F0,1 S2 1000 T2	
N015 Z0 E	Цикл чистовой обработки заготовки инструментом T2
N016 X18 E	
N017 L10 B4	
N018 T3 S2 500 F0,1	
N019 X52 Z-20 E M08	
N020 X19,8	Цикл прорезания канавки Ø19,8 канавочным резцом T3
N021 X56 E M09	
N022 T4 S2 400 F2	
N023 Z4 X22 E M08	Цикл резьбонарезания резьбонарезным резцом T4
N024 L01 F2 W-21 X19,8	
N025 AO P0,5 CO	
N026 T5 S2 900 F0,1	
N027 X0 Z1 E	Цикл обработки центрального отверстия инструментом T5 -
N029 W-9 F0,2 Ø	центровкой
N029 Z5 E M09 M02	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Задание	2
2. Цель работы	2
3. Оборудование, приспособления, инструмент	2
4. Назначение и область станка	2
5. Основные части станка	3
6. Органы управления	3
7. Техническая характеристика станка	4
8. Схема кинематическая	5
9. Описание основных узлов и механизмов станка	6
9.1. Станина	6
9.2. Шпиндельная бабка	6
9.3. Привод продольных подач	7
9.4. Суппорт и привод поперечных подач	8
10. Резцедержатели	9
10.1. Резцедержка поворотная	9
10.2. Резцедержатель однопозиционный передний	10
10.3. Резцедержатель однопозиционный задний	10
10.4. Задняя бабка	10
10.5. Ограждение и освещение	11
11. Программирование управляющей программы	12