

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К. И. Сатпаева**

А. Р. Сейткулов, К. К. Сарсанбеков

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Рекомендовано Министерством образования и науки
Республики Казахстан
в качестве учебного пособия**

Алматы 2016

УДК 621.9.02. (075.8)

С 28

Рецензенты:

Бектибай Б., канд. техн. наук, доц. КазННТУ им. К. И. Сатпаева

Азимбеков М., директор завода Массажет-Плюс

Жусупов К. А., канд. техн. наук, доц. КазАТК им. М. Тынышпаева

Печатается по плану издания Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2016 г.

Сейткулов А. Р.

С 28 *Металлорежущие станки и оборудование: Учеб. пособие / А. Р. Сейткулов, К. К. Сарсанбеков – Алматы: КазННТУ имени К. И. Сатпаева, 2016. – 160 с.: Ил. 103. Библиогр. – 21 назв.*

ISBN 978–601–228–981–7

В учебном пособии приведены общие сведения о металлорежущих станках; специфике профессии станочника; основах обработки материалов резанием и применяемом с этой целью режущем инструменте. Подробно рассматриваются конструкции, принципы наладки и эксплуатации токарных, фрезерных, сверлильных и шлифовальных станков с ручным и числовым программным управлением. Освещены вопросы технологии выполнения типовых операций; выбора режущего инструмента и режимов обработки, контрольного инструмента и приспособлений; наладки и переналадки, а также рациональных методов эксплуатации указанного оборудования.

УДК 621.9.02. (075.8)

ISBN 978–601–228–981–7 © Сейткулов А. Р., Сарсанбеков К.К., 2016

© КазННТУ им. К. И. Сатпаева, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие для студентов подготовлено в соответствии с программой курса «Машиностроение», утвержденной учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения.

В пособии детально рассмотрена методика автоматизированной разработки управляющих программ при помощи пакета PEPS V2.0 для токарных и фрезерных станков с ЧПУ.

Особый упор сделан на то, что эффективность скоростного проектирования и внедрения передовой технологии, комплексной механизации и автоматизации процессов производства металлорежущих станков обеспечивается широко развитой специализацией производства на основе агрегатирования, унификации и нормализации деталей и целевых узлов.

Приведение современных справочных данных и примеров разработки управляющих программ придает данному пособию особую значимость.

Преимуществом станков, выпускаемых современной промышленностью, является возможность встраивания их в автоматические линии. По мере возрастания механизации и автоматизации станков выросли требования и к точности обработки ими материалов. Это вызвало значительное увеличение количества выпускаемых прецизионных, т. е. высокоточных станков.

Приведённые в пособии общие сведения о металлорежущих станках, специфике профессии станочника, основах обработки материалов резанием и применяемом при этом режущем инструменте, а также конструкциях, наладке и эксплуатации токарных, фрезерных, сверлильных и шлифовальных станков с ручным и числовым программным управлением позволят студентам получить достаточно полное

представление о металлообрабатывающем оборудовании машиностроительных предприятий.

Подробное рассмотрение вопросов технологии выполнения типовых операций на указанном оборудовании; рациональных методов его эксплуатации, а также оптимального выбора режущего инструмента и режимов обработки, контрольного инструмента и приспособлений; наладки и переналадки, обусловит использование данной информации на практике.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

1.1. Классификация движений

Если проанализировать движения, которые совершает рабочий при неавтоматизированном производстве, можно заметить, что виды и последовательность его движений одинаковы, независимо от того, в какой отрасли он работает.

Все *виды и последовательность движений рабочего с заготовкой* сводятся к следующему: **выборка** (из корзины), **ориентация** (в пространстве), **подача** в приспособление (рабочая позиция), **фиксация** (в рабочей позиции), **зажим** заготовки, **подвод инструмента** (быстро), **рабочий ход** (при этом необходимо обеспечить два движения: главное движение-вращение инструмента (заготовки) и движение подачи инструмента или заготовки), **отвод инструмента** (в исходное положение), **расжим заготовки** (после обработки, сборки или контроля), **расфиксация в приспособлении** (обработанной детали), **укладка в приёмную корзину**.

Таким образом, в процессе создания рабочей машины-станка следует предусмотреть целевые механизмы, которые заменяли бы движения рабочего. Тогда рабочая машина-станок должна иметь следующие **целевые механизмы**: 1 – выборки, 2 – ориентации, 3 – подачи заготовки, 4 – фиксации, 5 – зажима, 6 – подвода и отвода инструмента, 7 – главного движения, 8 – подачи инструмента (заготовки), 9 – выема и укладки детали, 10 – систему управления (приборы, устройства). Всего (в общем случае) целевых механизмов в станке может быть именно десять.

Таким образом, если станок имеет все десять целевых механизмов, он является станком-автоматом. Например, у токарно-револьверного автомата в наличии почти все необходимые целевые механизмы, поэтому его степень автоматизации = 1. А вот универсальный токарный станок имеет степень автоматизации $2/10 = 0,2$, потому что в нем только два целевых механизма, а именно: механизм главного движения – **шпиндельная коробка** и механизм подачи – **суппорт**.

1.2. Формообразование

Два целевых механизма (механизмы рабочего хода) принимают участие при образовании формы поверхности детали путем обработки резанием: *механизм главного движения*, который должен обеспечить расчётную скорость резания V , м / мин. (частоту вращения шпинделя $n_{ш}$, об / мин.), и механизм подачи инструмента (заготовки), который должен перемещаться со скоростью S , мм / мин.

На рис. 1.1. приведены схемы формообразования различных поверхностей. При получении цилиндрической поверхности (рис. 1 а) токарным резцом или нарезании впадины зуба шестерни (рис. 1 б) модульной фрезой используется метод копирования. Копируется непосредственно профиль инструмента.

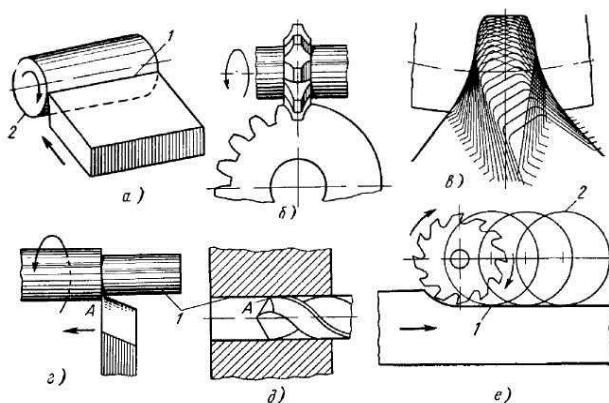


Рис. 1. Методы воспроизводства образующих линий

Впадина зуба (рис. 1 е) формируется в ходе последовательного поворота инструмента относительно своей оси и вращения заготовки. При таком способе формирования поверхности в процессе нарезания зуба используется метод обката (огибания). А вот точение (рис. 1 г) цилиндрической поверхности (резцом) или сверление отверстия (рис. 1 д) требует использования так называемого «метода касания».

В любой из схем, показанных на рис. 1, **главные движения обеспечивают скорость резания** (V , м / мин) – частота вращения шпинделя (n , об / мин), а **движения подачи – скорость подачи** ($S = sn$, где s , мм / об – подача на оборот, а n , об / мин – частота вращения механизма главного движения (шпинделя).

1.3. Кинематические связи

На рис. 2. показана последовательность трансформации кинематики в схему связей для механизма главного движения. Схема шпинделя станка дана на рис. 2 а; кинематическая цепь механизма главного движения (шпинделя) – на рис. 1.2 б; кинематическая схема связи кинематической цепи главного движения – на рис. 2 в.

Уравнение баланса движения конечных звеньев кинематической цепи шпинделя имеет следующий вид:

$$n \frac{d_1}{d_2} \eta_p i_v = n_m,$$

где n – частота вращения э/двигателя; d_1 и d_2 – диаметры шкивов ремённой передачи; η_p – КПД ремённой передачи; i_v – передаточное отношение органа настройки; n_m – частота вращения конечного звена кинематической цепи (шпинделя).

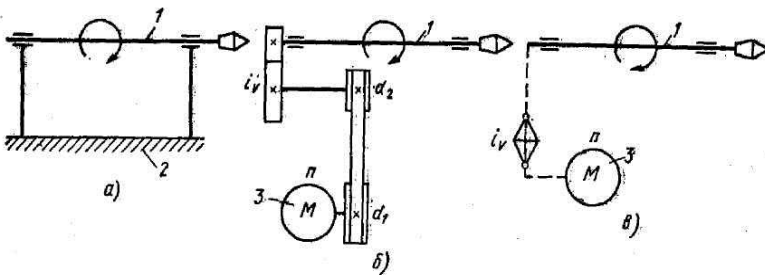


Рис. 2. Кинематические связи при простых исполнительных движениях

Согласно схеме (рис. 2 б) частота вращения шпинделя (механизм главного движения) определяется следующим образом:

$$\mathbf{n}_{III} = n \mathbf{d}_1 / d_2 \eta_p \mathbf{t}_v,$$

где $\mathbf{n}$ – частота вращения электродвигателя; $\mathbf{d}_1/\mathbf{d}_2$ – передаточное отношение ремённой передачи; $\mathbf{i}_v$ – передаточное отношение органа настройки цепи главного движения; $\boldsymbol{\eta}_p$ – КПД ремённой передачи. Если $\mathbf{n}\mathbf{d}_1/\mathbf{d}_2\boldsymbol{\eta}_p = \mathbf{C}$ считать постоянной величиной, то:

$$\mathbf{l}_V = \mathbf{n}_{III}/C$$

Кинематическая связь между шпинделем и источником движения (электродвигатель) называют внешней связью. Внутренняя связь состоит из кинематической цепи подач и связывает движение шпинделя с механизмом подач.

Кинематическая связь при нарезании резьбы, в которой $\mathbf{i}_s$ – передаточное отношение органа настройки цепи подачи, показана на рис. 3 а. В случае, когда необходимо обеспечить дополнительное движение подачи $\mathbf{S}_n$ (рис. 3 б), появляется новая кинематическая цепь подачи. Она возникает благодаря органу настройки с передаточным отношением настройки $\mathbf{i}_n$. Эта схема показывает возможность нарезания винтовой линии на конусе.

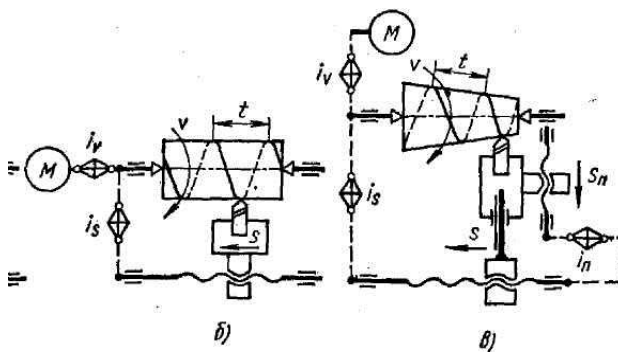


Рис. 3. Кинематические связи при сложных исполнительных движениях

Если механизм подачи приводится в движение винтовой парой, уравнение кинематического баланса цепи подачи примет следующий вид:

$$n_{ш} t_s t k = S,$$

где t – шаг ходового винта, мм; k – количество заходов;

S – скорость подачи инструмента, мм / мин; $n_{ш}$ – частота вращения шпинделя, об/ мин.

Если механизм подачи приводится в движение реечной передачей, то уравнение кинематического баланса выглядит так:

$$n_{ш} t_s \pi m z = S,$$

где m – модуль зацепления, мм; z – количество зубьев реечного колеса; $\pi = 3,14$.

В качестве приводов механизмов подач могут использоваться не только механические приводы, но гидравлические, электрические, пневматические и др.

В современных станках широко применяют гидравлические приводы. Они обладают (по сравнению с другими приводами) некоторыми существенными преимуществами – обеспечивают бесступенчатое регулирование скорости, автоматическую защиту от перегрузки, надёжную смазку и большие усилия резания при малых габаритах.

Контрольные вопросы:

1. Виды движений рабочего в неавтоматизированном производстве.
2. Какие целевые механизмы могут быть в металлорежущих станках?
3. Назовите виды кинематических связей и уравнения связи между шпинделем и источником движения.
4. Приведите уравнения кинематического баланса цепи подачи.
5. Опишите гидравлическую схему привода с дроссельным регулированием.

2. ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

2.1. Токарно-винторезный станок мод. 16К20

Назначение станка – наружное и внутреннее точение, нарезание резьбы: правой и левой метрической; дюймовой; модульной; питчевой; одно и многозаходной; с нормальным и увеличенным шагом, торцовой и т. д. Станок применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

На рис. 4 показан общий вид токарно-винторезного станка. Станина 1, установленная на передней 2 и задней 3 тумбах, несет на себе все остальные узлы станка. Слева на станине размещена передняя бабка 4. В ней имеется коробка скоростей со шпинделем 5, на переднем конце которого закрепляется патрон. Справа установлена задняя бабка 6. Ее можно перемещать вдоль направляющих станины и закреплять в зависимости от длины обрабатываемой детали на требуемом расстоянии от передней бабки.

Режущий инструмент (резцы и другой инструмент) закрепляют в резцедержателе резцовой салазки 7 или в пиноли задней бабки суппорта. Продольная и поперечная подачи суппорта осуществляются с помощью механизмов, расположенных в фартуке 8 и получающих вращение от ходового вала 9 или ходового винта 10.

Первый используется при точении, второй – при нарезании резьбы. Величину подачи суппорта устанавливают настройкой коробки подач 11. В нижней части станины имеется корыто 12, куда собирается стружка и стекает охлаждающая жидкость.

Техническая характеристика станка мод. 16К20. Наибольший диаметр детали, устанавливаемой над станиной, мм ...400; расстояние между центрами, мм ... 710, 1000 и 1400; диаметр отверстия шпинделя, мм ... 52; число значений частот вращения шпинделя ... 24; частота вращения шпинделя, об/мин ...12,5–1600; подачи на один оборот шпинделя, мм: (продольные ... 0,05–2,8; поперечные ... 0,025–1,4); шаг нарезаемой резьбы: (метрической, мм ... 0,5–112; дюймовой, число ниток на 1" ... 56–0,25; модульной, модуль ... 0,5–112; питчевой, питч ... 56–0,25; мощность электродвигателя, кВт... 10.

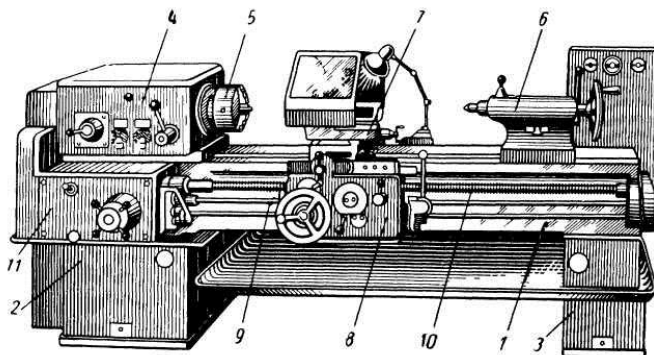


Рис. 4. Токарно-винторезный станок мод. 16K20

2.2. Кинематическая схема токарно-винторезного станка мод. 16K20

Главное движение. Главным движением в станке является вращение шпинделя, которое он получает от электродвигателя М1 через клиноременную передачу со шкивами $\phi 140$ $\phi 268$ и коробку скоростей. На приёмном валу I установлена двусторонняя фрикционная муфта МФ1.

Для получения прямого вращения шпинделя муфту смещают влево, и привод вращения осуществляется по следующей цепи зубчатых колёс с числом зубьев z : 56-34 или 51-39, 79-47 или 21-55 либо 38-38, вал IV, колеса 60-48 или 30-60, шпиндель VII. От вала IV вращение можно передать через перебор, который на валу V, 45-45 или 15-60, 18-72 и 30-60 (переход с вала VI на шпиндель VII) при перемещении вправо блока 48/60 на шпинделе.

Переключая блоки колес, можно получить 12 вариантов зацепления колёс при передаче вращения с вала IV непосредственно на шпиндель и 12 вариантов – при передаче вращения через перебор 45/60 на валу V.

Реверсирование шпинделя выполняют перемещением муфты МФ1 вправо. Тогда вращение с вала I на вал III передается через зубчатые колёса 50-24 на валу II, 36-38, и последний получает обратное вращение.

Движение подачи. Механизм подачи сообщает движение суппорту по четырём кинематическим цепям: *винторезной, продольной, поперечной и путём подачи быстрого перемещения*. Вращение вала VIII от шпинделя VII передаётся через зубчатые колёса 60-68, а при нарезании резьбы с увеличенным шагом – от шпинделя К через звено увеличения шага 60-30 (вал VI) , 72-18 (вал V), 45-45 (на вал IV) или 60-15 и через колёса 45-45 (с вала IV на вал VIII).

С вала VIII движение передается через реверсивный механизм с колёсами 30-45 или 30-25-45 на вал X, далее через сменные колёса ***a-b-d*** или ***a-b-c-d*** на входной вал XI коробки подач. Переключением муфт МФ3, МФ4, МФ5 и МФ6, а также перестановкой блочных зубчатых колёс 28/48 (на валу XVII), 28/35 (на валу XIV), 25/30 (на валу XIV), 18/28 (на валу XV) осуществляются различные комбинации соединений колёс от $z = 28$ (вал XII)... до $z = 35$ (вал XIX) коробки подач. От выходного вала XVII коробки подач вращение может быть сообщено либо ходовому винту XXI, либо ходовому валу XIX. В первом случае – через муфту МФ6, во втором – через колеса 23-40, 24-39, муфту обгона и колёса 28-35.

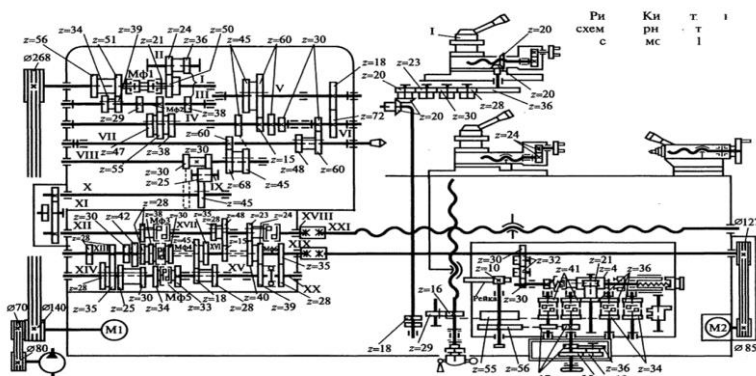


Рис. 5 Кинематическая схема токарно-винторезного станка 16K20

Винторезная цепь. При нарезании резьбы подача суппорта осуществляется от ходового винта XXI (шаг винта $t = 12$ мм) через маточную гайку, закреплённую в фартуке. Необходимый

шаг резьбы можно получить переключением зубчатых колёс и муфт в коробке подач или установкой сменных колёс *a, b, c, d* на гитаре (зубчатая пара). В последнем случае муфтами МФЗ и МФ6 механизм коробки подач отключается. Для предупреждения поломок при случайных перегрузках служит муфта МП1.

Продольная и поперечная подачи суппорта. Для передачи движения механизму фартука служит ходовой вал XIX. По нему вдоль шпоночного паза скользит зубчатое колесо $z = 30$, передающее вращение через колёса 32–32–30 при включённой муфте (которая соединена с 4-заходным червяком) и червячную пару 4-21.

Для получения продольной подачи суппорта и его реверсирования включают одну из кулачковых муфт (левую или правую), имеющих на венцах по 41 зубу. Тогда вращение от червячного колеса передается зубчатыми колёсами 36-41-41 и 17 (левое) -56 или 17 (правое) -56 валу (на котором закреплено реечное колесо с $z = 10$) и далее реечному колесу 10, которое, перекатываясь по неподвижно связанной со станиной станка рейке, осуществляет продольное перемещение суппорта.

Поперечная подача и её реверсирование осуществляются включением правой пары муфт, имеющих на венцах по 34 зуба. В этом случае от вала червячного колеса через передачи 36-36 и 34-55-29-16 или 36-36-36 и 34-55-29-16 вращение передается винту, который сообщает движение поперечной каретке суппорта.

Установочные перемещения суппорта, резцовых салазок и пиноли задней бабки. Для осуществления быстрого (установочного) перемещения суппорта ходовому валу XIX сообщается быстрое вращение от электродвигателя М2 через клиноремённую передачу ($\varnothing 85 - \varnothing 127$). Механизм подачи суппорта через коробку подач при этом можно не включать, так как в цепи привода ходового вала установлена муфта обгона на валу XX.

С помощью ходовых винтов можно перемещать вручную через колёса 24-24 резцовые салазки и пиноль задней бабки. Станок может быть оснащён механическим приводом салазок.

В этом случае от ходового вала XIX через механизм фартука, колёса $z = 30 \dots z = 29$ подключается колесо $z = 18$, а затем через колёса $z = 72 \dots z = 20$ движение передаётся винту резцовых салазок.

Через клиноремённую передачу ($\varnothing 70 - \varnothing 80$) от вала электродвигателя М1 подключён насос смазки.

2.3. Краткое описание основных узлов станка

Передняя бабка. На рис. 6 показана конструкция передней бабки станка мод. 16К20. Шпиндель станка VI расположен на подшипниках: в передней опоре установлены роликовые радиальные двухрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами серии 3182100К, в задней опоре – шариковые радиально-упорные высокоскоростные подшипники типа 36100К.

Поскольку в подшипнике передней опоры внутреннее кольцо имеет конусность 1:12, то выборка зазора (по диаметру) осуществляется путём поджатия втулки гайкой, которая в свою очередь контрится второй гайкой. Осевое усилие резания воспринимается радиально-упорными подшипниками задней опоры. Натяг в этих подшипниках также выполняется втулкой и гайкой.

На шпинделе постоянно закреплена (на шлицах) шестерня $Z = 60$. Чтобы не перемещалась, она законтрена двумя стопорными кольцами. Блок шестерён 17+15 ($Z = 60$ и $Z = 48$) передвигается по шлицам при переключении. Причём ради технологичности он выполнен сборным. Валы, на которых посажены зубчатые колёса, опираются на радиально-упорные или конические подшипники.

Регулировка зазоров в подшипниках осуществляется винтами, посаженными в крышках. Одновременно эти винты контрятся гайками (см., например, вал III). Для переключения блоков зубчатых колёс служат ручки (они особенно хорошо видны на рис. 5).

Вновь обратившись к рис. 6, отметим, что левая ручка зубчатым сектором через рейку переключает муфту

реверсирования (на валу I), на которой закреплён шкив 1. Связь коробки скоростей (передней бабки) с коробкой подач осуществляется через вал IX, который (рис. 6) показан в правом верхнем углу развёртки передней бабки.

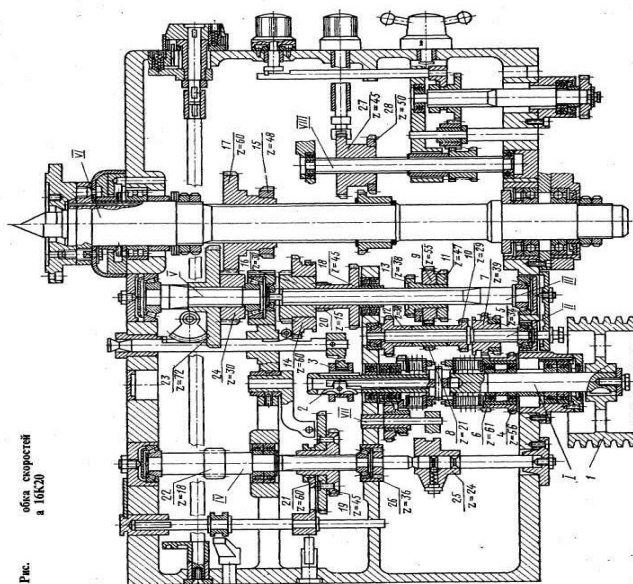


Рис. 6. Передняя бабка (коробка скоростей) станка мод. 16K20

Коробка подач станка мод. 16K20. На рис. 7 (общий вид станка) она обозначена цифрой 11. Коробка подач закреплена на станине ниже передней бабки и имеет несколько валов, на которых установлены подвижные блоки зубчатых колёс – 3, 9, 11, 12, а также переключаемые зубчатые муфты МФ3-1, МФ4-2, МФ6-4 и МФ5-10.

В правом положении муфта 4 получает вращение ходовой винт 5, а в левом её положении (см. рис. 7) через муфту обгона 8–7 вращается ходовой вал 6. Ходовой вал 6 и ходовой винт 5 соединены с коробкой подач через втулочные муфты, которые закреплены предохранительными штифтами. При превышении определённой величины нагрузки они срезаются. Блоки зубчатых колёс в основном посажены на валы на шлицах.

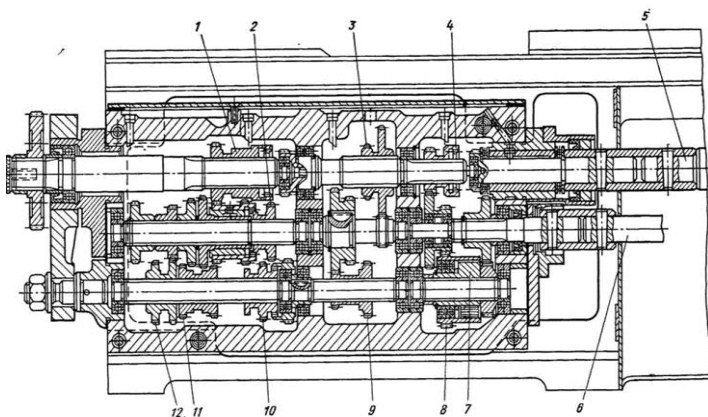


Рис. 7. Коробка подач станка мод. 16K20

Суппорт (рис. 8) состоит из нижней салазки (продольный суппорт) 1, которая перемещается по направляющим станины с помощью рукоятки 15 и обеспечивает 1 – нижнюю салазку (продольный суппорт); 2 – ходовой винт; 3 – поперечную салазку суппорта; 4 – поворотную плиту; 5 – направляющие;

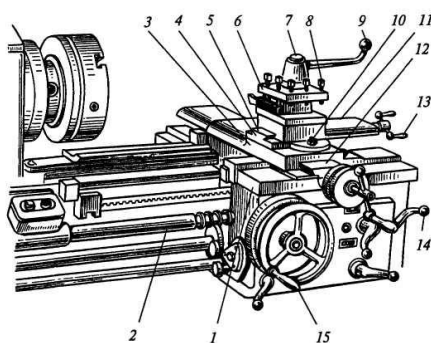


Рис. 8. Суппорт станка мод. 16K20

6 – резцедержатель; 7 – поворотная головка резцедержателя; 8 – винт для крепления резцов; 9 – рукоятка поворота резцедержателя; 10 – гайка; 11 – верхние салазки (продольного суппорта); 12 – направляющие; 13 и 14 – рукоятки; 15 – рукоятка продольного перемещения суппорта перемещения резца вдоль заготовки.

На нижней салазке по направляющим 12 перемещаются поперечная салазка (поперечный суппорт) 3, которая обеспечивает перемещение резца перпендикулярно оси вращения заготовки. По направляющим 5 поворотной плиты 4 перемещаются (с помощью рукоятки 13) верхняя салазка 11, которая вместе с плитой 4 может поворачиваться в горизонтальной плоскости относительно поперечной салазки 3 и обеспечивать перемещение резца под углом к оси вращения заготовки. Резцедержатель (четырёхпозиционная резцовая головка) крепится к верхней салазке 11 с помощью рукоятки 9 и позволяет вводить резец в работу с минимальными затратами времени.

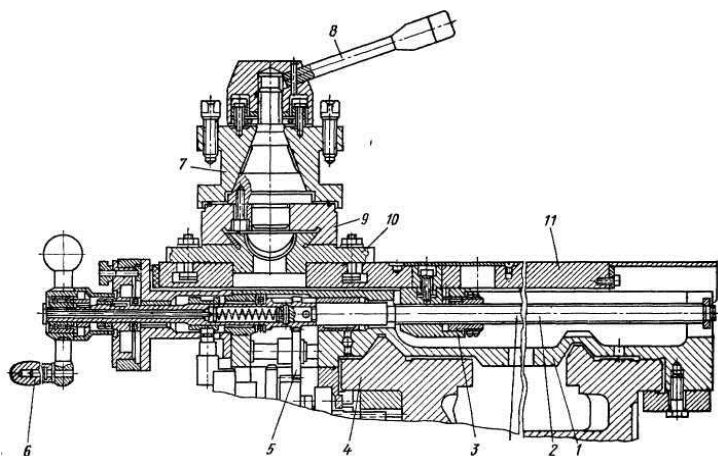


Рис. 9. Вид суппорта станка мод. 16K20 в разрезе

В разрезе суппорт станка мод. 16K20 (рис. 9) состоит из следующих основных частей: нижней каретки 1 для продольного перемещения суппорта по направляющим 4 станины, поперечной салазки 11 и резцовой салазки 9. Поперечная салазка перемещается в направляющих нижней каретки с помощью винта 2 и безлюфтовой гайки 3. При ручной подаче винт 2 вращается с помощью рукоятки 6, а при автоматической – от зубчатого колеса 5.

В круговых направляющих поперечной салазки установлена поворотная плита 10, в направляющих которой перемещаются резцовая салазка 9 с четырёхпозиционным резцедержателем 7. Такая конструкция позволяет устанавливать и зажимать болтами поворотную плиту 10 с резцовой салазкой под любым углом к оси шпинделя. При повороте рукоятки 8 против часовой стрелки резцедержатель 7 расфиксируется. После поворота резцедержателя и фиксирования в новом положении его зажимают, повернув рукоятку 8 в обратном направлении.

Устройство резцедержателя (рис. 10): в центрирующей расточке верхней салазки 5 установлена коническая оправка 3 с резьбовым концом. На конусе оправки установлена четырёхсторонняя резцовая головка 6. При вращении рукоятки 4 головка 2 перемещается вниз по резьбе конической оправки 3.

Шайба 1 и упорный подшипник обеспечивают жёсткую посадку резцовой головки 6 на конической поверхности оправки 3. Головка 2 крепится к резцовой головке 6 винтами 7. Резцовая головка удерживается от поворота при закреплении шариком, который заклинивается между поверхностями, образованными пазом в основании конической оправки 3 и отверстием в резцовой головке 6.

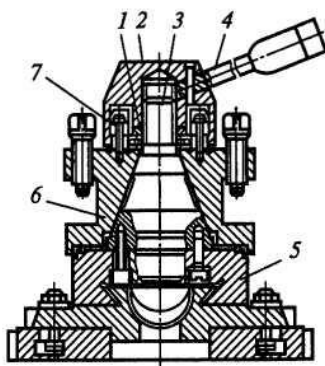


Рис. 10. Резцедержатель:

1 – шайба; 2 – головка; 3 – коническая оправка; 4 – рукоятка;
5 – верхние салазки; 6 – четырёхсторонняя резцовая головка; 7 – винт

Задняя бабка токарно-винторезного станка предназначена главным образом для поддержания длинных заготовок во время обработки. Она используется также с целью закрепления инструментов, используемых при обработке отверстий (свёрла, зенкеры, развёртки) и для нарезания резьбы (метчики, плашки, резьбонарезные головки).

Устройство задней бабки показано на рис. 11. В корпусе 7 (при вращении винта 5 маховиком 7) перемещается пиноль 4, закрепляемая рукояткой 3. В пинולי устанавливают центр 2 с коническим хвостовиком (или инструмент). Заднюю бабку перемещают по направляющим станка вручную либо с помощью продольного суппорта. В рабочем (неподвижном) положении заднюю бабку фиксируют рукояткой 6, которая соединена с тягой 8 и рычагом 9. Силу прижима рычага 9 тягой 8 к станине регулируют гайкой 7 и винтом 12. Более жёсткое крепление задней бабки производят с помощью гайки 13 и винта 14, который прижимает к станине рычаг 10.

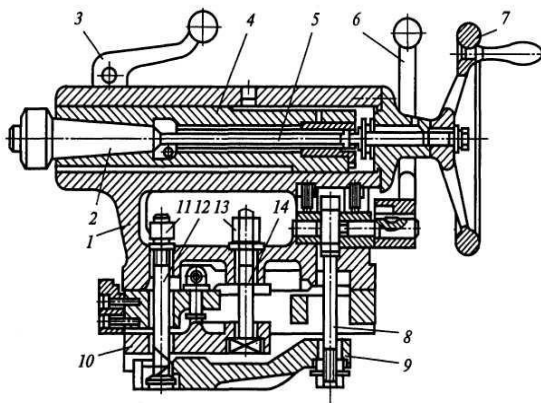


Рис. 11. Задняя бабка:

1 – корпус; 2 – центр; 3, 6 – рукоятки; 4 – пиноль; 5, 12 и 14 – винты;
7 – маховик; 8 – тяга; 9, 10 – рычаги; 11, 13 – гайки

Приспособления для закрепления заготовок. Для крепления заготовок на токарных станках применяют двух-, трёх- и четырёхкулачковые патроны с ручным и механизированным приводами зажима.

Наиболее широко распространён трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон (рис. 12). Кулачки 7, 2 и 3 патрона перемещаются одновременно с помощью диска 4. На одной стороне этого диска есть пазы (имеющие форму архимедовой спирали), в которых расположены нижние выступы кулачков, а на другой – нарезано коническое зубчатое колесо, сопряжённое с тремя коническими зубчатыми колёсами 5. При повороте ключом одного из колёс 5 диск 4 (благодаря зубчатому зацеплению) также поворачивается и посредством спирали перемещает одновременно и равномерно все три кулачка по пазам корпуса 6 патрона. В зависимости от направления вращения диска кулачки приближаются к центру патрона либо удаляются от него, зажимая или освобождая деталь. Кулачки обычно изготавливают трёхступенчатыми и для повышения износостойкости закаливают.

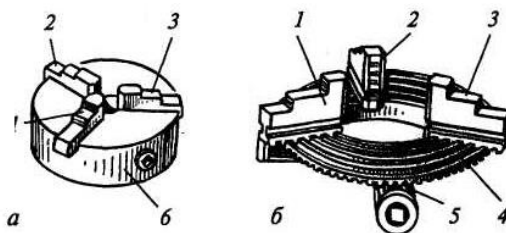


Рис. 12. Два (а, в) трёхкулачковых самоцентрирующихся патрона:
1, 2, 3 – кулачки; 4 – диск; 5 – зубчатое колесо; 6 – корпус патрона

Различают кулачки крепления заготовок по внутренней и наружной поверхностям; при креплении по внутренней поверхности заготовка должна иметь отверстие, в котором могут разместиться кулачки.

В двухкулачковых самоцентрирующихся патронах закрепляют различные фасонные отливки и поковки; кулачки таких патронов, как правило, предназначены для закрепления только одной детали.

В трёхкулачковых самоцентрирующихся патронах закрепляют заготовки круглой и шестигранной форм или круглые прутки большого диаметра.

В четырёхкулачковых самоцентрирующихся патронах закрепляют прутки квадратного сечения, а в патронах с индивидуальной регулировкой кулачков – детали прямоугольной или несимметричной формы.

В зависимости от форм и размеров обрабатываемых деталей применяют различные центры (рис. 13, 14). Угол при вершине рабочей части центра (рис. 15 *а*) обычно равен 60° . Конические поверхности рабочей 1 и хвостовой 2 частей центра не должны иметь забоин, так как это приводит к погрешностям при обработке заготовок. Диаметр опорной части 3 меньше малого диаметра конуса хвостовой части, что позволяет выбивать центр из гнезда без повреждения конической поверхности хвостовой части.

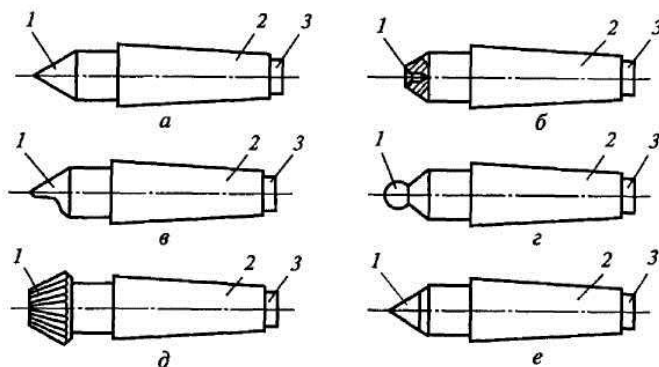


Рис. 13. Типы центров:

а – упорный; *б* – обратный; *в* – полуцентр упорный; *г* – со сферической рабочей частью; *д* – с рифлёной поверхностью рабочего конуса; *е* – с твёрдосплавным наконечником;
1 – рабочая часть; 2 – хвостовая часть; 3 – опорная часть

При обработке с большими скоростями резания и нагрузками применяют задние вращающиеся центры (рис. 14). В хвостовой части 4 центра на опорах качения 2, 3, 5 смонтирована ось, на конце которой выполнена рабочая часть 1 центра, что обеспечивает ее вращение вместе с обрабатываемой заготовкой.

Хомутики (рис. 15) служат для передачи вращения от шпинделя к обрабатываемой заготовке, установленной в центрах станка. Хомутик надевают на заготовку и закрепляют винтом 1 (рис. 15 а), при этом хвостовик 2 хомутика упирается в палец поводкового патрона.

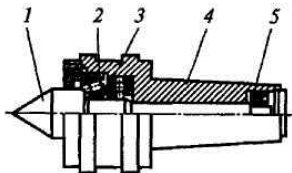


Рис. 14. Вращающийся центр:

- 1 – рабочая часть;
2, 3, 5 – опоры;
4 – хвостовая часть

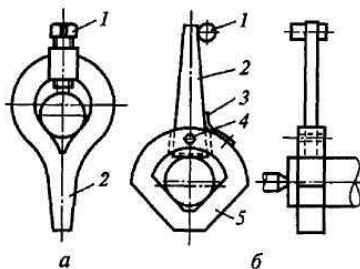


Рис. 15. Токарные хомутики

- а – обычный:
1 – винт; 2 – хвостовик качения;
б – самозатягивающийся:
1 – упор; 2 – хвостовик;
3 – пружина; 4 – ось; 5 – призма

При обработке заготовки в центрах передачу движения ей может осуществлять поводковый патрон через палец-поводок и хомутик, который крепится на детали винтом. Для сокращения вспомогательного времени при черновой обработке в центрах валов диаметром 15 ... 90 мм применяют самозажимные поводковые патроны.

Цанговые патроны применяют главным образом для закрепления холоднотянутого прутка или для повторного зажима заготовок по предварительно обработанной поверхности.

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

Способ установки и закрепления заготовок на станке выбирают в зависимости от их размеров, жёсткости и требуемой точности обработки. При соотношении $l/D < 4$ (l – длина обрабатываемой заготовки, мм; D – диаметр, мм) заготовку закрепляют в патроне, при $4 < l/D < 10$ – в центрах или в патроне

с поджимом задним центром (рис. 17). При $l/D > 10$ закрепление заготовки выполняется в центрах или в патроне и центре задней бабки, причём с поддержкой люнетом (рис. 15).

Самой распространённой является установка обрабатываемой заготовки в центрах станка.

Заготовку обрабатывают в центрах в случае необходимости обеспечения концентричности обрабатываемых поверхностей при переустановке заготовки на станке, если последующую обработку выполняют на шлифовальном станке также в центрах и если это предусмотрено технологией обработки.

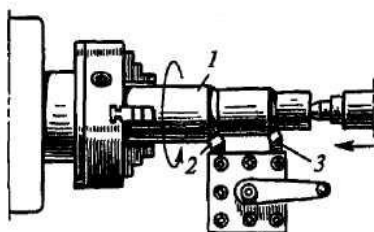


Рис. 16. Установка заготовок в патроне с поджимом задним центром:
1 – заготовка; 2, 3 – резцы

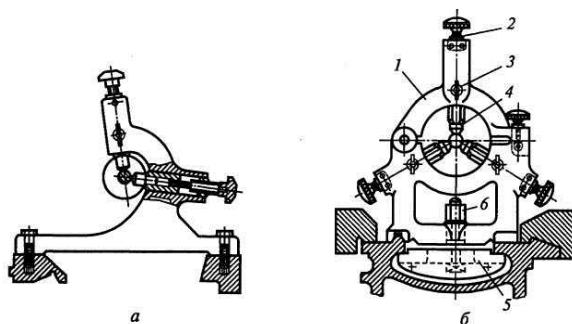


Рис. 17. Люнеты

а – подвижный; **б** – неподвижный:

1 – верхняя (откидная) часть; 2 – винты; 3 – болты;
4 – кулачки или ролики; 5 – планка; 6 – болт с гайкой

Заготовки с отверстием устанавливают в центрах с помощью токарных оправок (рис. 18).

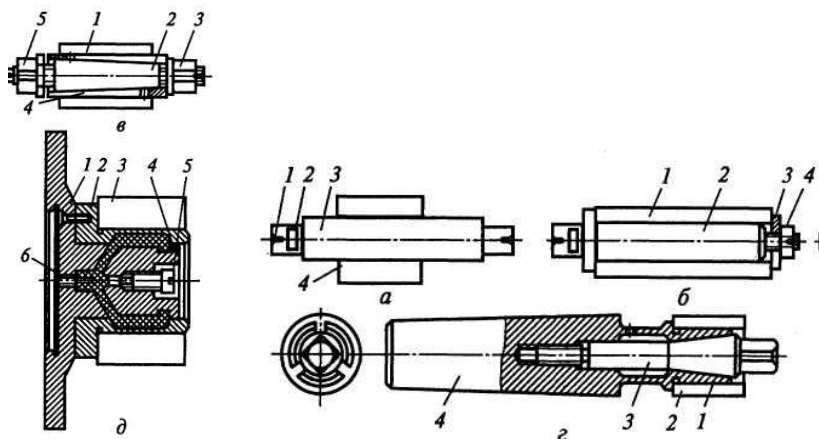


Рис. 18. Токарные оправки:

- а** – оправка с малой конусностью (обычно 1:2000):
 1 – центровое отверстие; 2 – хомутик; 3 – оправка; 4 – заготовка;
- б** – цилиндрическая оправка: 1 – заготовка;
 2 – оправка; 3 – прижимная шайба; 4 – шайба;
- в** – разжимная (цанговая) оправка: 1 – заготовка; 2 – коническая оправка; 3, 5 – гайки; 4 – полая оправка;
- г** – шпиндельная оправка: 1 – цанга; 2 – заготовка;
 3 – разжимная оправка; 4 – патрон;
- д** – оправка с упругой оболочкой: 1 – планшайба; 2 – втулка;
 3 – заготовка; 4 – отверстие для ввода гидропласта; 5, 6 – винты

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы токарно-винторезного станка мод. 16К20.
2. Кинематическая схема станка 1 мод. 6К20 (цепь главного движения, подачи, винторезная, продольная и поперечная подачи суппорта).
3. Конструкция передней бабки станка мод. 16К20 (посадка и регулирование шпинделя, валов, зубчатых колёс и механизмы переключения).
4. Конструкция суппорта станка мод. 16К20, включая резцедержатель.
5. Конструкция задней бабки.
6. Принадлежности токарного станка (патроны, конусы, люнеты и оправки).

3. ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ СТАНКИ

3.1. Применение токарно-револьверных станков

Токарно-револьверные станки применяют в серийном производстве для обработки деталей из пруткового материала или из штучных заготовок. На этих станках можно выполнять все основные токарные операции.

От токарно-винторезных револьверные станки отличаются тем, что не имеют задней бабки и ходового винта. Однако у них имеется револьверная головка, в гнездах которой может быть установлен различный инструмент (резцы, свёрла, развёртки). При наличии специальных комбинированных державок можно в одном гнезде головки закрепить сразу несколько инструментов.

Револьверная головка может поворачиваться вокруг своей оси, и тогда инструмент последовательно подводится к заготовке. Инструмент крепится также и в резцедержателе поперечного суппорта. Токарно-револьверные станки рационально применять в случае, если по технологическому процессу обработки требуется большое количество режущего инструмента.

К преимуществам токарно-револьверных станков относятся: возможность сокращения машинного времени вследствие применения многорезцовых державок для одновременной обработки детали инструментом, установленным на револьверной головке и поперечном суппорте, а также сравнительно малые затраты времени, так как на многоинструментальную обработку станок предварительно настраивают.

Разновидности токарно-револьверных станков. В зависимости от вида обрабатываемых заготовок токарно-револьверные станки подразделяются на прутковые и патронные. Прутковые станки – обычно малого размера, а станки среднего размера могут быть как прутковыми, так и патронными. Крупные револьверные станки, как правило, патронные.

По конструкции револьверной головки все эти станки делятся на станки с вертикальной и горизонтальной осью

вращения револьверной головки (рис. 19). Револьверные головки бывают двух видов – цилиндрические и призматические. Головки цилиндрической формы выпускают с вертикальной (рис. 19 а) и горизонтальной осями вращения (рис. 19 б, в), с расположением горизонтальной оси перпендикулярно (рис. 19 б) или параллельно (рис. 19 в) оси шпинделя станка. Головки призматической формы обычно имеют вертикальную ось и шесть граней с гнездами.

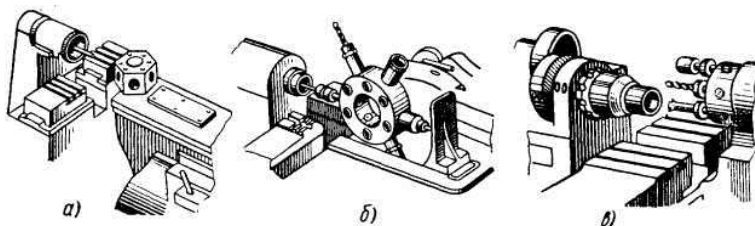


Рис. 19. Типы револьверных головок с осями вращения:
а – вертикальной; б – горизонтальной (перпендикулярной к оси станка); в – горизонтальной (параллельной оси станка)

Основными размерами, характеризующими токарно-револьверные станки, являются наибольший диаметр обрабатываемого прутка, наибольший диаметр обрабатываемой в патроне детали над станиной и над суппортом, а также максимальное расстояние от переднего конца шпинделя до передней грани или торца револьверной головки и наибольшее перемещение головки.

Зажимные и подающие устройства. Почти все револьверные станки для прутковой работы снабжаются механизмами подачи и зажима прутка (рис. 20). При перемещении трубы 5 при помощи рычага 6 вправо конический конец цанги 4 прижимается к коническому отверстию гайки 3, и благодаря этому пропущенный через отверстие шпинделя пруток зажимается.

При повороте рычага 6 против часовой стрелки его верхнее плечо перемещает влево муфту 2, которая конической частью разводит длинные плечи угловых рычагов 2. Короткие плечи рычагов, упирающиеся в торец трубы 5, перемещают трубу вправо.

Если рычаг 6 повернуть по часовой стрелке, муфта 2 перемещается вправо, угловые рычаги 1 освобождают трубу 5. Цанга 4, стремясь разжаться, выходит из конического отверстия гайки 3 и освобождает пруток. После этого пруток подаётся рукояткой – либо той, которая зажимает и освобождает цангу, либо другой. В обоих случаях рукоятка передвигает зубчатую рейку (на чертеже не показана), которая при движении вправо захватывает храповик, соединённый со специальным патрончиком, закреплённым на обрабатываемом прутке, и тем самым пруток подается через шпиндель и открытую цангу. При повороте рукоятки в обратную сторону храповик скользит по зубьям рейки, и пруток остается на месте.

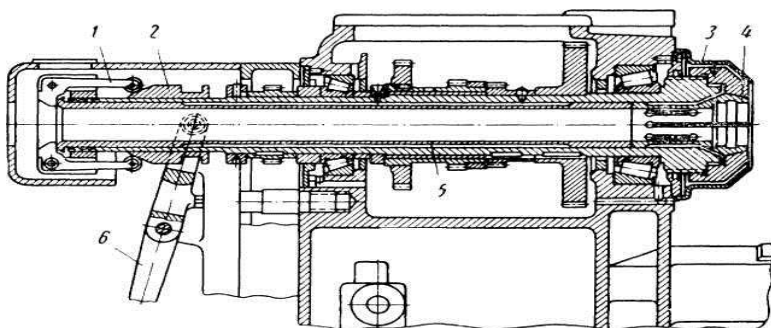


Рис. 20. Механизм подачи и зажима прутка

В revolverных станках механизмы подачи и зажима прутка работают обычно без остановки шпинделя. В некоторых станках эти механизмы снабжаются электромеханическим приводом. Между передней бабкой и revolverным суппортом размещён поперечный суппорт. Установленный в нём инструмент отрезает заготовку и фасонно её обтачивает.

Станок мод. 1П326. Данный токарно-revolverный станок (рис. 21) предназначен для обработки деталей из прутка или в патроне инструментом из твёрдых сплавов и быстрорежущей стали. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка – 25 мм, наибольший диаметр обработки в патроне над станиной – 320 мм. Станок имеет шестигранную revolverную головку с вертикальной осью вращения.

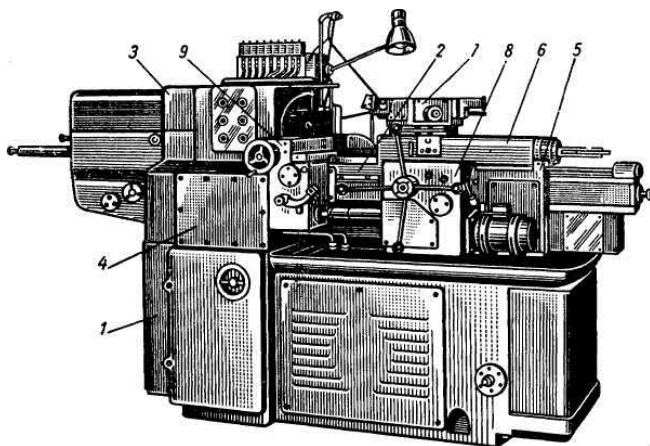


Рис. 21. Токарно-револьверный станок мод. 1П326

На общей тумбе 1 установлена станина 2. С левой стороны расположена передняя бабка, в корпусе которой имеются коробка скоростей 3 и коробка подач 4. Справа, на направляющих станины, установлен револьверный суппорт. Он состоит из салазки 5, каретки 6 и шестипозиционной револьверной головки 7. В гнездах последней в специальных державках закрепляют режущий инструмент. Головка поворачивается вокруг вертикальной оси, фиксируется в шести положениях и вместе с кареткой суппорта получает продольную подачу с помощью механизма, смонтированного в фартуке 8.

Коробка скоростей (редуктор) сообщает шпинделю шесть прямых и шесть обратных скоростей ($n_{\text{шп}} = 200\text{--}3000$ об/мин). Шпиндель реверсируется изменением направления вращения электродвигателя.

Станок мод. 1П326 универсален – он может быть прутковым или патронным; имеет револьверную головку с горизонтальной осью вращения, в которой расположено 16 гнезд, куда с помощью державок может устанавливаться режущий инструмент. Поперечного суппорта нет. Револьверная головка получает продольную подачу и, кроме того, может медленно поворачиваться вокруг своей оси, в результате чего осуществляется поперечная (круговая) подача.

Высокую производительность станка обеспечивают имеющиеся у него устройства: 1) командоаппарат, автоматически включающий необходимое для каждого перехода количество оборотов шпинделя и подачи револьверной головки при повороте последней в следующее положение; 2) гидравлический механизм подачи и зажима прутка; 3) копировальная линейка, позволяющая обрабатывать конические поверхности; 4) резбонарезное приспособление для нарезания резьбы при помощи специальных резьбовых копиров.

Характеристика станка. Максимальный диаметр обрабатываемого прутка – 40 мм, наибольший диаметр заготовки, зажимаемой в патроне: над станиной – 400 мм; над кареткой суппорта – 380 мм. Число скоростей шпинделя – 8 (60–2000 об/мин). Число продольных подач – 16 (0,05–1,6 мм/об). Число поперечных (круговых) подач – 8 (0,03–0,48 мм/об).

Как показано на кинематической схеме станка (рис. 22), ось револьверной головки лежит ниже оси шпинделя на 100 мм, чтобы различный инструмент, закреплённый в её гнездах, можно было поочередно подводить к шпинделю.

Движения в станке. Главное движение – вращение шпинделя (рис. 22) осуществляется от электродвигателя 55 через коробку скоростей. Включение различного числа оборотов шпинделя производится переключением четырёх электромагнитных муфт M_1 – M_4 и зубчатого блока B_1 .

Уравнение кинематического баланса цепи для минимального числа оборотов шпинделя (включены муфты M_1 и M_3):

$$n \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_4}{z_5} \cdot \frac{z_8}{z_9} \cdot \frac{z_{11}}{z_{15}} = n_{\min}, \text{ об/мин.}$$

Шпиндель может тормозиться одновременным включением муфт M_3 и M_4 при работающем электродвигателе и выключенных остальных муфтах. При одновременном включении муфт M_3 и M_4 включаются две передачи с вала III на вал IV с разными передаточными отношениями, что тормозит вращение шпинделя.

Продольную подачу револьверный суппорт получает от шпинделя V через ряд промежуточных передач, коробку подач и реечную пару. Уравнение кинематического баланса цепи минимальной продольной подачи (включены муфты M_5, M_7, M_9):

$$1 \text{ об. шп. } \frac{Z_{14}}{Z_{16}} \cdot \frac{Z_{18}}{Z_{19}} \cdot \frac{Z_{21}}{Z_{25}} \cdot \frac{Z_{26}}{Z_{27}} \cdot \frac{Z_{29}}{Z_{32}} \cdot \frac{Z_{33}}{Z_{34}} \cdot \frac{Z_{35}}{Z_{36}} \cdot \pi m_{37} z_{37} = s_{\min}, \text{ мм/об}$$

Включение различных ступеней подачи производится переключением четырёх электромагнитных муфт $M_5 - M_8$ и зубчатых блоков B_2 и B_3 . Электромагнитные муфты переключаются либо автоматически под действием кулачков командоаппарата 52, либо вручную с помощью переключателя.

Механические продольные подачи включаются муфтой М₉, передающей вращение от червячного колеса 34 зубчатому колесу 35. Продольное перемещение револьверного суппорта осуществляется вручную штурвалом при выключенной муфте М₉.

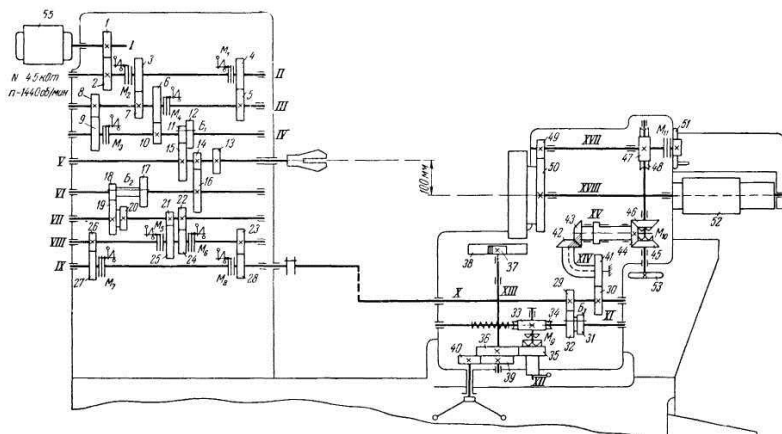


Рис. 22. Кинематическая схема токарно-револьверного станка мод. 1П326

Поперечная (круговая) подача револьверной головки от шпинделя станка до ходового вала осуществляется по кинематической цепи, как и при продольной подаче. Далее движение передается через зубчатую пару 30-41, конические зубчатые колёса 42-43, конический реверсивный механизм 44-45-46, червячную пару 47-48 и зубчатую передачу 49-50 на револьверную головку, при вращении которой происходит поперечная (круговая) подача. Для осуществления этой подачи надо рукояткой включить зубчатую муфту M_{10} и переключателем – электромагнитную муфту M_{11} .

Уравнение кинематического баланса цепи минимальной поперечной (круговой) подачи:

$$1 \text{ об.шп.} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{16}} \cdot \frac{Z_{18}}{Z_{19}} \cdot \frac{Z_{21}}{Z_{25}} \cdot \frac{Z_{26}}{Z_{27}} \cdot \frac{Z_{30}}{Z_{41}} \cdot \frac{Z_{42}}{Z_{43}} \cdot \frac{Z_{44}}{Z_{467}} \cdot \frac{Z_{47}}{Z_{48}} \cdot \frac{Z_{49}}{Z_{50}} \cdot 2\pi R = S_{\min}, \text{ об/мин,}$$

где $R = 100 \text{ мм}$ – радиус окружности центров инструментальных гнезд.

Поперечные (круговые) подачи револьверной головки осуществляются вручную маховичком 53 при нейтральном положении зубчатой муфты M_{10} и включённой электромагнитной муфты M_{11} .

Быстрый поворот револьверной головки вручную производят для перевода её в следующее рабочее положение, при этом надо выключить муфту M_{10} и вращать вручную маховичок 51. Предварительно выключается фиксатор револьверной головки.

3.2. Токарно-револьверный автомат мод. 1Б140

Предназначенный для серийного и массового производства деталей из круглого, квадратного и шестигранного калиброванного прутка станок мод. 1Б140 в качестве приспособления может иметь магазинное устройство для обработки деталей из штучных заготовок.

Техническая характеристика автомата. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм ... 40; частота вращения

шпинделя, об/мин: левое вращение ...160–2500, правое вращение ... 63–1000; число суппортов: revolverных ...1, поперечных ... 2, вертикальных ... 2, продольных ...1.

На рис. 23 представлен общий вид автомата мод. 1Б140. На основании 1 установлена станина 7 со шпиндельной бабкой 4, revolverным суппортом 8, имеющим шестипозиционную revolverную головку 6, и поперечными суппортами: двумя горизонтальными 2 (передним и задним) и двумя вертикальными 5. На переднем поперечном суппорте расположен продольный суппорт 3, который может перемещаться в горизонтальной плоскости параллельно оси шпинделя или под углом к нему.

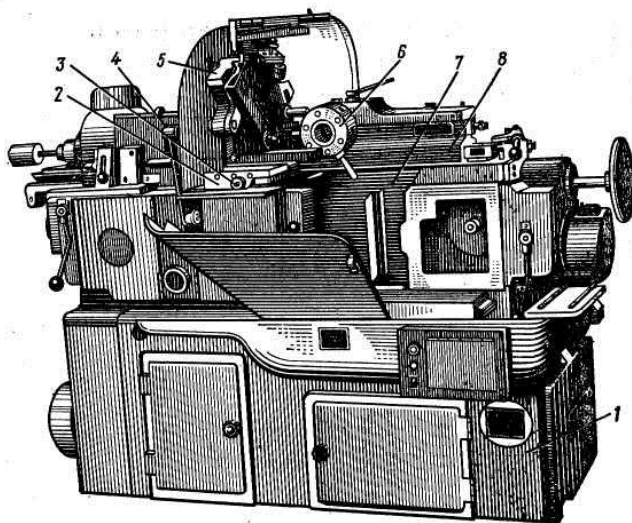


Рис. 23. Токарно-револьверный автомат мод. 1Б140

Инструментом revolverной головки, имеющей продольное перемещение, производится обтачивание, обработка отверстий и нарезание резьбы. Инструментом поперечных суппортов производится обработка фасонных поверхностей, подрезка, снятие фасок и отрезка готовой детали. Инструментом продольного суппорта производятся точение конусов и другие операции.

Кинематическая схема автомата имеет три механически независимые цепи (рис. 24): главного движения, подачи и вспомогательных перемещений.

Главное движение шпиндель V получает от электродвигателя 1 через коробку скоростей 2 ... 12 и клиноремённую передачу 13-14. Точение и сверление на револьверных автоматах производят при левом вращении шпинделя. При помощи сменных колёс *a-b₁* шпиндель может получить три правые и три левые скорости вращения.

Привод подачи и вспомогательных перемещений. Вспомогательный вал VII-VIII вращается от электродвигателя 20 через червячную пару 21-22 и кулачковую муфту 72. Вспомогательный вал делает 2 об/с, а при выключенной муфте 72 его можно вращать вручную маховиком 30. От вспомогательного вала через червячную передачу 24-25 вращение передаётся командоаппарату 26 переключения скоростей шпинделя путём включения соответствующих электромагнитных муфт в коробке скоростей.

Через зубчатые колёса 27-28-29 вращение сообщается валу IX и барабанам 92 и 86 механизмом подачи и зажима прутка. Револьверная головка 43 при включении муфты 75 поворачивается при помощи колёс 36-37-38, 39-40 и мальтийского механизма 41-42. От вала VIII через коробку подач и червячную пару 44-45 вращение передаётся первому распределительному валу – XV, а через передачи 58-59 и червячную пару 60-61 – второму распределительному валу – XVI. Валы XV и XVI вращаются с одинаковой частотой.

На распределительном валу XVI установлены цилиндрический кулачок 78, осуществляющий подачу продольного суппорта 46, и барабаны 79, 80, 81, включающие однооборотные муфты: 73 – поворота барабана командоаппарата 26; 74 – подачи и зажима прутка; 75 – поворота револьверной головки 43. Перед подачей прутка кулачок 88 (вал XVIII) при помощи зубчатого сектора 47 и колеса 48 поворачивает качающийся упор и устанавливает его против переднего торца шпинделя. После подачи прутка упор отходит в исходное положение. На валу XVI установлены дисковые кулачки 82, 83, 84, 85. Первые два – для подачи

вертикальных (50 и 51) суппортов, а вторые два – для подачи поперечных (52 и 53) суппортов.

На распределительном валу XV расположены дисковый кулачок 93 перемещения револьверного суппорта, барабан 90 лотка 54, отделяющего готовые детали от стружки, и барабан 91 муфты 76 переключения частоты вращения распределительных валов. Медленное вращение последних осуществляется от вспомогательного вала VIII через зубчатые колёса коробки подач 32-35-63 и сменные колёса *a-b*, *c-d* или *e-f*, а быстрое – через колёса 31-34, 33-62-64.

Для вспомогательных движений служит электродвигатель 65, с помощью которого можно вращать быстроходный (сверлильный) шпиндель 49, установленный в одном из гнезд револьверной головки. Этот шпиндель, вращаясь в направлении, обратном вращению заготовки, позволяет получить достаточно высокую скорость резания при сверлении отверстий малого диаметра.

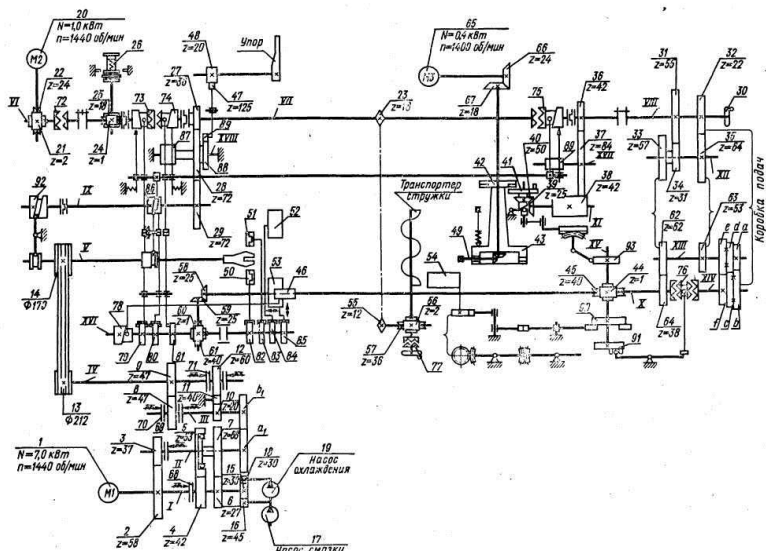


Рис. 24. Кинематическая схема автомата мод. 1Б140

Бараны управления и самовыключающиеся однооборотные муфты. Для работы автомата необходимо, чтобы все движения исполнительных механизмов осуществлялись в определённой последовательности. Это достигается с помощью барабанов управления, установленных на распределительных валах XV и XVI. На барабанах закреплены специальные сухарики, включающие исполнительные механизмы, которые после выполнения заданного цикла движения автоматически отключаются с помощью самовыключающихся однооборотных муфт.

Ведущая часть 9 кулачковой муфты (рис. 25 а) вращается вместе с валом VII. На нём же свободно сидит подвижная полумуфта 3, которая справа имеет два удлинённых торцовых кулачка 4, входящих в вырезы ступицы зубчатого колеса 10. Пружина 11 стремится переместить полумуфту 3 влево, но палец 2, установленный на рычаге 8, находится в пазу муфты, не давая ей включаться.

Команда на включение муфты подаётся от распределительного вала IX (рис. 25 б) кулачком 6 барабана 7. При вращении барабана кулачок поднимает правый конец рычага 5, и палец освобождает подвижную полумуфту 3. Под действием пружины 11 (рис. 25 а) она смещается влево и входит в зацепление с ведущей полумуфтой 9. Одновременно призматический фиксатор 1, сидящий на рычаге 5, выжимается из паза.

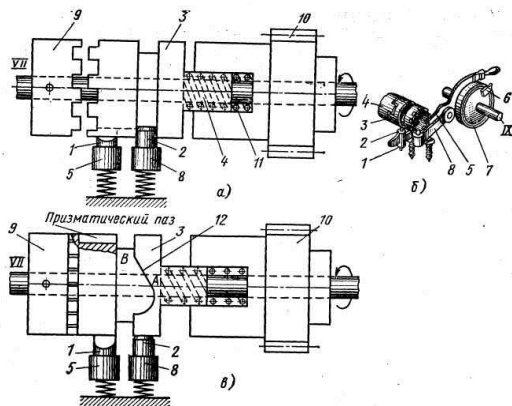


Рис. 25. Самовыключающиеся однооборотные муфты

В новом положении (рис. 25 в) детали 9 и 3 начинают вращаться вместе с валом VII, а палец 2 и фиксатор 1 скользят по цилиндрическим поверхностям полумуфты 3. Когда фигурный паз 12 с рабочим скосом *AB* подойдет к пальцу 2, последний под действием пружины западает в него, и при дальнейшем движении полумуфты палец, перемещаясь по скосу *AB*, выжимает эту полумуфту вправо и выводит её из зацепления с полумуфтой 9. Одновременно фиксатор 1 западает в призматический паз полумуфты 3 и фиксирует её.

Шпиндельная бабка. На рис. 26 представлен продольный разрез шпиндельного узла автомата. Шкив 3, установленный на подшипниках кронштейна 4, связан со шпинделем 2, внутри которого расположен механизм подачи и зажима прутка. Он состоит из подающей цанги 10, ввернутой в правый конец трубы 6, зажимной цанги 12, стакана 11, втулки 13, трубы 9 и механизма перемещения этой трубы. Левый конец подающей трубы 6 закреплен в подшипнике 1, установленном на салазке 17, и перемещается с ними в направляющих вдоль оси шпинделя.

При перемещении муфты 5 влево длинные плечи рычагов 8 сближаются. Это приводит к повороту рычагов вокруг точек их опоры у неподвижного кольца 7, закреплённого на шпинделе. В результате этого короткие плечи рычагов смещают вправо зажимную трубу 9 и стакан 11, который своим внутренним конусом сжимает зажимную цангу 12. Пока муфта 5 находится в показанном на рис. 25 положении, самопроизвольное освобождение зажимной цанги невозможно.

Цикл зажимной операции протекает следующим образом. Подающая цанга находится в правом положении. Кулачок, установленный на барабане 81 (см. рис. 24), поднимает один конец рычага, противоположный конец которого, опускаясь, освобождает однооборотную муфту 74. Под действием пружины она перемещается влево, входит в зацепление с полумуфтой, жестко закреплённой на вспомогательном валу, и начинает поворачиваться, передавая вращение через зубчатые колёса 27, 28, 29 на барабаны 92 и 86. Рабочие участки этих барабанов спрофилированы таким образом, что, повернувшись на один оборот, они с помощью рычагов 14 и 16 (рис. 26)

перемещают: первый – муфту 5, второй – салазку 17. Салазка отходит влево на заданную длину подачи прутка. Лепестки цанги при этом скользят по зажатому прутку. После этого муфта 5 отходит вправо, освобождая зажимную цангу 2 и пруток. Затем салазка 17 с трубой 6, подающей цангой и прутком перемещаются вправо, и пруток доходит до откидного упора, который устанавливается в этот момент против торца шпинделя. Муфта 5 перемещается влево, и цанга 12 зажимает пруток. Сила зажима прутка регулируется гайками 15.

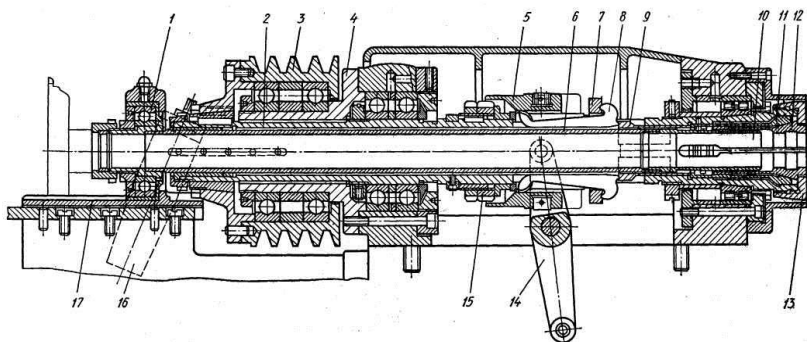


Рис. 26. Шпиндельная бабка

На подачу и зажим прутка требуется один оборот вала IX с барабанами 92 и 86 (см. рис. 26), но так как этот вал вращается в 2 раза медленнее, чем вспомогательный вал ($t = \frac{36}{72} = \frac{1}{2}$), то за время подачи и зажима прутка вспомогательный вал сделает два оборота. Чтобы однооборотная муфта 74 не включалась после первого оборота вспомогательного вала, на валу XVIII закреплён эксцентриковый кулачок 87, на который опирается рычаг, выключающий муфту 74.

Револьверный суппорт. В корпусе суппорта (рис. 27) размещён горизонтальный вал с шестипозиционной револьверной головкой 13. Водило 2 находится на ведущем диске 3. Диск имеет торцовый кулачок 4, находящийся в контакте через двуплечий рычаг 15 с фиксатором 14 револьверной головки, и кривошип 12, связанный через шатун 11 (регулируемый гайкой 5) с рейкой 9, которая может

перемещаться в продольном пазу корпуса суппорта. Ролик 8 опирается на дисковый кулачок 7, закреплённый на распределительном валу станка. Пружина 6 стремится переместить суппорт вместе с револьверной головкой, кривошипом 12, шатуном 11 и рейкой 9 вправо, однако этому препятствует рейка, удерживаемая зубчатым сектором 10, и кулачок 7.

Револьверный суппорт имеет два независимых движения: медленную рабочую подачу от кулачка 7 и быстрый отвод и подвод. После отвода револьверная головка поворачивается. При рабочей подаче кулачок, вращаясь по часовой стрелке, через зубчатый сектор 10 перемещает влево рейку 9, а вместе с ней и весь суппорт, так как кривошип 12 и шатун 11 при этом находятся в мёртвом положении. Пружина 6 в это время сжата. При нисходящем профиле кулачка 7 она возвращает суппорт в исходное положение.

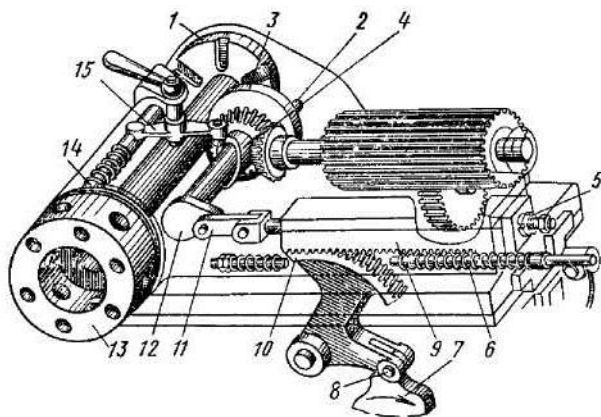


Рис. 27. Револьверный суппорт

Холостой ход револьверного суппорта с поворотом револьверной головки осуществляется вспомогательным валом с помощью самовыключающей муфты 15 (см. рис. 27). Команда на эту операцию подается кулачком барабана 8. В нужный момент кулачок, воздействуя на

самовыключающуюся муфту 75, освобождает ее. Муфта, включаясь, вращает зубчатые колёса 36, 37, 38, 39, 40 и диск 41. Торцовый кулачок 4 (рис. 27), воздействуя на рычаг 5, выводит фиксатор 14 из гнезда и освобождает револьверную головку. Вслед за этим водило 2 заходит в паз мальтийского механизма 1 и поворачивает его на 1/6 оборота, после чего фиксатор под действием пружины западает в очередное гнездо головки и фиксирует её.

Перед поворотом головки кривошип 12, вращаясь по часовой стрелке, выходит из мёртвого положения с шатуном 11, благодаря чему суппорт теряет неподвижную опору (рейка 9), и пружина 6 быстро перемещает его вправо. После поворота кривошипа 12 на 180° он, отталкиваясь от неподвижной рейки 9, сообщает револьверному суппорту быстрое движение вперёд в исходное положение и, оказавшись снова в мёртвом положении, останавливается, так как в этот момент размыкается самовыключающаяся муфта 15 (см. рис. 27).

Револьверная головка поворачивается за два оборота вспомогательного вала. Чтобы однооборотная муфта 15 не включалась после первого оборота, на валу XVII установлен эксцентриковый кулачок 7, выключающий эту муфту только после двух оборотов вспомогательного вала.

Цикл поворота револьверной головки осуществляется следующим образом (рис. 28). При спаде кривой на кулачке 6 (позиция I) включается однооборотная зубчатая муфта на вспомогательном валу, и начинается вращение кривошипного валика 2, который через шатун 3 стремится переместить влево зубчатую рейку 4. В результате рейка остается на месте, а револьверный суппорт под действием пружины 7 быстро отходит назад (позиция II).

Продолжая вращаться, кривошипный валик своим кулачком выводит фиксатор из гнезда револьверной головки и начинает её поворот при входе пальца кривошипного валика 2 в паз мальтийского креста 1 (позиция III). Одновременно кривошипный валик через шатун тянет рейку 4 влево, отрывая рычаг с роликом 5 от кулачка 6. Повернувшись на 180°, кривошипный валик начинает перемещать рейку направо, поджимая рычаг с роликом к кулачку (позиция IV).

В этот момент заканчивается поворот револьверной головки и производится её фиксация.

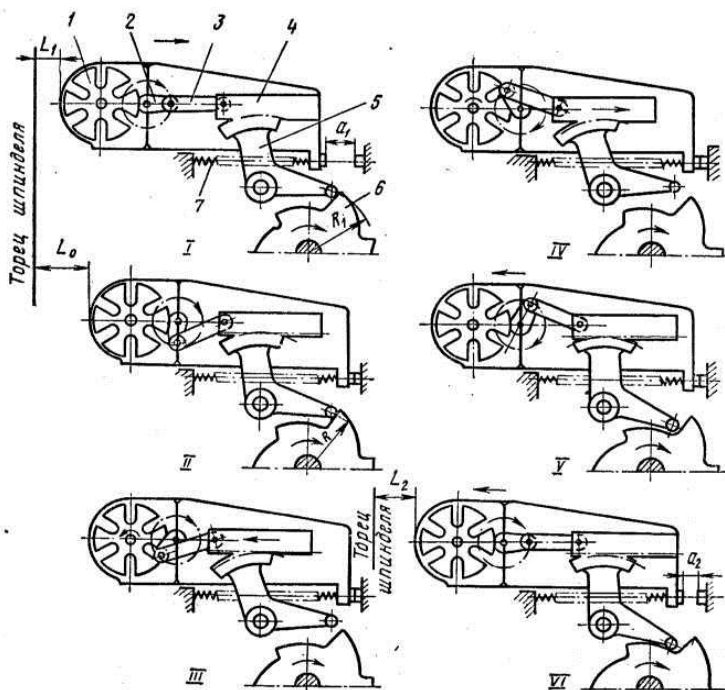


Рис. 28. Схема поворота револьверной головки:
I, II, III, IV, V, VI – последовательные положения при повороте

Как только ролик рычага коснётся кулачка, рейка останавливается. Кривошипный валик, продолжая вращаться, давит через шатун на неподвижную рейку и осуществляет быстрое перемещение револьверного суппорта вперед в исходное положение (позиции V и VI).

4. НАЛАДКА ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫХ АВТОМАТОВ

4.1. Характеристика и особенности работ, выполняемых на токарно-револьверных автоматах

На токарно-револьверных автоматах может выполняться большое количество разнообразных технологических операций по обработке. Участие в работе большого числа режущих инструментов, установленных на поперечных суппортах, в шести позициях револьверной головки продольного суппорта и на специальных приспособлениях, позволяет осуществлять на этих автоматах, как правило, полную обработку достаточно сложных заготовок.

Большинство технологических операций, таких, как обточка цилиндрических и конических поверхностей, центровка, сверление, зенкование, развёртывание, растачивание отверстий и проточка внутренних канавок, снятие наружных и внутренних фасок, нарезание наружной и внутренней резьбы, накатывание длинных рифлений и др., выполняется инструментами с продольного револьверного суппорта.

Инструментами с поперечных суппортов выполняются другие операции: обточка фасонных поверхностей фасонными резцами, проточка различных канавок, снятие фасок (в том числе и со стороны отрезки детали), подрезка торцов, накатка коротких рифлений, отрезка детали и др. Некоторые операции, такие, как расточка отверстий и проточка внутренних канавок, выполняются при одновременной работе продольного и поперечного суппортов. Инструментами, установленными на специальных приспособлениях, нарезают резьбы со стороны отрезки, сверлят поперечные отверстия, прорезают шлицевые пазы, фрезеруют грани и др.

Обточка наружных цилиндрических поверхностей может выполняться радиальными или тангенциальными резцами. Детали ступенчатого профиля обтачиваются, как правило, одновременно двумя резцами. Обточку наружных поверхностей на этих автоматах часто совмещают с обработкой отверстий (центровка, сверление, зенковка). Но это целесообразнее всего делать тогда, когда эти операции выполняются при почти

одинаковой скорости как резания, так и подачи. В противном случае один из инструментов будет работать либо на заниженных режимах (снижается производительность автомата), либо, наоборот, на завышенных режимах (снижается стойкость инструмента).

При обточке или снятии фаски на конце длинной и тонкой заготовки применяют поддерживающий призматический люнет и ролики (рис. 29 а, б) или люнетную втулку (рис. 29 в).

Конические наружные поверхности большой длины обтачиваются с помощью державки, установленной в револьверной головке, и копира, закреплённого на поперечном суппорте (рис. 29). Резец 7 устанавливается в державке 2 на кронштейне 6 и может поворачиваться вместе с ним вокруг оси 1. Пружина 3 поджимает палец 5 с кронштейном и резцом к поверхности копира 4 при продольном перемещении державки с резцом палец 5 скользит по копиру, осуществляя подачу резца в поперечном направлении. Короткие конические поверхности обтачиваются резцами с поперечных суппортов.

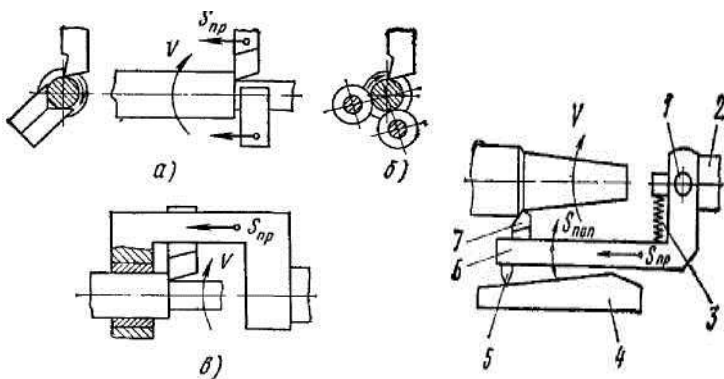


Рис. 29. Обточка длинных заготовок:

а – с призматическим люнетом; б – с поддерживающими роликами;
 в – с люнетной втулкой

Обработка внутренних поверхностей производится свёрлами, зенкерами, развёртками и расточными резцами. Сверление отверстий при этом может выполняться

спиральными или перовыми сверлами (рис. 30 а). При обработке ступенчатых отверстий вместо последовательного набора стандартных свёрл или зенкеров часто применяют специально изготовленные для данной детали комбинированные свёрла или зенкеры (рис 30 б). Инструмент в этом случае получается сложнее и дороже, но зато сокращается время сверления отверстий и повышается точность их обработки.

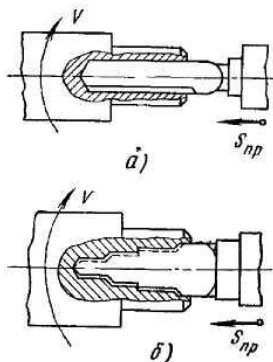


Рис. 30. Обработка внутренних поверхностей качающимися выдвижными расточными:

- а* – перовым сверлом, резцами (такими же, как при обточке);
б – комбинированным сверлом конических поверхностей

При сверлении отверстий диаметром менее 10 мм заготовка предварительно зацентрируется сверлом большого диаметра. При зацентровке одновременно снимают внутренние фаски. Расточка отверстий и проточка внутренних канавок выполняются на качающемся кронштейне, который, кроме продольной подачи при перемещении револьверного суппорта, получает поперечную подачу от поперечного суппорта. Аналогично осуществляется расточка отверстий, а также проточка внутренних конических и фасонных поверхностей.

Нарезание резьбы на заготовках производится плашками, метчиками, резьбонарезными головками или гребёнками. При обработке заготовок из мягких материалов наружная резьба может изготавливаться методом накатки.

Плашками нарезается короткая резьба, а резьбонарезными головками – длинная. Резьба, расположенная за буртиком со стороны отрезки детали, нарезается гребёнками со специальных приспособлений.

Проточка различных наружных канавок и снятие фасок со стороны отрезки детали выполняются прорезными и фасонными

резцами, устанавливаемыми чаще всего на заднем горизонтальном или вертикальном поперечном суппорте (рис. 31).

Обточка наружных фасонных поверхностей небольшой длины осуществляется фасонными резцами, установленными на поперечном суппорте, а большой длины – по копиру обычными резцами, закреплёнными в специальной державке на револьверной головке (рис. 32).

Накатка рифлений на обрабатываемых поверхностях производится стальными закалёнными накатными роликами, установленными на поперечном или револьверном суппорте (рис. 33). Роликами, установленными на продольном суппорте, накатывают рифления на большой длине заготовки, особенно когда заготовка имеет малый диаметр и большую длину. Также накатывают перекрёстные рифления. В последнем случае ролики устанавливаются под углом друг к другу. Роликами, установленными на поперечном суппорте, накатывают рифления на малой длине достаточно жёстких заготовок (деталей). Для предупреждения возможного прогиба заготовки рекомендуется с противоположной её стороны устанавливать поддерживающий ролик.

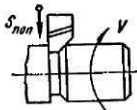


Рис. 31. Обточка каналом по копиру суппорта

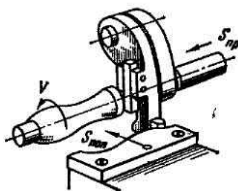


Рис. 32. Обточка фасонной поверхности проходным резцом

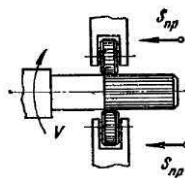


Рис. 33. Накатка рифовок и снятие фасок

Другие виды обработки, осуществляемые при помощи специальных приспособлений, показаны на рис. 34.

Режущие инструменты и принадлежности. При обработке деталей на токарно-револьверных автоматах, наряду со стандартным режущим инструментом (резцы, сверла, плашки, развертки) применяется специальный режущий инструмент (фасонные резцы, комбинированные свёрла, зенкеры, расточные

резцы). Режущие инструменты могут быть изготовлены из быстрорежущей стали или из твёрдых сплавов.

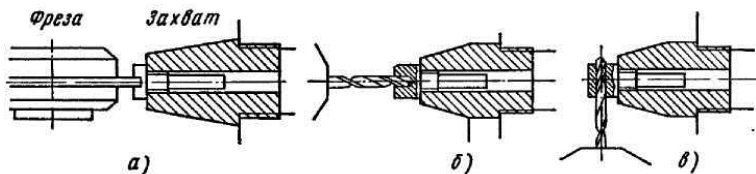


Рис. 34. Обработка при помощи специальных приспособлений:
а – фрезерование шлицевого паза, б – сверление отверстий со стороны отрезка, в – сверление поперечного отверстия

Применение твёрдосплавных инструментов позволяет увеличить производительность обработки заготовок благодаря более высокой скорости резания и подачи инструмента, но при этом происходит сильный нагрев заготовки (особенно при малых размерах), вызывающий её деформацию и снижение точности обработки.

В число *основных принадлежностей, применяемых на токарно-револьверных автоматах*, входят: упор для ограничения подачи материала, комплекты сменных подающих и зажимных цанг, а также различные державки для установки и крепления режущих инструментов в револьверной головке и на поперечных суппортах.

Упоры, применяемые на токарно-револьверных автоматах, могут быть двух типов: неподвижные (рис. 35 а) и вращающиеся (рис. 35 б). При применении неподвижного упора прутки при вращении трётся своим торцом по торцу упора. При вращающемся упоре трение прутка отсутствует, так как опорный палец 3 вращается вместе с прутком. Длину упоров обоих типов регулируют при помощи гайки 2 и винта 1. Для обработки заготовок из прутков разного диаметра и с разной формой сечения на автоматах применяется комплект *сменных подающих и зажимных цанг*. Комплекты сменных цанг поставляются вместе с автоматом. Так, например, с автоматом мод. 1Б140 поставляются сменные цанги диаметрами 18, 24, 30, 36 и 40 мм.

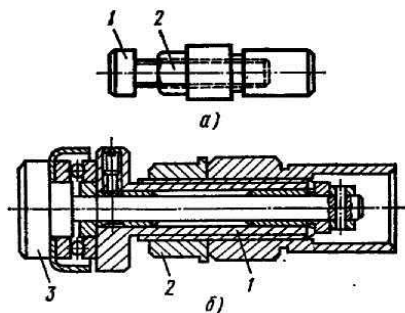


Рис. 35. Упоры, применяемые на токарно-револьверных автоматах:
а – неподвижный, *б* – вращающийся

Державки для установки и крепления режущих инструментов, применяемые в токарно-револьверных автоматах, в основном нормализованы, и их определённый комплект также поставляется вместе с автоматом. В необходимых случаях применяют и специально изготовленные державки. На токарно-револьверных автоматах используют державки для инструментов, устанавливаемых на револьверной головке и поперечных суппортах. Большинство державок комбинированные. Это позволяет устанавливать в них по два различных инструмента. Свёрла, зенкеры, развёртки устанавливаются в державках через переходные втулки, в которых они зажимаются специальным вкладышем, либо за счёт деформации разрезной втулки. Для установки и крепления державок в отверстиях револьверной головки они снабжены цилиндрическими хвостовиками. Резцедержатель вертикального суппорта применяется в основном для установки отрезного резца.

4.2. Техническая документация для наладки

Основным техническим документом, по которому осуществляется наладка токарно-револьверного автомата, является карта наладки (здесь рассматриваются только особенности расчётов, характерные для токарно-револьверных автоматов).

Выбор и расстановка режущих инструментов. Все инструменты для обработки пробки (металлическая заглушка) с продольной подачей (проходной резец и центровочное сверло, фасочный резец и сверло диаметром 10 мм, плашка М22 х 1,5 и сверло диаметром 6 мм) устанавливаются в соответствующих державках в револьверной головке (в четырёх позициях). В первой позиции револьверной головки устанавливается упор, а шестая позиция остаётся свободной.

Расстановка инструментов на поперечных суппортах планируется, исходя из рекомендаций, указанных при описании их конструкций. Державка с фасонным резцом устанавливается на переднем, а державка с накатным роликом – на заднем поперечном суппорте. Отрезной резец устанавливается на вертикальном суппорте. Все режущие инструменты должны быть изготовлены из быстрорежущей стали.

Выбор режимов резания v и s , определение числа оборотов в минуту шпинделя $n_{\text{шп}}$. Особенность выбора режимов резания v и s для этих автоматов заключается в том, что в одной державке револьверной головки часто работают одновременно два различных инструмента (например, проходной резец и сверло). В этом случае из двух режимов резания выбирается общий для обоих инструментов – наименьший по числу оборотов в минуту шпинделя.

Например, при переходе № 3 для проходного резца $v = 50$ м/мин и $s = 0,13$ мм/об, а для центровочного сверла $v = 45$ м/мин и $s = 0,13$ мм/об. Числа оборотов шпинделя, соответственно, будут $n_{\text{шп}} = 531$ об/мин и 1194 об/мин. Отсюда для перехода № 3 выбираем $n_{\text{шп}} = 531$ об/мин и $s = 0,13$ мм/об. После корректировки по паспорту автомата получается $n_{\text{ог}} = 500$ об/мин (при сменных зубчатых колёсах А = 29 и Б = 66 переключатели на пульте управления установить в положение «В»).

Определение рабочих ходов инструментов $l_{\text{р.х}}$ в каждом переходе производится по соответствующей формуле с учётом характера обработки, формы режущего инструмента и т. д. Расчёт при этом ведется для инструмента, имеющего наибольший рабочий ход.

Величина подачи прутка при обработке рассматриваемой заготовки определится как сумма расстояния от торца шпинделя до отрезного резца (рекомендуется 5–6 мм) длины обрабатываемой заготовки и ширины отрезного резца $l_{\text{пр}} = 6 \text{ мм} + 20 \text{ мм} + 3 \text{ мм} = 29 \text{ мм}$.

Определение расстояний от торца шпинделя до револьверной головки. Зная размеры державок, установленных в револьверной головке, определяем для каждого рабочего перехода расстояние L между торцом шпинделя и револьверной головкой при её крайнем левом положении. Тогда, например, для перехода № 3 получаем: $L_3 = 29 \text{ мм} + 16 \text{ мм} + 36 \text{ мм} + 2 \text{ мм} = 83 \text{ мм}$.

Расстояния от торца шпинделя до револьверной головки в её исходном положении (до начала обработки) будут равны сумме определённых выше L и величины рабочего хода $l_{\text{р.х.}}$. Например, для перехода № 3 имеем $L_{\text{исх.3}} = L_3 + l_{\text{р.х.3}} = 83 \text{ мм} + 13 \text{ мм} = 96 \text{ мм}$.

Установочное расстояние от торца шпинделя до револьверной головки равно сумме наименьшего значения L из всех переходов и наибольшего рабочего хода револьверной головки. $L_{\text{min}} = 81 \text{ мм}$ (переход № 13). Отсюда $L_{\text{уст}} = 81 \text{ мм} + 80 \text{ мм} = 161 \text{ мм}$. $L_{\text{уст}}$ не должна быть больше 180 мм.

Определение количества оборотов шпинделя за время выполнения каждого рабочего перехода n_p . Все полученные значения n_p заносим в расчётный лист карты наладки. В скобках указываем количество оборотов для совмещённых переходов. Тогда полное время на обработку рассматриваемой детали равно:

$$T_{\text{дет}} = T_{\text{р.х}} + T_{\text{х.х}} = 75,6 \text{ с} + 7,4 \text{ с} = 83,0 \text{ сек.}$$

Определение числа сотых оборота распределительного вала за время выполнения холостых ходов производится с учётом минимального времени, необходимого для выполнения данного холостого хода, и минимального количества сотых, необходимых для выполнения соответствующего холостого хода.

При $T_{\text{дет}} = 83,0$ с, по таблице в паспорте автомата находим ближайшее значение $T_{\text{дет}}$, которое можно настроить на автомате, и определяем количество сотых на холостые ходы: подача и зажим материала – 1,5 сотых, переключение револьверной головки – 1 сотая. В другой таблице паспорта указывается число сотых, занимаемых роликом рычага револьверного суппорта в зависимости от радиуса кулачка при переключении револьверной головки. Число сотых на переключение револьверной головки рекомендуется определять, исходя из данных обеих таблиц, и из двух получаемых значений брать наибольшее. Зная число сотых на несовмещённые холостые ходы, находим число сотых на рабочие ходы:

$$\alpha_c = 100 - \beta_c = 100 - 19,5 = 80,5$$

Теперь можем определить число оборотов шпинделя, которое он сделает за время полной обработки заготовки (детали) $n_{\text{двт}} = 782$ об. Уточнённое время ($T_{\text{дет}} = 93,8$ сек.) на полную обработку детали также определяется по соответствующей формуле.

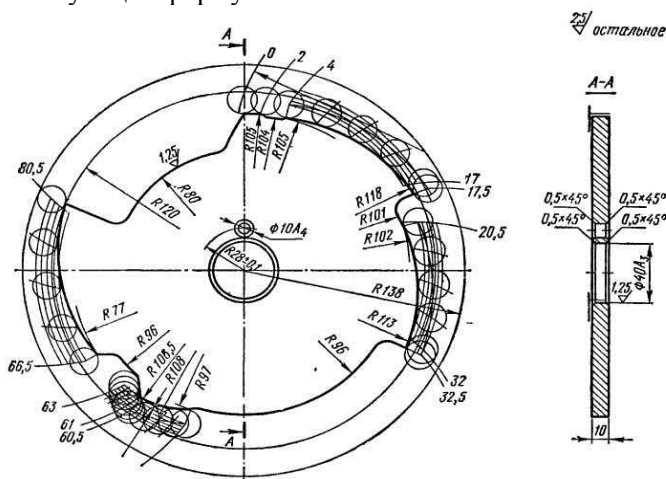


Рис. 36. Чертеж кулачка револьверного суппорта

По таблице в паспорте автомата подбираем ближайшее значение $T_{\text{дет.}} = 93,5$ сек. и соответствующие числа зубьев сменных зубчатых колёс: $a = 45$; $b = 75$; $c = 60$, $z = 63$.

Определение числа сотых на каждый рабочий переход. Все значения α заносятся в расчётный лист карты наладки, после чего весь цикл обработки детали расписывается по отдельным переходам от 0 до 100 сотых оборота распределительного вала. Затем производится построение циклограммы работы автомата и вычерчивание профиля кулачков (рис: 36).

Контрольные вопросы:

1. Конструкция токарно-револьверного станка мод. 1Б140 (шпиндельная бабка, коробка подач, узел распределительного вала, поперечный и продольный суппорты).
2. Кинематическая схема автомата мод. 1Б140.
3. Работа револьверного суппорта и конструкция автомата мод. 1Б140.
4. Схема поворота револьверной головки.
5. Токарно-револьверные станки и их разновидности.
6. Зажимные и подающие устройства токарно-револьверного станка.
7. Кинематическая схема токарно-револьверного станка мод. 1Г340П (главное движение, продольная подача, поперечная подача).
8. Лобовые и карусельные станки (мод. 1520 и 1525).
9. Токарно-затыловочные станки (схемы методов затылования).
10. Конструкция токарно-затыловочного станка мод. 1811.
11. Кинематическая схема токарно-затыловочного станка мод. 1811 (движения, подачи).

5. СВЕРЛИЛЬНЫЕ И РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

5.1. Основные типы сверлильных станков и их обозначения

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий в сплошном материале, рассверливания, зенкерования и развертывания уже существующих в заготовке отверстий, нарезания внутренней резьбы, вырезания дисков из листового материала и выполнения подобных операций свёрлами, зенкерами, развёртками, метчиками и другими инструментами.

Основными параметрами станка являются наибольший условный диаметр сверления отверстия (по стали), вылет и максимальный ход шпинделя и т. д.

В зависимости от области применения различают станки универсальные и специальные, предназначенные для обработки конкретных изделий, в частности путём их оснащения многошпиндельными сверлильными и резбонарезными головками; автоматизацией цикла работы с помощью электрических, гидравлических и других устройств (механизмы смены инструментов, например, револьверных головок; многопозиционных поворотных столов с автоматически действующими зажимными приспособлениями; устройств контроля целостности инструмента; других устройств, обеспечивающих надежную работу в условиях автоматизированного производства).

Существуют следующие основные типы универсальных станков: вертикально-сверлильные одно- и многошпиндельные (рис. 6.1); радиально-сверлильные (рис. 6.2); горизонтально-сверлильные для глубокого сверления (рис. 6.3) и горизонтально-центровальные.

Сверлильно-расточные станки на основании существующей классификации отнесены ко второй группе, внутри которой они подразделяются на типы: 1 – вертикально-сверлильные; 2 – одношпиндельные полуавтоматы; 3 – многошпиндельные полуавтоматы; 5 – радиально-сверлильные; 8 – горизонтально-сверлильные; 9 – разные сверлильные.

Модели станков маркируют цифрами и буквами. Первая цифра обозначает, к какой группе относится станок, вторая – к

какому типу, третья и четвертая цифры характеризуют размер станка или обрабатываемой заготовки. Буква после первой цифры обозначает, что данная модель станка модернизирована (улучшена). Если буква стоит в конце, это означает, что на базе основной модели изготовлен отличный от неё станок.

Например, станок мод. 2Н118 – вертикально-сверлильный, максимальный диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, улучшен по сравнению со станками мод. 2118 и 2А118.

Станок мод. 2Н118А – также вертикально-сверлильный, диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, но он автоматизирован и предназначен для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств.

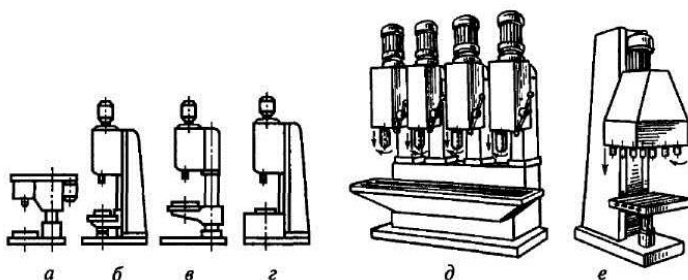


Рис. 37. Вертикально-сверлильные станки
одношпиндельные: *а* – настольный; *б* – средних размеров на коробчатой основе; *в* – средних размеров на круглой колонне; *г* – тяжёлый; многошпиндельные: *д* – станки с постоянными шпинделями, имеющими одну общую станину; *е* – станки с переставными шарнирно соединёнными шпинделями

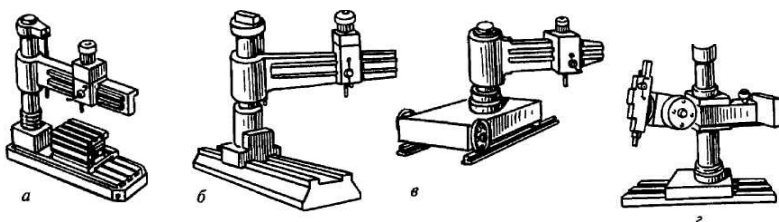


Рис. 38. Радиально-сверлильные станки:
а – стационарный общего назначения; *б* – с колонной, перемещающейся по направляющим станины; *в* – передвижной по рельсам; *г* – переносной

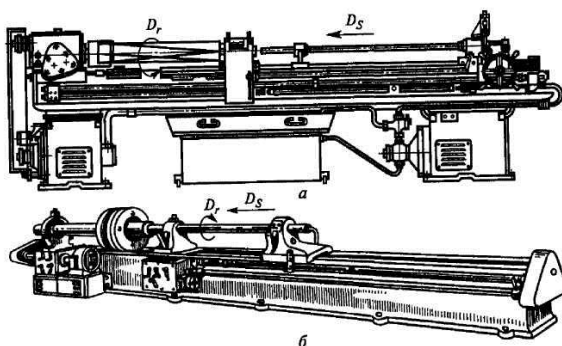


Рис. 39. Станки для глубокого сверления:
а – горизонтально-сверлильный – для глубокого сверления вращающихся деталей; *б* – горизонтально-сверлильный – для глубокого сверления неподвижных деталей; D_r – направление движения резания; D_s – направление движения подачи

5.2. Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н135

На станине 1 вертикально-сверлильного станка (рис. 40) размещены основные его части. Станина имеет вертикальные направляющие, по которым перемещаются стол 9 и сверлильная головка 3, несущая шпиндель 7, и двигатель 2. Управление коробками скоростей и подач осуществляется рукоятками 4, ручная подача – штурвалом 5. Глубину обработки контролируют по лимбу 6. В нише размещены электрооборудование и противовес. В некоторых станках электрооборудование выносят в отдельный шкаф 12. Фундаментная плита 11 служит опорой станка. Стол 9 станка перемещают маховичком 10 по направляющим с помощью винтового механизма. Охлаждающая жидкость подаётся электронасосом по шлангу 8.

Техническая характеристика станка мод. 2Н135.
 Наибольший диаметр сверления, мм ... 35; конус шпинделя ... Морзе № 4; наибольшее осевое перемещение шпинделя, мм ... 250; вылет шпинделя, мм ... 300; расстояние от конца шпинделя до стола, мм ... 30–750; частота вращения шпинделя, об/мин ... 31,5–1400; число частот вращения шпинделя ... 12; подача,

мм/об ... 0,1–1,2; число подач ... 9; мощность электродвигателя главного движения, кВт... 4,5; частота вращения вала электродвигателя, об/мин... 1450.

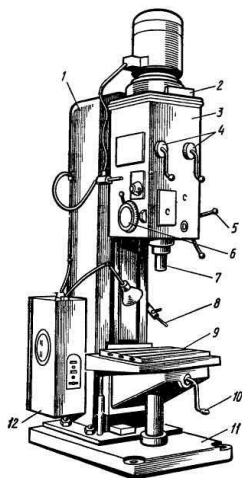


Рис. 40. Вертикально-сверлильный станок 2Н135

Станок является универсальным вертикально-сверлильным и относится к конструктивной модификации вертикально-сверлильных станков средних размеров мод. 2Н118, 2Н125, 2Н135 и 2Н150 с условным диаметром сверления, соответственно, 18, 25, 35 и 50 мм. между собой. Агрегатная компоновка и возможность автоматизации цикла этих унифицированных станков обеспечивают создание на их базе специализированных станков.

Движения в станке (рис. 41). Главное движение (вращение шпинделя) осуществляется от вертикально расположенного электродвигателя М ($N = 4,5$ кВт; $n = 1450$ об/мин) через зубчатую передачу (30/45) и коробку скоростей (рис. 41).

Коробка скоростей с помощью одного тройного блока зубчатых колёс и двух двойных блоков сообщает шпинделю 12 различных значений частот вращения шпинделя. Последний вал коробки скоростей представляет собой полую гильзу, шлицевое отверстие которой передает вращение шпинделю станка.

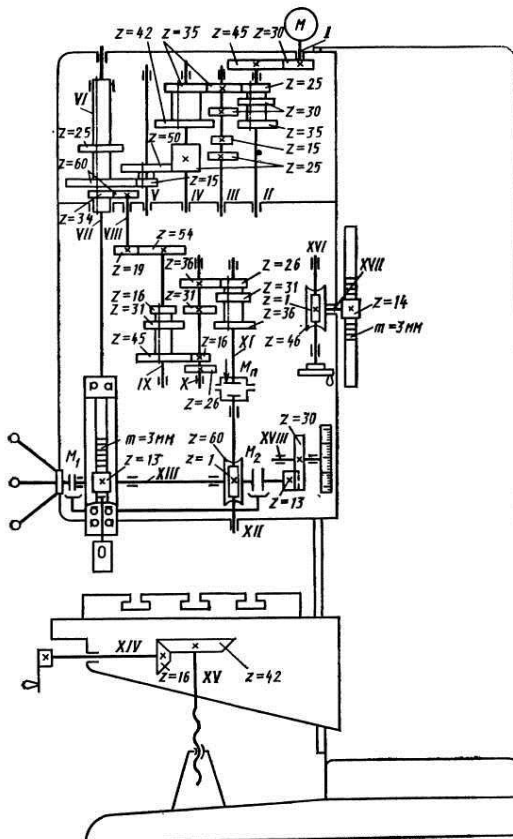


Рис. 41. Кинематическая схема станка мод. 2Н135

Уравнение кинематической цепи для максимальной частоты вращения шпинделя:

$$n_{\max} = 1450 \frac{30}{45} \frac{35}{25} \frac{35}{35} \frac{25}{50} \frac{50}{25} = 1400 \text{ об/мин}$$

Движение подачи передается от станка шпинделя через зубчатые колёса (34/60), зубчатую передачу (19/54), коробку подач, червячную пару (1/60) и реечную передачу ($z = 13$, $m = 3$) на гильзу шпинделя. Коробка подач обеспечивает получение

девяти различных подач. Уравнение кинематической цепи для максимальной подачи:

$$S_{\max} = 1 \text{ об. шпинделя } \frac{34}{60} \frac{19}{54} \frac{45}{16} \frac{36}{26} \frac{1}{60} 3,14 \cdot 3 \cdot 13 = 1,6 \text{ мм/об}$$

Вспомогательные движения. Коробки скоростей и подач, шпиндель и механизмы подач смонтированы внутри сверлильной головки, имеющей возможность перемещаться вдоль колонны при вращении соответствующей рукоятки через червячную (1/46) и реечную ($z = 14$; $m = 3$) пары. Вертикальное перемещение стола можно производить также вручную поворотом рукоятки через коническую и винтовую пары.

5.3. Технология обработки на сверлильных станках и их оснастка

На сверлильных станках можно выполнять не только сверление, но и другие технологические операции дальнейшей обработки отверстий. На современных сверлильных станках осуществляют следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 42 а);
- рассверливание отверстий на больший диаметр (рис. 42 б);
- зенкерование, выполняемое для получения отверстия с высокими качеством и параметром шероховатости поверхности (рис. 42 в);
- зенкование, выполняемое для образования в основании просверленного отверстия гнезд с плоским дном под головки винтов и болтов (рис. 42 г);
- развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности (рис. 42 д);
- раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закалёнными роликами или шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости $Ra\ 0,63...0,08$ мкм (рис. 42 е);
- нарезание внутренней резьбы метчиками (рис. 42 ж);

• подрезание (цекование) торцов наружных и внутренних приливов для получения ровной поверхности, перпендикулярной оси отверстия (рис. 42 з).

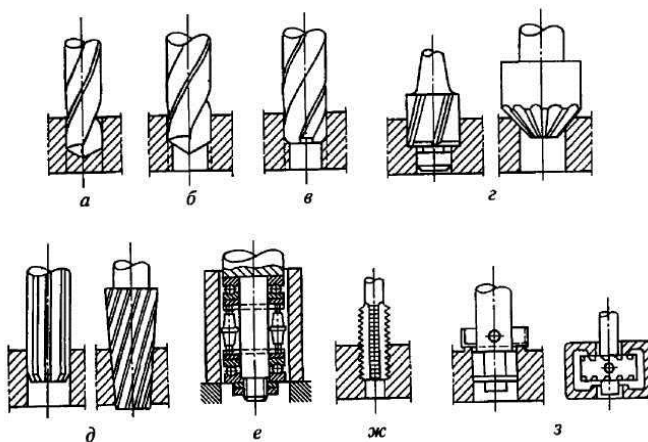


Рис. 42. Работы, выполняемые на сверлильных станках:

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

Технологические возможности сверлильных станков не исчерпываются перечисленными работами. На них можно развальцовывать полые заклёпки, обрабатывать многогранные отверстия, а также выполнять другие операции.

Отверстия на сверлильных станках обрабатывают различными *режущими инструментами*: свёрлами, зенкерами, зенковками, развёртками, резцами и метчиками.

Для крепления свёрл, развёрток, зенкеров и других режущих инструментов в шпинделе сверлильного станка применяют следующие вспомогательные инструменты: переходные сверлильные втулки, сверлильные патроны, оправки и т. д.

Переходные конические втулки служат для крепления режущего инструмента с коническим хвостовиком, когда номер конуса хвостовика инструмента не соответствует номеру конуса в шпинделе станка, например, на токарно-винторезных станках.

Наружные и внутренние поверхности переходных втулок выполняют с конусом Морзе (семь модификаций, № от 0 до 6 по ГОСТ 8522-70). Втулку вместе со сверлом вставляют в конусное гнездо шпинделя станка. Если одной втулки недостаточно, применяют несколько переходных, вставляя одну в другую.

Сверлильные патроны используют для крепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром до 20 мм.

В трёхкулачковом сверлильном патроне инструменты закрепляют ключом (рис. 43 а).

Внутри корпуса патрона (рис. 43 б) наклонно расположены три кулачка 1 с резьбой, объединённые гайкой 2. Обойму 3 вращают специальным ключом 4, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении обоймы по часовой стрелке одновременно с ней вращается гайка. Зажимные кулачки, опускаясь вниз, постепенно сходятся и зажимают цилиндрический хвостовик сверла или другого режущего инструмента. При вращении обоймы против часовой стрелки кулачки, поднимаясь вверх, расходятся и освобождают зажатый инструмент.

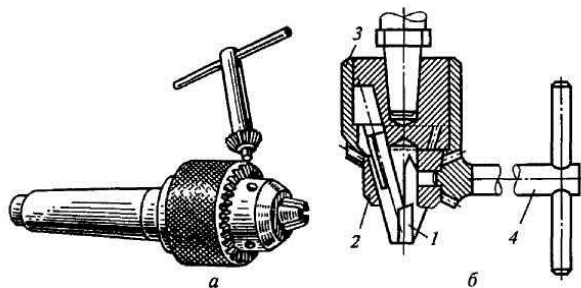


Рис. 43. Сверлильный патрон для закрепления свёрл с цилиндрическим хвостовиком

а – общий вид патрона с ключом для зажима заготовки;

б – устройство патрона: 1 – кулачки; 2 – гайка; 3 – обойма; 4 – ключ

В двухкулачковом сверлильном патроне хвостовик инструмента зажимают, перемещая в Т-образных пазах корпуса два кулачка. Эти кулачки сближают и разводят ключом при помощи винта, имеющего правую и левую резьбу.

Для зажима свёрл малого диаметра с цилиндрическими хвостовиками часто используют цанговые патроны.

Быстросменные сверлильные патроны применяют для сокращения вспомогательного времени при работе на сверлильных станках. Они позволяют быстро менять режущий инструмент, не выключая станок. Один из таких патронов, предназначенный для крепления режущих инструментов с коническими хвостовиками, изображен на рис. 44 *а*.

Для крепления свёрл с цилиндрическими хвостовиками в коническое отверстие 6 патрона вставляют переходную коническую разрезную втулку (рис. 44 *б*). В последнее время в серийном и массовом производстве широко применяют такие втулки для крепления свёрл с цилиндрическими хвостовиками диаметром до 10 мм. Эта втулка, вставленная в шпиндель сверлильного станка, обеспечивает прочное закрепление сверла.

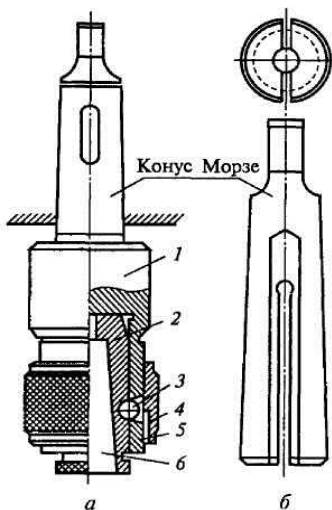


Рис. 44. Быстросменный сверлильный патрон (*а*) и коническая втулка для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (*б*):

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

Самоустанавливающиеся сверлильные патроны применяют при обработке предварительно просверленных отверстий. Патроны позволяют центрировать режущий инструмент по оси обрабатываемого отверстия.

Предохранительные патроны служат для крепления метчиков при нарезании резьбы на сверлильных станках. Применение таких патронов улучшает качество нарезаемой резьбы и предохраняет метчик от поломок (рис. 45).

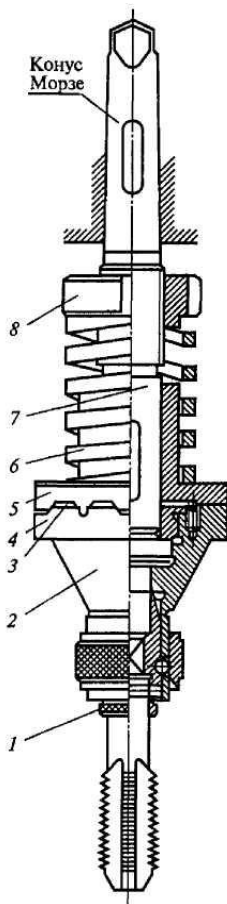


Рис. 45. Предохранительный патрон для нарезания резьбы в глухих и сквозных отверстиях:

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

Ведущая кулачковая полумуфта 5 пружиной 6 прижимается к ведомым полумуфтам 2 и 4, свободно сидящим на оправке 7. При этом кулачки 3, расположенные на торце полумуфты 4, входят во впадины полумуфт 2 и 5 и приводят их в движение.

По окончании нарезания резьбы в отверстии полумуфты 2 и 4 прекращают (вместе с метчиком) вращение, а полумуфта 5, выйдя из зацепления с полумуфтами 2 и 4, продолжая вращаться, начинает проскальзывать (щёлкать). Метчик из нарезанного отверстия вывертывают обратным вращением шпинделя станка. Кольцо 1 служит для закрепления метчика в патроне.

Реверсивные патроны используют при нарезании резьбы на сверлильном станке, который не имеет реверса (устройство для переключения на обратное вращение шпинделя). С их помощью метчики вывертывают из нарезанного отверстия.

Для разверток, закрепляемых в шпинделе сверлильного станка, применяют *качающиеся оправки*, позволяющие инструменту занимать положение, совпадающее с осью обрабатываемого отверстия.

Удалять режущий инструмент, переходные втулки и сверлильные патроны из отверстия шпинделя станка рекомендуется с помощью специальных клиньев (рис. 46) или ключа (рис. 47).

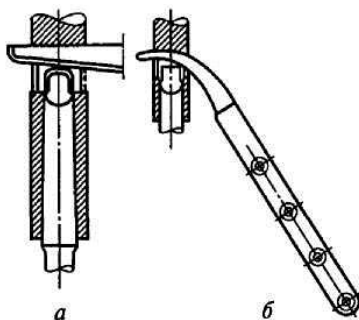


Рис. 46. Клинья для удаления режущего инструмента из шпинделя станка:

a – плоский клин;

б – радиусный клин

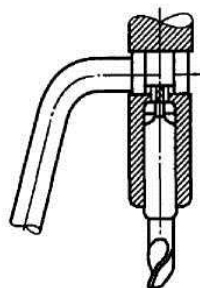


Рис. 47. Эксцентриковый ключ для удаления режущего инструмента

из шпинделя станка

Для правильной установки и закрепления обрабатываемых заготовок на столе сверлильного станка применяют различные приспособления, наиболее распространёнными из которых являются тиски машинные (винтовые, эксцентриковые и пневматические), призмы, упоры, угольники, кондукторы, специальные приспособления и др.

Винтовые машинные тиски широко используют в единичном производстве, а пневматические применяют чаще всего в серийном и массовом производстве при работе на станках различных групп.

Быстросействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом (рис. 48) используют при работе на сверлильных станках. Они обеспечивают быстрый зажим заготовок. На плоских направляющих поворотной части 2 смонтировано основание 9 подвижной губки 5.

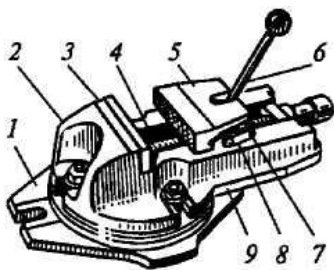


Рис. 48. Быстросействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом:

- 1 – корпус; 2 – поворотная часть; 3 – неподвижная губка; 4 – винт;
5 – губка; 6 – рукоятка; 7 – эксцентриковый вал;
8 – двойной кулачок; 9 – основание

Расстояние между губками тисков в зависимости от размеров обрабатываемой заготовки регулируется установочным винтом 4, имеющим трапецеидальную резьбу. Губка 5 выполнена в виде рычага, на конце которого действует двойной кулачок 8 эксцентрикового валика 7, перемещаемого рукояткой 6. Основание 9 представляет собой опору для губки 5.

рычага и кулачка 8. Чтобы зажать обрабатываемую заготовку, нужно перевести в горизонтальное положение рукоятку 6.

Для закрепления заготовок, обеспечения правильного положения и направления режущего инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия на сверлильных станках используют специальные приспособления – кондукторы. В корпусе кондуктора имеются кондукторные втулки, которые обеспечивают точную обработку отверстий в соответствии с чертежом.

Конструкция и размеры этих втулок стандартизованы. Существуют постоянные (рис. 49 *а*) втулки (применяются в кондукторах для мелкосерийного производства при обработке отверстия одним инструментом) и быстросменные (рис. 49 *б*) с замком (для кондукторов массового и крупносерийного производства). Втулки изготовляют из стали У10А или 20Х и с целью придания им необходимой твёрдости подвергают термической обработке.

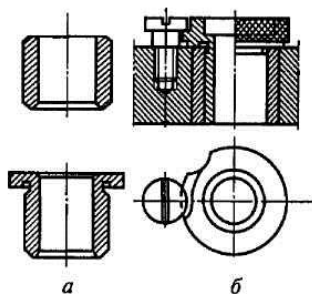


Рис. 49. Кондукторные втулки:
а – постоянные; *б* – быстросменные

Для уменьшения износа втулок и смещения оси обрабатываемого отверстия из-за возможного перекоса инструмента во втулке между её нижним торцом и поверхностью заготовки оставляют зазор. В результате этого стружка не проходит через втулку и сбрасывается в сторону. При сверлении чугуна устанавливают зазор $0,3... 0,5d$, где d – диаметр отверстия во втулке.

При сверлении стали и вязких материалов (медные, алюминиевые и другие сплавы) зазор увеличивают (до диаметра отверстия во втулке).

Многошпиндельные сверлильные головки являются дополнительным приспособлением к сверлильному станку. Эти головки позволяют одновременно обрабатывать различными инструментами несколько отверстий, что значительно увеличивает производительность сверлильных станков. На рис. 50 показана конструкция шестишпиндельной револьверной головки для последовательной обработки отверстий в деталях различными режущими инструментами.

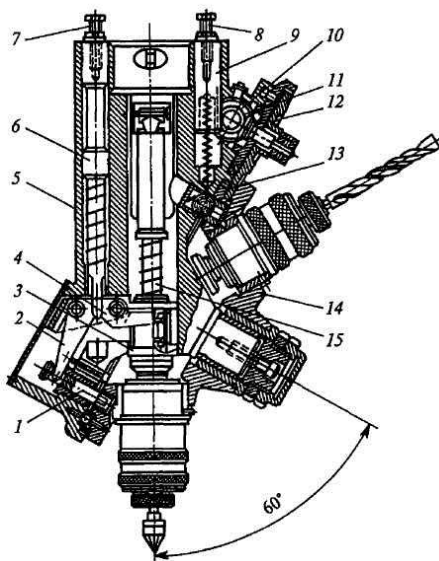


Рис. 50. Шестишпиндельная револьверная головка:

1 – фиксатор; 2 – рычаг фиксатора; 3 – ведущая полумуфта;

4 – рычаг муфты; 5 – корпус основной; 6 – стержень;

7, 8 – упорные винты; 9 – рейка; 10 – зубчатое колесо; 11 – коническая зубчатая передача; 12 – храповой механизм;

13 – зубчатый венец, 14 – поворотный корпус; 15 – шпиндель головки

В головке устанавливают сменные шпиндели, приводы которых имеют различные передаточные числа. Такая конструкция головки позволяет без остановки и переналадки вертикально-сверлильного станка при последовательном повороте шпинделей выполнять различные виды обработки отверстия: сверление, зенкерование, развёртывание, нарезание резьбы и цекование торцов.

Каждый шпindel головки автоматически (без остановки станка и переключения скорости) занимает вертикальное положение для последующей обработки отверстия соответствующим режущим инструментом. При работе на сверлильных станках сверловщик часто использует измерительный инструмент для контроля диаметра и глубины отверстий, а также других параметров обрабатываемых заготовок. Соответствие отверстий заданным размерам проверяют различными контрольно-измерительными инструментами, которые выбирают в зависимости от требуемой точности измерений и характера производства. Наиболее часто сверловщик использует: измерительную линейку, нутромер, угольники, штангенциркуль, калибры (гладкие и резьбовые), штангенглубиномер.

Измерительная линейка представляет собой жёсткую стальную ленту длиной 150–1000 мм и более с нанесёнными на неё (1 мм) делениями; используется для приближённых измерений габаритных размеров обрабатываемых заготовок, расстояний между центрами отверстий, диаметров отверстий и т. д. Точность измерения линейкой – 0,5 мм.

Индикаторный нутромер (рис. 51 а) применяют для измерения точности отверстий диаметром от 6 мм и более. Погрешность показаний нутромера $\pm 0,15$ мм; цена деления 0,01 мм. В комплект нутромеров входит набор сменных вставок, с помощью которых устанавливают нужные пределы измерения.

Для наибольшей точности проверки параметров отверстий применяют *микрометрические нутромеры* с ценой деления 0,01 мм и погрешностью показаний $\pm 0,006$ мм (рис 51 б).

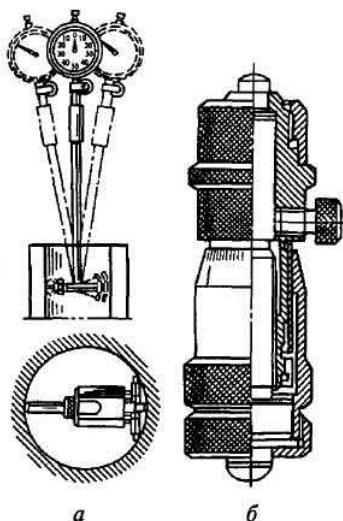


Рис. 51. Нутромеры:
а – индикаторный;
б – микрометрический

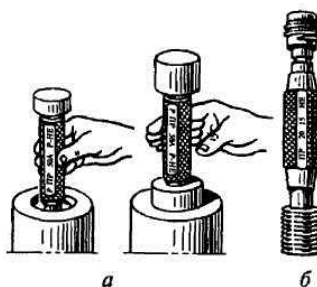


Рис. 52. Калибр пробки:
а – гладкая предельная,
б – резьбовая двусторонняя

Гладкие калибры – безшкальные измерительные инструменты – используют главным образом в серийном или массовом производстве для контроля правильности изготовления отверстий.

В настоящее время применяют в основном предельные двусторонние калибры, у которых одна сторона имеет наибольшие предельные размеры детали и называется «проходной» (ПР), а вторая – наименьшие предельные размеры и называется «непроходной» (НП). К предельным гладким калибрам относятся гладкие пробки (рис. 52 *а*).

Изделия, имеющие внутренние резьбы, контролируют резьбовыми калибрами – прототипами сопрягаемых изделий. Рабочими калибрами для контроля внутренних резьб являются резьбовые пробки: проходная – ПР и непроходная – НП (рис. 52 *б*).

5.4. Технология сверления, рассверливания, зенкерования, цекования, развёртывания и нарезания внутренней резьбы

В зависимости от требуемого качества и числа обрабатываемых заготовок сверление отверстий производят по разметке или кондуктору. В процессе работы необходимо соблюдать следующие основные правила:

- при сверлении сквозных отверстий в заготовках обращать особое внимание на способ их закрепления: если заготовка крепится на столе, нужно установить её на подкладку, чтобы обеспечить свободный выход сверлу после окончания обработки;

- сверло следует подводить к заготовке только после включения вращения шпинделя так, чтобы при касании поверхности заготовки нагрузка на него была небольшой, иначе могут быть повреждены режущие кромки сверла;

- не следует останавливать вращение шпинделя, пока сверло находится в обрабатываемом отверстии; сначала надо вывести сверло, а затем прекратить вращение шпинделя или остановить станок, в противном случае сверло может быть повреждено;

- в случае появления во время сверления скрежета, вибраций, возникающих в результате заедания, перекоса или износа сверла, следует немедленно вывести его из заготовки и после этого остановить станок;

- при сверлении глубоких отверстий ($l > 5d$, где l – глубина отверстия, мм; d – диаметр отверстия, мм) необходимо периодически выводить сверло из обрабатываемого отверстия для удаления стружки, а также для смазки сверла. Этим существенно уменьшается вероятность поломки сверла и его преждевременного затупления;

- отверстие диаметром более 25 мм в сплошном металле рекомендуется сверлить за два перехода (с рассверливанием или зенкерованием);

- сверление следует выполнять только по режимам, указанным в технологических картах или в таблицах справочников, а также по рекомендациям мастера (технолога);

•при сверлении отверстий в заготовках из стали или вязких материалов обязательно применять смазывающую охлаждающую жидкость (СОЖ) для предохранения режущего инструмента от преждевременного износа и изменения режимов резания.

Сверление по разметке применяют в единичном и мелкосерийном производстве, когда изготовление кондукторов экономически неоправданно из-за небольшого числа обрабатываемых деталей. В этом случае к сверловщику поступают размеченные заготовки с нанесёнными на них контрольными окружностями и центром будущего отверстия (рис. 53 а). В некоторых случаях разметку производит сверловщик.

Сверление по разметке осуществляют в два этапа: сначала предварительное сверление, а затем – окончательное. Предварительное производят с ручной подачей, высверливая небольшое отверстие (0,25d). После этого отводят обратно шпиндель и сверло, удаляют стружку, проверяют совмещение окружности надсверленного отверстия с разметочной окружностью.



Рис. 53. Сверление отверстий по разметке

а – разметка и кернение центра отверстия; б – разметка и кернение контрольной окружности; в – увод сверла от центра отверстия; г – исправление направления сверла: 1 – след от кернера; 2 – канавка от предварительно просверленного отверстия; 3 – обработанное отверстие

Если предварительное отверстие просверлено правильно (рис. 53 б), процесс следует продолжить и довести до конца, а если отверстие ушло в сторону (рис. 53 в), производят соответствующую корректировку: прорубают узким зубилом

(крейц-мейсель) две-три канавки 2 с той стороны от центра, куда нужно сместить сверло (рис. 53 з). Канавки направляют сверло в намеченное кернером место. После исправления смещения продолжают сверление до конца.

Сверление по кондуктору. Для направления режущего инструмента и фиксирования заготовки соответственно требованиям технологического процесса применяют различные кондукторы. Постоянные установочные базы приспособления и кондукторные втулки, обеспечивающие требуемое направление сверлу, повышают точность обработки. При сверлении по кондуктору сверловщик выполняет несколько простых приёмов (устанавливает кондуктор, заготовку и снимает их, включает и выключает подачу шпинделя).

Сверление сквозных и глухих отверстий. В заготовках встречаются в основном два вида отверстий: сквозные, проходящие через всю толщину детали, и глухие, просверливаемые лишь на определенную глубину. Процесс сверления сквозных отверстий отличается от процесса сверления глухих отверстий.

При сверлении сквозных отверстий, когда сверло выходит из отверстия, сопротивление материала заготовки уменьшается скачкообразно. Если не уменьшить в это время скорость подачи сверла, оно, заклиниваясь, может сломаться. Особенно часто это случается при сверлении отверстий в тонких заготовках, сквозных прерывистых отверстий и отверстий, расположенных под прямым углом одно к другому. Поэтому сверление сквозного отверстия производят с большой скоростью механической подачи шпинделя. В конце сверления нужно выключить скорость подачи и досверлить отверстие вручную со скоростью, меньшей, чем механическая. При сверлении с ручной подачей инструмента скорость подачи перед выходом сверла из отверстия следует также несколько уменьшить, сверление необходимо производить плавно.

Известны три основных способа сверления глухих отверстий. Если станок, на котором сверлят глухое отверстие, имеет какое-либо устройство для автоматического выключения скорости подачи шпинделя при достижении сверлом заданной глубины (отсчётные линейки, лимбы, жёсткие упоры,

автоматические остановки и пр.), то при настройке на выполнение данной операции необходимо его отрегулировать на заданную глубину сверления.

5.5. Расточные станки

На расточных станках можно сверлить, рассверливать, зенкеровать, растачивать и развёртывать отверстия, подрезать торцы резцами, фрезеровать поверхности и пазы, нарезать резьбу метчиками и резцами и т. д. (рис.54). Расточные станки подразделяют на горизонтально-расточные, координатно-расточные и алмазно-расточные (отделочно-расточные).

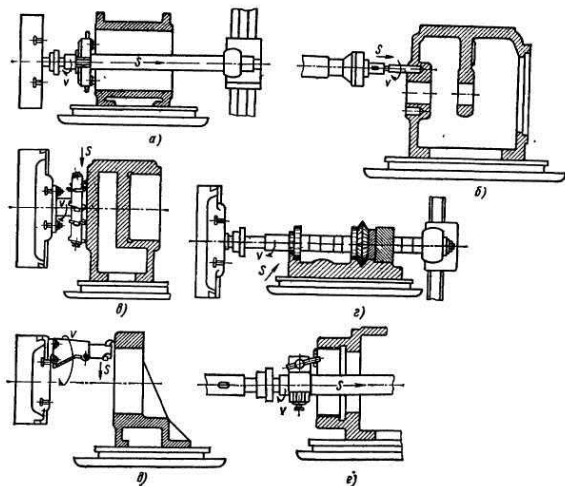


Рис. 54. Работы, выполняемые на горизонтально-расточных станках:

а – растачивание цилиндрических отверстий; б – сверление отверстий; в – обработка вертикальной поверхности торцевой фрезой; г – обработка горизонтальных плоских и фасонных поверхностей; д – обработка торца резцом; е – нарезание внутренней резьбы резцом

Координатно-расточные станки предназначены для обработки точных отверстий в случаях, когда нужно получить точные межцентровые расстояния или расстояния осей

отверстий от базовых поверхностей (в пределах 0,005–0,001 мм). Алмазно-расточные станки применяют для тонкой (алмазной) обработки, на них можно растачивать отверстия с отклонением поверхности от цилиндричности в пределах 3–5 мкм.

5.6. Универсальный горизонтально-расточный станок мод. 2620В

Станок предназначен для обработки деталей больших размеров и массы. На нём можно растачивать, сверлить, зенкеровать и развёртывать отверстия, нарезать наружную и внутреннюю резьбу, цековать и фрезеровать поверхности. На станке целесообразно обрабатывать детали, у которых нужно растачивать несколько параллельно расположенных отверстий с точным расстоянием между их осями. Станок имеет неподвижную переднюю стойку, поворотный стол с продольным и поперечным перемещением относительно оси шпинделя и планшайбу с радиальным суппортом.

Техническая характеристика станка. Диаметр выдвижного шпинделя, мм ... 90; размеры стола, мм: (длина ... 1250, ширина ... 1120); наибольшие перемещения стола, мм: (поперечное ... 1000, продольное ... 1090); наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной бабки, мм ... 1000; наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг... 2000; наибольшее осевое перемещение выдвижного шпинделя, мм ... 710; частота вращения, об/мин: (шпинделя ... 12,5–1600, планшайбы ... 3–200); осевая подача шпинделя, мм/мин ... 2,2–1760; мощность электродвигателя главного движения, кВт ... 8,5/10; масса станка, т ... 12 5.

Принцип работы станка заключается в следующем: инструмент крепят в шпинделе или в суппорте планшайбы, он получает главное движение – вращение. Заготовку устанавливают непосредственно на столе или в приспособлении. Столу сообщается продольное или поперечное поступательное движение.

Шпиндельная бабка перемещается в вертикальном направлении по передней стойке (одновременно с ней вертикально перемещается опорный люнет на задней стойке). Расточной шпиндель получает поступательное перемещение

(при растачивании отверстий, нарезании внутренней резьбы и т. п.). Суппорт планшайбы перемещается по ней в радиальном направлении. Все эти движения являются движениями подачи.

Движения в станке (рис. 55). Главное движение – вращение шпинделя и планшайбы. Шпиндель и планшайба станка вращаются от двухскоростного электродвигателя мощностью $N = 8,5/10$ кВт через коробку скоростей с двумя тройными блоками зубчатых колёс B_1 и B_2 . Планшайба 4 начинает вращаться при включении муфты M_1 , которая приводит в движение зубчатое колесо 21 свободно посаженное на валу IV. От вала IV через передачу 21/92 получает вращение пустотелый вал VII и закреплённая на нём планшайба 4.

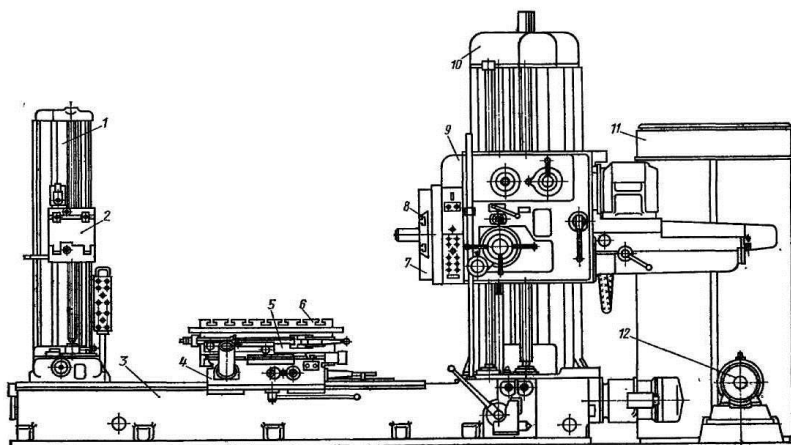


Рис. 55. Универсальный горизонтально-расточной станок мод. 2620В:

- 1 – задняя стойка; 2 – люнет; 3 – станина; 4 – продольная салазка стола; 5 – поперечная салазка стола; 6 – поворотный стол;
- 7 – планшайба; 8 – радиальный суппорт; 9 – шпиндельная бабка;
- 10 – передняя стойка; 11 – шкаф электрооборудования;
- 12 – электромашинный агрегат

Уравнение кинематической цепи для минимальной частоты вращения планшайбы;

$$n_{\min \text{ пл}} = 1500 \frac{18}{72} \frac{19}{60} \frac{19}{61} (M_1) \frac{21}{92} \approx 8 \text{ мин}^{-1}.$$

Шпиндель 6 получает вращение через колёса 30/80 (как показано на схеме) или через зубчатые колёса 47/41 в зависимости от положения муфты М₂.

Уравнение кинематической цепи для минимальной частоты вращения шпинделя:

$$n_{\min \text{ мин}} = 1500 \frac{18}{72} \frac{19}{60} \frac{19}{61} \frac{30}{86} \approx 12,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Вертикальное перемещение люнета производится ходовым винтом с шагом $p = 6$ мм одновременно и синхронно с вертикальным перемещением шпиндельной бабки. Точное положение люнета относительно оси шпинделя по высоте корректируют вручную, вращая гайку, которая перемещает люнет. Продольное перемещение стола осуществляется ходовым винтом с шагом $p = 10$ мм при включённой муфте М₄, поперечное перемещение стола – от электродвигателя N = 2,1 кВт с помощью винта с шагом $p = 8$ мм. Стол поворачивается либо от отдельного электродвигателя МЗ мощностью N = 1,5 кВт, либо вручную.

Контрольные вопросы:

1. Основные типы сверлильных станков и их особенности.
2. Вертикально-сверлильный станок и движения целевых механизмов.
3. Устройство радиально-сверлильного станка. Виды движений в станке.
4. Технология обработки на сверлильных станках.
5. Конструкция вертикально-сверлильного станка мод. 2Н135.
6. Расточные, алмазно-расточные, координатно-расточные станки.

6. ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

6.1. Основные типы шлифовальных станков и область их применения

Шлифовальные станки предназначены для обработки деталей шлифовальными кругами. На них можно обрабатывать наружные и внутренние цилиндрические, конические и фасонные поверхности и плоскости, разрезать заготовки, шлифовать резьбу и зубья зубчатых колёс, затачивать режущий инструмент и т. д. В зависимости от формы шлифуемой поверхности и вида шлифования шлифовальные станки общего назначения подразделяют на круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные и специальные.

Главным движением у всех шлифовальных станков является вращение шлифовального круга, окружная скорость v_k которого измеряется в м/с. Существуют следующие движения подачи.

1. Для *круглошлифовальных станков* (рис. 56 а) движение подачи – вращение детали (круговая подача $S_{кр}$); возвратно-поступательное движение стола с обрабатываемой деталью (продольная подача S_1) и поперечное периодическое перемещение шлифовального круга относительно детали (поперечная подача S_2). Круглошлифовальные станки, работающие методом врезания (рис. 56 б), имеют поперечную подачу S_1 , и круговую подачу $S_{кр}$; кроме того, шлифовальная бабка или стол могут совершать колебательное осевое движение с подачей S_2 .

2. Для *внутришлифовальных станков* (рис. 56 в) движение подачи – вращение детали (круговая подача $S_{кр}$); возвратно-поступательное движение детали или шлифовального круга (продольная подача S_1) и периодическое поперечное перемещение бабки шлифовального круга (поперечная подача S_2). Планетарные (универсальные) внутришлифовальные станки (рис. 56 г) имеют круговую подачу $S_{кр}$ (вращение оси шлифовального круга относительно оси обрабатываемого отверстия), периодическую поперечную подачу S_2 , а также продольную подачу S_1 .

3. Для плоскошлифовальных станков с прямоугольным столом, работающих периферией круга (рис. 56 д), движение подачи – возвратно-поступательное движение стола (продольная подача S), периодическое поперечное перемещение (подача S_1) шлифовальной бабки за один ход стола и периодическое вертикальное перемещение шлифовального круга (подача S_2) на толщину срезаемого слоя. Плоскошлифовальные станки с круглым столом (рис. 56 е) имеют подачу S_1 шлифовального круга или стола и движение круговой подачи S стола. Вертикальное перемещение стола или шлифовальной бабки является вертикальной подачей.

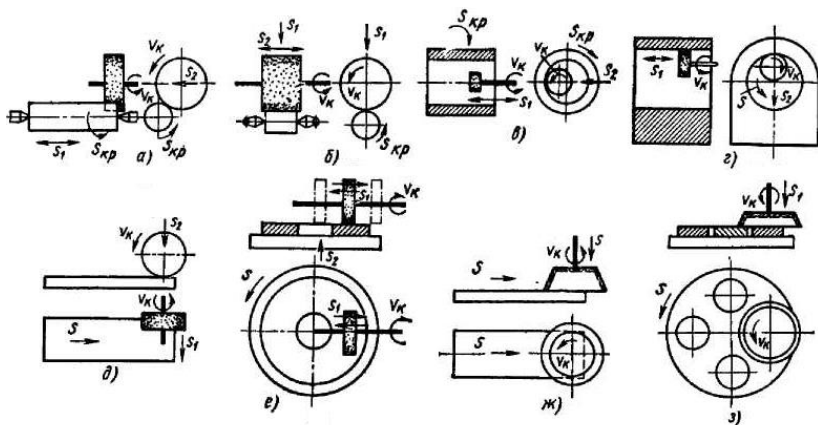


Рис. 56. Схемы движений в шлифовальных станках

4. Для плоскошлифовальных станков с прямоугольным столом, работающих торцом круга (рис. 56 ж), движение подачи – продольное перемещение стола (подача S) и периодическое вертикальное перемещение (подача S_1) круга на толщину срезаемого слоя. Аналогичные плоскошлифовальные станки с круглым столом (рис. 56 з) имеют вращательное движение стола (подача S) и периодическую подачу S_1 круга.

Шлифовальные станки обеспечивают шероховатость обрабатываемой поверхности $Ra\ 1,25...0,02\ \mu\text{м}$. На шлифовальные станки поступают главным образом заготовки после предварительной механической и термической обработки с минимальными припусками на обработку.

В зависимости от формы поверхности шлифуемой заготовки и вида шлифования различают:

- круглошлифовальные станки для круглого наружного шлифования (центровые и бесцентровые);
- внутришлифовальные станки для круглого внутреннего шлифования (центровые и бесцентровые);
- плоскошлифовальные станки для обработки периферией и торцом шлифовального круга.

На рис. 57 приведен общий вид шлифовальных станков основных типов.

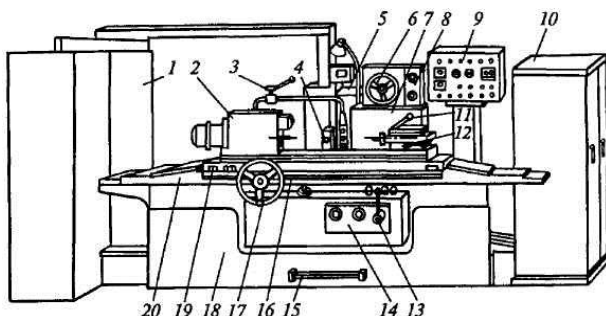


Рис. 57. Круглошлифовальный станок:

- 1 – электрошкаф; 2 – передняя бабка; 3 – рукоятка подачи СОЖ;
4 – люнет; 5 – механизм автоматической правки круга; 6 – маховик поперечного движения подачи; 7 – шлифовальная бабка; 8 – механизм поперечных подач; 9 – пульт управления; 10 – гидростанция;
11 – рукоятка ручного зажима пиноли бабки; 12 – задняя бабка;
13 – рукоятка подвода – отвода шлифовальной бабки; 14 – панель гидроуправления; 15 – педаль гидравлического отвода пиноли задней бабки; 16 – ось; 17 – маховик; 18 – станина; 19 – верхний стол;
20 – нижний стол

По классификатору ЭНИМС (Россия), модели станков, работающих с абразивным инструментом, обозначены цифрами и (при необходимости) буквой. Группа шлифовальных станков обозначена цифрой 3 (первая цифра в обозначении модели). Вторая цифра указывает тип станка: 1 – круглошлифовальные; 2 – внутришлифовальные; 3 – обдирочно-шлифовальные; 4 – специализированные шлифовальные станки; 5 – снят с

производства; 6 – заточные; 7 – плоскошлифовальные с прямоугольным или круглым столом; 8 – притирочные и полировальные; 9 – специальные станки, работающие абразивным инструментом. Когда необходимо указать, что рассматриваемая конструкция станка усовершенствована, т. е. принадлежит к новому поколению станков, то в условное обозначение вводят букву (например, 3А64). Третья цифра указывает основную техническую характеристику станка.

Кроме станков, изготавливаемых серийно, станкостроительные заводы выпускают специальные станки и, как правило, присваивают им условные заводские номера. Это шифр станка, который не даёт конкретных сведений о нём, поэтому необходимо изучение дополнительной информации, изложенной в паспорте станка.

Главное движение резания в шлифовальных станках – вращение шлифовального круга. (рис. 58). Его окружная скорость v (скорость главного движения резания), м/с, $v = 35 \dots 60$ м/с, при высокоскоростном шлифовании $v = 80 \dots 120$ м/с.

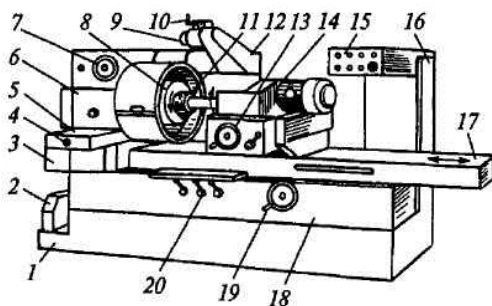


Рис. 58. Внутришлифовальный станок:

1 – станина; 2 – кожух; 3 – щитки; 4 – механизм поперечной подачи изделия; 5 – подвижная плита; 6 – бабка изделия; 7 – маховик ручной поперечной подачи изделия; 8 – заготовка; 9 – круг для торцового шлифования; 10 – рукоятка перемещения круга для торцового шлифования; 11 – шлифовальный круг для внутренней обработки; 12 – корпус устройства для торцового шлифования; 13 – рукоятка поперечного перемещения шлифовального суппорта; 14 – суппорт шлифовального круга; 15 – пульт управления станком; 16 – стойка; 17 – стол станка; 18 – кожух стола; 19 – рукоятка продольного перемещения стола; 20 – упоры продольного перемещения стола

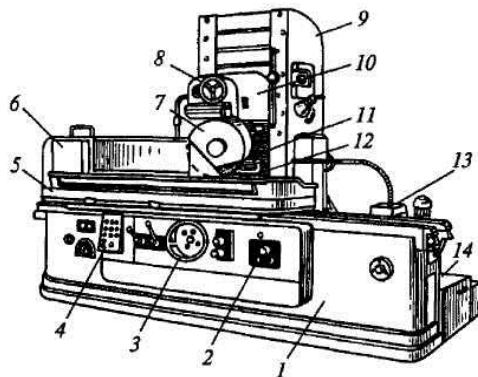


Рис. 59. Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем:

1 – станина; 2 – панель управления; 3 – маховик ручного перемещения стола; 4 – пульт управления; 5 – стол; 6, 7 – кожухи; 8 – маховик; 9 – стойка; 10 – шлифовальная бабка; 11 – шлифовальный круг; 12 – магнитная плита; 13 – гидростанция; 14 – насос подачи СОЖ.

6.2. Устройство круглошлифовального центрального станка

Данные станки предназначены для продольного и врезного шлифования наружных цилиндрических, пологих конических и торцовых поверхностей заготовок с установкой заготовок в центрах или патроне.

Станок состоит из станины 18 с направляющими (см. рис. 57.), на которых смонтирован нижний стол 20, несущий на себе поворотный верхний стол 19 с установленными на нём передней 2 и задней 12 бабками. В задней бабке предусмотрены рукоятки 11 для ручного зажима пиноли бабки. Верхний стол 19 при шлифовании конусов может поворачиваться вокруг оси 16, закреплённой на нижнем столе 20. Ручное перемещение нижнего стола по направляющим станины осуществляется от маховика 17 через специальный механизм, а механическое – от гидравлического цилиндра, находящегося в станине.

На задней стороне станины на поперечных направляющих смонтирована шлифовальная бабка 7 с механизмом быстрого

подвода шлифовального круга к заготовке. На корпусе шлифовальной бабки закреплён механизм 8 поперечных подач с маховиком 6 для ручного поперечного движения подачи, рукоятками включения автоматических подач и дросселями регулирования скорости черновой и чистовой подач. Здесь же установлен 5 механизм автоматической правки круга.

На лицевой стороне станины расположена панель гидроуправления 14 с рукояткой 13 быстрого подвода – отвода шлифовальной бабки и дросселями регулирования реверса и скорости стола. Педалью 15 производится гидравлический отвод пиноли задней бабки 12.

На стойке смонтирован пульт управления 9 с пусковыми кнопками и переключателями. С левой стороны станка расположен электрошкаф 1, а с правой – гидростанция 10. Подача СОЖ осуществляется рукояткой 3. При необходимости на станке может быть установлен люнет 4.

Главное движение резания – вращение шлифовального круга, установленного на шлифовальной бабке *Д* (рис. 60), производится от электродвигателя М2 через клиноремённую передачу $\emptyset 112/\emptyset 147$. Уравнение кинематической цепи главного движения имеет следующий вид:

$$n_{ш\text{к}} = 1500 \left(\frac{112}{147} \cdot 0,985 \right) = 1590 \text{ мин}^{-1},$$

где $n_{ш\text{к}}$ – частота вращения шлифовального круга, мин^{-1} ; 0,985 – коэффициент скольжения ремня.

Круговое движение подачи – вращение шлифуемой заготовки на передней бабке *А* – производится от электродвигателя М1 постоянного тока с бесступенчатым регулированием частоты вращения посредством двух клиноремённых передач: $\emptyset 63/\emptyset 130$ и $\emptyset 63/\emptyset 168$, обеспечивающих частоту вращения шпинделя 40... 400 мин^{-1} . В передней бабке шпиндель Шп с центром неподвижен, и вращение заготовки осуществляется от поводка планшайбы.

Ручное перемещение стола происходит от механизма *Е* при вращении маховика Мх2, от которого движение передается нижнему столу Ст через зубчатые колёса $z = 17/51/51$,

червячную передачу $i = 1/31$, муфту Мф, реечное колесо $z = 20$ и рейку, закреплённую на нижнем столе.

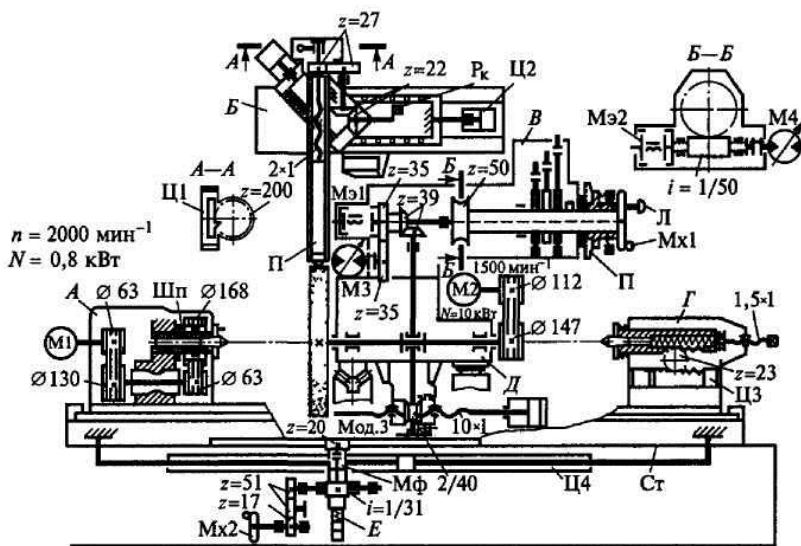


Рис. 60. Кинематическая схема центрального круглошлифовального станка:

А - передняя бабка; *Б* - устройство правки шлифовального круга;

В - механизм подачи; *Г* - задняя бабка, *Д* - шлифовальная бабка;

Е - механизм ручного перемещения стола; *П* - пиноль устройства правки; *Л* - лимб; *М1*, *М2* - электродвигатели;

М3, *М4* - гидродвигатели; *Мх1*, *Мх2* - маховики; *Мф* - муфты;

Мэ1, *Мэ2* - муфты электромагнитные; *Ц1*, *Ц2*, *Ц3*, *Ц4* - гидроцилиндры; *Шп* - шпиндель; *Рк* - рукоятки; *Ст* - нижний стол

Продольное гидравлическое перемещение стола осуществляется от гидравлического цилиндра Ц4, установленного неподвижно на станине. Концы штоков поршня цилиндра прикреплены к нижнему столу Ст станка. Скорость перемещения стола составляет 0,5... 5 м/мин.

Ручное поперечное движение подачи шлифовальной бабки производится механизмом подачи *В* с помощью маховика *Мх1* (при включённой электромагнитной муфте *Мэ1*), вращение

которого через коническую Γ – 39/39 и червячную – 2/40 передачи передается на шариковую гайку винта 10 х 1 поперечного движения подачи.

Быстрое установочное перемещение шлифовальной бабки к заготовке выполняется от гидродвигателя МЗ при выключённой электромагнитной муфте Мэ1. В этом случае движение от гидродвигателя через зубчатые колёса $z = 35/35$ и указанную кинематическую цепь передаётся винту 10 х 1 поперечного движения подачи.

Непрерывные автоматические подачи шлифовальной бабки производятся от гидродвигателя М4 при включённой электромагнитной муфте Мэ2 через червячную передачу – 1/50, муфту Мэ1 и далее через указанную кинематическую цепь на винт 10 х 1 поперечного движения подачи. При этом движении происходит вращение маховика Мх1 с лимбом $\mathcal{L}$. Электромагнитная муфта Мэ2 включает периодическое автоматическое движение подачи шлифовальной бабки.

Движение при правке шлифовального круга обеспечивает одно или двухпроходную правку по гладкому либо ступенчатому копиру. Продольное перемещение устройства правки $\mathcal{B}$ вдоль образующей круга осуществляется от гидроцилиндра Ц2. Поперечное движение подачи пиноли Π с алмазом на глубину правки производится: вручную – от рукоятки Рк через конические колёса $z = 22/22$ и цилиндрические $z = 27/27$; далее передается на винт 2 х 1 пиноли; автоматически – от гидравлического цилиндра Ц1 (см. сеч. $A - A$) через плунжер с собачкой, находящейся в зацеплении с храповым колесом $z = 200$, и на винт 2 х 1 пиноли.

Перемещение пиноли с центром задней бабки Γ осуществляется автоматически от поршня-рейки гидроцилиндра ЦЗ через зубчатое колесо $z = 23$ или вручную при вращении винта 1,5 х 1.

Шлифовальная бабка (рис. 61). Вращение шпинделю 14 круга 13 сообщается от электродвигателя через клиноременную передачу 5 на шкив 4.

Шпиндель смонтирован в корпусе 1 на двух трёхвкладышных гидродинамических подшипниках скольжения 2. В подшипники от насоса смазывания подаётся под давлением

масло, образующее масляный клин между шейкой шпинделя 14 и вкладышами подшипника 2. В осевом направлении шпиндель устанавливается по бурту между сферическими кольцами 10 и 12, закреплёнными в неподвижной обойме 11 с помощью гайки 9 и контргайки 8. Поперечное движение подачи шлифовальной бабки по направляющим качения 6 станины 7 осуществляется от механизма поперечных подач, установленного на станине.

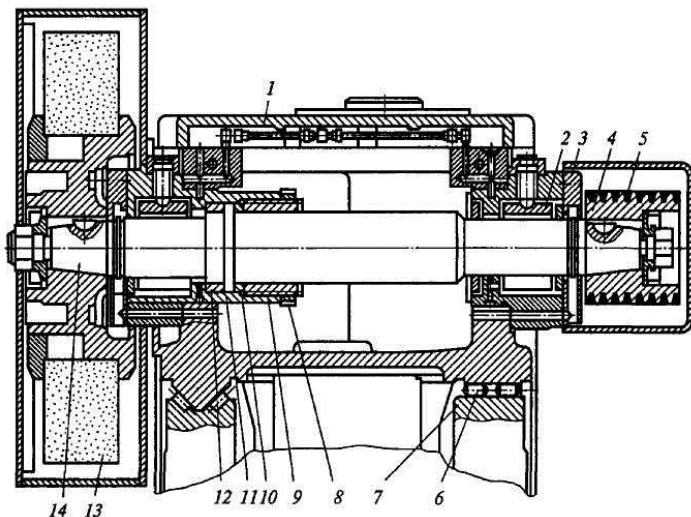


Рис. 61. Шлифовальная бабка круглошлифовального станка:

- 1 – корпус; 2 – подшипник скольжения; 3 – крышка; 4 – шкив;
5 – клиноремённая передача; 6 – направляющие качения; 7 – станина;
8 – контргайка; 9 – гайка; 10 и 12 – кольца; 11 – обойма;
13 – шлифовальный круг; 14 – шпиндель

Устройство автоматической правки круга устанавливается на шлифовальной бабке 1 (рис. 62). Копирная система обеспечивает правку наружной поверхности круга по заданному профилю. Включение устройства происходит или автоматически от срабатывания реле счёта обработанных заготовок, или вручную – от кнопки.

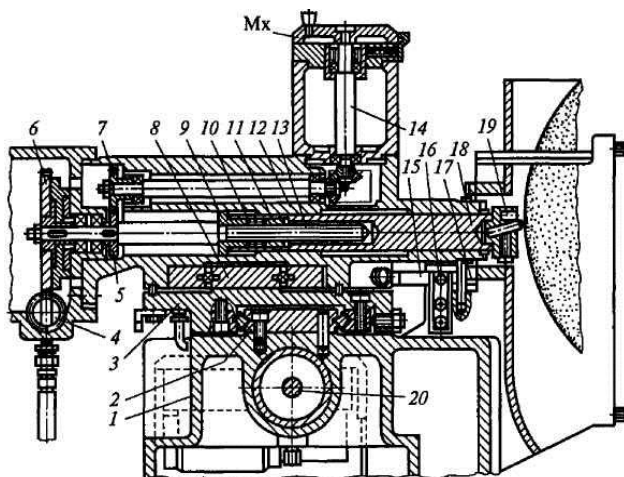


Рис. 62. Устройство автоматической правки шлифовального круга:
 1 – шлифовальная бабка; 2 – роликовые направляющие; 3 – каретка;
 4 – плунжер; 5 и 7 – пара цилиндрических зубчатых колёс;
 6 – храповое колесо; 8 – шариковые направляющие качения;
 9 и 11 – полулайки; 10 – пружина; 12 – ходовой винт; 13 – суппорт;
 14 – вал; 15 – копир; 16, 17 – винты; 18 – пиноль;
 19 – алмазодержатель; 20 – шток гидроцилиндра; Мх – маховик

Устройство смонтировано на каретке 3, перемещаемой штоком 20 гидроцилиндра вдоль круга по роликовым направляющим 2 шлифовальной бабки 1. Скорость движения штока регулируется бесступенчато дросселем. К каретке 3 привинчены направляющие 8, несущие суппорт 13 с пинолью 18 и установленным на ней алмазодержателем 19 с алмазом. Каретка под действием пружин прижимается к копиру 15, неподвижно укрепленному на шлифовальной бабке 1.

Копир может точно выставляться с помощью винтов 16 и 17. Перемещение пиноли 18 в суппорте 13 осуществляется от ходового винта 12, получающего вращение от маховика Мх через вал 14 и пару зубчатых колёс 7, 5 или от храпового колеса 6, периодически поворачиваемого собачкой гидравлического плунжера 4. Устранение зазора в резьбе между ходовым винтом 12 и полулайками 9, 11 осуществляется пружиной 10.

Самозажимной плавающий патрон. Для привода вала на центровых круглошлифовальных станках применяют зажимные патроны плавающего типа (рис. 63 а). При зажиме под действием задней бабки заготовка перемещается и упирается в концы рычагов 3. Планшайба 2, несущая три рычага 3 и три кулачка 5, перемещается влево, сжимая пружины 8. Одновременно рычаги 3 начинают поворачиваться на осях 4 и сухарями 5 смещают кулачки 6 к центру до тех пор, пока они не зажмут заготовку.

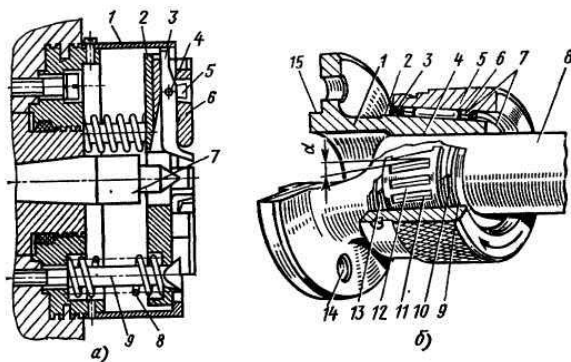


Рис. 63. Патроны:

а – самозажимной плавающий; *б* – с роликовым зажимом

Смещение планшайбы в радиальном направлении, необходимое для надёжного закрепления заготовки всеми тремя кулачками, обеспечивается зазором между планшайбами и направляющими винтами 9. После зажима заготовки кулачками поворот рычагов прекращается, и при дальнейшем движении заднего центра заготовка досылается до переднего центра 7.

При движении центра задней бабки вправо деталь выталкивается пружиной, рычаги 3 верхними плечами упираются в крышку 1 и поворачиваются против часовой стрелки, при этом кулачки 6 перемещаются от центра и освобождают деталь. Усилие трёх пружин 5 обеспечивает перемещение детали в осевом направлении вправо на 10–15 мм от передней плоскости кулачков.

Патрон с роликовым зажимом (рис. 63 б) служит для зажима цилиндрических деталей по наружной поверхности. Корпус 1 патрона имеет фланец с центрирующим пояском 15 и отверстиями 14 для крепления патрона к планшайбе. Рабочая часть патрона имеет наружную конусную поверхность 2 и строго концентричное с пояском 15 отверстие 4, в которое вставляют обрабатываемую заготовку 5. Зажимное кольцо 5 расточено на конус 6 в соответствии с конусностью корпуса. Между корпусом 1 и зажимным кольцом 5 находится сепаратор 12 с роликами 11, расположенными под небольшим углом к оси патрона. Для предохранения роликов от попадания грязи и жидкости с обеих сторон сепаратора предусмотрены фетровые кольца 10, удерживаемые металлическими разрезными кольцами 5, 7, 9, 13. Разрезные кольца, между которыми заключён (с некоторым зазором) сепаратор, препятствуют самопроизвольному снятию зажимного кольца 5.

Контрольные вопросы:

1. Конструкция и кинематическая схема круглошлифовального станка.
2. Бесцентрово-шлифовальный, внутришлифовальный станки (кинематика и движения в станке).
3. Плоскошлифовальные станки. Их устройство и кинематика.
4. Притирочные станки.
5. Станки для суперфиниширования.
6. Универсально-заточные станки: конструкция и кинематика станка мод. 3В642.
7. Резьбошлифовальные станки: кинематика резьбошлифовального станка мод. 5822М.
8. Полуавтомат мод. 3659А для заточки свёрл и зенкеров: конструкция и кинематика.
9. Полуавтомат мод. 3662 для заточки червячных фрез: конструкция и кинематика.
10. Схемы шлифования резьбы.
11. Способы шлифования резьбы.
12. Основные типы шлифовальных станков и область их применения.

7. ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

7.1. Основные типы фрезерных станков и их обозначения

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

Станки общего назначения: консольные и бесконсольные, продольно-фрезерные, станки непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные).

Станки общего назначения и специализированные: копировально-фрезерные, зубофрезерные, резбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др.

Типоразмеры станков характеризуются размерами обрабатываемой заготовки (при зубо- и резбообработке) и площадью рабочей (крепёжной) поверхности стола. По указанным признакам станки имеют пять градаций.

Размер – Площадь поверхности стола, мм: (0 – 200 x 800; 1 – 250 x 1000; 2 – 320 x 1250; 3 – 400 x 1600; 4 – 500 x 2000).

Согласно классификации ЭМИС, к 6-й группе (фрезерные станки) относятся 9 типов таких станков. Кроме того, фрезерные станки входят в 5-ю группу (зубо- и резбообрабатывающие станки).

Каждый станок (рис. 64) имеет свой шифр, первая цифра которого обозначает группу станка, вторая – его тип:

- 1) консольные вертикально-фрезерные (рис. 64 а);
- 2) непрерывного действия (рис. 64 б);
- 3) копировальные (рис. 64 в) и гравировальные;
- 4) вертикальные бесконсольные, с крестовым столом (рис. 64 г);
- 5) продольно-фрезерные (рис. 64 д);
- 6) широкоуниверсальные (рис. 64 е);
- 7) консольные, горизонтальные (рис. 64 ж);
- 8) разные.

Третья и (при необходимости) четвёртая цифры обозначают характерные размеры станка. Кроме цифр, в обозначение модели станка может входить буква. Если буква стоит между первой и второй цифрами, это означает, что конструкция станка модифицирована.

Например, универсальный консольный станок в течение многих лет подвергался усовершенствованию и имел обозначения: мод. 682, 6Б82, 6Н82, 6М82, 6Р82, 6Т82.

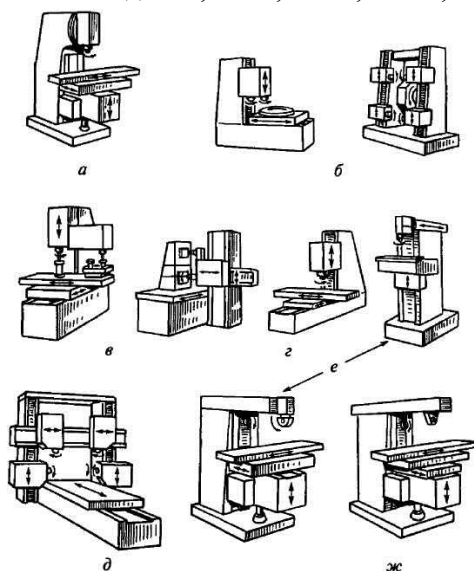


Рис. 64. Фрезерные станки:

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

Если буква стоит в конце шифра станка, это может означать: 1) конструктивную модификацию основной модели (например, 6Р82Г – станок горизонтально-фрезерный, 6Р12Б – быстроходный, 6Р82Ш – широкоуниверсальный); 2) различное исполнение станка в зависимости от точности (Н – нормальной точности, П – повышенной, В – высокой, А – особо высокой, С – станки особо точные, называемые «мастер-станками»); 3) различное исполнение с учётом используемой системы управления станком.

7.2. Устройство консольно-фрезерного станка

Это наиболее распространённый тип станков, используемый для фрезерных работ. Отличительная особенность консольно-фрезерных станков – наличие консоли (кронштейна), несущей стол и станины, перемещающейся по направляющим вверх и вниз.

Существуют горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки.

В *горизонтальных фрезерных станках* шпиндель расположен горизонтально, и стол перемещается в трёх взаимно перпендикулярных направлениях. В универсальных консольно-фрезерных станках (в отличие от горизонтальных) имеется возможность поворота стола относительно вертикальной оси, а широкоуниверсальные фрезерные станки отличаются от универсальных наличием на станине специального хобота, на торце которого установлена дополнительная головка со шпинделем, поворачивающаяся под углом в любом направлении.

Вертикальные фрезерные станки отличаются от горизонтальных вертикальным расположением шпинделя и отсутствием хобота. Детали и узлы в рассматриваемых станках широко унифицированы.

Для рассмотрения технической характеристики, компоновки и кинематической схемы в качестве примера выбран универсальный горизонтальный консольно-фрезерный станок. Он предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ твёрдосплавным и быстрорежущим инструментом по чугуну, стали и цветным металлам в условиях мелко- и крупносерийного производства. Наличие в станке возможности поворота стола вокруг его вертикальной оси позволяет фрезеровать винтовые канавки свёрл, червяков и т. д.

Станок имеет следующие технические характеристики: рабочая поверхность стола, мм: (длина ... 1000, ширина ... 250); частота вращения шпинделя, мин⁻¹... 50–2000; габаритные размеры, мм ... 1560 x 2045 x 1610; масса, кг ... 2245.

Станок (рис. 65) состоит из станины 2, установленной на фундаментной плите 14. На вертикальных направляющих станины расположена консоль 12 с горизонтальными поперечными направляющими, на которых удерживаются салазки 11, а на них – поворотная плита 10 с горизонтальными продольными направляющими. На этих направляющих монтируют стол 9.

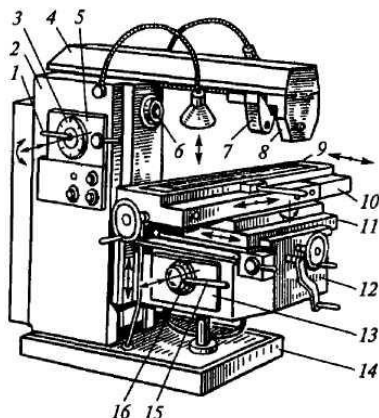


Рис. 65. Универсальный консольно-фрезерный станок:
 1 – рукоятка; 2 – станина; 3 – лимб; 4 – хобот; 5 – коробка скоростей; 6 – шпиндель; 7, 8 – подвески; 9 – стол;
 10 – поворотная плита; 11 – салазки; 12 – консоль;
 13 – коробка подач; 14 – фундаментальная плита;
 15 – рукоятка; 16 – лимб

Такая компоновка узлов обеспечивает возможность перемещения стола в трёх направлениях (продольном, поперечном и вертикальном). В станине расположена коробка скоростей 5 с рукояткой 1 и лимбом 3, а также привод с электродвигателем, обеспечивающим вращение шпинделя. В консоли 12 размещена коробка подач 13 с электродвигателем, лимбом 16 и рукояткой 15 для установки подач. В верхней части станины смонтирован шпиндель 5, а на направляющих выдвижного хобота 4 закреплены подвески (кронштейны) 7, 8, которые являются опорами фрезерных оправок для установки фрез.

Основные движения в станке. Главное движение. Вал IV (рис. 66) со шпинделем получает вращение от электродвигателя М1 (мощность двигателя $N = 3$ кВт; частота вращения $n = 1450$ мин⁻¹) через шкивы 100/180 клиноремённой передачи и 12-ступенчатую коробку скоростей. От вала II вращение передаётся валу III посредством передвигжных блоков зубчатых колёс $z = 51/51$ или $60/42, 42/60, 34/68, 21/81, 27/75$. От вала III вращение зубчатыми колёсами $z = 75/41$ или $24/96$ передаётся валу IV. Уравнение кинематической цепи для минимальной частоты вращения шпинделя:

$$n_{\min} = 1450 \frac{100}{180} \frac{21}{81} \frac{24}{96} = 52,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Изменение направления вращения шпинделя осуществляют реверсированием вращения вала электродвигателя М1.

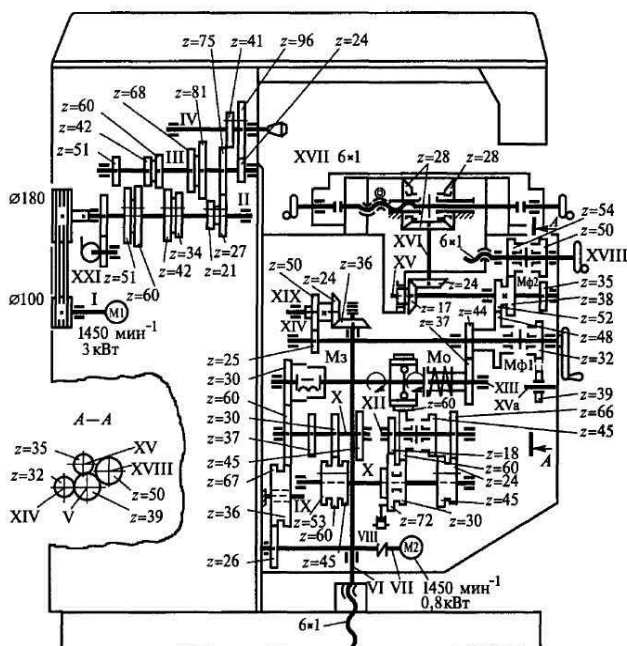


Рис. 66. Кинематическая схема универсального консольно-фрезерного станка

Движение подачи осуществляется от электродвигателя М2 ($N = 0,3$ кВт; $n = 1450$ мин⁻¹) через коробку передач, обеспечивающую 12 ступеней подачи. От вала VIII через цилиндрические передачи $z = 26/67$ и $36/60$ вращение передается валу X, от него через блок зубчатых колёс $z = 37/53$ или $30/60$, $45/45$ – валу XI и далее перебором $z = 45/45$ либо $24/66$ – валу XII.

Через зубчатые колёса $z = 18/72$ и $30/60$ и широкое колесо $z = 60$ обгонной муфты вращение передаётся валу XIII (непосредственно или, минуя перебор, когда широкое колесо $z = 60$ соединено с зубчатым колесом $z = 45$). От вала XIII вращение зубчатыми колёсами $z = 37/44$ передается валу XIV; при этом вертикальное движение подачи осуществляется ходовым винтом VI (6×1), которому вращение от вала XIV передаётся зубчатыми колёсами $z = 25/50$ и $24/36$.

Продольное движение подачи производится от ходового винта XVII (6×1), который вращается от вала XIV (на рис. 66 винт условно повернут на 90°) при помощи цилиндрических передач $z = 48/52$, $17/24$, $28/28$ (справа, при прямом ходе) или $z = 28/28$ (слева, при обратном ходе).

Поперечные подачи от вала XIV через шестерни $z = 48/52$, $38/54$ передаются на ходовой винт XVIII. Ускоренный ход стола осуществляется от электродвигателя М2 посредством цилиндрических передач $z = 26/67$, $36/60$, $60/30$ через включённую электромагнитную – Мэ и обгонную – Мо муфты и далее – через ускоренные передачи рабочих подач.

Реверсирование поперечного и вертикального движений подачи происходит при включении муфт Мф1 и Мф2 зубчатых колёс $z = 32$ и 50 . В этом случае вращение от вала XIV передаётся ходовому винту XVIII цилиндрическими передачами $z = 32/39$, $39/50$ (см. сеч. А~А), а ходовому винту VI – передачами $z = 32/39$, $39/35$, $52/48$, $25/50$, $24/36$.

Уравнение кинематической цепи продольного движения стола с минимальной скоростью:

$$v_{\text{спmin}} = 1450 \frac{26 \cdot 36 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 18 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 37 \cdot 48 \cdot 17 \cdot 28}{67 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 66 \cdot 72 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 44 \cdot 52 \cdot 24 \cdot 28} \cdot 6 \text{ (шаг ходового винта)} = 25,5 \text{ мм/мин.}$$

Аналогично можно записать уравнения кинематических цепей продольного движения стола с максимальной скоростью подачи, поперечного и вертикального движений стола, как при минимальной, так и максимальной скорости подачи.

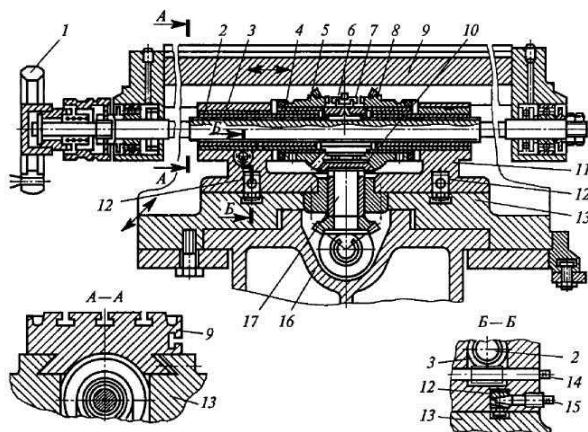


Рис. 67. Стол универсального консольно-фрезерного станка:
1 – маховик; 2 – ходовой винт; 3, 4 – гайки; 5, 8 и 10 – зубчатые колёса; 6 – вилка; 7 – муфта; 9 – стол; 11 – поворотная плита;
12 – сухари; 13 – салазки; 14 – червяк; 15 – винты;
16 – консоль; 17 – вал

Салазки 13 консольно-фрезерного станка (рис. 67) перемещаются на консоли 16 в поперечном направлении. На салазке смонтирована поворотная плита 11, а на ней (в продольных направляющих) – стол 9, перемещающийся ходовым винтом 2, вращаемым вертикальным валом 17 при помощи конических зубчатых колёс 10, 5, 8. Реверсирование стола осуществляют, перемещая вилкой 6 муфту 7 вправо и влево, а для отключения движения стола необходимо вилку 6 установить в среднее положение.

В крайних положениях муфта соединяется с коническими зубчатыми колёсами 5 и 8. На ходовом винте предусмотрен механизм выборки зазора между резьбой винта 2 и двумя гайками: 3 (которая может перемещаться в осевом направлении при вращении червяка 14, см. сеч. Б – Б) и 4. Ручная подача стола осуществляется при вращении маховика I.

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

Коробка передач скоростей фрезерного станка предназначена для обеспечения главного движения – вращения шпинделя с различными частотами (рис. 68).

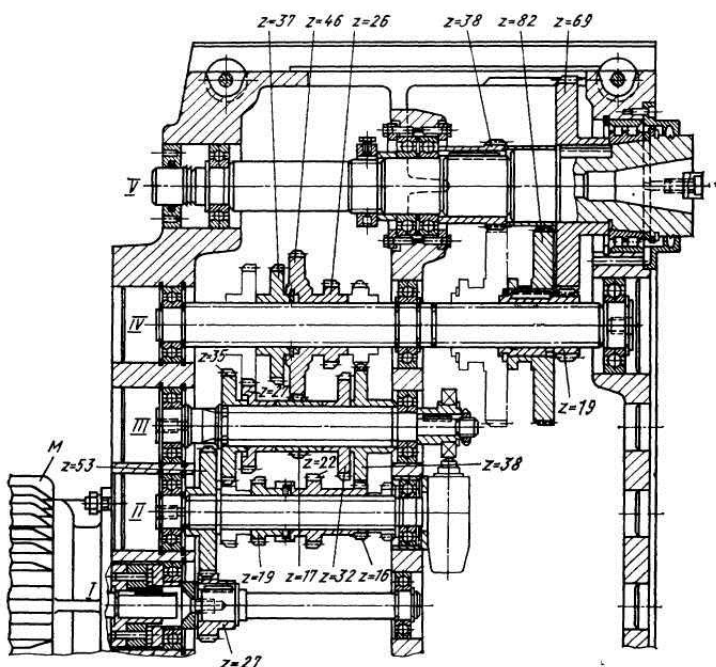


Рис. 68. Коробка передач скоростей горизонтально-фрезерного станка

В горизонтально-фрезерных станках шпиндель и валы коробки скоростей часто монтируются непосредственно в стойке. Изменение частот вращения шпинделя обеспечивается рядом последовательно включённых групповых передач с подвижными блоками шестерён.

Станок, предназначенный для обработки деталей сложной формы торцовыми и концевыми фрезами, снабжён револьверной головкой, в которой могут быть установлены также свёрла, зенкеры, развёртки. (рис. 69).

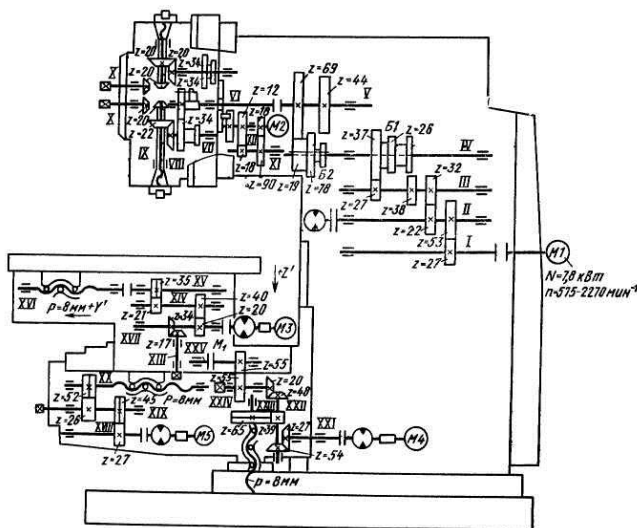


Рис. 69. Кинематическая схема вертикально-фрезерного консольного станка с ЧПУ

Техническая характеристика. Размер рабочей поверхности стола (длина х ширина), мм ... 1600 х 400; частота вращения шпинделя, мин⁻¹... 40–2000; число частот вращения шпинделя ... 18; рабочая подача, мм/мин: (по осям X' и Y'... 8–1200, по оси Z ... 8–800); регулирование ... бесступенчатое; скорость быстрых перемещений по осям Xⁱ и Y^f, мм/мин ... 4000; габаритные размеры станка, мм: (длина ... 2575, высота ... 2180, ширина ... 2480); число инструментов в revolverной головке ... 5; число

управляемых координат: (всего ... 6, одновременно ... 3; дискретность отсчёта по осям координат, мм ... 0,01.

Системы числового управления Н331 или Н331М обеспечивают формообразование по трём координатам.

Привод главного движения. Вращение на шпиндель VIII поворотной револьверной головки передается от электродвигателя постоянного тока М1 типа ПБСТ-63 через передачи $\frac{27}{53}$, $\frac{22}{32}$, групповые передачи $\frac{38}{26}$, $\frac{27}{37}$, $\frac{78}{44}$, $\frac{19}{69}$ и далее через цилиндрическую $\frac{34}{34}$ и коническую $\frac{20}{20}$ или $\frac{22}{22}$ передачи.

Комбинация двигателя с бесступенчатым регулированием и коробки скоростей обеспечивает 18 частот вращения шпинделя в диапазоне 40–2000 мин⁻¹, переключаемых автоматически по заданной программе.

Привод подачи и установочных перемещений стола и консоли осуществляются от шаговых двигателей М3, М4, М5 типа ШД5-Д1 с гидроусилителями моментов Э32П8-24.

Поперечная подача стола осуществляется по цепи:

М3 – передача $\frac{20}{40}$ – $\frac{21}{35}$ – передача шариковый ходовой винт с шагом 8 мм.

Вертикальная подача консоли по цепи: М4 – коническая передача – цилиндрическая передача $\frac{39}{65}$ – шариковый ходовой винт $\frac{27}{54}$ – с шагом 8 мм. Ходовой винт вертикальной подачи связан (через коническую и гидравлическую передачи) с гидравлической муфтой М_в предохраняющей консоль от самопроизвольного опускания.

Продольная подача стола по цепи: М5 – передача $\frac{27}{45}$ – передача $\frac{26}{52}$ – шариковый ходовой винт с шагом 8 мм.

Поворот револьверной головки осуществляется от гидродвигателя Г12-22 через передачи $\frac{18}{90}$ – $\frac{18}{72}$ – вал XII с водилом и мальтийский крест.

Делительные головки применяют при работе на консольно-фрезерных станках для установки заготовки под требуемым углом относительно стола станка, поворота её на определённый угол, деления окружности на нужное число частей, а также для непрерывного вращения заготовки при фрезеровании винтовых канавок.

Различают делительные головки для непосредственного деления (делительные приспособления), оптические делительные головки и универсальные делительные головки,

Делительные головки для непосредственного деления применяют для деления на малое число частей. Они имеют корпус, внутри его вращается шпиндель с насаженным на него делительным диском, с помощью которого осуществляется отсчёт при делении. Отсчёт происходит по диску, а деление производят без промежуточного механизма. Это *непосредственное* деление. Головки для такого деления могут быть вертикальными и горизонтальными; они предназначены для деления на 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 части. Их применяют при фрезеровании поверхностей и канавок режущих инструментов, для обработки простых деталей, имеющих грани, и т. д.

Универсальные делительные головки могут быть использованы для простого и дифференциального деления. Они подразделяются на *лимбовые* (наиболее распространены) и *безлимбовые*. Лимбовая универсальная делительная головка приведена на рис. 70.

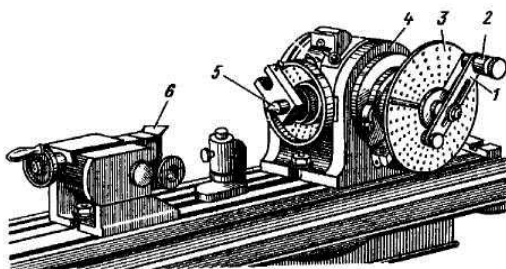


Рис. 70. Общий вид лимбовой универсальной делительной головки

Шпиндель 5-лимбовой универсальной делительной головки периодически поворачивают вращением рукоятки 1 через червячную передачу, расположенную в корпусе 4. Рукоятку 1 перемещают на нужный угол, который устанавливают с помощью лимба 3, имеющего несколько рядов отверстий, равномерно расположенных на концентрических окружностях. Фиксатор 2 можно вставлять в любое из этих отверстий. Заднюю бабку 6 применяют для работы в центрах. Деталь можно крепить также в патроне, который навёртывают на резьбовой конец шпинделя.

Способ наладки универсальных делительных головок для простого деления заключается в том, что, последовательно вращая рукоятку (рис. 71), поворачивают шпиндель на заданный угол.

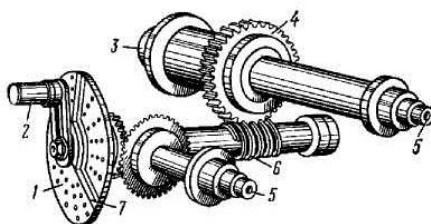


Рис. 71. Лимбовая универсальная делительная головка:

1 – делительный диск; 2 – рукоятка; 3 – шпиндель делительной головки; 4 – червячное колесо ($z = 40$); 5 – шейки для посадки зубчатых колёс; 6 – червяк ($Z = 1$); 7 – ножка сектора

Схема наладки универсальной делительной головки на простое деление показана на рис. 72 а. Уравнение кинематического баланса для определения числа оборотов рукоятки 2 составляют из условия, что за n оборотов рукоятки шпиндель должен повернуться на $1/z$ оборота, где z – число частей, на которое требуется разделить окружность. Расчётные перемещения:

$$n \text{ об. рукоятки} \rightarrow \frac{1}{z} \text{ об. шпинделя.}$$

Уравнение кинематического баланса.

$$\text{откуда } n = z_0/z \cdot Z. \quad n \cdot 1 \frac{Z}{z_0} = \frac{1}{z},$$

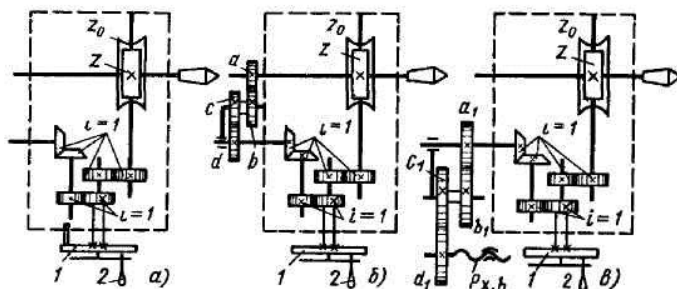


Рис. 72. Схемы наладок универсальной делительной головки

Для выпускаемых делительных головок число заходов червяка $Z = 1$ и в большинстве случаев число зубьев червячного колеса $z_0 = 40$, тогда $n = \frac{40}{z}$

Величину, обратную передаточному отношению червячной пары (N), называют «характеристикой делительной головки». Следовательно:

$$N = z_0 \text{ и } n = \frac{N}{z}$$

Для поворота рукоятки на нужное число оборотов (выраженное смешанным числом или дробью), головки снабжены делительными дисками (рис. 73).

$$\text{При } z < N \quad n = \frac{N}{z} = A + \frac{b}{a},$$

где A – число целых (полных) оборотов рукоятки;

b – число шагов (расстояние между соседними отверстиями) ряда отверстий, на которое должна быть повернута (дополнительно к A целым оборотам) рукоятка 2 (см. рис. 72);

a – число отверстий в одном из рядов отверстий делительного диска.

При простом делении делительный диск 1 остается неподвижным; его крепят специальной защёлкой к корпусу головки. Во избежание ошибок при сравнительно больших отсчётах делительный диск имеет раздвижной сектор, состоящий из двух раздвижных ножек 1 (см. рис. 73), которые служат для фиксации определённого угла поворота.

Пример. Требуется на заготовке зубчатого колеса нарезать 37 зубьев. Число оборотов рукоятки головки:

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{37} = 1 + \frac{3}{37} \cdot \text{оборота}$$

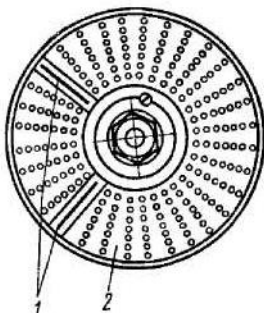


Рис. 73. Делительный диск:
1 – раздвижные ножки сектора
2 – делительный диск

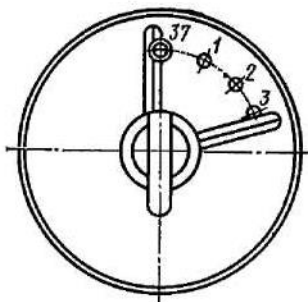


Рис. 74. Пример отсчёта
(относительно лимба) с раздвижным сектором

Для фрезерования 37 зубьев на такой заготовке нужно взять диск, на котором имеется делительный круг с 37-ю отверстиями. Рукоятку устанавливают напротив ряда в 37 отверстий и после фрезерования каждой впадины поворачивают на один полный оборот и три отверстия. Для деления удобно пользоваться раздвижным сектором.

Сектор устанавливают в следующем порядке: с помощью отвертки освобождают винт, скрепляющий ножки сектора, и раздвигают их так, чтобы между ними было три отверстия и одно отверстие, занимаемое штифтом рукоятки, а затем винт закрепляют. Во избежание ошибки отсчёт необходимо производить так, как указано на рис. 74. После каждого деления ножки сектора передвигают до упора в штифт рукоятки. В отверстия сектора имеется пружинка, которая удерживает ножки от произвольного смещения во время деления.

Способ дифференциального деления применяют, если простое деление осуществить невозможно, т. е. когда нельзя подобрать диск с нужным для простого деления числом отверстий.

Метод дифференциального деления основывается на том, что требуемый поворот шпинделя делительной головки представляет собой совокупность двух поворотов: поворота рукоятки 2 (см. рис. 72 б) относительно делительного диска 1 и поворота самого делительного диска, которому это движение сообщается принудительно от шпинделя делительной головки через сменные зубчатые колеса $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ гитары.

При дифференциальном делении делительный диск следует освободить, вынув стопорящий его фиксатор. В зависимости от наладки делительный диск может вращаться в ту же сторону, что и рукоятка, или – в противоположную. Следовательно, действительный поворот рукоятки будет больше или меньше видимого её поворота по делительному диску.

Число оборотов рукоятки 2 головки настраивают так же, как при простом делении, но не на требуемое число делений 2, а на близкое к нему число делений z_{Φ} , которое позволяет подобрать диск с нужным для деления на z_{Φ} частей числом отверстий. Погрешность такой наладки компенсируется наладкой дифференциальной гитары. Так как действительный поворот рукоятки состоит из поворота этой рукоятки относительно лимба и поворота самого лимба, уравнение кинематического баланса для определения передаточного отношения дифференциальной гитары будет иметь вид:

$$\left(\frac{z_0}{z_{\Phi}} + \frac{1}{z} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \right) \frac{1}{40} = \frac{1}{z},$$

где $\frac{z_0}{z_{\Phi}}$ – число оборотов рукоятки относительно лимба;

$\frac{1}{z} \times \frac{a}{b} \frac{c}{d}$ – число оборотов лимба.

Сумма показателей (в скобках) выражает действительное число оборотов, которое нужно сделать рукояткой при дифференциальном делении.

Из приведённой формулы можно определить передаточное отношение сменных зубчатых колёс дифференциальной гитары:

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{z_0}{z_{\Phi}} (z_{\Phi} - z) \text{ или } \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{N}{z_{\Phi}} (z_{\Phi} - z).$$

Удобнее принимать $z_{\phi} > g$, так как в этом случае лимб должен вращаться в сторону вращения рукоятки, и поэтому не надо ставить в гитару дополнительное (паразитное) зубчатое колесо (z_{ϕ} может представлять собой любое составное число, по абсолютной величине близкое к z , и лучше, если оно будет делиться на z).

Пример. Требуется нарезать зубчатое колесо, имеющее 227 зубьев. Нужно подобрать сменные колёса гитары, делительный диск и определить число оборотов рукоятки.

Пусть $z_{\phi} = 220$. Тогда число оборотов рукоятки головки при простом делении:

$$n = \frac{40}{z_{\phi}} = \frac{40}{220} = \frac{2}{11} = \frac{12}{66}.$$

Выбирают делительный диск, имеющий окружность с 66-ю отверстиями, и устанавливают ножки раздвижного сектора на 12 отверстий этой окружности (считая первым отверстие, расположенное рядом с отверстием, занятым защёлкой рукоятки).

Передаточное отношение сменных колёс гитары:

$$\begin{aligned} \frac{a}{b} \frac{c}{d} &= \frac{40 (z_{\phi} - z)}{z_{\phi}} = \frac{40 (220 - 227)}{220} = -\frac{40 \cdot 7}{220} = \\ &= -\frac{2 \cdot 7}{11} = -\frac{14}{11} = -\frac{14 \cdot 5}{11 \cdot 5} = -\frac{70}{55}. \end{aligned}$$

Проведём проверку.

В формулу $\frac{1}{z} = \left(\frac{z_0}{z_{\phi}} + \frac{1}{z} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \right) \frac{1}{40}$ подставим данные и получим $\frac{1}{227} = \left(\frac{40}{220} - \frac{1}{227} \frac{70}{55} \right) \frac{1}{40}$, т. е. равенство справедливо, значит, наладка выполнена правильно.

При сменных колёсах, имеющих 70 и 55 зубьев, их ставят на гитару делительной головки так, чтобы колесо $z = 70$ (ведущее) оказалось на шпинделе, а колесо $z = 55$ (ведомое) – на валике привода делительной головки. Поскольку передаточное отношение получилось отрицательным, в гитару необходимо ввести паразитное колесо.

Наладка на фрезерование спиральных канавок. При фрезеровании винтовых (спиральных) канавок заготовке сообщается сложное винтовое движение, состоящее из поступательного прямолинейного (вдоль её оси) и вращательного (вокруг той же оси). Поступательное движение заготовка получает вместе со столом, а вращательное – от ходового винта стола станка через сменные зубчатые колёса.

Стол станка при фрезеровании винтовых канавок поворачивают по отношению к оси шпинделя на угол, равный углу наклона винтовой канавки. При нарезании левой винтовой канавки стол поворачивают по часовой стрелке (рис. 75), а при нарезании правой винтовой канавки – против часовой стрелки.

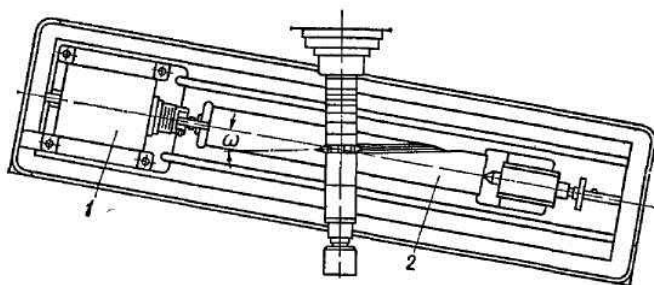


Рис. 75 Схема фрезерования винтовых канавок;
1 – делительная головка, 2 – деталь

Угол поворота стола:

$$\omega = \arctg \frac{\pi D}{p_p},$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки;

p_p – шаг винтовой канавки.

Если винтовая линия задана углом подъёма α , стол необходимо повернуть на угол $90^\circ - \alpha$. Медленное вращение шпинделю делительной головки передаётся от продольного ходового винта станка по кинематической цепи, показанной на рис. 72 в. Уравнение кинематического баланса этой цепи для наладки гитары сменных колёс составляют из условия, что за

один оборот заготовки стол $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1}$ станка переместится на шаг P_v нарезаемой канавки:

$$1 \cdot \frac{z_0}{Z} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} p_{x. в} = P_p.$$

С учётом того, что $Z=1$, имеем:

$$\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{P_p}{z_0 p_{x. в}},$$

где $p_{x. в}$ – шаг ходового винта стола станка, мм.

Безлиम्бовая универсальная делительная головка (рис. 76) не имеет делительного диска; на ней можно производить как простое, так и дифференциальное деление. У неё есть стопорный штифт 1, рукоятка 3 и пружинный штифт 2 для фиксирования полного оборота по диску 4, на котором имеется только одно отверстие.

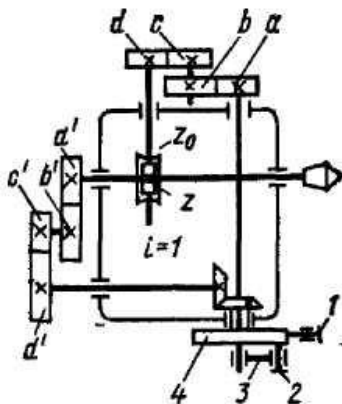


Рис. 76. Кинематическая схема безлиम्бовой универсальной делительной головки

При простом делении используют только гитару деления – $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$, а вторую гитару отключают. Диск 4 должен быть

застопорён. В этом случае вращение шпинделя от рукоятки передаётся через сменные зубчатые колёса $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ и червячную пару.

Расчётные перемещения: n об. делительной рукоятки $\rightarrow 1/z$ об. шпинделя.

Уравнение кинематической цепи для простого деления:

$$n \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{Z}{z_0} = \frac{1}{z},$$

откуда при $Z = 1$ и $z_0 = N$:

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{z_0}{nzZ} = \frac{N}{nz}.$$

Дифференциальное деление применяют в случаях, когда в наборе нет зубчатых колёс, позволяющих налаживать гитару на простое деление. При этом стопорный штифт 1 освобождают, и при вращении рукоятки 3 диск 4 получает вращение от шпинделя через сменные зубчатые колёса и коническую пару с передаточным отношением $i = 1$.

При $\frac{a'}{b'} \frac{c'}{d'}$ наладке головки требуется определение сменных зубчатых колёс двух гитар. Гитару простого деления $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ налаживают на некоторое произвольно выбранное число делений z_0 , по значению близкое к заданному, что позволяет подобрать сменные зубчатые колёса. Дisku 4 сообщается движение через зубчатые колёса. За расчётные перемещения принимают $\frac{1}{z}$ оборота шпинделя $\frac{a'}{b'} \frac{c'}{d'}$ и число n оборотов делительной рукоятки.

Уравнение кинематической цепи для дифференциального деления:

$$\frac{1}{z} \frac{z_0}{Z} \frac{d}{c} \frac{b}{a} + \frac{1}{z} \frac{a'}{b'} \frac{c'}{d'} 1 = n,$$

Подставив вместо $\frac{d}{c} \frac{b}{a}$ выражение $\frac{nz_0}{z}$ и учитывая, что $Z = 1$, получим:

$$\frac{1}{z} z_0 \frac{n z_{\phi}}{z_0} + \frac{1}{z} \frac{a'}{b'} \frac{c'}{d'} = n, \text{ откуда } \frac{a'}{b'} \cdot \frac{c'}{d'} = n (z - z_{\phi}).$$

При $z_{\phi} < z$ добавочное вращение диска должно происходить в направлении, противоположном направлению вращения рукоятки, а при $z_{\phi} > z$ добавочное вращение диска должно совпадать с направлением вращения рукоятки.

Пример. Произвести наладку делительной головки на нарезание зубчатого колеса $z = 83$. Число зубьев червячного колеса $z_0 = 40$.

Для наладки головки при $z_{\phi} = 84$ вследствие чего $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40}{n \cdot 84}$, примем, что делительный поворот шпинделя выполняется за один оборот рукоятки, т. е. при $n = 1$, тогда $(a/b \cdot c/d) = 40/84 = (8 \cdot 5/12 \cdot 7) = (40/60 \cdot 50/70)$; $(a'/b' \cdot c'/d') = n (z - z_{\phi})$ $1 (83 - 84) = -1$ $(a'/b' \cdot c'/d') = - (50/25 \cdot 20/40)$.

Оптические делительные головки (рис. 77) применяют для особо точного деления, а также для проверки точности нанесённых круговых шкал.

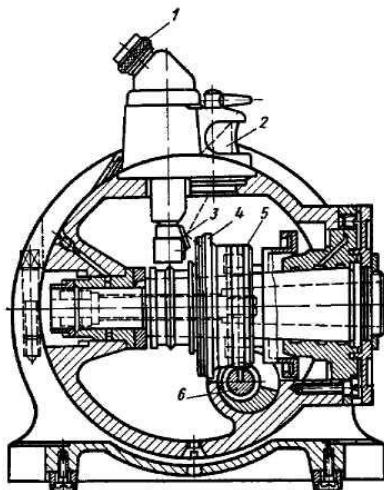


Рис. 77. Оптическая делительная головка

Принцип работы таких делительных головок заключается в следующем. Шпиндель головки приводится во вращение рукояткой через червячную пару 6 – 5.

На валу шпинделя закреплён стеклянный диск 4, имеющий шкалу с ценой деления 1° . На корпусе расположена оптическая система с окуляром 1, посредством которого наблюдают за шкалой на диске 4, освещаемую естественным светом через окно 2 с помощью зеркала 3. Деления диска 4 проецируются на шкалу, помещённую в окуляре, с ценой деления, равной 1 мин. По этой шкале и отсчитывают градусы и минуты. Существенным недостатком оптических делительных головок является невозможность их использования при фрезеровании винтовых канавок. Кроме того, при последовательных поворотах углы суммируются, поэтому возникает необходимость предварительного составления полной таблицы углов для всех поворотов головки, что вряд ли рационально.

7.4. Технология фрезерования и инструментальная оснастка

Фрезерные станки (рис. 78) предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей, прямых и винтовых канавок, резьбы, зубчатых колёс и т. п.

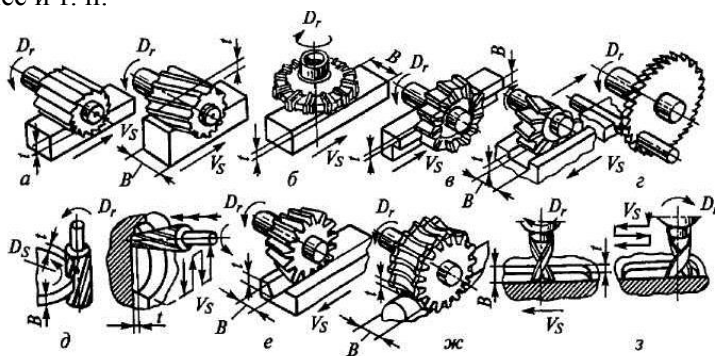


Рис. 78. Виды работ, выполняемых фрезерованием,
и применяемые фрезы:

а – цилиндрические с прямыми и винтовыми зубьями; **б** – торцовая;
в – дисковая; **г** – прорезная (отрезная); **д** – концевые; **е** – угловая;
жс – фасонная; **з** – шпоночная (с обработкой пазов на всю глубину и с маятниковой подачей); **т** – глубина резания, мм;

B – ширина фрезерования, мм; **D_с** – направление движения подачи;
D_г – направление движения резания; **V_с** – скорость движения подачи

Режущий инструмент – это фрезы: цилиндрические, торцовые, концевые, угловые, шпоночные, фасонные и пр. При работе на фрезерных станках используют большое количество различных приспособлений, которые служат для установки инструмента и закрепления заготовок, а также для расширения технологических возможностей фрезерных станков.

Инструментальная оснастка. Фрезы закрепляют на оправках и в патронах, которые, в свою очередь, различным образом крепят в шпинделе станка. На рис. 79 показана установка цилиндрической насадной фрезы на длинной оправке. Положение фрезы 6 на оправке 3 регулируется проставочными кольцами 5. Фреза и оправка связаны шпонкой 7. Конический хвостовик оправки, имеющий внутреннюю резьбу, вставляют в отверстие шпинделя 2 станка и затягивают шомполом 7.

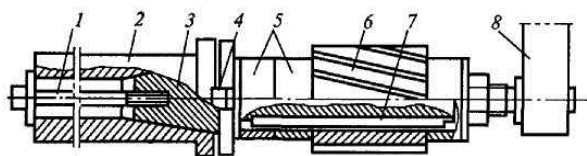


Рис. 79. Установка цилиндрической фрезы на длинной оправке:
1 – шомпол; 2 – шпиндель; 3 – оправка; 4 – сухарь; 5 – проставочные кольца; 6 – фреза; 7 – шпонка; 8 – подвеска

Для предотвращения проворачивания оправки в шпиндель устанавливают сухари 4, которые входят в пазы шпинделя и фланца оправки. Свободный конец длинной оправки поддерживает подвеска 8 на хоботе станка.

Торцовые насадные фрезы можно устанавливать на оправках или непосредственно на шпинделе станка (рис. 80). Фрезу 1 цилиндрическим пояском надевают на шпиндель 4 станка и притягивают винтами 3. Крутящий момент (от шпинделя фрезе) передается торцевой шпонкой 2.

Концевые фрезы выпускают с коническим и цилиндрическим хвостовиками. *Фрезы с коническим хвостовиком* устанавливают в шпиндель станка, используя переходные втулки. Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в патроне, который коническим

хвостовиком вставляют в шпindelь станка. Конструкция одного из таких патронов показана на рис. 81. Фрезу 1 устанавливают в цангу 2 и гайкой 3 закрепляют в корпусе патрона 4.

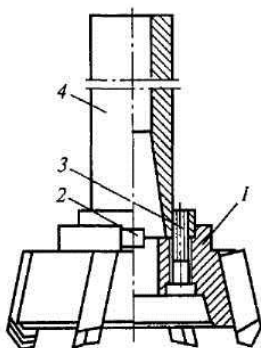


Рис. 80. Установка торцовых насадных фрез в патроне:

1 – фреза; 2 – цанга;
3 – гайка; 4 – патрон

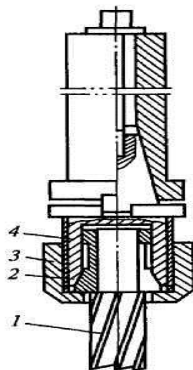


Рис. 81. Установка концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком на шпindelь станка:

1 – фреза; 2 – шпонка; 3 – винт;
4 – шпindelь

В процессе работы на фрезерных станках много времени занимает затяжка шомпола при креплении инструмента. Для сокращения этих непроизводительных затрат применяют различные быстродействующие зажимные приспособления.

7.5. Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных станках

Различные прихваты, подставки, угловые плиты, призмы, машинные тиски, столы и вспомогательные инструменты, механизующие и автоматизирующие закрепление заготовок, сокращают (порой весьма значительно) время на вспомогательные действия.

Прихваты (рис. 82 а) используют для закрепления заготовок или каких-либо приспособлений непосредственно на столе станка с помощью болтов. Нередко один из концов прихвата 2 опирается на подставку 1 (рис. 82 б).

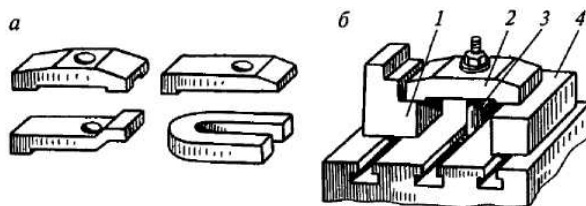


Рис. 82. Прихваты и подставка

а – прихваты для крепления детали непосредственно на столе станка;
б – прихват, опирающийся на подставку: 1 – подставка; 2 – прихват;
 3 – болт; 4 – заготовка

Если при обработке заготовок необходимо получить плоскости, расположенные под углом одна к другой, применяют угловые плиты: обычные (рис. 83 *а*) и универсальные, допускающие поворот вокруг одной (рис. 83 *б*) или двух осей (рис. 83 *в*).

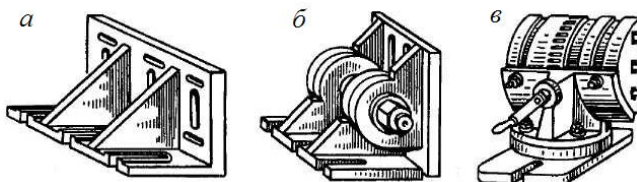


Рис. 83. Угловые плиты:

а – обычные; **б** – универсальные, допускающие поворот вокруг одной оси; **в** – универсальные, допускающие поворот вокруг двух осей

Машинные тиски могут быть: простыми – *неповоротные* (рис. 84 *а*), *поворотные* (поворот вокруг вертикальной оси, рис. 84 *б*), *универсальные* (поворот вокруг двух осей, рис. 84 *в*), *специальные* (например, для закрепления валов, рис. 84 *г*) – с ручным, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом.

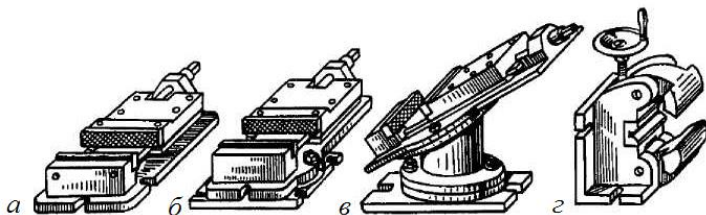


Рис.84. Машинные тиски:

а – неповоротные; *б* – поворотные; *в* – универсальные;
г – специальные

Столы для установки и закрепления заготовок: неповоротные (рис. 85 *а*) и поворотные (рис. 85 *б*) бывают с ручным, пневматическим, гидравлическим или электрическим приводом. Поворотные столы позволяют обрабатывать на станке фасонные поверхности заготовки, а также применять метод непрерывного фрезерования, когда во время обработки одной заготовки уже готовые детали снимают и на их место устанавливают новые заготовки. Непрерывное вращение стола обеспечивает отдельный привод или привод станка.

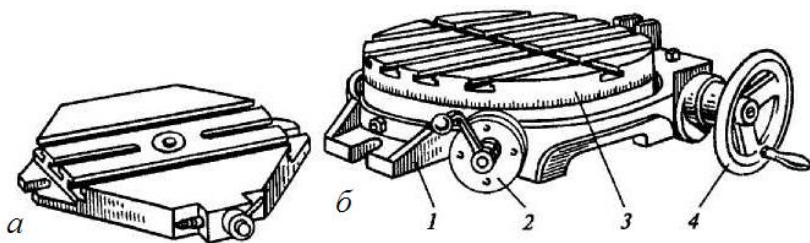


Рис. 85. Столы

а – неповоротный; *б* – поворотный: 1 – кронштейн для крепления стола на станке; 2 – стопор; 3 – шкала отсчёта угла поворота; 4 – рукоятка ручного поворота

Нередко на фрезерных станках (как и на токарных) для закрепления заготовок, имеющих цилиндрические поверхности, используют кулачковые поводковые и цанговые патроны (рис. 86).

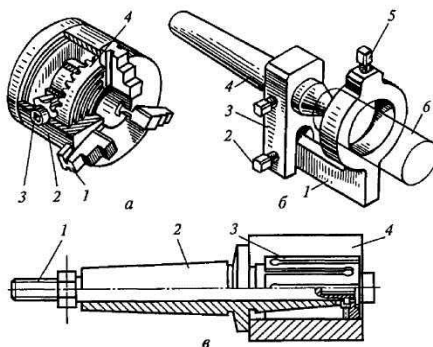


Рис. 86. Патроны

а – кулачковый: 1 – кулачки; 2 – корпус; 3 – коническая шестерня с отверстием под ключ; 4 – зубчатая рейка для перемещения кулачков;
б – поводковый: 1 – поводок; 2 – винт крепления поводка; 3 – скоба для крепления поводка; 4 – задний центр; 5 – винт крепления заготовки; 6 – заготовка; **в** – цанговый: 1 – винт крепления патрона; 2 – хвостовик; 3 – цанга; 4 – заготовка

При работе на фрезерных станках для закрепления заготовок широко применяют универсально-сборные приспособления (УСП), которые собирают из готовых нормализованных взаимозаменяемых деталей (рис. 87).

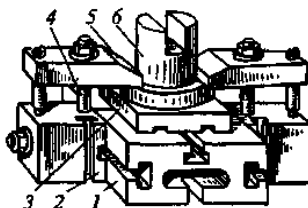


Рис. 87. Универсально-сборное приспособление:

1 – базовая плита; 2 – опора; 3 – установочная планка; 4 – крепёжный болт; 5 – прихват; 6 – обрабатываемая заготовка

Сокращения вспомогательного времени и повышения производительности труда достигают благодаря применению механизированных и автоматизированных зажимных приспособлений, которые в условиях крупносерийного производства нередко используют вместе с загрузочными устройствами. После обработки партии заготовок такое приспособление разбирают, и из его деталей конструируют новые приспособления. УСП позволяют значительно уменьшить сроки на проектирование и изготовление устройств, необходимых для закрепления заготовок, что особенно важно в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Приспособления, расширяющие возможности фрезерных станков. Делительные головки используют в основном на консольных и широкоуниверсальных станках для закрепления заготовки и поворота её на различные углы путём непрерывного или прерывистого вращения.

В зависимости от конструкции делительной головки окружность заготовки может быть разделена на равные или неравные части. При нарезании винтовых канавок заготовке сообщаются одновременно непрерывное вращательное и поступательное движения, как, например, при обработке стружечных канавок у свёрл, фрез, метчиков, развёрток и зенкеров. Такие делительные головки применяют при изготовлении многогранников, нарезании зубчатых колёс и звездочек, прорезании пазов, шлиц и т. п.

По принципу действия (как уже говорилось ранее) делительные головки подразделяют на лимбовые (простые и универсальные, применяющиеся для выполнения всех видов работ – рис. 88), оптические, безлимбовые и с диском для непосредственного деления.

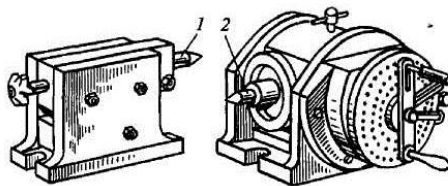


Рис. 88. Лимбовая делительная головка:
1, 2 – центры для крепления детали

Существуют две группы *специальных приспособлений, расширяющих технологические возможности фрезерных станков*:

- не изменяющие основное назначение фрезерного станка (дополнительные и многшпиндельные фрезерные головки, головки для фрезерования реек, копировальные приспособления и т. п.);

- в корне меняющие характер выполняемых работ (долбежные, сверлильные и шлифовальные головки).

Некоторые специальные быстросъёмные приспособления, монтируемые на горизонтально-фрезерных станках, показаны на рис. 89.

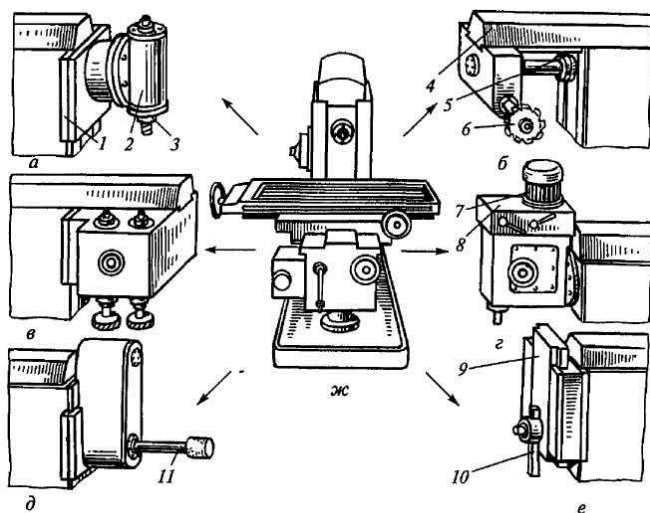


Рис. 89. Специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков:

- а** – дополнительная вертикально-фрезерная головка;
- б** – приспособление для фрезерования реек; **в** – двухшпиндельная фрезерная головка; **г** – сверлильная головка; **д** – шлифовальная головка;
- е** – долбежная головка; **жс** – общий вид станка; 1 – устройство для крепления на станке; 2 – инструментальная головка; 3 – концевая фреза; 4 – хобот станка; 5 – шпиндель станка; 6 – фреза;
- 7 – приводной электродвигатель; 8 – корпус головки;
- 9 – салазка инструмента; 10 – инструментальная оправка;
- 11 – шпиндель шлифовальной головки

7.6. Технология фрезерования фасонных поверхностей

Общие правила. Обработку фасонных поверхностей на фрезерных станках можно осуществлять различными способами. Простейшим из них является фрезерование фасонных поверхностей фасонными фрезами (одной фрезой (рис. 90) или набором фрез (рис. 91).

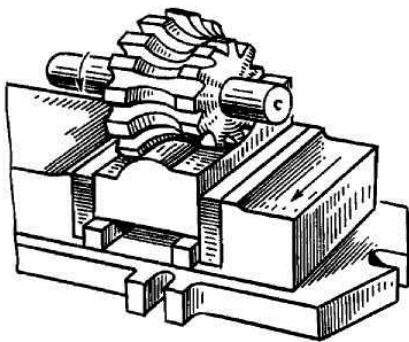


Рис. 90. Фрезерование фасонной поверхности фасонной фрезой

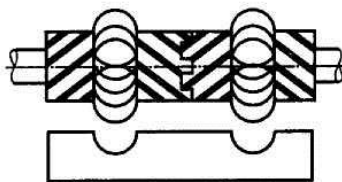


Рис. 91. Фрезерование фасонной поверхности набором фрез – размеры $H_1/2$, $H_3/2$, L_1 , L_3 .

Особенности фрезерования фасонных поверхностей штампов и пресс-форм. При обработке фасонных поверхностей особое внимание уделяют деталям штампов и пресс-форм, профили которых представляют собой сложное сочетание дуг окружностей с прямыми линиями.

Примером может служить обработка поверхности с использованием в качестве делительного приспособления головки и контроль профиля пуансона (рис. 92 а).

Проверку взаимного расположения наклонной поверхности и цилиндрического пуансона производят с помощью двух роликов. Контрольный размер M определяют следующим образом:

$$M = d + O_1 O_2$$

где d – диаметр контрольных роликов; O_1 , O_2 – расстояния между центрами роликов.

$$\begin{aligned} O_1, O_2 &= (O_1K^2 + O_2K^2)^{1/2}; O_1K = 0,5d + AO + OB; \\ OB &= ((OO_2)^2 - (O_2B)^2)^{1/2} = ((R + 0, 5d)^2 - (0,5H_1 + 0, 5d)^2)^{1/2}; \\ O_2K &= 0,5 + 0,5H_1 + 0,5H_2 + CD + DE; \\ CD &= L_1 \operatorname{tg} \varphi; DE = 0,5dtg (45 + \varphi/2). \end{aligned}$$

Рассмотрим пример использования формул для контроля результатов фрезерования.

Пример. Требуется проверить правильность выполнения профиля пуансона, если известно, что $R = 26$ мм; $L_1 = 30$ мм;

$L_2 = 10$ мм; $H_1 = 16$ мм; $H_2 = 20$ мм; $\varphi = 15^\circ$; $d = 20$ мм.

$DE = 0,5 - 20 - 1,3 = 13,03$ мм; $CD = 30 - 0,2679 = 8,038$ мм;

$O_2K = 0,5 \cdot 20 + 0,5 \cdot 16 + 0,5 \cdot 20 + 13,03 + 8,038 = 49,068$ мм;

$OB = ((26 + 0,5 \cdot 20)^2 - (0,5 \cdot 16 + 0,5 \cdot 20)^2)^{1/2} = 31,17$ мм;

$O_1K = 0,5 \cdot 20 + 10 + 31,17 = 51,17$ мм;

$O_1O_2 = ((51,17)^2 + (49,068)^2)^{1/2} = 70,89$ мм;

$M = 20 + 70,89 = 90,89$ мм.

Операция фрезерования профиля пуансона осуществляется следующим образом: на стол 2 вертикально-фрезерного станка (рис. 92 а, б) устанавливают и закрепляют болтами 3 нижнюю плиту 1 синусных тисков 8, в которых устанавливают заготовку пуансона 5, предварительно отфрезерованную с припуском под дальнейшую обработку. Затем в шпиндель 7 вертикальной головки станка устанавливают фрезу 6, которую подводят к заготовке (позиции I и II) и снимают припуск, далее заготовку пуансона 5, установленную в тисках, переворачивают на вторую сторону и фрезеруют те же поверхности, выдерживая размеры H , H_2 , L_1 и L_3 .

После этого, не меняя положения заготовки, синусные тиски 8 слегка поднимают и между роликом 10 (рис. 92 в, позиция III) и плоскостью плиты 2 укладывают два блока плиток концевых мер 9 и закрепляют их болтами 4. К заготовке пуансона 5 подводят фрезу 6 и фрезеруют наклонную поверхность под углом φ . Затем заготовку пуансона переворачивают и фрезеруют вторую наклонную поверхность; при этом периодически контролируют наклонные плоскости, выдерживая, с помощью штангензубомера 11, размер H_2 (рис. 92 г).

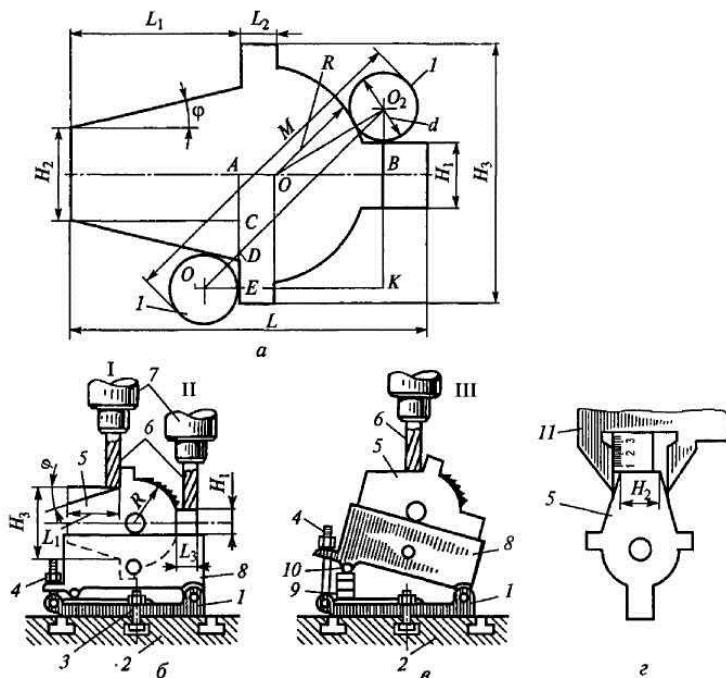


Рис. 92. Обработка сложного профиля пуансона вырубного штампа
а – профиль пуансона: H_1 H_2 , H_3 , B , A , O , C , D , E , K , L_1 , L_2 , M , R ;
 φ – размеры пуансона; 1 – измерительные рамки; **б** – фрезерование
 параллельных поверхностей в синусных тисках; **в** – фрезерование
 наклонной поверхности в синусных тисках; **г** – контроль профиля
 пуансона штангенциркулем; 1 – нижняя плита тисков;
 2 – стол станка; 3, 4 – болты;
 5 – заготовка пуансона; 6 – фреза; 7 – шпиндель инструмента;
 8 – синусные тиски; 9 – плитки концевых мер; 10 – ролик;
 11 – штангенциркуль; φ , R , L_1 , H_1 , L_3 , H_2 – размеры пуансона

Синусные тиски снимают со стола 1 станка, устанавливают делительное приспособление 2 (рис. 93), заднюю бабку 8, которую закрепляют болтами 11 и 13. Затем в трёхкулачковом патроне делительного приспособления 2 закрепляют хвостовик заготовки пуансона 5, а другой хвостовик прижимают центром 7 пиноли, вращая маховик Р, и закрепляют рукояткой 10.

После этого фрезу 6 подводят к заготовке пуансона 5 и слегка освобождают шпиндель головки от зажима рукояткой 12.

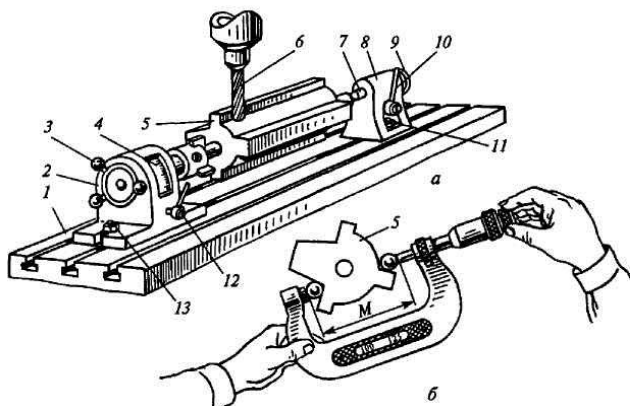


Рис. 93. Обработка цилиндрической поверхности пуансона в делительном приспособлении

а – фрезерование, *б* – контроль обработанной поверхности:

- 1 – стол станка; 2 – делительное приспособление; 3 – рукоятка;
4 – нониус делительного приспособления; 5 – заготовка пуансона;
6 – фреза; 7 – центр; 8 – задняя бабка; 9 – маховик; 10 – рукоятка зажима; 11, 13 – болты; М – измеряемый размер

Вращая левой рукой рукоятку 3 поворотного диска шпинделя головки 2, фрезеруют сначала одну цилиндрическую поверхность, а затем – другую. При этом поворот заготовки пуансона 5 в центрах контролируют по угломерной шкале и нониусу 4 делительного приспособления, следя за тем, чтобы фреза не врезалась в поверхности шлицевых выступов.

На рис. 93 *б* показан способ измерения профиля пуансона 5 с помощью двух роликов и микрометра. В практике инструментального производства приходится обрабатывать пуансоны и матрицы штампов и пресс-форм, профиль которых имеет большие (200 мм и более) радиусные поверхности. Для обработки таких деталей используют поворотный стол, который устанавливают на стол фрезерного станка.

На рис. 94 показаны приёмы фрезерования на вертикально-фрезерном станке большой заготовки пуансона гибочного штампа для получения выпуклых и вогнутых поверхностей.

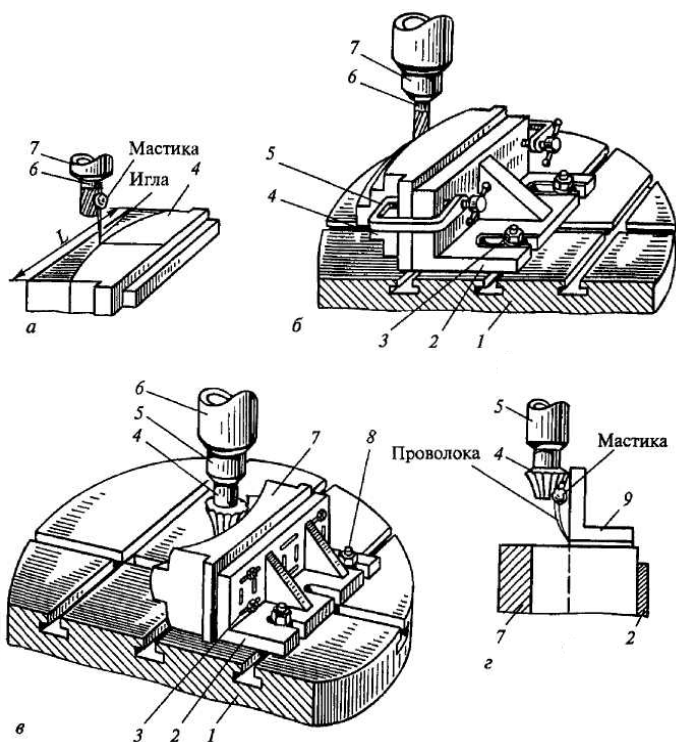


Рис. 94. Приёмы фрезерования больших заготовок для получения выпуклых и вогнутых поверхностей

а, б – фрезерование выпуклых поверхностей: 1 – поворотный стол; 2 – угольник; 3 – болты; 4 – заготовка пуансона; 5 – струбицы; 6 – концевая фреза; 7 – шпиндель; **в, г** – фрезерование вогнутых поверхностей: 1 – стол; 2 – угольник; 3 – болты; 4 – концевая фреза; 5 – шпиндель; 6 – инструментальная головка; 7 – заготовка; 8 – болты; 9 – угольник

Перед началом работы необходимо установить и слегка закрепить болтами 3 угольник 2 на поворотном столе 1 (рис. 94 б) вертикально-фрезерного станка. Затем к угольнику 2 прикладывают заготовку пуансона 4 и закрепляют её с двух

сторон струбцинами 5. В шпиндель 7 головки вставляют концевую фрезу 6, прикладывают к её боковой части иглу (рис. 94 а), которую приклеивают мастикой.

С помощью маховичков продольного и поперечного перемещений стола (см. рис. 94 а) и маховичка вертикальной шпиндельной головки подводят иглу к размеченной на заготовке пуансона 4 дуге окружности, но острие иглы чертилки не доводят до поверхности заготовки на 0,5... 1 мм (см. рис. 94 б). Вращением маховичка головки поворотного стола 1 (см. там же) поворачивают стол с заготовкой и, слегка передвигая по столу 1 угольник 2 с заготовкой, устанавливают его в такое положение, чтобы риска расположилась под острием иглы. После этого окончательно закрепляют болтами 3 угольник 2 на столе станка и приступают к обработке профиля пуансона, при этом периодически проверяют его радиус по шаблону, а высоту профиля – микрометром.

На рис. 94 в показан приём фрезерования вогнутой поверхности на заготовке вкладыша 7 пресс-формы, который крепится болтами 3 на угольнике 2, расположенном на столе 1 и закреплённом на нём болтами. В шпиндель 5 вертикальной головки 6 вставляют концевую радиусную фрезу 4, прикладывают между её зубьями изогнутый кусочек латунной проволоки диаметром 1,5 мм с запиленным острым концом (рис. 94 г) и приклеивают его мастикой. На заготовку устанавливают угольник 9 и прикладывают его к режущей части фрезы 4. Слегка отгибают проволоку так, чтобы её острый конец коснулся плоскости угольника 9.

Убедившись, что конец отогнутой проволоки находится в одной плоскости с фрезой 4, не меняя установку фрезы с иглой, снимают угольник 9 и с помощью маховичков продольного и поперечного перемещений стола 1 и маховичка вертикальной подачи шпиндельной головки 6 подводят острый конец проволоки к заготовке вкладыша 7. Вращая рукой поворотный стол 1, слегка перемещают по столу угольник 2 до тех пор, пока острый конец проволоки не совместится с размеченной рисккой на заготовке. После этого окончательно закрепляют болтами 8 угольник на поворотном столе 1 и приступают к обработке вогнутой цилиндрической поверхности вставки матрицы пресс-формы.

Особенности технологии копировально-фрезерной обработки. Для изготовления объёмных изделий с плавными переходами используют копировально-фрезерные станки. Они имеют *задающее устройство* (копир, шаблон, эталонная деталь, чертёж, модель и др.), связанное через *копировальное устройство* (щуп, копировальный палец, копировальный ролик, фотоэлемент) с *исполнительным органом*, который повторяет движение копировального устройства для воспроизведения режущим инструментом заданной формы изделия.

Существуют две схемы работы копировально-фрезерных станков: со следящей системой и без неё. При работе по первой схеме согласование положения щупа (копировальный палец) осуществляется с помощью жёсткой связи между задающим и исполнительным устройствами.

Вторая схема имеет следящий механизм в системе исполнения команд. В задающем устройстве образуются управляющие сигналы. Они поступают в следящий механизм, который сравнивает заданную программу с выполненной и при их расхождении подаёт сигнал исполнительному устройству для корректирования траектории режущего инструмента.

7.7. Основные правила безопасной работы на фрезерных станках

Во избежание получения травм фрезеровщик, кроме общих установок безопасной работы на станках, должен соблюдать следующие специфические правила, обусловленные особенностями работы именно на фрезерных станках:

- надежно и жёстко закреплять приспособления, фрезу и заготовки на станке;
- обязательно использовать ограждения и приспособления для улавливания и отвода стружки, а если такой возможности нет, применять средства индивидуальной защиты (очки или щитки);
- использовать для снятия заусенцев слесарный инструмент либо абразивный брусок для предотвращения ранения рук о заусенцы или острые кромки при снятии обработанной детали, а также при её измерении;

- не обдуть стол сжатым воздухом; не использовать металлические щётки и крючки на работающем станке;

- удалять стружку с приспособления, со стола и станины щёткой, а пазы стола и другие труднодоступные места очищать от стружки и загрязнений, в том числе в процессе работы, только кисточкой (длина ручки которой должна быть не менее 250 мм) или заострённой деревянной палочкой;

- не разбрасывать стружку по полу; убирать её в специальный ящик;

- не работать на станке в рукавицах или перчатках, с забинтованными пальцами, не защищёнными резиновыми напальчниками.

- не производить измерения заготовки в процессе её фрезерования.

Контрольные вопросы:

1. Основные типы фрезерных станков и их обозначения.

2. Широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки: мод. 6Р82Ш – конструкция и кинематика.

3. Вертикально-фрезерные станки: мод. 6А54 – конструкция и кинематика.

4. Продольно-фрезерные станки: мод. 6610 – конструкция и кинематика.

5. Делительные головки: способы деления и наладка на фрезерование спиральных канавок.

8. АГРЕГАТНЫЕ СТАНКИ

Агрегатными называют специальные станки, изготавливаемые из стандартных и нормализованных узлов, не связанных между собой кинематически. Агрегатные станки применяют в крупносерийном и массовом производстве для сверления, растачивания, резьбонарезания и фрезерования. Чаще всего на них обрабатывают корпусные детали и валы, которые в процессе обработки остаются неподвижными.

Применение нормализованных элементов в конструкциях агрегатных станков сокращает сроки их проектирования, облегчает процесс производства, даёт возможность широко унифицировать детали и упрощать технологию их изготовления, а также позволяет создавать самые разнообразные компоновки агрегатных станков с минимальным количеством оригинальных элементов.

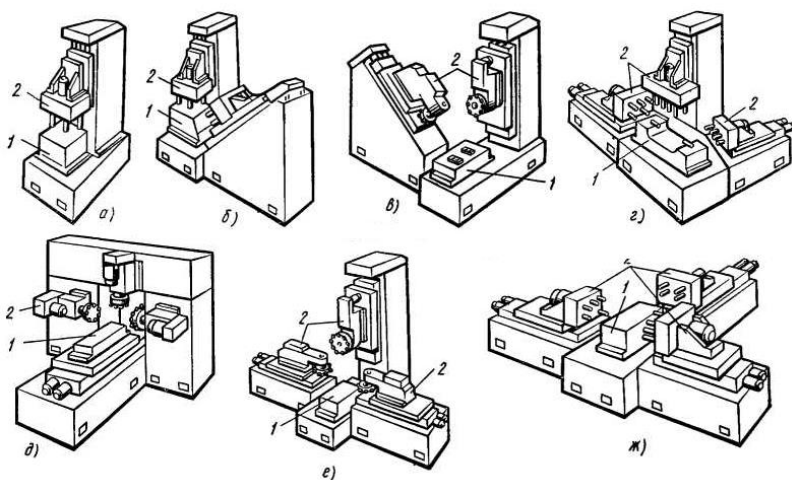


Рис. 95. Типовые компоновки агрегатных станков со стационарными приспособлениями

Агрегатные станки komponуют по различным схемам. Типовые компоновки однопозиционных агрегатных станков, в которых детали обрабатывают в одном положении с закреплением их в стационарном приспособлении 1, показаны на рис. 95.

Различия станков в том, что обработка на них ведётся с одной (рис. 95 а), двух (рис. 95 в) и трёх сторон (рис. 95 г, д, ж) силовыми головками 2. Станки такого типа применяют для многосторонней обработки крупных деталей.

Многопозиционные станки проектируют для деталей, поверхности которых (расположенные в различных плоскостях) необходимо обрабатывать в течение нескольких переходов. Типовые компоновки таких агрегатных станков могут быть вертикальными (рис. 96 а, в), горизонтальными (рис. 96 б, г, е), вертикально-горизонтальными (рис. 96 д). На этих станках деталь обрабатывают последовательно с одной, двух и трёх сторон на нескольких позициях в приспособлениях 1, установленных на поворотном делительном столе 2.

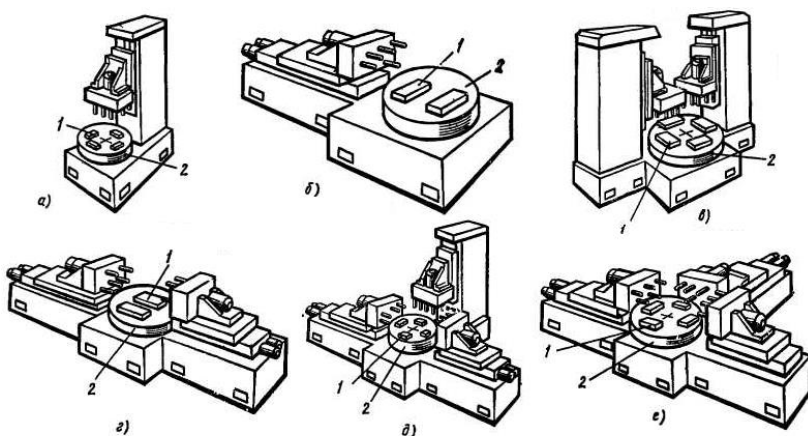


Рис. 96. Типовые компоновки агрегатных станков с поворотным делительным столом

Благодаря этому вспомогательное время, связанное с загрузкой – выгрузкой и зажимом – разжимом обрабатываемой заготовки, совмещается со временем обработки; несовмещённым остаётся время поворота стола.

Типовые компоновки агрегатных станков с круговым движением заготовок в вертикальной плоскости выполнены односторонними (рис. 97 а), двусторонними (рис. 97 б) и

трёхсторонними (рис. 97 в). Это станки барабанного типа, у которых зажимные приспособления 2 смонтированы на поворотном барабане 1, а обработка ведётся с одной, двух и трёх сторон. Агрегатные станки чаще всего используют для работы в полуавтоматическом цикле, реже их снабжают загрузочными и разгрузочными устройствами, и тогда они функционируют как автоматы. Агрегатные станки могут работать как автономно, так и в составе автоматической линии.

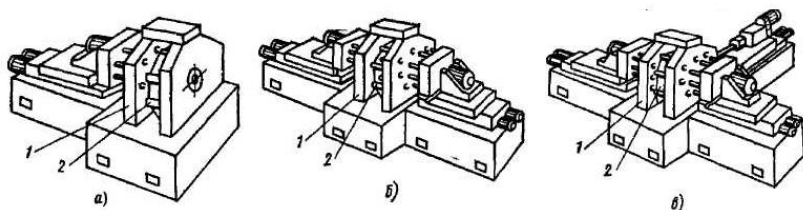


Рис. 97. Типовые компоновки агрегатных станков с поворотным делительным барабаном

Силовая головка является самостоятельным узлом агрегатного станка; предназначена для вращения рабочих шпинделей и осуществления продольной подачи инструмента. Силовые головки делят на *самодействующие* и *несамодействующие*. *Самодействующие силовые головки* имеют встроенный привод для осуществления вращательного движения и движения подачи инструмента. У *несамодействующих головок* есть только привод вращения шпинделей; головку устанавливают неподвижно на перемещающемся силовом столе, который имеет привод подачи, находящийся вне головки.

Самодействующие головки могут иметь механический, пневматический, гидравлический и пневмогидравлический приводы подачи. У головки с механической подачей (рис. 98) продольная подача осуществляется цилиндрическим кулачком 7 с винтовым пазом, который вращается от электродвигателя 5 через червячную передачу 3-2, сменные зубчатые колёса 4 и червячную пару 1-9. Ролик 8 жёстко связан с салазкой 10 головки и при её движении остаётся неподвижным. Положение ролика вместе с ползуном, к которому он прикреплен, регулируют винтом 6. Головка имеет предохранительную

фрикционную муфту 11. Шпиндель 12 вращается через две пары зубчатых колёс от электродвигателя 5.

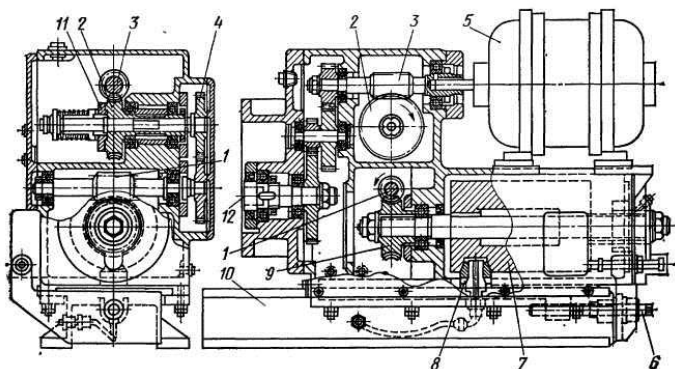


Рис. 98. Самодействующая головка с механической подачей

Большое распространение в агрегатных станках получили силовые головки с гидравлическим приводом (рис 99).

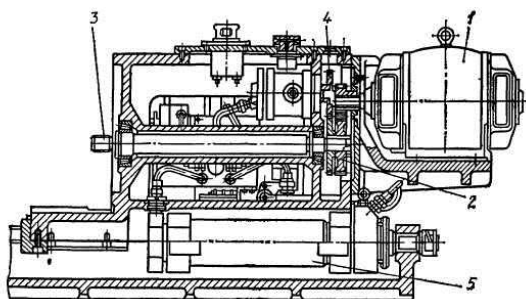


Рис. 99. Самодействующая гидравлическая силовая головка:

- 1 – электродвигатель; 2 – зубчатая передача;
- 3 – выходной вал для передачи вращения инструментам;
- 4 – зубчатая пара для вращения пластинчатого насоса;
- 5 – гидроцилиндр самодействующих силовых головок

Корпус головки 5 служит резервуаром для масла, которое гидронасосом подаётся в панель управления, а оттуда поступает в наружные трубопроводы для подвода к передней и задней полостям цилиндра. У пневмогидравлических силовых головок

подача шпинделя осуществляется с помощью пневмоцилиндра с гидравлическим регулированием.

В электромеханической самодействующей головке с подачей ходовым винтом (рис. 100) от главного электродвигателя **М1** через вал 1 и зубчатые колёса 3,4 движение передаётся валу 5, соединённому со шпиндельной коробкой. От вала 1 через червячную передачу 2 вращение сообщается валу 7, на котором имеются две электромагнитные муфты 6, 8. Когда включена муфта 5, движение рабочей подачи передаётся валу 11 через сменные колёса *e/f*, при включении муфты 8 – через сменные колёса *c/d*. Вал 11 через предохранительную муфту 9 и червячную передачу 10 вращает гильзу 13, в которой закреплена гайка 14 ходового винта 12. При рабочей подаче, а также при выключении ускоренного хода головки привод ходового винта заторможен тормозом 15. Ускоренно головка перемещается от реверсивного электродвигателя **М2**, который вращает ходовой винт 12 при неподвижных гайке 14 и гильзе 13, удерживаемых самотормозящейся червячной передачей 10.

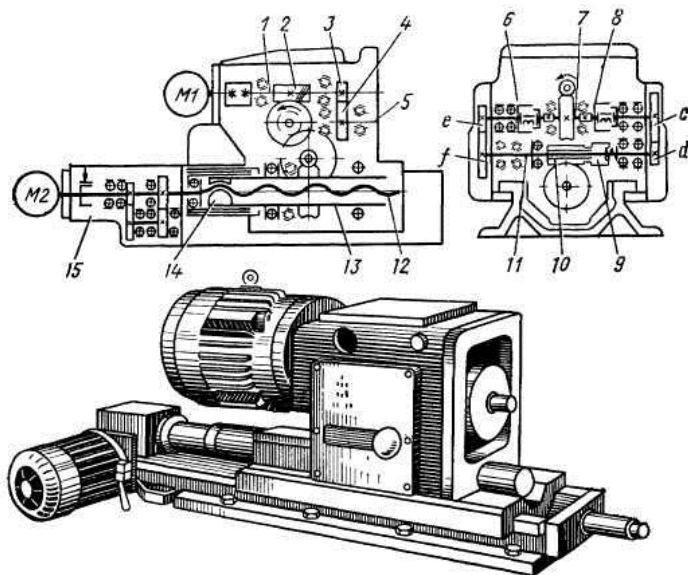


Рис. 100. Электромеханическая самодействующая силовая головка

Широко применяют в агрегатных станках *силовые столы*. Устанавливаемые на силовые столы бабки и коробки могут быть использованы при сверлильных, расточных или фрезерных работах. Столы бывают одно- и многшпиндельными. Кроме того, на столах могут быть установлены зажимные приспособления с обрабатываемыми заготовками для осуществления рабочих циклов с прямолинейным перемещением. Столы можно применять для автоматизации сборочных операций.

Применение силовых столов позволяет совершенствовать принцип агрегатирования и расширить технологические возможности агрегатных станков. На их базе создают станки для выполнения большинства операций механической обработки резанием деталей различных классов. Электромеханические силовые столы состоят из собственно силового стола 2 (рис. 101) и привода подачи 1. В виде отдельного узла выполнен блок упоров управления 3.

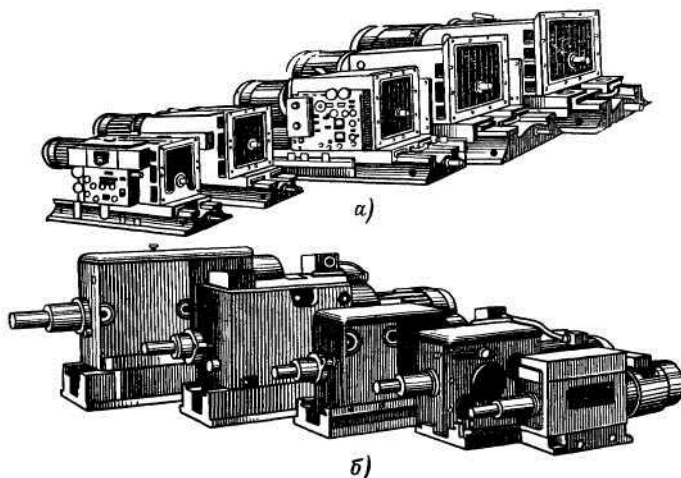


Рис. 101. Агрегатные самодействующие силовые головки с гидравлической (а) и плоскокулачковой (б) подачей

Несущей частью силового стола является корпус с одной плоской и одной призматической направляющими, по которым с помощью винтовой пары перемещается платформа, причём

винт установлен на опорах качения в корпусе стола, а гайка закреплена на платформе. Вращение винту передаётся от электродвигателя через редуктор привода подачи.

Привод подачи имеет два электродвигателя, один из которых (меньшей мощности) предназначен для осуществления рабочей подачи, а другой (большей мощности) – для ускоренных вспомогательных перемещений.

Силовые столы выпускаются нескольких модификаций: в зависимости от длины хода – 2, 3; способа установки (горизонтальный и вертикальный) – 2; точности изготовления (нормальная или повышенная) – 2. Привод агрегата в зависимости от рабочей подачи налаживают на определённый диапазон, всего таких диапазонов 3. Блок упоров управления на силовом столе можно устанавливать справа или слева.

На рис. 102 представлен общий вид силовой головки с винтовым приводом. Главным элементом агрегата является силовой стол 4, установленный в направляющей салазке 5. Независимый привод стола осуществляется с помощью электродвигателей, редуктора 1 и пары винт – гайка. В зависимости от назначения станка на силовом столе устанавливают сверлильные, фрезерные, обточные, подрезные, алмазно-расточные и другие силовые бабки 2.

Бабки имеют отдельный привод главного движения, индивидуальный рабочий шпиндель или приводной вал 3, вращающий шпиндель шпиндельной коробки. Данную коробку устанавливают на плоскость (а) стола и закрепляют в плоскости (б) бабки.

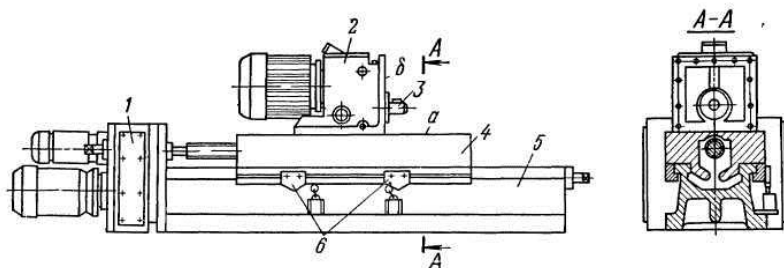


Рис. 102. Электромеханическая силовая головка с винтовым приводом

Силовой стол может быть использован также для установки на нём приспособления с обрабатываемой заготовкой. Движением стола управляют система упоров 6 и конечные электрические переключатели.

Головки с силовым столом обеспечивают большую гибкость при конструировании агрегатных станков, а винтовой привод подачи – надёжную и стабильную подачу – 0,2–2,2 мм/с, скорость быстрых ходов 0,07–0,11 м/с и силу подачи 3–100 кН. Мощность привода главного движения 0,8–30 кВт. Эти показатели такие же, как и у гидравлических силовых головок.

К преимуществам силовых головок с винтовым приводом следует отнести более простую конструкцию и аппаратуру управления; с помощью данных головок можно нарезать резьбу. К недостаткам этих головок относятся сложность электрической схемы, ступенчатое изменение подачи, трудности при получении малых подач.

Вследствие большой инерционности во время быстрых перемещений точность переключения движения стола на рабочую подачу низка (выбег до 2,5 мм), из-за этого головки требуют большей величины врезания (на 2–3 мм выше норматива). У силовых столов с гидравлическим приводом подачи этих недостатков нет.

9. ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ С ЧПУ

До недавнего времени автоматические линии создавались для массового производства какого-то конкретного вида продукции. Поэтому подавляющее большинство действующих автоматических линий – специальные и могут производить обработку, сборку, контроль только одного изделия.

Тенденции в развитии техники последних лет настоятельно требуют создания переналаживаемых автоматических линий не только для условий серийного производства, но, в первую очередь, для массового производства с частой заменой выпускаемой продукции. В промышленности многих стран накоплен определённый опыт создания линий из агрегатных станков, на которых возможна обработка нескольких наименований сходных деталей, что делает эффективным их применение даже при относительно малом выпуске продукции.

В некоторых автоматических линиях при переналадке устанавливают в специально предусмотренные шпиндели дополнительные режущие инструменты или включают (вручную) имеющиеся дополнительные силовые головки. Кроме того, при переналадке требуется переставить упоры управления, сменить положение силовых головок, переставить кондукторные втулки и др. Наличие в станках сменных насадок с раздвижными шпинделями, регулируемых по высоте кронштейнов межкондукторных сменных плит также позволяет переналаживать автоматические линии на производство однотипных изделий. При переналадке производится смена упоров, меняется величина и место ходов, производится перестановка инструментальных блоков.

Переналадка агрегатных станков в значительной степени облегчается путём применения быстросменяемых приспособлений, кондукторов, насадок, упоров управления и т. д. Недостатком ручной переналадки, помимо длительности и трудоёмкости, является необходимость обработки всей партии деталей одного типа, а после переналадки – заполнение линии деталями другого типа. И чем больше количество позиций и длительность рабочего цикла линии, тем больше потери времени.

При эксплуатации линий в условиях массового производства со сменяющимися объектами переход на обработку новых изделий требует, как правило, не только переналадки, но и перекомпоновки линий. Практика показала, что линии из агрегатных станков в определённых пределах можно перекомпоновать без особых затруднений и с затратами, которые значительно меньше, чем при изготовлении новой линии.

Переделке или замене подлежат, как правило, лишь специальные узлы (шпиндельные коробки и приспособления). Для добавления новых технологических операций и соответствующего оборудования в новых конструкциях крупных автоматических линий предусматриваются места для встройки дополнительных силовых головок и даже станков.

Переналаживаемые автоматические линии групповой обработки предназначены для изготовления двух-десяти, а иногда и более заранее известных, аналогичных по конструкции, служебному назначению и технологии обработки, близких по размерам деталей в условиях крупносерийного и массового производства.

Эти линии используют при необходимости одновременного выпуска нескольких модификаций деталей, узлов или машин. Обработку различных заготовок можно производить параллельно либо последовательно после автоматической или ручной переналадки.

Автоматические линии групповой обработки переналаживают, как правило, не чаще четырёх раз в месяц; они обеспечивают общую годовую производительность от 30 000 до 250 000 изделий. Возможность переналадки линий расширяется за счёт использования высокопроизводительных специальных станков с ЧПУ.

Известные на сегодняшний день варианты конструктивных компоновок переналаживаемых автоматических линий для крупносерийного и массового производства:

- с гибким транспортным потоком. В этом случае для каждого типоразмера на линии предусматривают определённые рабочие позиции, сходные по технологическому процессу

и по набору режущего инструмента. Каждая деталь имеет свой транспортный маршрут;

- с *последовательной обработкой заготовок различных типоразмеров*. Основное технологическое и транспортное оборудование, так же, как и система управления, переналаживаемые. Все заготовки имеют сходный технологический процесс при одинаковом числе рабочих позиций. Время переналадки сравнительно велико, вследствие чего обработка ведётся крупными партиями.

- с *фиксированным транспортным потоком деталей*. При этом транспортные устройства для всей группы обрабатываемых деталей не подлежат переналадке (в основном это линии с обработкой на приспособлениях-спутниках). Переналадка станков реализуется быстро в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Затраты на оснастку сравнительно невелики, но количество типоразмеров в группе обрабатываемых деталей, как правило, не может превышать двух-четырёх.

Использование переналаживаемых автоматических линий для крупносерийного и массового производства получило широкое распространение в процессах групповой обработки блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Идентичные по конфигурации и технологическому процессу изготовления, они отличаются только размерами, числом цилиндров и крепёжных отверстий.

Линия для обработки четырёх типов многошпиндельных корпусов редукторов (рис. 103), при переналадке с одного типоразмера на другой раз в неделю в течение 4 часов обладает производительностью 100 000 корпусов в год.

Линия состоит из 10 агрегатных станков, связанных общим транспортом. Обработка и транспортирование производятся на спутниках четырёх размеров. Станки 9 и 10 имеют силовой стол с делительным поворотным устройством, где смонтированы четыре шпиндельные коробки, каждая из которых соответствует определённому размеру редуктора. При переналадке на обработку другого изделия силовой стол поворачивается на соответствующий угол.

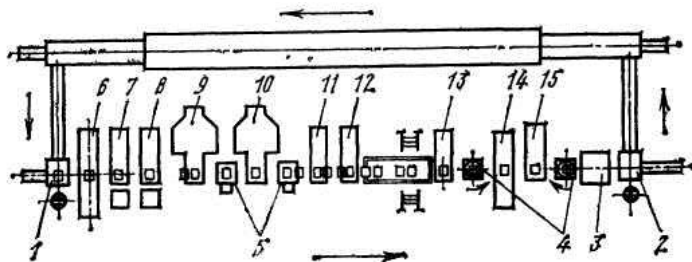


Рис. 103. Схема переналаживаемой автоматической линии обработки корпусов редукторов:
1, 2 – загрузочная и разгрузочная позиции; 3 – опрокидыватель;
4 – поворотные столы; 5 – контрольные позиции; 6 – двусторонний расточный станок; 7, 8 – односторонние расточные станки;
9, 10 – сверлильные станки со сменными головками;
11, 12, 13 – расточные станки для финишной обработки;
14, 15 – расточные станки с наклонными головками

Контрольные вопросы:

1. Агрегатные станки.
2. Силовые головки и столы: конструкции, кинематика.
3. Шпиндельные коробки и насадки: конструкция.
4. Автоматические линии из агрегатных станков.
5. Автоматические линии из типового оборудования.
6. Автоматические линии из специального оборудования.
7. Переналаживаемые автоматические линии.

После изучения теоретической части проводятся тематические лабораторные занятия. На выполнение каждой лабораторной работы отводится 2 часа.

Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1

Конструкция, наладка токарного станка на обработку цилиндра, нарезание метрической, модульной и многозаходной резьбы

Цель работы: практическое изучение конструкции шпиндельной коробки токарного станка и её основных элементов – шпиндель, зубчатые передачи, устройства переключения скоростей и смазки; элементы фиксации положения шпиндельной коробки на станине; закрепление навыков расчёта кинематики и наладки токарного станка.

Литература: осн. 7 (с. 7–17); доп. 8 (с. 117–127), 18 (с. 9–17).

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы токарно-винторезного станка.
2. Кинематическая схема станка: цепь движения подач, винторезная цепь, цепи продольной и поперечной подачи.
3. Уравнение кинематической цепи продольной подачи (обработка цилиндра).
4. Уравнение кинематической цепи нарезания метрической резьбы.
5. Уравнение кинематической цепи нарезания модульной резьбы.
6. Нарезание резьбы с увеличенным шагом.
7. Конструкция шпиндельной коробки: подшипниковые узлы шпинделя и валов; механизмы переключения зубчатых колёс.

Лабораторная работа № 2

Конструкция, кинематика и наладка токарно-револьверного автомата

Цель работы: изучение конструкции целевых механизмов автомата; изучение кинематики, кинематический расчёт и наладка автомата на обработку типовой детали.

Литература: осн. 7 (с. 42–52, 53–82); доп. 8 (с. 169–187).

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы токарно-револьверного автомата мод. 1Б140.
2. Кинематическая схема автомата: кинематические цепи привода вспомогательного и распределительных валов.
3. Конструкция шпиндельной бабки автомата и принцип работы однооборотной муфты.
4. Конструкция револьверного суппорта и схема его работы.
5. Конструкция коробки подач: подшипниковые узлы валов, посадка и фиксация зубчатых колёс на валах, работа муфты.
6. Конструкции поперечного и продольного распределительных валов.
7. Конструкции продольного и поперечных суппортов автомата.

Лабораторная работа № 3

**Универсальный консольно-фрезерный станок и наладка
делительной головки**

Цель работы: изучить конструкцию и кинематику универсального консольно-фрезерного станка. Закрепить навыки расчёта и настройки делительной головки на фрезерном станке.

Литература: осн. 7 (с. 161– 171), (с. 180–186); доп. 5 (с. 61–70).

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы универсального консольно-фрезерного станка.
2. Кинематическая схема универсального фрезерного станка: цепь привода горизонтального шпинделя, поворотной головки.
3. Уравнение кинематической цепи подач в продольном и поперечном направлениях.
4. Уравнение хода стола в вертикальном направлении.
5. Конструкция и кинематика стола.

6. Виды делительных головок и их конструктивные особенности.

7. Схемы наладки универсальной делительной головки для различных способов деления.

8. Наладка фрезерного станка для фрезерования спиральных канавок.

Лабораторная работа № 4

Испытание токарно-винторезного станка на жёсткость

Цель работы: изучение метода испытания станка на жёсткость, устройство и принцип работы динамометра.

Литература: доп. 5 (с. 487–493), 18 (с. 49–56).

Контрольные вопросы:

1. Общие сведения о жёсткости металлорежущего станка.

2. Схема конструкции динамометра и методика измерения жёсткости станка.

3. Почему нагрузочная кривая при прямом или обратном нагружении имеет разрывы в графиках?

4. Влияет ли значение жёсткости станка и смещение резца на точность обработки?

Лабораторная работа № 5

Конструкция зубообрабатывающего станка.

Расчёт кинематических цепей зубофрезерного станка для его наладки

Цель работы: изучение конструкции зубофрезерного станка. Приобретение навыков кинематического расчёта станка на зубофрезерование типовой детали и навыков его наладки.

Литература: осн. 7 (с. 203–205; 210–216); доп. 5 (с. 144–157); 18 (с. 97–109).

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы зубофрезерного полуавтомата мод. 53A50.

2. Методы нарезания цилиндрических колёс с прямым и с винтовым зубом.

3. Кинематическая схема станка: уравнение кинематического баланса цепи главного движения при нарезании цилиндрических колёс с прямым зубом.

4. Уравнения цепи деления и вертикальной подачи.

5. Уравнения кинематического баланса цепи главного движения при нарезании колёс с винтовым зубом.

6. Конструктивная схема и принцип работы дифференциала.

7. Кинематика и методы нарезания червячных зубчатых колёс.

Лабораторная работа № 6

Конструкция, кинематический расчёт и наладка зубодолбёжного станка на обработку типовой детали

Цель работы: знакомство с конструкцией зубодолбёжного станка; приобретение навыков кинематического расчёта для обработки типовой детали и наладки станка.

Литература: осн. 7 (с. 205–210); доп. 5 (с. 138–143), 8 (с. 284–289).

Контрольные вопросы:

1. Методы образования профиля зубьев и инструмент при зубодолблении.

2. Основные узлы вертикального зубодолбёжного полуавтомата мод. 5122.

3. Кинематическая схема зубодолбёжного станка мод. 5122: цепь главного движения, вращение долбяка – круговая подача, вращение заготовки.

Лабораторная работа № 7

Конструкция станка с числовым программным управлением.

Расчёт карты наладки для станка с ЧПУ

Цель работы: изучение конструкции станка с ЧПУ и его целевых механизмов. Приобретение навыков расчёта и составления карты наладки станка с ЧПУ, а также его практической наладки в условиях производства.

Литература: осн. 7 (с. 261–267; 267–275; 281–289; 295–307); доп. 5 (с. 138–143; 284–289).

Контрольные вопросы:

1. Основные узлы станка с программным управлением мод. 67K25Пф2-0.
2. Основные узлы вертикального зубодолбёжного полуавтомата мод. 5122.
3. Основные узлы (и их конструкция) многоцелевого сверлильно-фрезерно-расточного станка с ЧПУ.
4. Подготовка информации для управляющих программ.
5. Системы координат станков с ЧПУ.

Практические занятия

Задание 1

а) нарезать резьбу с шагом $t = 10$ мм при условии, что ходовой винт имеет шаг $t = 12$ мм и число заходов $k = 1$;

б) определить:

1) частоту вращения шпинделя $n_{ш}$,

если передаточное отношение органа настройки и скорость подачи инструмента $S = 1200$ мм/мин;

2) передаточное отношение органа настройки I_s ,

если скорость подачи инструмента $S = 600$ мм/мин и частота вращения шпинделя $n_{ш} = 400$ об/мин;

3) скорость подачи инструмента S , мм/мин,

если частота вращения шпинделя $n_{ш} = 500$ об/мин и передаточное отношение $I_s = 0,08$.

в) самостоятельно составить условие задачи, когда в механизме подачи задействована реечная передача, и привести её решение.

Методические рекомендации: проработать литературу по теме.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 3–5); 5 (с. 22–24).

Задание 2

Наладка токарного станка:

нарезание метрической, модульной и многозаходной резьбы

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой токарно-винторезного станка мод. 16K20. Вначале изучить все кинематические цепи – движение подачи, винторезную цепь, продольной и поперечной подачи и др. Затем изучить основные узлы станка и освоить уравнения кинематического баланса для нарезания метрической, модульной и многозаходной резьбы.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 7–14); 5 (с. 27–38); 8 (с. 117–127); 10 (с. 9–16).

Задание 3

Конструкция шпиндельной коробки токарного станка

Методические рекомендации: ознакомиться с конструкцией передней бабки (коробка скоростей) станка мод. 16К20. Нарисовать эскиз шпиндельного узла (обратить внимание на фиксацию шпинделя в осевом направлении) и 2-3 эскиза валов с зубчатыми колёсами (обратить внимание на фиксацию по оси и расположение колёс на них); а также эскизы рукояток переключения зубчатых колёс.

Рекомендуемая литература: осн. 7. (с. 9–10); 5 (с. 32–33); 8 (с. 111–113).

Задание 4

Конструкция токарно-револьверного автомата

Методические рекомендации: ознакомиться с конструкцией токарно-револьверного автомата 1Б140 (по рисункам и натуральном виде – в лаборатории). Объяснить конструкцию револьверного суппорта и схему его работы. Разобрать конструкцию продольного и поперечного распределительных валов автомата (указать, как снимаются и закрепляются кулачки на валах, где располагаются валы на кинематической схеме). Представить эскиз поперечного суппорта.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 42–52); 5 (с. 206–213); 8 (с. 169–178).

Задание 5

Кинематика и наладка токарно-револьверного автомата (1-я часть)

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой токарно-револьверного автомата 1Б140. Проработав карты наладки, усвоить общие положения по наладке автомата, обратить особое внимание на связанные с этим процессом технические расчёты.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 53–75).

Задание 6

Кинематика и наладка токарно-револьверного автомата (2-я часть)

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой токарно-револьверного автомата мод. 1Б140. Тщательно проработать техническую документацию для наладки автомата.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 76–82); 5 (с. 228–235); 8 (с. 178–187).

Задание 7

**Конструкция, кинематика
и наладка сверлильного станка на сверление отверстия**

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой сверлильного станка мод. 2Н135. Просчитать с помощью уравнения кинематической цепи: $\max/\min$ число оборотов шпинделя, $\max/\min$ величину подачи (мм/об, мм, мин). Нарисовать эскиз шпинделя сверлильного станка и объяснить схему фиксации его в подшипниковых узлах.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 84–86; 99–105); 8 (с. 201–204).

Задание 8

**Конструкция, кинематика
и наладка шлифовального станка**

Методические рекомендации: ознакомиться с основными узлами и механизмами круглошлифовального станка. Нарисовать эскиз шлифовальной бабки, объяснить расположение шпинделя в опорах и его осевую фиксацию, показать схему закрепления шлифовального круга. Объяснить схему правки круга; ознакомиться с кинематической схемой круглошлифовального станка и проследить все кинематические цепи.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 125–131); 5 (с. 91–96); 8 (с. 261–167).

Задание 9

Конструкция, кинематика и наладка фрезерного станка

Методические рекомендации: ознакомиться с конструкцией главных узлов консольно-фрезерного станка мод. 6Р82Ш: основные части, хобот, шпиндель, поворотная головка, накладная головка, стол с ходовым винтом; ознакомиться с кинематической схемой станка мод. 6А54. Изучить все кинематические цепи – главного движения, подачи.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 162–171; 171–175); 5 (с. 61–64).

Задание 10

Конструкция зубообрабатывающего станка

Методические рекомендации: проследить основные узлы, механизмы и устройства зубофрезерного станка мод. 53А50. ознакомиться с кинематической схемой станка. Вначале изучить все кинематические цепи при нарезании прямозубого колеса, затем при нарезании косозубого колеса и червячных колёс. Освоить уравнения кинематического баланса для нарезания вышеуказанных колёс.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 210–215); 5 (с. 147–157); 8 (с. 289–298).

Задание 11

Решение задач по кинематике зубофрезерного станка на нарезание прямозубых цилиндрических колёс

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой зуборезного станка мод. 53А50. Составить уравнения кинематического баланса: цепи главного движения, делительной цепи, а также цепей вертикальной подачи фрезы и ускоренной вертикальной подачи (*исходные данные предоставляет преподаватель*).

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 212–216); 8 (с. 292–298).

Задание 12

Решение задач по кинематике зубофрезерного станка на нарезание косозубых цилиндрических и червячных колёс

Методические рекомендации: ознакомиться с кинематической схемой зуборезного станка мод. 53А50. Составить уравнения кинематического баланса: цепи главного движения, делительной цепи, а также цепей вертикальной подачи фрезы и ускоренной вертикальной подачи (*исходные данные предоставляет преподаватель*).

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 212–216); 8 (с. –298).

Задание 13

Конструкция, кинематический расчёт для наладки зубодолбёжного станка на обработку типовой детали

Методические рекомендации: ознакомиться с внешним видом зубодолбёжного станка мод. 5122 и его кинематической схемой. Решить кинематические задачи для настройки станка: определить частоту движения штосселя, составить уравнение круговых подач, определить значения сменных зубчатых колёс (*исходные данные предоставляет преподаватель*).

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 205–210); 5 (с. 137–143); 8 (с. 284–289).

Задание 14

Конструкция станка с числовым программным управлением

Методические рекомендации: ознакомиться с конструктивными элементами станка с ЧПУ. Изучить конструкции основных узлов многоцелевого сверлильно-фрезерно-расточного станка с ЧПУ. Составить эскизы привода главного движения, стола – салазки, инструментального магазина, кантователя, опоры шпинделя и направляющих.

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 248–261; 267–275).

Задание 15

Общие вопросы программирования для станков с ЧПУ

Методические рекомендации: проработать раздел «Подготовка информации для управляющих программ», изучить систему координат станков с ЧПУ. Составить программу для обработки на станке с ЧПУ (*исходные данные предоставляет преподаватель*).

Рекомендуемая литература: осн. 7 (с. 281–295; 295–307).

Контрольные вопросы по изученному курсу

1. Какие целевые механизмы, в общем случае, должны быть в станках?
2. Методы воспроизводства образующих и кинематические связи при реализации исполнительных движений.
3. Гидравлические схемы приводов с дроссельным регулированием.
4. Основные узлы, механизмы и устройства токарно-винторезного станка; его кинематические цепи.
5. Конструкция коробки скоростей, коробки подач, суппорта, резцедержателя и задней бабки.
6. Цепь главного движения в кинематической цепи токарно-винторезного станка.
7. Уравнение кинематического баланса цепи подач токарно-винторезного станка.
8. Цепь подач в кинематической схеме токарно-винторезного станка.
9. Виды работ, выполняемых на токарно-винторезном станке; приспособления, центры, хомутики, патроны, люнеты и оправки, используемые на станке.
10. Наладка токарно-винторезных станков для нарезания многозаходной резьбы и точение конусов.
11. Какие приспособления и инструменты используются при токарных работах?
12. Виды токарно-револьверных станков.
13. Зажимные и подающие устройства токарно-револьверных станков.
14. Токарно-револьверный станок мод. 1Г340П: основные узлы и механизмы, кинематическая схема.
15. Лобовые и карусельные станки: основные узлы и механизмы.
16. Токарно-затыловочные станки и методы затылования инструментов.
17. Универсально-затыловочный станок мод. 1811: основные узлы и механизмы, конструкция дифференциала, каретки суппорта, механизма поперечной подачи.
18. Кинематическая схема затыловочного станка мод. 1811 и уравнения его кинематических цепей.

19. Наладка токарно-затыловочного станка на затылование цилиндрических и червячных фрез с винтовыми канавками.

20. Токарно-револьверный автомат мод. 1Б140: его основные узлы, механизмы и кинематическая схема.

21. Конструкция шпинделя, коробки подач, поперечного и продольных распределительных валов автомата мод. 1Б140.

22. Конструкция и схема работы суппортов автомата мод. 1Б140: револьверный, продольный и поперечный.

23. Сведения о наладке токарных автоматов (в том числе державки и крепления инструментов).

24. Общие положения и исходные данные для разработки карты наладки (привести пример карты наладки и профилирования кулачка револьверного суппорта).

25. Кинематическая цепь главного движения токарно-револьверного автомата.

26. Работа целевых механизмов зажима и подачи прутка токарно-револьверного автомата.

27. Конструкция и работа муфты включения револьверного суппорта токарно-револьверного автомата.

28. Типы цанг прутковых револьверных станков и автоматов. Достоинства и недостатки каждого из них.

29. Принципы работы шестишпиндельного токарного автомата.

30. Схема работы механизма поворота шпиндельного блока шестишпиндельного токарного автомата.

31. Основные типы сверлильных и расточных станков.

32. Конструкция вертикально-сверлильного станка мод. 2Н135 и радиально-сверлильного станка.

33. Кинематическая схема вертикально-сверлильного и радиально-сверлильного станков.

34. Технология обработки на сверлильных станках и их оснастка.

35. Вертикально-хонинговальные станки: схемы хонингования, конструкция основных узлов.

36. Расточные станки: основные узлы и механизмы горизонтально-расточного станка мод. 2620В, его кинематическая схема и уравнение кинематической цепи подачи.

37. Основные типы шлифовальных станков и область их применения.

38. Устройство круглошлифовального центрального станка: его кинематическая схема; конструкция шлифовальной бабки и патрона.

39. Бесцентрово-шлифовальный станок: схемы обработки, основные узлы и механизмы станка, его кинематическая схема.

40. Внутришлифовальный станок: основные механизмы и узлы, кинематическая схема.

41. Плоскошлифовальные станки: кинематическая схема плоскошлифовального станка с горизонтальным шпинделем.

42. Притирочные станки и станки для суперфиниширования.

43. Универсально-заточные станки: его основные узлы и механизмы; кинематическая схема станка мод. 3В642.

44. Резьбошлифовальные станки; кинематическая схема станка мод. 5822М.

45. Полуавтомат для заточки свёрл и зенкеров: основные узлы и механизмы, кинематическая схема полуавтомата мод. 3659А.

46. Полуавтомат мод. 3662 для заточки червячных фрез: его основные узлы и механизмы, делительная головка и кинематическая схема.

47. Основные типы фрезерных станков.

48. Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок мод. 6Р82Ш: основные узлы и механизмы; конструкция шпинделя, поворотной головки, хобота, накладной головки, коробки подачи.

49. Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок мод. 6Р82Ш: конструкция консоли, ходового винта стола, салазки, регулировки клиньев, механизма запираения муфт.

50. Кинематическая схема фрезерного станка мод. 6Р82Ш: уравнения кинематических цепей.

51. Вертикально-фрезерный станок: основные узлы и механизмы, кинематика и уравнения кинематических цепей.

52. Продольно-фрезерный станок мод. 6610: его основные узлы и механизмы, кинематическая схема и гидросхема.

53. Делительные головки: типы делительных головок, способы деления, наладка на фрезерование спиральных канавок.

54. Горизонтально-протяжной станок мод. 7Б55: основные узлы и механизмы, гидравлическая схема станка.

55. Протяжные станки: типы используемых хвостовиков протяжек, конструкции патронов, используемых на протяжных станках.

56. Поперечно-строгальный станок: его основные узлы и механизмы, кинематическая схема.

57. Продольно-строгальный станок мод. 7212: основные узлы и механизмы, кинематическая схема.

58. Долбежный станок мод. 7А420: основные узлы и механизмы, кулисное колесо, механизм долбления (долбляк), кинематическая схема станка.

59. Зубообрабатывающие и зубодолбежные станки.

60. Вертикальный зубодолбежный полуавтомат мод. 5122: основные узлы и механизмы станка, кинематическая схема и уравнения кинематических цепей.

61. Методы обработки на зубофрезерных станках; зубофрезерный станок мод. 53А50, его основные узлы и механизмы.

62. Кинематическая схема станка мод. 53А50: уравнения кинематических цепей при нарезании прямозубых / косозубых цилиндрических колёс.

63. Нарезание цилиндрических колёс с винтовым зубом на зубофрезерном станке. Уравнение кинематического баланса.

64. Нарезание червячных колёс на зубофрезерном станке. Уравнение кинематического баланса.

65. Нарезание прямозубых цилиндрических колёс на зубодолбежном станке. Уравнение кинематического баланса.

66. Нарезание прямозубых цилиндрических колёс на зубофрезерном станке. Уравнение кинематического баланса.

67. Уравнение кинематического баланса цепи деления зубодолбежного станка.

68. Станки для нарезания конических колёс с прямым зубом.

69. Зубострогальный полуавтомат мод. 5Т23В: схема нарезания колёс, основные узлы, кинематическая схема и уравнения кинематических цепей.

70. Шлицефрезерный станок мод. 5350А: схема нарезания, основные узлы станка, кинематическая схема и уравнения настройки цепей.

71. Зубоотделочные операции, горизонтальный зубошвинговальный полуавтомат мод. 5702В: основные узлы и механизмы.

72. Кинематическая схема зубошвинговального полуавтомата мод. 5702В: уравнения кинематических цепей.

73. Зубошлифовальные станки: схемы шлифования; зубошлифовальный полуавтомат мод. 5В833: основные узлы и механизмы, кинематика и формулы настроек.

74. Конструктивные особенности и элементы станков с ЧПУ.

75. Фрезерно-долбёжный станок с ЧПУ мод. 67К25ПФ-0: конструкции основных узлов, кинематическая схема и уравнения кинематики цепей.

76. Многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ: конструкции основных узлов, кинематика.

77. Многоцелевой станок мод. ИР500МФ4: основные узлы и механизмы, кинематика.

78. Агрегатные станки, шпиндельные коробки.

79. Автоматические линии: типы, преимущество и области их использования.

ГЛОССАРИЙ

Автоколебания – колебания системы, возникающие в результате её самовозбуждения.

Автомат – устройство, выполняющее по заданной программе без непосредственного участия человека все операции в процессах получения, передачи и использования энергии, материалов и информации.

Автоматизированное проектирование – организационно-техническая система для автоматизации процесса проектирования (САПР), состоящая из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Автоматизированное управление – термин «автоматизированное», в отличие от термина «автоматическое», подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций управления.

Автоматическая линия – система машин или комплекс основного и вспомогательного оборудования, автоматически выполняющих в определённой технологической последовательности и с заданным ритмом весь процесс обработки продукта производства или его части.

Автоматическая обработка данных – обработка большого количества информации автоматическими средствами.

Автоматическое управление – целенаправленное воздействие на объект регулирования с целью поддержания на заданном уровне его выходных параметров без участия человека.

Адаптация – приспособление технических устройств или систем к изменяющимся внешним и внутренним условиям, что способствует повышению эффективности их использования.

Алгоритм – строгое изложение порядка организации работы и выполнения операций.

Анализ – исследование какой-либо проблемы, решение задач с помощью разделения целого на составные части для упрощения формализации, алгоритмизации и получения конечного результата.

Балансировка – уравнивание механизмов.

Бюро технической информации – подразделение в составе предприятия, в обязанности которого входит постоянное информационное обеспечение деятельности этого предприятия.

Вал – деталь машины, вращающаяся в подшипниках, служащая опорой и передающая крутящий момент.

Габарит – предельные внешние очертания деталей, узлов, машин.

Грузоподъемность робота – способность робота брать, удерживать и транспортировать изделия регламентируемой массы.

Двигатель – машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.

Деталь – часть изделия, изготовленная без применения сборочных операций.

Заготовка – предмет труда, из которого изменением формы, размера, физико-химических свойств поверхности или материала изготавливается деталь.

Звено механизма – твёрдое тело, входящее в состав механизма.

Зубчатый механизм – механизм, в состав которого входят зубчатые звенья.

Изделие – предмет производства данного предприятия по окончании технологического цикла.

Инструмент – техническое устройство, используемое в качестве орудия труда для непосредственного изменения состояния материала, изделия или определения их свойств, а также для установки других инструментов в рабочую машину.

Классификация – один из начальных методов познания, установление иерархии отношений, близких понятий, явлений, объектов.

Комплекс – два или более специфицированных изделия, не соединённых на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций и составляющих одно целое.

Комплексная механизация – применение машин и механизмов для всех основных и вспомогательных работ, выполняемых в ходе производственных процессов.

Компоновка – взаимное расположение различных элементов изделия, устанавливаемое на основе закономерностей и приёмов художественной композиции с учётом технико-экономических и потребительских требований.

Конструкция – схема устройства и работы машины или узла, а также сами машины, узлы и их детали.

Кулачок – деталь кулачкового механизма в виде пластины, диска или цилиндра, поверхность скольжения которых профилирована таким образом, что позволяет передавать движение, сопряжённое с заданным изменением скорости.

Манипулятор – устройство, предназначенное для осуществления перемещений в пространстве тела, удерживаемого захватным устройством.

Машина – механическое устройство, выполняющее движения с целью преобразования энергии, материалов или информации.

Механизм – система для преобразования движения одного или нескольких твёрдых тел в требуемые движения других тел.

Объект управления – объект, на который оказывается специально организованное воздействие для достижения желаемого результата его функционирования.

Операция – часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Передача – механизм для передачи движения с преобразованием скорости и соответствующим изменением вращательного момента.

Переходный процесс – процесс изменения во времени характеристик динамической системы при её переходе из одного установившегося состояния в другое под действием приложенных возмущений.

Показатель надёжности – количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надёжность объекта.

Полуавтомат – машина или агрегат, самостоятельно совершающий один полный рабочий цикл, для которых внешнее вмешательство необходимо лишь при повторении цикла.

Программное управление – управление режимом работы или состояния объекта по заранее заданной программе.

Программное управление промышленным роботом – автоматическое управление исполнительным устройством промышленного робота по заранее заданной программе.

Рабочий режим – режим, в котором технологической оборудование и управляющая аппаратура непосредственно выполняют заданные рабочие операции.

Проектирование – разработка комплексной технической документации, содержащей технико-экономические обоснования, расчёты, чертежи, макеты, сметы, пояснительные записки.

Производство – процесс создания материальных благ.

Промышленная продукция – продукция, предназначенная для удовлетворения общественных потребностей.

Промышленное изделие – изделие, изготовленное промышленным способом на основе серийной технологии, обладающее устойчивой формой и свойствами законченного продукта.

Процесс – совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата.

Распределительный вал – вал с жёстко насаженными на него или изготовленными заодно с ним кулачками, взаимодействующими при работе машины с толкателями.

Режим резания – совокупность значений скорости резания, подачи и глубины резания.

Ремонт – восстановление работоспособности неисправной техники.

Роботизация – развитие автоматизации производства на основе применения промышленных роботов в таких производственных процессах, автоматизация которых другими средствами нецелесообразна.

Себестоимость – денежное выражение всех расходов предприятия на производство и реализацию продукции.

Сила резания – равнодействующая сил, действующих на режущий инструмент при обработке резанием.

Система – совокупность взаимосвязанных технических объектов, подчинённых определённой цели с учётом условий окружающей среды.

Система автоматического управления – комплекс устройств, предназначенных для автоматического изменения одного или нескольких параметров объекта управления с целью установления требуемого режима его работы.

Следящая система – система автоматического управления, в которой выходная величина при помощи обратной связи воспроизводит с определённой точностью входную величину, характер изменения которой заранее неизвестен.

Станок – машина для обработки различных материалов.

Суппорт – основной узел металлорежущего станка (обычно строгальной или токарной групп) для закрепления и перемещения при работе режущих инструментов или изделия.

Схема механизма – форма описания механизма, указывающая основные признаки этого механизма.

Технический контроль – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Технический процесс – совокупность конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

Технологическая машина – машина для преобразования обрабатываемого предмета путём изменения его размеров, формы, свойств или состояния.

Технологическая система – совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения и регламентирования условий производства технологических процессов или операций.

Техническое устройство – изделие машино- или приборостроения для переработки, добычи, перемещения, контроля объектов или управления ими.

Технологические испытания – процесс изготовления продукции с целью оценки ее технологичности.

Траектория – линия, по которой движется тело при перемещении в пространстве; геометрическое местоположение движущейся материальной точки, в которых была, есть или будет эта точка в рассматриваемой системе отсчёта.

Узел – часть машины, механизма, установки, состоящая из нескольких более простых элементов.

Управление – элемент, функция организмов, систем различной природы, обеспечивающая сохранение их структуры, поддержание режима деятельности, реализацию определённых программ и целей.

Управляемость – свойство объектов, заключающееся в управляющем воздействии, позволяющем перевести его в заданное состояние.

Управляющая информация – информация, которой обмениваются объекты одного и того же уровня для координации совместной работы, связанной с передачей данных.

Устройство управления – устройство системы автоматического управления, которое воздействует на объект управления в соответствии с заданной целью управления или установленным законом регулирования.

Функционирование – выполнение объектом процесса, соответствующего заданному алгоритму, и проявление объектом заданных свойств.

Функция – деятельность, обязанность, работа, внешнее проявление какого-либо объекта в данной системе отношений.

Цилиндр – одна из основных деталей машин и механизмов.

Числовое программное управление (ЧПУ) – управление обработкой заготовки на станке по программе, заданной в цифровой форме.

Шпиндель – вращающаяся деталь многих машин.

Эксплуатация – стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

Явление – философская категория, отражающая конкретные события, свойства или процессы, выражающие внешние стороны действительности и представляющие форму проявления и обнаружения некоторой сущности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Верейна Л. И., Усов Б. А.* Конструкция и наладка токарно-затыловочных станков. Учебник для сред. ПТУ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 191 с., ил.
2. *Верейна Л. И.* Обработка на строгальных и долбежных станках. Справочник. Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2002. – 304 с., ил.
3. *Гжиров Р. И., Серебrenицкий П. П.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 588 с., ил.
4. *Камышный Н. И., Стародубов В. С.* Конструкция и наладка токарных автоматов и полуавтоматов. Учебник для средних проф.-техн. училищ. М., «Высшая школа», 1975. – 392 с., ил.
5. Машиностроение. Энциклопедия. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т. IV-VII /Б. И. Черпаков и др.; под ред. Б. И. Черпакова. 1999. – 863 с., ил.
6. Металлорежущие станки. Тепинкичиев В. К. и др. М.: Машиностроение, 1972. – 464 с., ил.
7. *Чернов Н. Н.* Металлорежущие станки. Учеб. для техник по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 416 с., ил.
8. *Черпаков Б. И.* Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования. – М.: издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.
9. *Гжиров Р. И., Серебrenицкий П. П.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 588 с.: ил.
10. *Камышный Н. И., Стародубов В. С.* Конструкция и наладка токарных автоматов и полуавтоматов. Учебник для средних проф.-техн. училищ. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с., ил.
11. *Колев Н. С.* Металлорежущие станки. Учеб. пособие для втузов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с., ил.

12. Под ред. В. Э. Пуша. Metallорежущие станки. Учебник для машиностроительных вузов – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил.

13. Тусупбеков М. Р. Конспект лекций «Металлообрабатывающее оборудование», КазНТУ, 2007. – 334 с., ил.

14. Чернов Н. Н. Metallорежущие станки. Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 416 с., ил.

15. Под ред. П. Г. Петрухи. Руководство к лабораторным работам по курсу «Metallорежущие станки». Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1973.

16. Верейна Л. И., Усов Б. А. Конструкция и наладка токарно-затыловочных станков: Учеб. для сред. ПТУ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 191 с., ил.

17. Верейна Л. И. Обработка на строгальных и долбежных станках. Справочник. Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2002. – 304 с., ил.

18. Тусупбеков М. Р., Байгалиева Ш. Х. Выбор варианта структуры гибкой автоматической линии при проектировании: методич. рек./ сост. Земляной В. В., Наумов Б. В. (ЭНИМС), (КазПТИ) – М.: ЭНИМС, 1988. – 54 с., ил.

19. Б. И. Черпаков и др. Машиностроение. Энциклопедия. Metallорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т. IV-7 /.; под ред. Б. И. Черпакова. 1999. – 863 с.

20. Нормализованные узлы и детали агрегатных станков и автоматич. линий. – ЭНИМС. – М.: НИИМАШ, 1972.–387 с., ил.

21. Тусупбеков М. Р., Масчанов К. Ж. Наладка токарно-револьверных автоматов. Метод. указ. к выполн. семестрового задания. – Алма-Ата: КазПТИ им. В. И. Ленина, 1998.

Сайты:

http://www.icqc.eu/ru/EN_61010.php

<http://metallcheckiy-portal.ru/articles>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Общие сведения о металлорежущих станках	5
1.1. Классификация движений	5
1.2. Формообразование	6
1.3. Кинематические связи	7
2. Токарные станки	10
2.1. Токарно-винторезный станок мод. 16К20	10
2.2. Кинематическая схема токарно-винторезного станка мод. 16К20	11
2.3. Краткое описание основных узлов станка	14
3. Токарно-револьверные станки	25
3.1. Применение токарно-револьверных станков	25
3.2. Токарно-револьверный автомат мод. 1Б140	31
4. Наладка токарно-револьверных автоматов	41
4.1. Характеристика и особенности работ, выполняемых на токарно-револьверных автоматах.	41
4.2. Техническая документация для наладки	46
5. Сверлильные и расточные станки	51
5.1. Основные типы сверлильных станков и их обозначения	51
5.2. Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н135	53
5.3. Технология обработки на сверлильных станках и их оснастка	56
5.4. Технология сверления, рассверливания, зенкерования, цекования, развёртывания и нарезания внутренней резьбы	67
5.5. Расточные станки	70
5.6. Универсальный горизонтально-расточный станок мод. 2620В	71
6. Шлифовальные станки	74
6.1. Основные типы шлифовальных станков и область их применения	74
6.2. Устройство круглошлифовального центрального станка	78
7. Фрезерные станки	86
7.1. Основные типы фрезерных станков и их обозначения	86

7.2.	Устройство консольно-фрезерного станка	88
7.3.	Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ 6Р13РФЗ	94
7.4	Технология фрезерования и инструментальная оснастка	106
7.5.	Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных станках	108
7.6.	Технология фрезерования фасонных поверхностей.	114
7.7.	Основные правила безопасной работы на фрезерных станках	120
8.	Агрегатные станки	122
9.	Переналаживаемые автоматические линии с ЧПУ	130
	Лабораторные занятия	134
	Практические занятия	139
	Контрольные вопросы по изученному курсу	145
	Глоссарий	150
	Библиографический список	156
	Содержание	158

Учебное издание

Абдумалик Рахимович Сейткулов
Курмангазы Камешович Сарсанбеков

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Учебное пособие

Нач. ОППНП РУ ДСО
Редактор
Компьютерная верстка

З. А. Губайдулина
С. Е. Синицына
А. С. Сайбулатова

Подписано в печать 20.08.2016 г.

Тираж 300 экз. Формат 60x84x 1/16. Бумага типогр. № 1.
Уч.-изд.л. 10. Усл. п.л. 9,3. Заказ № 756. Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского
технического университета имени К.И. Сатпаева
Департамент по связям с общественностью КазНТУ
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-228-981-7



9