А. М. ТРОФИМОВ

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

ПРИЛОЖЕНИЕ К АЛЬБОМУ

А. М. ТРОФИМОВ

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для машиностроительных техникумов

79091 / 6068

Ленинский вечерний механический техникум
БИБЛИОТЕКА
Инв. №

Москва
«Машиностроение», 1979

ББК 34.63-5
Т760
УДК 621.9.06(075) (084.42)

Рецензент преподаватель Московского станкоинструментального техникума **С. Е. Локтева**
Редактор канд. техн. наук, доц. **В. С. Стародубов**

Трофимов А. М.

Т760 Металлорежущие станки: Учеб. пособие для техникумов.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1979.— 224 с.

4 р. 70 к. с альбомом

В альбоме приводятся общие виды, кинематические и гидравлические схемы, конструкции основных узлов современных моделей металлорежущих станков с описанием их устройств, назначения, методов наладки и способов управления. Подробно рассматриваются станки с автоматическим циклом работы и базовые модели.

Т $\frac{31304\text{-}142}{038(01)\text{-}79}$ 142-79 2703000000 **ББК 34.63-5**
6П4.6.08

Долгопрудненский авиационный техникум

Электронная библиотека

Заказчик: А.Ю.Козловский Исполнитель М.В.Корнев

141702 Россия, Московская обл.,
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat.ak@mail.ru
Site: gosdat.ru

ИБ № 543

Алексей Михайлович Трофимов
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Приложение к альбому

Редакторы издательства: Н. Г. Васильева, И. А. Цыганкова
Технический редактор Н. В. Тимофеенко
Корректор А. П. Озерова

Сдано в набор 30.06.78. Подписано в печать 29.05.79. Т. 08161. Формат 70×108 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура журн. рубленая. Печать высокая. Усл. печ. л. 19,6. Уч.-изд. л. 19,3. Тираж 30000 экз. Заказ 9232. Цена 4 р. 70 к. с альбомом.

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, ГСП-6, 1-й Басманный пер., д. 3.

© Издательство «Машиностроение», 1979 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Металлорежущие станки являются основным оборудованием машиностроительных заводов.

Применение современных высокопроизводительных станков и более полное использование всех их технологических возможностей способствует дальнейшему повышению эффективности производства и качества продукции.

В документах XXV съезда КПСС в разделе о задачах десятой пятилетки отмечается, что **«Главная задача пятилетки состоит в последовательном осуществлении курса Коммунистической партии на подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе динамичного и пропорционального развития общественного производства и повышения его эффективности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, всемерного улучшения качества работы во всех звеньях народного хозяйства»*.**

В десятой пятилетке объем производства металлорежущих станков будет увеличен в 1,5—1,6 раза. Значительно увеличится выпуск наиболее производительных специализированных и высокоточных станков, станков с числовым программным управлением, автоматических линий.

Опережающее развитие станкостроения необходимо для успешного развития машиностроения и других отраслей народного хозяйства.

Партия и правительство уделяют постоянное внимание дальнейшему развитию отечественного машиностроения, повышению его качества, улучшению подготовки кадров. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР (август 1974 г.) «О мерах по дальнейшему совершенствованию руководства средними специальными учебными заведениями и об улучшении качества подготовки специалистов со средним специальным образованием», в Обращении ЦК КПСС к участникам Всесоюзного совещания работников средних специальных учебных заведений (февраль 1975 г.) указаны конкретные меры по дальнейшему совершенствованию среднего специального образования.

Эти указания являются основой для повышения качества обучения и улучшения содержания учебных пособий.

С целью дальнейшего совершенствования подготовки специалистов в настоящем учебном пособии помещены описания современных моделей металлорежущих станков, более наглядно изображены кинематические и гидравлические схемы, действие органов управления увязано с кинематикой и гидроприводом станков. Более подробно изложены методы наладки, настройки и способы производительного использования технологических возможностей станков.

Лучшее ознакомление будущих специалистов с наладкой, настройкой и с технологическими возможностями различных моделей станков имеет большое практическое значение, так как от эффективного использования всех возможностей станков в первую очередь зависит

* Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976. 119 с.

производительность, а от точности наладки — качество обрабатываемых деталей.

Теоретический материал учебного пособия тесно увязан с практическим. Помещены таблицы и указан простейший способ определения частот вращения шпинделей станков.

Для повышения наглядности в учебном пособии применены многоцветные схемы. На кинематических схемах синим цветом обозначены элементы кинематических цепей привода главного движения, коричневым — цепей подач, красным — цепей вспомогательных движений и зеленым — цепей взаимосвязанных движений.

На гидравлических схемах линии связи (трубопроводы, каналы, полости) обозначены следующими цветами: коричневым — линии напора, синим — линии слива (и всасывания). Линии, используемые попеременно, то для напора, то для слива, обозначены соответственно красным и зеленым цветом. Так как назначение этих линий меняется в зависимости от переключений распределительной аппаратуры (кранов, золотников, клапанов и др.), то красным обозначена та часть линии, которая является линией напора при том положении распределительной аппаратуры, какое показано на схеме. Зеленым окрашена та часть линии, которая при изображенном положении аппаратуры является линией слива.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Металлорежущие станки предназначены для придания обрабатываемой детали методом снятия стружки заданной формы и размеров с обеспечением нужной точности обработки.

Металлорежущие станки классифицируются:

1) по степени автоматизации на станки с ручным управлением, полуавтоматы и автоматы;

2) по степени точности на станки: Н — нормальной точности, П — повышенной точности, В — высокой точности, А — особо высокой точности, С — особо точные;

3) по массе на станки легкие (до 1 т), средние (до 10 т) и тяжелые (свыше 10 т). Тяжелые станки подразделяются на крупные (10—30 т), собственно тяжелые (30—100 т) и особо тяжелые (уникальные) (свыше 100 т);

4) по степени специализации на станки универсальные, специализированные и специальные.

Универсальные станки предназначены для выполнения разных операций обработки различных по форме и размерам деталей. Эти станки можно легко и быстро перенастраивать, но они менее автоматизированы и производительны, чем специальные и специализированные станки. Универсальные станки применяются в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Специализированные станки предназначены для обработки однотипных деталей. Перед изготовлением деталей каждого наименования специализированный станок должен быть настроен на их обработку, после чего станок работает весьма производительно по автоматическому или полуавтоматическому циклу. Вследствие этого специализированные станки являются основным оборудованием современных машиностроительных заводов с массовым или крупносерийным производством.

Специальные станки. Каждая модель этих станков выпускается для изготовления изделий только одного наименования. Эти станки применяются в условиях массового и крупносерийного производства для обработки деталей, конструкция которых продолжительное время не изменяется. Для облегчения их изготовления специальные станки собираются из нормализованных узлов. Такой способ изготовления специальных станков является самым целесообразным и эффективным. Специальные станки, изготовляемые из нормализованных узлов, получают все большее применение. Им присвоено общее название — агрегатные станки.

НУМЕРАЦИЯ МОДЕЛЕЙ СТАНКОВ

Нумерация моделей станков производится по системе, разработанной Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС).

1-я система нумерации применяется для станков, выпускаемых серийно. Все станки делятся на девять групп (см. приложение, табл. 1), а каждая группа на несколько типов. Каждой модели станка дается номер из трех или четырех цифр (иногда с добавлением букв). Первая цифра указывает группу станка, вторая — тип, последние одна или две цифры указывают условно один из размеров, характеризующих станок. Буква после первой цифры показывает на то, что это модель модернизированного станка, а буква после всех цифр — на то, что это модифицированная (относительно базовой) модель станка.

Например, номер модели 1Б140 означает: первая цифра 1 — станок токарной группы, вторая цифра 1 — тип станка — одношпиндельный автомат или полуавтомат, последнее число 40 — станок предназначен для обработки прутков диаметром до 40 мм. Буква Б означает, что этот станок модернизирован по сравнению с ранее выпускаемым.

2-я система нумерации применяется для обозначения моделей специальных станков. Номер модели состоит из одной или двух букв, присвоенных заводу для нумерации выпускаемых им специальных станков. Число после букв указывает порядковый номер модели. Например, шифр АМ279 указывает, что станок выпущен Минским заводом автоматических линий, порядковый номер модели 279.

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

Применяются для обработки наружных и внутренних поверхностей изделий, имеющих форму тел вращения. Токарные станки наиболее широко распространены в металлообрабатывающей промышленности, и типаж их разнообразен.

В зависимости от размеров и формы изготовляемых деталей заготовки на этих станках устанавливаются и крепятся одним из следующих способов: в центрах, в патроне, на планшайбе, на оправке, комбинированным способом — левая сторона заготовки в патроне, правая поддерживается задним центром и левая сторона в патроне, правая опирается предварительно проточенным пояском на кулачки люнета и др.

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1К62

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ и в том числе для нарезания различных резьб и используется главным образом в условиях единичного и мелкосерийного производства. Этот станок получил наибольшее распространение в промышленности. Станок удобен в обслуживании и надежен в эксплуатации.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 1, **а**.

Основные узлы станка: станина **13**, которая служит для соединения между собой всех узлов станка; передняя бабка **2**, в которой помещены шпиндель **4** станка и коробка скоростей; суппорт **11**, на котором закрепляется режущий инструмент; задняя бабка **15**; коробка подач **3**, передающая вращение ходовому валику **24** и ходовому винту **23**; шкаф **20** с электрооборудованием станка; тумбы **22** и **29**.

Кинематическая схема станка (рис. 3)

Движения в станке: основные — главное движение, продольные и поперечные подачи суппорта; вспомогательные — быстрые перемещения суппорта, задней бабки и пиноли вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Эта цепь обеспечивает передачу вращения от электродвигателя **М1** шпинделю **VI** с возможностью включения разных частот его вращения (рис. 2). Шпиндель станка может иметь правое и левое направление вращения. При правом направлении вращения шпинделя уравнение баланса кинемати-

ческой цепи привода главного движения запишется так (муфта **Мф1** включена влево) (рис. 2, а):

$$1450\cdot\frac{142}{254}\cdot 0{,}985\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{51}{39}\\ \hline \frac{56}{34}\end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{21}{55}\\ \hline \frac{29}{47}\\ \hline \frac{38}{38}\end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{cc}\frac{22}{88}\cdot\frac{22}{88} & \\ \hline \frac{45}{45}\cdot\frac{22}{88} & \frac{27}{54}\\ \hline \frac{45}{45}\cdot\frac{45}{45} & \\ \hline \multicolumn{2}{c}{\frac{65}{43}}\end{array}\right| = n_{шп}.\ \text{об/мин}.$$

При правом направлении вращения шпинделя может быть настроено 23 частоты вращения в диапазоне

$$n_{шп}=12{,}5\div 2000\ \text{об/мин}.$$

Пользуясь уравнением $\varphi=\sqrt[z-1]{\frac{n_z}{n_1}}=\sqrt[23-1]{\frac{n_{23}}{n_1}}=\sqrt[22]{\frac{2000}{12{,}5}}=\sqrt[22]{160}$, определяем $\lg\varphi=\frac{\lg 160}{22}=\frac{2{,}2}{22}=0{,}1$, а по табл. 2 (см. приложение) для $\lg\varphi=0{,}1$ находим значение $\varphi_4=1{,}26$.

Пользуясь табл. 3 для $\varphi_4=1{,}26$ и умножая числа на 10, 100 и 1000, определим 23 значения частот вращения шпинделя: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600 и 2000 об/мин.

Для $\varphi_4=\sqrt[10]{10}=\sqrt[3]{2}$, $E=10$ и $E_1=3$, поэтому через каждые три ступени частоты вращения ряда увеличиваются в 2 раза, а через каждые десять ступеней — в 10 раз.

При левом направлении вращения шпинделя уравнение баланса кинематической цепи привода главного движения запишется так (муфта **Мф1** включена вправо) (рис. 2, б):

$$1450\cdot\frac{142}{254}\cdot 0{,}985\cdot\frac{50}{24}\cdot\frac{36}{38}\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{21}{55}\\ \hline \frac{29}{47}\\ \hline \frac{38}{38}\end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{cc}\frac{22}{88}\cdot\frac{22}{88} & \\ \hline \frac{45}{45}\cdot\frac{22}{88} & \frac{27}{54}\\ \hline \frac{45}{45}\cdot\frac{45}{45} & \\ \hline \multicolumn{2}{c}{\frac{65}{43}}\end{array}\right| = n'_{шп}\ \text{об/мин}.$$

При левом направлении вращения шпинделя может быть настроено 12 частот вращения в диапазоне $n'_{шп}=19\div 2420$ об/мин.

Кинематическая цепь привода продольной подачи (рис. 3). Для настройки на станке всех видов продольных и поперечных подач нужно сменные блоки гитары **Б8** и **Б9** поставить так, чтобы передача осуществлялась через колеса с передаточным отношением $u_{VIII-IX}=\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}$, а рукоятку **28** (см. рис. 1, а) необходимо повернуть в положение «Подача», включив ею муфты **Мф2, Мф3** и выключив муфты **Мф4, Мф5**. При таком положении муфт ступенчатый конус шестерен **Б10** становится ведущим и включается передача через ходовой валик **XVI**.

На станке можно настраивать нормальную подачу суппорта, подачу, увеличенную вдвое, и подачу, увеличенную в большее число раз.

Нормальные подачи. Для настройки станка на эти подачи блок **Б6** переключают в левое положение $\left(u_{VI-VII}=\frac{60}{60}\right)$, а блок **Б7** в среднее положение $\left(u_{VII-VIII}=\frac{28}{56}=\frac{1}{2}\right)$.

Уравнение баланса кинематической цепи в этом случае запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{60}{60}\cdot\frac{28}{56}\cdot\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}\cdot(\text{Мф2})\cdot\frac{z}{36}\cdot\frac{25}{28}(\text{Мф3})\cdot u_2\cdot\frac{28}{56}(\text{Мф6})\times$$

$$\times\frac{27}{20}\cdot\frac{20}{28}(\text{Мф7})\cdot\frac{4}{20}\cdot\left|\frac{\frac{40}{37}}{\frac{40}{45}\cdot\frac{45}{37}}\right|\cdot(\text{Мф8 или Мф9})\cdot\frac{14}{66}\ \pi\cdot10\cdot3=s'_{пр}\ \text{мм/об},$$

где **Мф6** — обгонная муфта для выключения цепи подач от электродвигателя **М2** при быстром перемещении суппорта;

Мф7 — предохранительная муфта, пробуксовывающая при перегрузке механизма подач;

Мф8, Мф9 — муфты для включения подачи суппорта влево или вправо;

z — число зубьев шестерни ступенчатого конуса (блок **Б10**), которая находится в зацеплении с накидной шестерней $z=36$;

u_2 — передаточные отношения передачи от вала **XII** валу **XIV**, которая переключается блоками **Б11** и **Б12**.

Формула настройки $\frac{zu_2}{46}=s'_{пр}$ мм/об.

Подставляя в формулу настройки семь значений z (26, 28, 32, 36, 40, 44 и 48) и четыре значения $u_2\left(\frac{1}{8}\ \frac{1}{4};\frac{1}{2}\text{ и }1\right)$, определяют величины 28 ступеней подач в пределах

$$s'_{пр}=0{,}07\div1{,}04\ \text{мм/об}.$$

Подачи, увеличенные вдвое. Эти подачи настраиваются перемещением блока **Б7** в левое положение, при котором $u_{VII-VIII}=\frac{42}{42}=1$. Во остальном кинематическая цепь совпадает с указанной выше. В результате подачи будут увеличены вдвое по сравнению с нормальными $s''_{пр}=\frac{zu_2}{23}$.

Подачи, увеличенные в бóльшее число раз. Эти подачи настраиваются установкой блока **Б6** так, чтобы его шестерня $z=45$ зацеплялась с шестерней $z=45$ на валу **III**. Тогда вращение с вала **VI** на вал **VII** передается уже через зубчатые передачи на валах **III, IV** и **V**.

Кинематическая цепь поперечных подач до вала **XVIII** включительно совпадает с цепью продольных подач. Включение поперечных подач производится муфтой **Мф10** или **Мф11**, в результате чего вращение от вала **XVIII** передается на винт **XXII** поперечного суппорта.

Уравнение баланса этой кинематической цепи при нормальной подаче запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{60}{60}\cdot\frac{28}{56}\cdot\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}(\text{Мф2})\frac{z}{36}\cdot\frac{25}{28}(\text{Мф3})u_2\cdot\frac{28}{56}(\text{Мф6})\times$$

$$\times\frac{27}{20}\cdot\frac{20}{28}(\text{Мф7})\frac{4}{20}\cdot\left|\frac{\frac{40}{37}}{\frac{40}{45}\cdot\frac{45}{37}}\right|\cdot(\text{Мф10 или Мф11})\frac{40}{61}\cdot\frac{61}{21}\cdot5=s'_{поп}\ \text{мм/об}.$$

Величины поперечных подач получаются в 2,11 раза меньше величин продольных подач.

Винторезная кинематическая цепь. При нарезании всех видов резьб на станке продольное перемещение суппорта осуществляется уже ходовым винтом **XV**. Для этого включается муфта **Мф5**, а шестерня $z=10$ выводится из зацепления с зубчатой рейкой. Подача суппорта производится при включении гайки ходового винта **XV**.

Нарезание метрических резьб. Настройка механизма подач для нарезания этой резьбы производится путем установки блоков гитары **Б8** и **Б9** так, чтобы передача осуществлялась через колеса с передаточным отношением $u_{\text{VIII}-\text{IX}}=\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}$ включением муфт **Мф2**, **Мф3** и **Мф5**. Блок **Б10** становится в этом случае ведущим.

Уравнение баланса винторезной цепи запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{60}{60}\cdot\left|\frac{\frac{42}{42}}{\frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}}\right|\cdot\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{60}(\text{Мф2})\frac{z}{36}\cdot\frac{25}{28}(\text{Мф3})u_2(\text{Мф5})\cdot 12=$$

$$=P\text{ мм};\quad\text{формула настройки этой цепи }\frac{zu_2}{4}=P\text{ мм}.$$

Подставляя семь указанных ранее значений z и четыре значения u_2, можно получить 28 значений шагов резьбы в пределах от $P=\frac{26\cdot 1}{4\cdot 8}=$ $=0{,}8125$ до $P_{28}=\frac{48}{4}=12$ мм. Из 28 только 19 значений шагов совпадают с применяемыми метрическими резьбами.

Нарезание модульных резьб. Настройка механизма подач для нарезания модульных резьб производится так же, как для нарезания метрических, только блоки гитары **Б8** и **Б9** устанавливаются так, чтобы передача осуществлялась через колеса с передаточным отношением $u'_{\text{VIII}-\text{IX}}=\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}$, при этом получаемый шаг резьбы изменяется в число раз, равное $\left(\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}\right):\left(\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}\right)=\frac{64}{97}\cdot\frac{50}{42}=\frac{3200}{4074}=0{,}78552$. Поэтому получаемый шаг модульной резьбы $P'=0{,}78552\cdot\frac{zu_2}{4}$, а модуль $m=\frac{P'}{\pi}=\frac{0{,}78552}{3{,}14}\times$ $\times\frac{zu_2}{4}=\frac{1}{4}\cdot\frac{zu_2}{4}$.

Нарезание дюймовых резьб. Настройка механизма подач для нарезания этих резьб производится так же, как и на метрические, но при этом включается только муфта **Мф5**, а все остальные выключаются. В результате этого блок **Б10** зубчатых колес становится ведомым.

Уравнение баланса кинематической цепи в этом случае запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{60}{60}\cdot\left|\frac{\frac{42}{42}}{\frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}}\right|\cdot\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}\cdot\frac{35}{37}\cdot\frac{37}{35}\cdot\frac{28}{25}\cdot\frac{36}{z}\cdot\frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}u_2(\text{Мф5})\cdot 12=$$

$$=\frac{254\,016}{625}\cdot\frac{u_2}{z}=406{,}4\,\frac{u_2}{z}=P\text{ мм};\quad\text{формула настройки }\frac{16\cdot 25{,}4\cdot u_2}{z}=P\text{ мм}.$$

Дюймовые резьбы характеризуются не шагом, а числом ниток K на один дюйм длины резьбы. Число ниток находят из формулы

$$K=\frac{25{,}4}{P}=\frac{25{,}4}{16\cdot 25{,}4}\cdot\frac{z}{u_2}=\frac{z}{16u_2}.$$

Подставляя в формулу семь значений z и четыре значения u_2, получают 28 различных значений K, из которых 20 стандартных значений.

Нарезание питчевых резьб. При нарезании питчевых резьб пользуются такой же кинематической цепью, как и при нарезании дюймовых резьб, только на гитару вместо колес $\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}$ устанавливают сменные зубчатые колеса $\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}$. При этом полученный шаг резьбы изменяется в 0,78552 раза и равен $P=0{,}78552\cdot 16\cdot 25{,}4\frac{u_2}{z}$, а $K=\frac{z}{0{,}78552\cdot 16}$. Известно, что между питчем D_p и числом ниток K на один дюйм существует соотношение $D_p=K\pi$. Поэтому $D_p=K\pi=\frac{\pi z}{0{,}78552\cdot 16\,u_2}=\frac{4z}{16u_2}=\frac{z}{4u_2}$.

Нарезание резьбы с увеличенным шагом. Все кинематические цепи, написанные ранее, относились к резьбам с нормальным шагом.

Для получения увеличенного шага резьбы шестерня $z=46$ блока **Бб** вводится в зацепление с шестерней $z=45$ вала **III**. В этом случае передача от вала **VI** на вал **VII** осуществляется через валы **V, IV** и **III** со следующими передаточными отношениями:

а) при частоте вращения шпинделя в диапазоне $n=12{,}5\div 40$ об/мин $\left(u_{\text{перебора}}=\frac{1}{16}\right)$

$$u'_{\text{VI}-\text{VII}}=\frac{54}{27}\cdot\frac{88}{22}\cdot\frac{88}{22}\cdot\frac{45}{45}=32;$$

б) при частоте вращения шпинделя в диапазоне $n=50\div 160$ об/мин $\left(u_{\text{перебора}}=\frac{1}{4}\right)$

$$u_{\text{VI}-\text{VII}}=\frac{54}{27}\cdot\frac{88}{22}\cdot\frac{45}{45}\cdot\frac{45}{45}=8.$$

В результате получаемый шаг метрических и модульных резьб увеличивается в 8 или 32 раза, а число ниток на один дюйм и питч уменьшается в то же число раз.

При нарезании резьб с увеличенным шагом более высокой частотой вращения шпинделя чем 160 об/мин не пользуются.

Нарезание точных резьб. При нарезании этих резьб включаются муфты **Мф2, Мф4, Мф5**. В этом случае передача осуществляется от шпинделя через сменные шестерни гитары $u_{\text{VIII}-\text{IX}}=\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}$ на вал **IX** и далее напрямую на ходовой винт **XV**.

Уравнение баланса винторезной кинематической цепи в этом случае запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\cdot\frac{60}{60}\cdot\boxed{\frac{42}{42}\left|\frac{\frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}}{}\right.}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}\,(\text{Мф2})(\text{Мф4})(\text{Мф5})\cdot 12=P\text{ мм}.$$

Из уравнения получаем формулы для подбора чисел зубьев сменных колес гитары:

для метрической резьбы $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{P}{12}$;

для модульной резьбы $P=\pi m$ получаем $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{\pi m}{12}=\frac{11m}{42}$;

для дюймовой резьбы $P=\frac{25{,}4}{K}$ получаем $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{25{,}4}{12K}=\frac{127}{60K}$;

для питчевой резьбы $P=\frac{25{,}4\pi}{D_p}$ получаем $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{25{,}4\pi}{12D_p}=\frac{127\cdot 11\cdot}{30\cdot 7D_p}$.

Комплект сменных зубчатых колес, нужных для нарезания точных резьб, поставляется к станку 1К62 по особому заказу.

Кинематическая цепь ускоренного перемещения суппорта. Привод этой цепи осуществляется от электродвигателя **М2** со скоростью:

а) в продольном направлении

$$v_{пр}=1410\cdot\frac{85}{147}\cdot 0{,}985\cdot\frac{27}{20}\cdot\frac{20}{28}\cdot(Мф7)\cdot\frac{4}{20}\cdot\left|\frac{\frac{40}{37}}{\frac{40}{45}\cdot\frac{45}{37}}\right|\cdot(Мф8\text{ или }Мф9)\times$$

$$\times\frac{14}{66}\cdot\frac{\pi\cdot 10\cdot 3}{1000}=3{,}35\text{ м/мин};$$

б) в поперечном направлении

$$v_{поп}=1410\cdot\frac{85}{147}\cdot 0{,}985\cdot\frac{27}{20}\cdot\frac{20}{28}\cdot(Мф7)\cdot\frac{4}{20}\cdot\left|\frac{\frac{40}{37}}{\frac{40}{45}\cdot\frac{45}{37}}\right|\cdot(Мф10\text{ или }Мф11)\times$$

$$\times\frac{40}{61}\cdot\frac{61}{21}\cdot\frac{5}{1000}=1{,}6\text{ м/мин}.$$

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина станка **13** (см. рис. 1, **а**) опирается на левую **29** и правую **22** тумбы, с которыми она жестко скреплена. В левой тумбе помещен электродвигатель главного привода станка. В правой тумбе помещен насос, подающий охлаждающую жидкость по шлангу на режущий инструмент. Во внутреннюю полость тумбы жидкость стекает из корыта **27**. Наиболее точное положение подвижных узлов станка обеспечивается комбинированными направляющими станины — призматической **а** и плоской **б** (рис. 1, **б**).

Передняя бабка 2 закреплена болтами на левой стороне станины. Во внутренней части бабки помещены шпиндель **4** и коробка скоростей, сверху закрытая крышкой.

Через сквозное отверстие шпинделя **4** при необходимости можно пропускать обрабатываемый на станке пруток, а в коническое гнездо шпинделя устанавливать передний центр. На правом выступающем конце шпинделя имеются центрирующий поясок, буртик и резьба для точной центровки и крепления планшайбы с патроном **5**, в кулачки которого устанавливают обрабатываемые заготовки.

Суппорт 11 предназначен для перемещения закрепленных на нем режущих инструментов и состоит из следующих основных частей: каретки **6**, фартука **25**, поперечных салазок **7**, средней поворотной части **8**, верхних салазок **10** и четырехместного резцедержателя **9** для установки и закрепления режущих инструментов.

Каретка **6** перемещается в продольном направлении по призматической **а** и плоской **б** направляющим (рис. 1, **б**). Планки **1** и **2** каретки скользят по нижним направляющим **г** и **в**. Перемещение каретки вручную в продольном направлении осуществляется вращением маховика **26** (рис. 1, **а**).

Фартук **25** жестко закреплен на каретке **6**. В нем помещены механизмы, преобразующие вращательное движение ходового валика **24** и винта **23** в поступательное движение суппорта.

Для устранения люфта в винтовой передаче гайка винта состоит из двух частей, которые разводятся клином.

Средняя часть **8** вместе с имеющимися на ней направляющими верхних салазок **10**, которая может быть повернута относительно оси станка на угол и закреплена на поперечных салазках **7**, предназначена для обработки конических поверхностей изделий.

Верхние салазки **10** предназначены для перемещения резца вручную при вращении рукоятки **12**. Точный отсчет величины перемещения суппорта вручную производится по лимбам с ценой деления 0,05 мм.

Коробка подач 3 служит для передачи вращения ходовому валику **24** либо ходовому винту **23**. Коробка подач связана со шпинделем станка передачей, в которую входит и гитара сменных колес, расположенная под щитком **1**.

Задняя бабка 15 предназначена для поддержки задним центром обрабатываемых заготовок или для установки и перемещения осевых инструментов. Основные части задней бабки: плита **17**, корпус **16**, пиноль **14**, прижимная планка **1** (рис. 1, **в**).

Задняя бабка перемещается по призматической **а** и плоской **б** направляющим (рис. 1, **в**) станины станка. Перемещение производится либо вручную, либо с помощью суппорта — в случае соединения с ним задней бабки замком (рис. 1, **г**). Замок состоит из планки **2**, прикрепленной к поперечным салазкам **1**, суппорта и планки **4**, соединенной с плитой **3** задней бабки. Подводя суппорт к задней бабке и перемещая салазки **1** в поперечном направлении, заводят выступ планки **2** за выступ планки **4**. При этом задняя бабка соединяется с суппортом и вместе с ним будет перемещаться в продольном направлении от механизма подач.

Для того чтобы вершина заднего центра была точно расположена на оси станка, корпус **16** (рис. 1, **а**) перемещают в поперечном направлении относительно плиты **17**. Для обработки конических поверхностей деталей задний центр смещают винтом **19** от оси станка в направлении «на себя» или «от себя». Пиноль **14** имеет коническое отверстие для установки заднего центра или осевых инструментов.

Электрооборудование станка расположено в шкафу **20**. На передней стенке шкафа помещена панель **18** с амперметром, указывающим ток главного электродвигателя станка, и переключателями, включающими станок в электрическую сеть, освещение станка и электродвигатель насоса, подающего охлаждающую жидкость.

Под крышкой **21** расположен электродвигатель ускоренного перемещения суппорта.

ТОКАРНО-ЗАТЫЛОВОЧНЫЕ СТАНКИ

Токарно-затыловочные станки применяются для затылования зубьев фрез и других инструментов по спирали Архимеда (рис. 4, **а**), чтобы при многократных переточках передней грани зубьев не изменялись их профиль и углы резания (в частности, задний угол α).

Спираль Архимеда характеризуется величиной h — подъема спирали на участке каждого зуба фрезы. Для построения спирали Архимеда дугу **а**—$\mathbf{а}_6$, в пределах которой расположен зуб фрезы, и величину подъема спирали h делят на равное количество частей (см. рис. 4, **а**).

Кривая, проведенная через точки пересечения **а**, $\mathbf{б}_1$, ..., $\mathbf{б}_5$, $\mathbf{в}_6$, является спиралью Архимеда.

Из построения спирали Архимеда можно определить необходимую согласованность движений в токарно-затыловочном станке. При повороте зуба фрезы по стрелке A на угол, соответствующий дуге **а**—$\mathbf{а}_1$, суппорт с резцом должен переместиться в поперечном направлении на величину $\mathbf{а}_1$—$\mathbf{б}_1$ и т. д. После затылования всего зуба суппорт быстро отходит назад. Затем цикл повторяется и происходит затылование второго зуба и т. д.

ТОКАРНО-ЗАТЫЛОВОЧНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1811

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для затылования одно- и многозаходных левых и правых червячных модульных фрез, а также гребенчатых, дисковых и фасонных фрез и инструментов с прямыми, косыми и торцовыми затылуемыми зубьями.

Станок может работать по полуавтоматическому циклу и при управлении вручную.

Механизм, сообщающий суппорту затыловочные движения в упрощенном виде, представлен на рис. 4, **б**.

Затыловочные движения суппорта создаются вращающимся в направлении стрелки **Г** кулачком **5** с профилем **г, д, е**, выполненным по спирали Архимеда с высотой подъема h. Палец **4**, закрепленный на салазках **3**, скользит по профилю кулачка и перемещает в направлении стрелки **Б** салазки **3** и суппорт с резцом **1**, при этом происходит затылование зуба фрезы **2** по профилю **а—$б_5$** (см. рис. 4, **а**), салазки **3** (см. рис. 4, **б**) и суппорт по окончании обработки зуба под действием пружины **8** перемещаются в направлении стрелки **В**, резец **1** отводится назад.

Так как на окружности фрезы расположены z затылуемых зубьев, то за один оборот фрезы суппорт должен совершать z затыловочных движений, а кулачок **5** z оборотов. После каждого оборота фрезы резцу сообщают поперечную подачу на врезание.

На станке модели 1811 можно устанавливать тринадцать сменных кулачков **5** с шагом спирали Архимеда h в пределах от 1,5 до 9 мм.

Дисковые фрезы обычно затылуются фасонными резцами, которым за каждый оборот фрезы сообщается поперечная подача. Цилиндрические фрезы затылуются последовательно по всей длине при продольном перемещении суппорта.

Для шлифования затылованных поверхностей закаленных инструментов пользуются специальным шлифовальным приспособлением, устанавливаемым на суппорт.

Станок имеет удобное делительное устройство для затылования многозаходных червячных фрез и дополнительное устройство для точного перемещения суппорта на шаг кольцевых канавок гребенчатой фрезы с фиксацией каждого положения.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 4, **в**.

Основные узлы станка: передняя бабка **2**, коробка подач **3**, суппорт **5**, станина **6**, задняя бабка **7**, шкаф **8** с электрооборудованием, панель управления **9**, штанга управления **10**.

Станина 6 для обеспечения высокой точности станка имеет жесткую форму коробчатого сечения.

Передняя бабка 2 имеет 12-ступенчатую коробку скоростей, к торцовой поверхности которой прикреплен двухскоростной фланцевый электродвигатель **1**, приводящий в действие станок. На передней стенке расположена кнопочная станция **4**.

Коробка подач 3 служит для передачи вращения ходовому валику станка.

Затылование дисковых и цилиндрических фрез с прямыми канавками. В этом случае используются три кинематические цепи станка: цепь главного движения, цепь деления и цепь поперечной подачи. При затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками вместо цепи поперечной подачи включается цепь продольной подачи.

Кинематическая цепь привода главного движения. Привод данной цепи осуществляется от двухскоростного электродвигателя **М1**.

Уравнение баланса кинематической цепи главного движения запишется так:

$$n_{эл}\cdot\frac{20}{61}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{22}{46}\\ \frac{28}{40}\\ \frac{34}{34}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{24}{68}\\ \frac{46}{46}\end{matrix}\right|\cdot\frac{45}{54}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{20}{80}\\ \frac{50}{50}\end{matrix}\right|\cdot\frac{24}{96}=n_{шп}\ \text{об/мин}.$$

При $n_{эл}=940$ об/мин имеем правое вращение шпинделя в диапазоне частот $n_{шп}=2{,}7\div64$ об/мин, а при $n_{эл}=2800$ об/мин — левое вращение в диапазоне частот $n'_{шп}=8\div200$ об/мин.

Кинематическая цепь деления обеспечивает за каждый оборот шпинделя z оборотов кулачка **2**, который сообщает возвратно-поступательное движение суппорту с резцом. Величина z равна числу зубьев затылуемой фрезы.

Вращение кулачку **2** (рис. 5, **а**) передается от шпинделя **VII** на вал **V** через зубчатые колеса перебора с передаточным отношением $u_{пер}$, далее на вал **X** через зубчатые колеса $\frac{40}{40}$ и на вал **XI** через сменные зубчатые колеса $\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}$ гитары деления. От водила **1** дифференциала движение передается на левый полый вал **XII** дифференциала с передаточным отношением $u_д=2$, зубчатые колеса $\frac{75}{100}$, муфту **Мф6**, конические колеса $\frac{19}{19}$, на вал **XV** и кулачок **2**.

Уравнение баланса кинематической цепи деления запишется так:

$$1\ \text{об. шп.}\ \frac{1}{u_{пер}}\cdot\frac{40}{40}(\text{Мф1})\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}\cdot2\cdot\frac{75}{100}(\text{Мф6})\frac{19}{19}=z\ \text{оборотов кулачка.}$$

Из уравнения получаем формулу настройки этой цепи: $\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}=\frac{z}{1{,}5}u_{пер}$. Подставляя передаточное отношение перебора, получаем формулы для подбора сменных зубчатых колес гитары деления:

при включении перебора $\frac{20}{80}\cdot\frac{24}{96}=\frac{1}{16}$; $\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}=\frac{z}{24}$;

при включении перебора $\frac{50}{50}\cdot\frac{24}{96}=\frac{1}{4}$; $\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}=\frac{z}{6}$.

В комплект сменных колес для гитары деления входят шестерни с числами зубьев: 24, 28, 30, 32, 36, 40, 44, 48, 50, 52, 56, 60 и 72.

Кинематическая цепь продольной подачи суппорта. Продольная подача суппорта осуществляется ходовым валиком **XX** от шпинделя **VII** при выключенной гайке **13** ходового винта **XVI** и включенной муфте **Мф5**.

Уравнение баланса кинематической цепи продольной подачи суппорта запишется так:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{26}{34} \cdot \frac{44}{58} \cdot \left|\begin{matrix}\frac{27}{54}\\ \hline \frac{36}{45}\\ \hline \frac{45}{36}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{27}{54}\cdot\frac{27}{54}\\ \hline (\text{Мф4})\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{25}{28}\cdot\frac{28}{28}\cdot\frac{28}{28}\cdot\frac{28}{25}\\ \hline \frac{25}{28}\cdot\frac{28}{28}\cdot\frac{28}{25}\end{matrix}\right| \cdot \frac{1}{30}(\text{Мф5})\frac{20}{55}\times$$

$$\times\pi\cdot 12\cdot 3 = s \text{ мм/об.}$$

На станке можно установить любую из следующих шести подач: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,64 и 1 мм/об.

Кинематическая цепь поперечной подачи суппорта. Автоматическая поперечная подача салазок 4 суппорта с резцом на заданную глубину резания осуществляется храповым механизмом, установленным на ходовом винте **12**.

При обработке дисковых фрез с автоматической поперечной подачей механизм приводится в действие от кулачка, установленного на шпинделе. В конце каждого оборота шпинделя кулачок через путевой переключатель включает электромагнит гидропанели, который передвигает золотник. Масло под давлением поступает в полость цилиндра **6**. При этом поршень **7** передвигает вправо зубчатую рейку **9**, поворачивая колесо $z=76$ зубьев с собачкой **11**. Собачка **11** вращает храповое колесо $z=40$ и винт **12**, который перемещает гайку и поперечные салазки **4** по направляющим поворотной части **5** суппорта (рис. 5, **б**).

При отключении электромагнита золотник соединяет полость цилиндра **6** со сливом и поршень **7** под действием пружины **8** возвращается в исходное (левое) положение.

Перемещение суппорта вручную производится рукояткой, надетой на квадратный хвостовик **10** при отключении собачки **11** от храпового колеса.

Затылование червячных фрез и метчиков. В этом случае используются пять кинематических цепей: цепь главного движения, цепь деления, цепь винторезного движения, цепь поперечной подачи суппорта и цепь дополнительного вращения кулачка. Первые две цепи такие же, как при затылковании зубьев дисковых фрез, поэтому здесь не рассматриваются.

Кинематическая цепь винторезного движения. Данная цепь необходима для того, чтобы при вращении шпинделя и обрабатываемого изделия резец с суппортом перемещался в соответствии с винтовой линией, по которой расположены затылуемые зубья фрезы (рис. 5, **в**).

При настройке этой цепи необходимо включить гайку **13** ходового винта **XVI** и установить сменные зубчатые колеса $\frac{a_2}{b_2}\cdot\frac{c_2}{d_2}$ с таким передаточным отношением, чтобы за каждый оборот шпинделя суппорт перемещался бы на шаг P винтовой линии затылуемой фрезы.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

а) при нормальном шаге метрической резьбы

$$1 \text{ об. шп.} \frac{54}{54}\cdot\frac{24}{24}\cdot\frac{24}{24}\cdot\frac{a_2}{b_2}\cdot\frac{c_2}{d_2}\cdot 12 = P \text{ мм.}$$

Из уравнения находим формулу настройки этой цепи:

$$\frac{a_2}{b_2}\cdot\frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{12};$$

б) при шаге резьбы, увеличенном в 4 раза:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{96}{24} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{54}{54} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot 12 = P, \text{ откуда } \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{48};$$

в) при шаге резьбы, увеличенном в 16 раз:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{96}{24} \cdot \frac{80}{20} \cdot \frac{54}{54} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot 12 = P, \text{ откуда } \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{192}.$$

Для модульной резьбы в полученные формулы настройки подставляют вместо P значения $\pi \cdot m$, для дюймовой резьбы вместо P значение $\frac{25{,}4}{K}$ (K — число ниток на один дюйм резьбы) и при затылковании червячных колес с питчевым шагом вместо P значение $\frac{25{,}4\,\pi}{D_p}$ (D_p — питч).

Кинематическая цепь дополнительного вращения кулачка через гитару дифференциала. При затылковании зубьев червячной фрезы, заточка передних режущих граней зубьев которой производится не по образующей, а по винтовой линии с шагом **T** (см. рис. 5, **в**), необходимо производить дополнительный поворот кулачка **2** в цепи деления. Перемещение суппорта с резцом на величину **T** мм происходит за $\frac{T}{P}$ оборотов винта XVI, где $P = 12$ мм. Дополнительное вращение кулачка **2** осуществляется от винта **XVI** через дифференциал.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$\frac{T}{21}(\text{Мф3}) \frac{48}{36} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{a_3}{b_3} \cdot \frac{c_3}{d_3} \cdot \frac{3}{19} \cdot 1 \cdot \frac{75}{100} \cdot \frac{19}{19} = z_д \text{ дополнительных оборотов кулачка.}$$

Отсюда получаем формулу настройки гитары дифференциала

$$\frac{a_3}{b_3} \cdot \frac{c_3}{d_3} = 76 \frac{z}{T}.$$

Угол β наклона винтовой линии, по которой расположены зубья фрезы, можно найти по формуле $\sin \beta = \frac{m}{d}$, где m — нормальный модуль фрезы; d — диаметр начальной окружности фрезы.

Пользуясь найденным значением β, можно найти шаг спирали заточки передних режущих граней зубьев фрезы, перпендикулярных к виткам нарезки $T = \frac{\pi d}{\operatorname{tg} \beta}$.

На станке имеется комплект зубчатых колес для гитары дифференциала с числами зубьев: 20, 21, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 36, 38, 40, 45, 48, 50, 60, 63, 64, 65, 66, 76, 78, 80, 84, 90, 100, 105 и 112.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Суппорт станка (рис. 4, **б**) состоит из следующих основных узлов: каретки **7**, поворотной плиты **6**, затыловочных салазок **3**, поворотной части **10**, поперечных салазок **11**, продольных салазок **13** и резцедержателя **14**.

Каретка 7 предназначена для перемещения суппорта в продольном направлении от ходового валика **XX** (рис. 4, **а**) или ходового винта **XVI**. **Поворотная плита 6** (рис. 4, **б**) имеет направляющие, по которым перемещаются **затыловочные салазки 3**. Плита может устанавливаться на каретке под нужным для затылования зубьев углом. **Затыловочные салазки 3** обеспечивают возвратно-поступательное перемещение верхней части суппорта и резца от кулачка **5**.

Палец 4 поджимается к кулачку **5** пружиной **8**. Винтом **9** производят отвод пальца **4** от кулачка **5** при замене последнего. Во время ра-

16068

БИБЛИОТЕКА

боты станка головка винта **9** должна находиться в отведенном от салазок **3** положении.

Поворотная часть **10** осуществляет поворот верхней части суппорта в положение, обеспечивающее нужное направление поперечной подачи салазок **11**. Поперечные салазки **11** предназначены для автоматической поперечной подачи резца после каждого прохода. Продольные салазки **13** предназначены для продольного перемещения резца вручную вращением винта **12**.

Муфта привода кулачка (Мф6) (см. рис. 5, **а**) состоит из двух полумуфт — однозубой полумуфты **1** (рис. 6, **а**) и полумуфты отскока. **2**.

Для правильной работы станка муфта **Мф6** должна обеспечить вращение кулачка **5** (см. рис. 4, **б**) только в направлении стрелки **Г** и автоматическое выключение затыловочных движений резца **1** во время обратного хода каретки в отведенном от фрезы **2** положении.

Затылование зубьев фрезы происходит при вращении электродвигателя **М1** (см. рис. 5, **а**) с частотой 940 об/мин. При этом вал **XIII** вращает по часовой стрелке однозубую полумуфту **1** (рис. 6, **а**).

Выступ полумуфты **1** нажимает на собачку **3**, вращая ее, ось **4** и полумуфту отскока **2** в том же направлении. Полумуфта отскока **2** с помощью вала **XIV** (см. рис. 5, **а**) и конических колес $\frac{19}{19}$ вращает вал **XV** и кулачок **2**.

После каждого прохода резца по затылуемой поверхности червячной фрезы должен происходить обратный ход каретки суппорта в исходное положение. Для этого включается обратное вращение электродвигателя **М1** (см. рис. 5, **а**) и всех валов станка.

Поэтому и вал **XIII** вращает однозубую полумуфту **1** (рис. 6, **а**) против часовой стрелки. Зуб **а** полумуфты **1** отходит от собачки **3**, а собачка **5** вращает полумуфту отскока **2** против часовой стрелки только до положения, при котором рычаг **6** дойдет до неподвижного упора **7**.

Упор **7** останавливает рычаг **6**, полумуфту отскока **2** и кулачок **5** (см. рис. 4, **б**) в положении, при котором палец **4** находится во впадине кулачка **5**, а резец **1** отведен от фрезы **2**. В то время, когда упор **7** (рис. 6, **а**) удерживает полумуфту **2** от вращения, выступ собачки **5** проскальзывает мимо впадины **б** вращающейся полумуфты **1**.

Для осуществления следующего прохода включается рабочее направление вращения электродвигателя **М1** и всех валов станка. Однозубая муфта **1** вращается опять по часовой стрелке. Полумуфта отскока **2** неподвижна до момента, пока зуб **а** дойдет до собачки **3**, после чего обе полумуфты вращаются вместе.

Так как на полумуфте **1** имеется только один зуб, а на полумуфте **2** одна собачка **3**, то при включении обеспечивается всегда одинаковое взаимное положение полумуфт **1** и **2**, а также валов **XIII** и **XIV** (см. рис. 5, **а**). Поэтому при включении каждого следующего рабочего хода каретки резец занимает правильное положение относительно зубьев затылуемой фрезы.

Схема работы станка в полуавтоматическом цикле. При обработке червячных фрез на станке модели 1811 вручную производится только установка и снятие фрез, а весь цикл обработки осуществляется автоматически с чередованием движений, показанных на циклограмме (рис. 6, **б**):

1—2 — продольная подача суппорта от ходового винта, во время которой происходит затылование зубьев червячной фрезы по всей ее длине;

2—3 — отвод резца от детали. В конце рабочего хода вилка **16** фартука нажимает на упор **15** (или **17**) штанги **18**, отводя упор **10** от ролика **11** переключателя **9** (или упор **13** от ролика **12** переключателя

14). При этом выключается вращение главного электродвигателя и включается гидравлическое устройство предварительного вывода резца из витка путем опускания гидроцилиндром **3** (см. рис. 5, **а**) кулачка **2**;

3—4 — основной отвод инструмента от детали за счет точного останова кулачка **5** выключением муфты **Мф6** в тот момент, когда палец **4** находится во впадине кулачка **5** (см. рис. 4, **б**);

4—5 — ускоренный обратный холостой ход каретки суппорта. При отведенных салазках и резце ходовой винт **XVI** (рис. 5, **а**) сообщает суппорту быстрый обратный ход до положения, при котором вилка **16** (рис. 6, **б**) нажмет на упор **17** (или **15**) и переключит штангу управления **18**;

5—6 — подвод резца за счет осевого перемещения вверх кулачка **2** (см. рис. 5, **а**).

При переключении штанги управления **18** она реверсирует направление вращения электродвигателя **М1** (см. рис. 5, **а**) и включает гидроцилиндр **3**, который поднимает кулачок **2** в верхнее положение;

6—7 — автоматическая подача резца на врезание перед началом каждого следующего прохода резца производится при помощи поршня **7** (см. рис. 5, **а**) гидроцилиндра **6**. Для этого перед затылованием червячных фрез выключается управление гидропанелью от кулачка шпинделя и включается гидравлическая подача, происходящая в конце каждого хода суппорта вправо;

7—8 — подвод инструмента за счет вращения кулачка **2** (см. рис. 5, **а**) происходит при включении муфты **Мф6**.

После этого каждый раз автоматический цикл движений повторяется, но при каждом следующем проходе резец снимает с затылка зубьев новый слой металла.

Поперечные подачи на врезание осуществляются до упора, ограничивающего глубину врезания. Положение этого упора устанавливается специальным винтом.

Для обработки левых фрез движения совершаются аналогично, но в обратном направлении.

При затылковании червячных фрез в небольшом количестве можно не настраивать станок на полуавтоматический цикл работы, а управлять им вручную. В этом случае перемещение штанги управления **18** (см. рис. 6, **б**) в правое и в левое положения в указанной выше последовательности производится поворотом рукоятки **11** (см. рис. 4, **в**) вправо и влево.

Приспособление для затылования гребенчатых фрез устанавливается на гитару **2** ходового винта станка так, как это указано на рис. 6, **в**.

Перевод резца на следующее затылуемое кольцо осуществляется поворотом вручную квадратной головкой **1** зубчатого колеса a_4 на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ 1 или n оборотов. Поворот зубчатого колеса a_4 на каждые $\frac{1}{4}$ оборота фиксируется собачкой **3**, заскакивающей в пазы лимба **4**.

Сменные зубчатые колеса $\frac{a_4}{b_4} \cdot \frac{c_4}{d_4}$ выбираются по следующим формулам при числе оборотов лимба **4**:

$\frac{1}{4}$ оборота $\frac{a_4}{b_4} \cdot \frac{c_4}{d_4} = \frac{h}{3}$;

$\frac{1}{2}$ оборота $\frac{a_4}{b_4} \cdot \frac{c_4}{d_4} = \frac{h}{6}$;

1 оборот $\frac{a_4}{b_4} \cdot \frac{c_4}{d_4} = \frac{h}{12}$;

n оборотов $\frac{a_4}{b_4} \cdot \frac{c_4}{d_4} = \frac{h}{12n}$,

где h — шаг, мм, между затылуемыми кольцами гребенчатой фрезы.

ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНЫЕ СТАНКИ

Станки применяются в условиях единичного производства для токарной обработки крупногабаритных деталей класса втулок и дисков большого диаметра, но относительно небольшой высоты.

Карусельные станки отличаются от других станков токарной группы более удобным для установки и обработки тяжелых деталей горизонтальным расположением поверхности планшайбы.

Для обработки деталей относительно небольшого диаметра (до 1600 мм) применяются одностоечные, а для деталей большего наружного диаметра — двухстоечные станки.

ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1531М

Назначение станка и общее устройство

Одностоечный станок модели 1531М предназначен для токарной обработки изделий диаметром до 1250 мм, высотой до 1000 мм и массой до 3200 кг.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 7, **а**.

Основные узлы станка: станина **1**, планшайба **2**, поперечина **15**, вертикальный суппорт **16**, боковой суппорт **12**, коробка скоростей **13**, две коробки подач **23** и **30** соответственно вертикального и бокового суппортов, гидропривод **14**.

Кинематическая схема станка

Движения в станке: основные — главное движение — вращение планшайбы; горизонтальные и вертикальные подачи суппортов; вспомогательные — быстрые перемещения каждого из суппортов в любом из четырех направлений подач, перемещение суппортов вручную, быстрый подъем либо опускание поперечины, поворот салазок вертикального суппорта, поворот револьверной головки и резцедержателя вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения обеспечивает передачу вращения от электродвигателя **М1** на планшайбу **10** (рис. 8, **а**) станка.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1450\cdot\frac{200}{286}\cdot 0{,}985\ (\text{Мф1})\frac{64}{64}\cdot\left[\begin{matrix}\frac{18}{36}\\ \frac{24}{30}\\ \frac{30}{24}\end{matrix}\right]\cdot\left[\begin{matrix}\frac{24}{30}\\ \frac{27}{27}\end{matrix}\right]\cdot\left[\begin{matrix}\frac{24}{96}\cdot\frac{19}{76}\\ \frac{24}{96}\cdot\frac{48}{48}\\ (\text{Мф3})\end{matrix}\right]\cdot\frac{19}{19}\cdot\frac{27}{105}=n_{\text{пл}}\ \text{об/мин}.$$

Муфта **Мф1** служит для включения и выключения вращения планшайбы, муфта **Мф2** — для ее торможения, муфта **Мф3** включает передачу напрямую с вала **IV** на вал **VI**, что является третьей ступенью перебора.

На станке может быть настроено 18 частот вращения планшайбы в диапазоне $n_{\text{пл}}=6{,}5\div 315$ об/мин.

Кинематическая цепь горизонтальной подачи вертикального суппорта. Подача суппорта происходит при включении электромагнитной муфты **Мф8** или **Мф9** (рис. 8, **б**).

Цепь подачи идет от зубчатого венца планшайбы $z=105$ (рис. 8, **а**) через зубчатые колеса с числами зубьев 27, 19, 19, 52, 56, 22, 22, 54, 36, 36, 40, 16 и 28 на вертикальный вал **XII**, который через две пары конических колес $\frac{28}{36}$ передает вращение валам **XIII** одинаковых коробок подач **6** и **8** соответственно вертикального и бокового суппортов. С вала **XIII** вращение передается на валы **XXII** и **XXI** (рис. 8, **б**). При включении муфт **Мф6** или **Мф8** эти валы соответственно получают правое вращение, а при включении муфт **Мф7** или **Мф9** — левое.

Обгонная муфта **Мф5** помещена для того, чтобы можно было производить ускоренное перемещение суппортов от электродвигателя **М2**, не выключая механизма подач.

При включении муфты **Мф8** или **Мф9** вал **XXII** через колеса $\frac{17}{17}$ (рис. 8, **а**) вращает винт **XXVI**, который перемещает каретку **11** вертикального суппорта.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1\text{ об. пл.}\cdot\frac{105}{27}\cdot\frac{19}{19}\cdot\frac{52}{56}\cdot\frac{22}{22}\cdot\frac{54}{36}\cdot\frac{36}{36}\cdot\frac{36}{40}\cdot\frac{16}{28}\cdot\frac{28}{36}\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{25}{35}\\ \hline \frac{30}{30}\\ \hline \frac{35}{25}\end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{20}{40}\\ \hline \frac{35}{25}\end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{20}{40}\cdot\frac{30}{60}\cdot\frac{22}{62}\cdot\frac{22}{62}\\ \hline \frac{20}{40}\cdot\frac{30}{60}\cdot(\text{Мф4})\\ \hline \frac{40}{20}\cdot\frac{45}{45}\end{array}\right|\times$$

$$\times\frac{32}{52}(\text{Мф5})\cdot\frac{26}{51}\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{51}{51}\cdot(\text{Мф8})\\ \hline \frac{41}{41}\cdot\frac{41}{41}\cdot(\text{Мф9})\end{array}\right|\cdot\frac{17}{17}\cdot 6=s_r\text{ мм/об.}$$

На станке может быть настроено 18 горизонтальных подач суппорта в диапазоне $s_r=0{,}045\div 16$ мм/об.

Так как кинематическая цепь от планшайбы до валов **XXI** и **XXII** одинакова для всех видов подач суппортов, то кинематические цепи остальных подач будут рассматриваться от зубчатых колес $z=41$ и $z=51$, установленных на валах **XXI** и **XXII** и включаемых муфтами **Мф6**, **Мф7**; **Мф8** и **Мф9**.

Кинематическая цепь горизонтальной подачи бокового суппорта. При включении муфты **Мф6** или **Мф7** (рис. 8, **б**) вал **XXI** коробки подач **8** бокового суппорта вращает вал **XXX** (рис. 8, **а**), который через колеса $\frac{27}{41}\cdot\frac{41}{41}\cdot\frac{41}{27}$ вращает гайку, перемещая винт **XXIV** и ползун **7** суппорта в горизонтальном направлении.

Кинематическая цепь вертикальной подачи бокового суппорта. Подача суппорта включается муфтой **Мф8** или **Мф9** (рис. 8, **б**). При этом вал **XXII** в коробке подач **8** бокового суппорта получает правое или левое направление вращения и через колеса $\frac{18}{18}$ (рис. 8, **а**) и червячную передачу $\frac{1}{36}$ вращает реечную шестерню $z=14$ с модулем $m=5$ мм.

Шестерня перемещается вверх или вниз по зубчатой рейке, закрепленной на стойке станка, поднимая или опуская каретку **9** бокового суппорта. За каждый оборот вала **XXII** каретка перемещается на величину $1\cdot\frac{18}{18}\cdot\frac{1}{36}\cdot\pi\cdot 14\cdot 5=6$ мм.

Кинематическая цепь вертикальной подачи вертикального суппорта. Подача суппорта включается муфтой **Мф6** или **Мф7**. При этом вал **XXI** коробки подач **6** вертикального суппорта получает правое или левое направление вращения и через зубчатые колеса $\frac{17}{17}$; $\frac{26}{26}$ и $\frac{32}{32}$ вращает

гайку, находящуюся внутри колеса $z=32$, вследствие чего винт **XXVIII** сообщает ползуну **4** суппорта вертикальную подачу вверх или вниз.

Из кинематической схемы видно, что за каждый оборот вала **XXII** (или **XXI**) каждый из суппортов перемещается на 6 мм. Поэтому скорости перемещений суппортов во всех четырех направлениях равны и подачи каждого из них имеют восемнадцать ступеней скоростей, изменяющихся в пределах от $s_1=0{,}045$ до $s_{18}=16$ мм/об.

Кинематические цепи ускоренного перемещения суппортов. Ускоренное перемещение суппортов производится от электродвигателя **М2** (см. рис. 8, **б**) при включении одной из муфт **Мф6**, **Мф7**, **Мф8**, **Мф9** для перемещения суппорта в нужном направлении.

При быстрых перемещениях кнопки, включающие движение, имеют толчковое действие. Поэтому при прекращении давления на кнопку быстрое движение суппорта сразу выключается.

При включении электродвигателя **М2** и одной из указанных электромагнитных муфт вал **XXII** или **XXI** получает правое вращение с частотой $n=1260\cdot\frac{14}{30}\cdot\frac{32}{51}=369$ об/мин или левое вращение с той же частотой $n=1260\cdot\frac{14}{30}\cdot\frac{32}{51}\cdot\frac{51}{51}\cdot\frac{41}{41}\cdot\frac{41}{41}=369$ об/мин.

За каждый оборот вала **XXII** или **XXI** суппорты перемещаются на 6 мм, поэтому скорость быстрого перемещения каждого из суппортов в любом из четырех направлений равна $v=369\cdot\frac{6}{1000}=2{,}22$ м/мин.

Кинематическая цепь подъема и опускания поперечины. Подъем и опускание поперечины **3** производится от электродвигателя **М3** (см. рис. 8, **а**) со скоростью $v=850\cdot\frac{2}{34}\cdot\frac{8}{1000}=0{,}4$ м/мин.

Кинематические цепи поворота салазок вертикального суппорта и револьверной головки. Поворот салазок вертикального суппорта производится вращением вручную квадратного хвостовика **5** (рис. 8, а). За каждый его оборот салазки суппорта поворачиваются через вал **XXIX** и червячную передачу на 1 об.$\cdot\frac{1}{360}=\frac{1}{360}$ оборота$=1°$.

Поворот револьверной головки **2** (рис. 8, **а**) производится рукояткой **1** через зубчатые колеса $\frac{16}{20}\cdot\frac{13}{13}\cdot\frac{13}{52}$. За один оборот рукоятки головка поворачивается на $\frac{1}{5}$ оборота.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка (рис. 7)

Станина станка состоит из жестко соединенных между собой основания **1** и стойки **8**. Во внутренней части основания **1** расположены подшипники шпинделя планшайбы и ее кольцевые направляющие. Стойка **8** имеет вертикальные направляющие для перемещения поперечины **15** и каретки **4** бокового суппорта **12**. Во внутренней полости стойки под дверцей **11** помещен шкаф с электрооборудованием станка.

Планшайба 2 с четырьмя закрепленными в ее Т-образных пазах кулачками предназначена для установки, крепления и вращения обрабатываемых изделий. Для зажима изделия каждый из кулачков перемещается отдельным винтом с квадратным хвостовиком.

Поперечина 15 служит для установки вертикального суппорта **16** на высоте, удобной для обработки изделий. Подъем или опускание поперечины производится механизмом, помещенным в коробке **7**.

Вертикальный суппорт 16 предназначен для перемещения установленных на нем инструментов, обрабатывающих внутренние и верхние

поверхности изделий. Он состоит из каретки **17**, поворотных салазок **18**, ползуна **19** и револьверной головки **34**.

Каретка **17** может двигаться по направляющим поперечины **15** для перемещения суппорта в горизонтальном направлении. Если горизонтальным перемещением каретки не пользуются, то для более жесткого положения она закрепляется на направляющих поперечины. Перемещение каретки вручную производится с помощью квадратного хвостовика **26**.

Поворотные салазки **18** расположены на каретке **17** и имеют направляющие для движения ползуна **19**. С помощью квадратного хвостовика **21** можно повернуть и установить салазки под углом, необходимым для обработки конических поверхностей заготовок.

Ползун **19** предназначен для перемещения в вертикальном направлении установленной на него револьверной головки **34**. Если вертикальным перемещением ползуна не пользуются, то он закрепляется на направляющих салазок **18**. Масса ползуна уравновешена грузом **20**. Перемещение ползуна вручную производится с помощью квадратного хвостовика **24**.

Револьверная головка **34** имеет пять гнезд, предназначенных для установки и крепления державок с инструментом. Отжим, поворот на $\frac{1}{5}$ оборота и зажим револьверной головки на ползуне **19** производится рукояткой **5**.

Боковой суппорт 12 предназначен для перемещения в вертикальном или горизонтальном направлениях резцов, установленных в резцовую головку **32** для обработки боковых поверхностей изделий. Суппорт состоит из каретки **4**, ползуна **3** и резцовой головки **32**.

Каретка **4** может перемещаться от механизма подач или быстрых установочных движений по вертикальным направляющим стойки **8**. Каретка уравновешена грузом, соединенным с ней тросом **10** и расположенным внутри стойки **8**.

Точное перемещение каретки в вертикальном направлении производится вручную вращением маховика **31**, имеющего лимб с ценой делений 0,05 мм.

Если вертикальным перемещением каретки не пользуются, то ее закрепляют на направляющих стойки **8**.

Ползун **3** перемещается по горизонтальным направляющим каретки **4**. Установка резца в заданное положение вручную производится перемещением ползуна **3** при вращении маховика **29** с лимбом с ценой делений 0,05 мм.

Если горизонтальным перемещением ползуна не пользуются, то он закрепляется на направляющих каретки.

Резцовая головка **32** имеет четыре паза для крепления резцов. Для установки следующего резца в рабочее положение головка поворачивается вручную, а ее зажим или отжим производится поворотом рукоятки **33**.

Коробка скоростей 13 служит для размещения в ней привода главного движения станка.

Коробка подач. Станок имеет две одинаковые коробки подач **23** и **30** соответственно вертикального и бокового суппортов. На каждой из коробок помещены две рукоятки. Рукоятка с диском **22** предназначена для установки нужной величины подачи, а рукоятка **25** — для включения установленной подачи.

Гидропривод 14 предназначен для переключения скоростей в приводе главного движения, а также для разжима зажимных рычагов поперечины перед ее подъемом или опусканием и зажима их, после установки поперечины в нужное положение.

Устройство для автоматического выключения подачи ползунов бокового и вертикального суппортов в конце хода. Для выключения подачи ползунов **4** и **19** (рис. 7, **а**) в конце хода, когда поверхность изделия обработана на заданную длину, на ползунах помещены валики **6** и **27**. Валик **27** изображен на рис. 7, **б** в увеличенном масштабе.

При движении ползуна **1** (рис. 7, **б**) вместе с ним перемещается валик **5**. На нем имеются четыре паза **б** (по числу позиций, в которые можно повернуть резцедержатель **12**). В пазах **б** с помощью планок **13** и винтов **8** закрепляются кулачки **6**.

При наладке станка каждый из кулачков **6** передвигается вдоль паза в положение, при котором при повороте валиком **5** кулачка **6** в положение **а** его винт **7** выключал бы подачу в конце хода ползуна.

Перед выполнением каждого перехода валик **5** поворачивается маховичком **10** в положение, при котором кулачок, настроенный на выключение подачи ползуна **1**, при выполнении этого перехода расположился бы с задней стороны валика, т. е. занимал бы положение **а**. После этого включают подачу ползуна влево.

В тот момент, когда резец обрабатывает торцовую поверхность изделия на нужную длину, винт **7** кулачка **6**, находящегося в положении **а**, нажимает на упор **11**. При этом валик **5** сдвигается относительно ползуна вправо и переключателем **9** выключает подачу ползуна **1**.

На каретке **2** закреплена линейка **3** с делениями от 0 до 630 мм, по которой указатель **4** показывает перемещение ползуна от крайнего правого положения.

Валик **6** (рис. 7, **а**), предназначенный для автоматического отключения в конце хода вертикальных подач ползуна **19**, устроен и действует аналогично валику **27**, но валик **6** имеет не четыре, а пять пазов для крепления пяти кулачков (по количеству позиций револьверной головки).

Управление станком производится с кнопочной станции **28**.

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ СТАНКИ

Применяются в серийном производстве для токарной обработки деталей из прутков или из штучных заготовок.

Токарно-револьверные станки по сравнению с универсальными токарно-винторезными станками имеют следующие характерные особенности:

1. У токарно-револьверных станков отсутствуют ходовой винт и задняя бабка, и на месте последней находится суппорт с револьверной головкой, в гнездах которой устанавливается режущий инструмент, предназначенный для последовательной обработки деталей. При установке специальных державок в одном гнезде можно закреплять несколько режущих инструментов для одновременной обработки детали.

2. При наладке положение каждого из инструментов регулируется так, чтобы размеры обработанной им поверхности деталей соответствовали указанным в чертеже.

3. У станков имеются переставные кулачки, предназначенные для автоматического выключения подач в конце каждого хода суппортов.

4. На этих станках часто применяется одновременная обработка деталей режущими инструментами, находящимися в державках револьверной головки и в резцедержателе поперечного суппорта, что значительно сокращает машинное время.

В зависимости от конструкции токарно-револьверные станки подразделяются на станки с вертикальной и с горизонтальной осью поворота револьверной головки.

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1П365

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для обработки в патроне штучных заготовок с наибольшим диаметром обработки над станиной 500 мм. На станке имеется шестигранная револьверная головка с вертикальной осью вращения.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 9.

Основные узлы станка: станина **6**, передняя бабка **5**, револьверный суппорт **15** с револьверной головкой **13**, поперечный суппорт **11**, коробка подач **3**, шкаф **17** с электрообрудованием.

Кинематическая схема станка

Движения в станке: основные — главное движение, продольные подачи револьверного суппорта, продольные и поперечные подачи поперечного суппорта; вспомогательные — быстрое продольное перемещение суппортов, перемещение их вручную, поворот револьверной головки и резцедержателя поперечного суппорта вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **VII** осуществляется от электродвигателя **М1**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1440\cdot\frac{152}{253}\cdot 0{,}985\cdot\left[\frac{\frac{42}{48}}{\frac{40}{35}\cdot\frac{35}{45}}\right]\cdot(\text{Мф1})\cdot\left[\frac{\frac{18}{72}\cdot(\text{Мф3})\,\frac{30}{60}}{(\text{Мф2})}\right]\times$$

$$\times\frac{60}{35}\cdot\left[\frac{\frac{21}{42}}{\frac{\frac{36}{37}}{\frac{31}{32}}}\right]\cdot\left[\frac{\frac{30}{71}}{(\text{Мф4})\cdot\frac{55}{46}}\right]=n_{\text{шп}}\ \text{об/мин}.$$

При передаче вращения с вала **I** на вал **III** через зубчатые колеса $\frac{42}{48}$ шпиндель получает правое направление вращения, а через зубчатые колеса $\frac{40}{35}\cdot\frac{35}{45}$ — левое.

С помощью муфты **Мф1** при повороте рукоятки **7** вправо (см. рис. 9) включается правое вращение шпинделя, а при повороте рукоятки **7** влево — левое вращение шпинделя; при среднем положении рукоятки муфта **Мф1** (рис. 10) и шпиндель отключены и включена муфта **Мф5**, тормозящая вращение шпинделя. Переключение всех муфт и блока **Б1** производится гидроприводом.

На станке может быть настроено 12 частот вращения шпинделя в диапазоне $n_{\text{шп}}=34\div1500$ об/мин.

Кинематическая цепь продольной подачи револьверного суппорта. Продольные подачи револьверного суппорта осуществляются через блоки зубчатых колес **Б4** и **Б6** и ходовой валик **XVI** при включении муфты **Мф12**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{58}{58}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{26}{52}\\ \frac{39}{39}\end{matrix}\right|\cdot\frac{30}{60}\cdot\frac{26}{62}\cdot\frac{62}{65}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{20}{56}\\ \frac{38}{38}\\ \frac{56}{20}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{30}{42}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{42}{30}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{30}{30}\cdot\frac{30}{46}\\ \frac{30}{30}\cdot\frac{30}{30}\cdot\frac{30}{46}\end{matrix}\right|\cdot\frac{3}{30}\cdot(\text{Мф12})\cdot\frac{21}{60}\times$$

$$\times\pi\cdot 12\cdot 4=s_{\text{пр}}\ \text{мм/об.}$$

На станке может быть настроено 18 подач в диапазоне $s_{\text{пр}} = 0{,}09\div 2{,}7$ мм/об.

Изменение направления подачи производится рукояткой **19** (рис. 9), которая перемещает вдоль вала **XXVII** (рис. 10) колесо $z=46$, вводя его в зацепление с колесом $z=30$ вала **XV** или с колесом $z=30$ вала **XIV.**

Рукояткой **16** (рис. 9) включают муфту **Мф12** и подачу револьверного суппорта. Выключение рукоятки и подачи происходит автоматически в конце каждого хода суппорта или производится вручную в любой момент.

Кинематическая цепь продольной подачи поперечного суппорта отличается от предыдущей только тем, что здесь вращение передается через блоки зубчатых колес **Б3** и **Б5**, ходовой валик **XIV** при включении муфты **Мф9.**

Кинематическая цепь поперечной подачи салазок поперечного суппорта. Эта подача осуществляется ходовым винтом **XXIV**, перемещающим гайку, прикрепленную к салазкам.

Кинематическая цепь этих подач до вала **XIX** совпадает с кинематической цепью продольных подач того же суппорта. Уравнение баланса данной кинематической цепи запишется так:

$$1\text{ об. шп.}\frac{58}{58}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{26}{52}\\ \frac{39}{39}\end{matrix}\right|\cdot\frac{30}{60}\cdot\frac{26}{62}\cdot\frac{62}{65}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{20}{56}\\ \frac{38}{38}\\ \frac{56}{20}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{30}{42}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{42}{30}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{30}{46}\\ \frac{30}{30}\cdot\frac{30}{46}\end{matrix}\right|\cdot\frac{3}{30}\cdot\frac{42}{42}\cdot(\text{Мф10})\cdot\frac{48}{26}\times$$

$$\times\frac{26}{18}\cdot 10=s_{\text{поп}}\ \text{мм/об.}$$

На станке может быть настроено 18 подач в диапазоне $s_{\text{поп}} = 0{,}045\div 1{,}35$ мм/об.

Перемещение салазок поперечного суппорта вручную осуществляется маховиком **5**, за каждый оборот которого салазки совершают путь, равный шагу винта — 10 мм.

Кинематическая цепь ускоренного продольного перемещения суппортов. Ускоренное продольное перемещение револьверного и поперечного суппортов осуществляется от электродвигателя **М2** через ходовой валик **XV** со скоростью

$$v=1410\cdot\frac{18}{27}\cdot\frac{2}{30}\cdot(\text{Мф7})\cdot\frac{15}{16}\cdot\frac{38}{38}\left|\begin{matrix}(\text{Мф8})\\ (\text{Мф11})\end{matrix}\right|\cdot\frac{36}{36}\cdot\frac{42}{60}\cdot\frac{\pi\cdot 12\cdot 4}{1000}=6{,}2\ \text{м/мин.}$$

При включении муфты **Мф8** ускоренное перемещение получает поперечный суппорт, а при включении муфты **Мф11** — револьверный суппорт. Фрикционная муфта **Мф7** является предохранительной, пробуксовывающей при перегрузке механизма.

Продольное перемещение суппортов вручную осуществляется при вращении маховиков **4** и **6** (рис. 10). За каждый оборот этих маховиков суппорты проходят путь $s=1\cdot\frac{18}{60}\cdot\pi\cdot 12\cdot 4=45{,}2$ мм.

Поворот револьверной головки 1 осуществляется вручную. Одновременно с револьверной головкой через зубчатую передачу $\frac{24}{24}$ на $\frac{1}{6}$ оборота поворачивается валик упоров **XXXV**. Шесть упоров **3** валика **XXXV** предназначены для выключения продольной подачи суппорта в конце выполнения обработки в каждой позиции.

Настройка кинематических цепей привода главного движения и подач на станке производится преселективно. Преселективным (управление с предварительным набором) называется такое управление, при котором предварительно, во время выполнения предыдущих переходов, не выключая в станке движений, заранее устанавливаются рукоятками **8**, **1** и **2** (см. рис. 9) другие режимы резания, которые потребуются для выполнения следующих переходов обработки.

При преселективном управлении рукоятки **8**, **1** и **2** поворачивают в положения, при которых в окнах появятся цифры: около рукоятки **8** — устанавливаемая частота вращения шпинделя, около рукоятки **1** — устанавливаемая величина подачи револьверного суппорта и около рукоятки **2** — устанавливаемая величина подачи поперечного суппорта.

Включение предварительно установленных рукоятками **8**, **1** и **2** режимов производится с помощью гидропривода, который управляется рукоятками **7** и **9** (см. рис. 9). Для этого рукоятку **7** поворачивают в среднее положение, выключая этим муфту **Мф1** и вращение шпинделя **VII**. Затем поворотом рукоятки **9** вниз включают подачу масла к кранам гидропривода (установленным заранее в нужные положения рукоятками **8**, **1** и **2**). При этом гидропривод переключает муфты **Мф2**, **Мф3**, **Мф4** и блоки **Б1**, **Б3**, **Б4**, **Б5**, **Б6** в положения, необходимые для включения установленных заранее частот вращения шпинделя **VII** и подач револьверного и поперечного суппортов.

Во время переключения частот вращения шпинделя и подач цилиндры гидропривода включают муфту **Мф6** и медленно перемещают зубчатую рейку $m=2{,}5$ мм. Рейка $m=2{,}5$ мм с помощью колеса $z=25$ и муфты **Мф6** поворачивает вал **VI** и остальные валы коробок скоростей и подач, что обеспечивает правильное зацепление зубьев переключаемых колес.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка (рис. 9)

Станина 6 имеет жесткую конструкцию и широкие направляющие для движения суппортов. В левой тумбе помещен электродвигатель привода главного движения. Через два окна, находящихся в задней стенке станины, происходит отвод стружки. К станине прикреплено корыто **22** и два бачка: один для эмульсии, второй для масла гидропривода.

В передней бабке 5 расположены шпиндель и коробка скоростей. Шпиндель имеет высокую жесткость и большой диаметр отверстия 85 мм.

Револьверный суппорт 15 служит для перемещения в продольном направлении шестигранной револьверной головки **13**.

Поперечный суппорт 11 имеет передний четырехместный быстроповоротный и задний съемный резцедержатели. В резцедержатели можно устанавливать резцы или специальные многорезцовые державки для резцов. Автоматическое выключение поперечного движения салазок суппорта производится упором.

Коробка подач 3 имеет механизмы, позволяющие включать любую из 18 подач револьверного и поперечного суппортов.

Для возможности работы суппортов с оптимальными режимами подачи каждого из них устанавливаются независимо друг от друга.

В шкафу **17** расположено **электрооборудование станка.** Переключателем **18** станок включается в электрическую сеть. Главный электродвигатель включается и выключается кнопками «пуск» и «стоп» станции **4.**

Гидропривод предназначен для переключения частот вращения шпинделя и подач суппортов, а также для принудительной, централизованной смазки станка.

Охлаждающая жидкость подается на режущие инструменты электронасосом **20** по шлангу **10.**

Наладка станка производится перед обработкой партии одинаковых деталей. Ее целью является установка на станок всех участвующих в операции режущих инструментов и упоров в такие положения, при которых в результате обработки все размеры поверхностей детали соответствовали бы указанным на чертеже.

Все инструменты, работающие только с продольными подачами, устанавливают на державки револьверной головки **13** (в шести ее позициях) (см. рис. 9). Те инструменты, которым при выполнении операции нужно сообщать поперечное перемещение, ставят на поперечный суппорт (в четырех позициях резцедержателя **12**).

При наладке станка установку режущих инструментов надо производить поочередно в каждой позиции, начиная с первой. Для этого револьверную головку **13** с державкой, на которую нужно устанавливать инструменты, поворачивают в положение, соответствующее первой позиции, и ставят на державку инструменты, предназначенные для обработки заготовки в этой позиции.

В поперечном направлении режущие инструменты устанавливают на таком расстоянии от оси заготовки, при котором можно получить установленные для выполняемых переходов диаметры.

В продольном направлении револьверный суппорт передвигают в положение, при котором длины обработанных инструментами поверхностей заготовки соответствуют указанным в технологическом процессе. После этого, не смещая револьверный суппорт, необходимо на валике **2** (см. рис. 10) установить упор **3** так, чтобы он в конце рабочего хода автоматически выключал продольную подачу суппорта. Это обеспечивает правильную длину проточенных поверхностей.

Таким же методом, как и в первой позиции, производят установку режущих инструментов и упоров в остальных позициях револьверной головки.

Аналогично производят установку режущих инструментов в каждой из четырех позиций резцедержателя **12** поперечного суппорта. При этом руководствуются тем, что автоматическое выключение по-печивает правильную длину проточенных поверхностей.
для всех четырех позиций упора.

После окончания наладки нужно проверить, правильно ли установлены все инструменты и упоры. Затем обрабатывают первую пробную деталь и тщательно контролируют все ее размеры. Только после этого можно приступить к обработке всей партии деталей.

Управление станком в процессе каждого цикла. Для управления движениями револьверного суппорта в каждой из шести позиций револьверной головки **13** выполняются следующие приемы (рис. 9).

1. Нажав «от себя» на рукоятку **14,** освобождают от зажима револьверную головку **13,** затем поворачивают ее в следующую позицию и зажимают в этом положении движением рукоятки **14** «к себе».

2. Поворотом рукоятки **9** вниз переключают механизмы станка на ту частоту вращения шпинделя и те величины подачи суппортов, которые были заранее, при предыдущем переходе, установлены рукоятками **8**, **1** и **2**.

3. Поворотом рукоятки **7** из среднего в правое или в левое положение включают правое или левое вращение шпинделя станка.

4. Поворотом рукоятки **21** влево включают быстрый подвод суппорта **15** влево до положения, при котором режущие инструменты, находящиеся на державке револьверной головки **13**, подойдут к обрабатываемым поверхностям детали. При таком положении инструментов быстрый подвод выключается поворотом рукоятки **21** в среднее положение.

5. Поворотом рукоятки **16** в верхнее положение включается продольная подача револьверного суппорта.

6. Во время работы станка с включенной подачей рабочий не занят и использует это время для установки рукояток **8**, **1** и **2** на ту частоту вращения шпинделя и те подачи револьверного и поперечного суппортов, которые потребуется включить в дальнейшем для обработки заготовки в следующей позиции.

7. В конце хода суппорта под действием упора происходит автоматическое выключение подачи. При этом рукоятка **16** падает в нижнее положение.

8. После этого рабочий поворотом рукоятки **7** в среднее положение выключает вращение шпинделя **VII**, а поворотом рукоятки **21** в правое положение быстро отводит револьверный суппорт вправо.

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 1341

Назначение станка и общее устройство

Данный станок имеет 16-позиционную револьверную головку с горизонтальной осью поворота и применяется для изготовления деталей из прутка, зажатого в цанге, помещенной в пустотелом шпинделе, или из штучных заготовок, закрепляемых в патроне.

На станке можно производить черновую и чистовую обточку, отрезку, сверление, расточку, зенкерование, развертывание и нарезание резьбы.

Наличие револьверной головки с горизонтальной осью поворота позволяет использовать станок для расточки внутренних камер и наружной проточки за буртом инструментами, закрепленными в державках револьверной головки.

В отличие от большинства токарно-револьверных станков станок модели 1341 имеет следующие особенности, позволяющие использовать его более эффективно:

1) командоаппарат, автоматически включающий при повороте револьверной головки в каждую следующую позицию установленную частоту вращения шпинделя и величину подачи суппорта;

2) гидравлический механизм подачи и зажима прутка, позволяющий обрабатывать на станке не только холоднотянутые, но и горячекатаные прутки и штучные заготовки, изготовленные с меньшей точностью;

3) копирную линейку, позволяющую обрабатывать конические и фасонные поверхности заготовок;

4) резьбонарезное устройство.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 11, а.

Основные узлы станка: нижняя станина **49**, верхняя станина **19**, коробка **9** скоростей и подач, направляющая труба **2**, револьверный суппорт **40**, шкаф **30** с электрооборудованием, пульт управления **8**, резьбонарезное устройство **15**.

Кинематическая схема станка (рис. 12, а)

Движения в станке: главное движение; продольная подача револьверного суппорта; быстрое продольное перемещение револьверного суппорта вручную; поперечные (круговые) механические подачи револьверной головки; поперечные (круговые) подачи револьверной головки, осуществляемые вручную; быстрый поворот револьверной головки вручную; продольные подачи резьбонарезного суппорта.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **V** осуществляется от электродвигателя **М1**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1440 \cdot \frac{31}{49} \cdot \left| \frac{(\text{Мф1}) \cdot \frac{46}{62}}{(\text{Мф2}) \cdot \frac{60}{48}} \right| \cdot \left| \frac{\frac{22}{85} \cdot (\text{Мф3})}{(\text{Мф4}) \cdot \frac{72}{35}} \right| \cdot \left| \frac{\frac{23}{67}}{\frac{41}{48}} \right| = n_{\text{шп}} \text{ об/мин}.$$

На станке возможно включение четырех различных частот вращения шпинделя во время обработки детали. Это производится переключением четырех электромагнитных муфт **Мф1, Мф2, Мф3** и **Мф4** либо автоматически кулачками **33** (см. рис. 11,а) командоаппарата **32**, либо вручную с пульта управления станка.

Вращение шпинделя тормозится одновременным включением муфт **Мф3** и **Мф4**.

Переключение зубчатого блока **Б1** (рис. 12,а) в два различных положения позволяет получать два диапазона частот вращения шпинделя. При включении передачи $u'_{\text{IV}-\text{V}} = \frac{23}{67} = 0{,}345$ имеем нижний диапазон частот вращения $n_1 = 60$, $n_2 = 100$, $n_5 = 475$ или $n_6 = 800$ об/мин. При включении передачи $u'_{\text{IV}-\text{V}} = \frac{41}{48} = 0{,}855$ имеем верхний диапазон частот вращения $n_3 = 150$, $n_4 = 265$, $n_7 = 1180$ или $n_8 = 2000$ об/мин.

Кинематическая цепь продольной подачи револьверного суппорта. Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{40}{57} \cdot \left| \frac{\frac{31}{66}}{\frac{47}{50}} \right| \cdot \left| \frac{\frac{22}{78} \cdot (\text{Мф5})}{\frac{36}{64} \cdot (\text{Мф6})} \right| \cdot \left| \frac{\frac{26}{70} \cdot (\text{Мф7})}{\frac{58}{38} \cdot (\text{Мф8})} \right| \cdot \frac{35}{40} \cdot \frac{1}{33} (\text{Мф9}) \frac{25}{68} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 16 =$$

$$= s_{\text{пр}} \text{ мм/об}.$$

На станке за счет наличия в коробке подач электромагнитных муфт **Мф5, Мф6, Мф7** и **Мф8**, а также зубчатого блока **Б2** можно настроить восемь подач в диапазоне $s_{\text{пр}} = 0{,}05 \div 0{,}8$ мм/об. При этом четыре подачи могут переключаться непосредственно во время работы станка с помощью указанных электромагнитных муфт.

Переключение муфт производится либо автоматически кулачками **33** командоаппарата **32** (см. рис. 11, а), либо вручную с пульта управления станка.

Переключение зубчатого блока **Б2** позволяет устанавливать верхний или нижний диапазон подач суппорта.

Включение привода продольной подачи револьверного суппорта производится муфтой **Мф9**.

Продольные перемещения револьверного суппорта вручную производятся штурвалом **4** при выключенной муфте **Мф9**.

За каждый оборот штурвала **4** суппорт перемещается на величину

$$s_{\text{р}}=1 \text{ об.}\cdot\frac{23}{46}\cdot\pi\cdot 3\cdot 16=76 \text{ мм/об.}$$

Кинематическая цепь поперечной подачи револьверной головки. На токарно-револьверных станках с горизонтальной осью поворота револьверной головки поперечная подача инструментов осуществляется за счет поворота револьверной головки. Для осуществления поперечных (круговых) подач револьверной головки **1** (рис. 12, **а**) нужно включить зубчатую **Мф10** и электромагнитную **Мф11** муфты.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1 \text{ об. шп.}\frac{40}{57}\cdot\left|\frac{\frac{31}{66}}{\frac{47}{50}}\right|\cdot\left|\frac{\frac{22}{78}\cdot(\text{Мф5})}{\frac{36}{64}\cdot(\text{Мф6})}\right|\cdot\left|\frac{\frac{26}{70}\cdot(\text{Мф7})}{\frac{58}{38}\cdot(\text{Мф8})}\right|\cdot\frac{48}{68}\cdot\frac{22}{22}\cdot\frac{22}{22}(\text{Мф10})\frac{1}{66}\times$$

$$\times(\text{Мф11})\frac{19}{152}\cdot\pi\cdot 200=s_{\text{поп}} \text{ мм/об.}$$

На станке может быть настроено восемь поперечных подач револьверной головки в диапазоне $s_{\text{поп}}=0{,}03\div 0{,}48$ мм/об.

Скорости поперечных подач вычисляются по диаметру 200 мм. По этому диаметру на револьверной головке размещены центры отверстий для установки державок **20** (см. рис. 11, **а**).

Поперечная подача револьверной головки вручную осуществляется маховиком **3** при выключенной муфте **Мф10** и включенной электромагнитной муфте **Мф11** (рис. 12, **а**).

За каждый оборот маховика оправки суппорт перемещается по дуге окружности диаметром 200 мм на величину

$$s'_{\text{р}}=1 \text{ об.}\cdot\frac{1}{66}(\text{Мф11})\frac{19}{152}\cdot\pi\cdot 200=1{,}2 \text{ мм/об.}$$

На маховике **3** помещен лимб с ценой деления 0,01 мм.

Быстрый поворот револьверной головки вручную осуществляется при установке в рабочее положение следующей державки с инструментами. Для поворота револьверной головки надо предварительно выключить ее фиксатор. Для быстрого поворота нужно выключить муфту **Мф11** и вращать вручную маховик **2**. За каждый оборот маховика револьверная головка поворачивается на $\frac{1}{8}$ оборота, перемещая инструменты на 78 мм по дуге окружности диаметром 200 мм.

Кинематическая цепь продольной подачи резьбонарезного суппорта (рис. 12, **б**). Резьбонарезная гребенка помещена на оправке **1** резьбонарезного суппорта **2**. Поэтому для нарезания резьбы гребенкой надо сообщать суппорту **2** и штанге **5** продольную подачу, равную шагу этой резьбы.

Подачи суппорта **2** осуществляются с помощью вращающегося сменного копира **9**.

Для нарезания крупных резьб на вал **XX** ставятся копиры с шагом резьбы P, равным нарезаемому, а блок **Б4** устанавливают в положение $\frac{33}{33}$. В этом случае при нарезании резьбы за каждый оборот шпинделя **V** копир делает один оборот.

Для нарезания мелких резьб устанавливают копиры с шагом резьбы $2P$ (в два раза больше, чем нарезаемый, а блок **Б4** устанавливают в положение $\frac{22}{44}$). В этом случае за каждый оборот шпинделя **V** копир делает пол-оборота.

Уравнение баланса кинематической цепи продольной подачи резьбонарезного суппорта:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{40}{40} \cdot \left| \frac{\frac{33}{33} \cdot P}{\frac{22}{44} \cdot 2P} \right| = s_{пр} \text{ мм/об},$$

где P — шаг нарезаемой резьбы.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Нижняя станина 49 служит основанием для крепления верхней станины **19**, коробки скоростей и подач **9** и электрошкафа **30**. В верхней части станины **49** имеется широкое литое корыто для охлаждающей жидкости. В левой внутренней части станины помещается резервуар для масла гидропривода. Указатель **48** показывает уровень масла в этом резервуаре. К приливу нижней станины крепится гидропанель с насосом и электродвигателем **М2**.

С правой стороны станины устанавливается сварной ящик **36**, в который ссыпается стружка. Применение отдельного ящика позволяет быстро убирать стружку.

Верхняя станина 19 имеет направляющие для перемещения револьверного суппорта **40**. На передней стенке ее помещены зубчатая рейка для продольного перемещения револьверного суппорта, ходовой валик **47** и барабан **46** с шестью регулируемыми винтами **45**, которые упираются в упор **41**.

На задней стенке верхней станины крепится переставной кронштейн **44** с копирной линейкой **43**.

С правой стороны станины между ее направляющими помещен жесткий откидной упор, предназначенный для выключения продольной подачи кулачками **34**. Этот упор устанавливается в рабочее или выключенное положение поворотом рукоятки **35**.

Коробка 9 скоростей и подач имеет механизмы привода главного движения, подач суппорта и передачи вращения копиру **5** резьбонарезного устройства. В корпусе **3** помещены гидравлические цилиндры, приводящие в действие механизмы подачи и зажима обрабатываемых прутков. На передней стенке коробки **9** расположен пульт **8** управления станком. Передний конец шпинделя закрыт предохранительным щитком **10**.

Механизмы зажима и подачи обрабатываемого материала помещены в корпусе **3** (см. рис. 11, а) и приводятся в действие гидравлическими цилиндрами **12** и **29** (рис. 13).

Гидравлический механизм зажима обрабатываемого прутка (рис. 13) обеспечивает постояннную силу зажатия при отклонениях диаметров прутков в пределах ±1 мм, а диаметров штучных заготовок — в пределах 8 мм.

Корпус **19** цангового патрона крепится болтами на переднем фланце шпинделя станка. Зажимная цанга **21** завинчивается левым концом в трубу зажима **17**. С корпусом **19** зажимная цанга связана поводковыми штифтами **26**. К расточке зажимной цанги **21** крепятся сменные вкладыши **23**, которые зажимаются винтами **22** и удерживаются от проворота штифтами **20**.

Находящаяся на левом конце трубы **17** гайка **8** прижимается гайкой **7** к торцу поршня **9**. Кольцо **10** ограничивает ход поршня **9** вправо. Для того чтобы поршень **9** и цилиндр **12** вращались совместно, в цилиндр и его крышку **11** вставлены штифты **13**. Цилиндр **12** ввернут в

шпиндель, закреплен от проворота шпонкой **28** и вращается вместе со шпинделем в неподвижной маслоподводящей втулке **14**. Масло от гидропанели поступает к втулке **14** по двум трубам. От правой трубы масло поступает к кольцевой канавке **б** втулки и по ней в правую полость цилиндра; поршень **9** перемещается влево, двигая гайку **8**, трубу **17** и зажимную цангу **21** влево. Происходит зажим прутка цангой **21**.

Масло, поданное к кольцевой канавке **а** втулки **14**, поступает в левую полость цилиндра **12**, и поршень **9** перемещается вправо, двигая вправо гайки **7** и **8**, трубу зажима **17** и зажимную цангу **21**. Цанга выдвигается из конической части патрона **19** и под действием сил упругости расходится, освобождая пруток.

Подшипники **15** маслоподводящей втулки **14** регулируются гайкой **16**, которая одновременно удерживает от выпадания шпонку **28**.

Регулирование хода зажимной цанги **21** осуществляется гайкой **8**. Если цанга при разжиме слишком сильно выдвигается вперед, то гайку **8** следует завинтить вправо. При недостаточном разжиме цанги гайку **8** нужно свинтить влево. После регулирования гайки **8** ее нужно зажать до отказа гайкой **7**, застопорить винтом и установить замок — пружинное кольцо, предохраняющее винт от проворачивания.

Механизм подачи прутка (рис. 13, **а**). Масло к цилиндру **29** подводится от гидропанели в левую или правую его полости.

Ползун **30** перемещается по цилиндрическим направляющим **31** и **32**. На ползуне **30** закреплен подшипник **5**, внутри которого вращается втулка **4**. Во втулку вставлено направляющее кольцо **2**, которое закреплено винтами **1** и от вращения зафиксировано винтом **3**. Направляющее кольцо **2** удерживает трубу **6** и цангу **18**.

При поступлении масла в левую полость цилиндра **29** поршень **27** и ползун **30** перемещаются вправо, цанга **18** передвигает обрабатываемый пруток вправо до упора, помещенного на револьверной головке станка.

При подаче масла в правую полость цилиндра **29** поршень **27** перемещает влево ползун **30** с подающей трубой **6** и подающей цангой **18** до кольца **35**. Кольцом **35** регулируется величина подачи прутка. Кольцо **35** крепится на штанге **31** при помощи шпонки **33**, которая удерживается от выпадания пружинным кольцом **34**.

Направляющее кольцо **2**, подающая цанга **18** и вкладыши **23** зажимной цанги являются сменными деталями и устанавливаются в зависимости от размеров и формы обрабатываемых прутков.

Комплект этих деталей для круглых и шестигранных прутков прилагается к станку.

Механизм зажима штучных заготовок (рис. 13, **б**). При обработке на станке штучных заготовок вместо цанг на шпиндель станка устанавливают трехкулачковый патрон **25**. Перед установкой нужно снять подающую трубу **6** с подающей цангой **18**, вывернуть зажимную цангу **21** и снять со шпинделя патрон **19**. В хвостовик трехкулачкового патрона устанавливается тяга **24** и стопорится винтом. Другой конец тяги **24** завинчивается до отказа в подающую трубу **17**. Затем патрон **25** закрепляется на фланце шпинделя винтами.

При установке трехкулачкового патрона кольцо **10** не ставится.

Револьверный суппорт 40 (рис. 11, **а**) предназначен для перемещения в продольном направлении расположенной на нем револьверной головки **22** и инструментов, установленных в державке **20**. С револьверным суппортом жестко соединен фартук **39**.

Револьверная головка имеет горизонтальную ось вращения, расположенную ниже оси шпинделя на 100 мм и параллельно ей.

Кроме перемещения в продольном направлении инструменты можно перемещать и в поперечном направлении, поворачивая револьверную головку вокруг горизонтальной оси.

Поворот револьверной головки ограничивается выдвижным упором **21**.

На головке **1** (рис. 14, **а**) имеется 16 гнезд **а**, расположенных по окружности. В каждом из гнезд может быть закреплена державка с установленными на ней инструментами. Державка закрепляется сухарями **4**, которые прижимаются винтами **3**, ввернутыми во втулки **2**.

Вал **7** вращается в двух радиально-упорных шарикоподшипниках **5** и **8**. Смазка подшипников производится с помощью масленок **6**. Регулирование зазора в шарикоподшипниках осуществляется гайками **13**. На правом конце вала **7** на шпонке закреплен барабан упоров **9** и барабан **12** командоаппарата.

Барабан упоров 9 предназначен для автоматического выключения хода суппорта после обработки поверхности детали на заданную длину.

Барабан упоров имеет 16 Т-образных канавок **б** для установки кулачков **16**, выключающих ход суппорта.

Выключение подачи суппорта происходит, когда винт **15** кулачка **16**, дойдя до откидного упора **3** (рис. 14, **б**), остановит суппорт, перегрузив механизм подач, что вызывает автоматическое выключение продольной подачи. В рабочее положение откидной упор **3** устанавливается поворотом рукоятки **1** «на себя» с фиксацией этого положения шариком **2**. Для установки откидного упора **3** в нерабочее положение рукоятку **1** надо повернуть «от себя». Это положение также фиксируется шариком **2**.

Для фиксирования осевого положения каждого кулачка **16** (рис. 14, **а**) его устанавливают выступом в одну из шести наружных кольцевых канавок **в** барабана упоров **9** и закрепляют в Т-образном пазу **б** винтом **17**. Винт **15** ввинчивается в кулачок **16** до положения, при котором левый конец винта коснется упора **3** (рис. 14, **б**) при крайнем левом положении тех инструментов револьверной головки, подачи которых должны выключаться. Затем винтом **19** (рис. 14, **а**) затягивают разрезную часть кулачка так, чтобы винт **15** не мог вращаться.

Винты **17** и **19** завинчиваются в гайки **18**, вставленные в Т-образный паз **б** барабана.

Командоаппарат (рис. 14, **а**). На барабане **12** командоаппарата имеется 16 Т-образных канавок **г**. В пять кольцевых проточек барабана вставлены кольца **14**, которыми барабан разделен на четыре участка. В каждой из 16 канавок помещаются четыре кулачка **11** — по одному кулачку на каждом из четырех участков. Кулачки могут быть установлены на каждом из участков в левом и в правом положениях. При этом шарик **10** кулачка под действием пружины заходит в одно из восьми засверленных в каждом Т-образном пазу **г** барабана углублений **д** и фиксирует кулачок в установленном положении.

Установка кулачков должна производиться в соответствии с данными таблицы (см. рис. 11, **б**).

При повороте револьверной головки в каждое из 16 рабочих положений вместе с револьверной головкой и барабаном упоров **9** (рис. 14, **а**) поворачивается и барабан **12**. При этом каждый кулачок **1** (рис. 14, **в**) барабана **2** нажимает на соответствующий штифт **10**, который поворачивает рычаг **9** вокруг оси **8**. Винт **4** при повороте рычага **9** нажимает на стержень **5** путевого переключателя. При этом мостик **6** передвигается, замыкая нормально разомкнутые контакты **7** и включая одну из электромагнитных муфт механизма привода главного движения. Аналогично производится включение других муфт.

При сходе кулачка **1** со штифта **10** рычаг **9** освобождается, и стержень **5** под действием пружины отводит мостик **6** от контактов **7**, выключая соответствующую муфту.

Регулирование крайнего положения стержня **5** и мостика **6** производится винтом **4**, который после регулирования закрепляется гайкой **3**.

Резьбонарезное устройство 15 (рис. 11, а) состоит из копира **5**, на поверхности которого нарезана резьба, и штанги **11**, на которой закреплены: суппорт **18**, рукоятка **12**, груз **4** и рычаг **6** со сменной резьбовой губкой **7**. Штанга **11** может поворачиваться вокруг оси и перемещаться в продольном направлении.

Для выполнения каждого прохода нарезания резьбы (см. рис. 12, б) нужно рукоятку **3** повернуть в нижнее положение, при котором губка **7** будет прижата к резьбе копира **9**. Происходит продольная подача суппорта **2**, сжатие пружины **6** и нарезание резьбы на обрабатываемой заготовке.

В конце каждого прохода винт **4** скользит вверх по конической поверхности выступа **а**, имеющегося на передней бабке. Вследствие этого рукоятка **3**, суппорт **2**, рычаг **8** и губка **7** поднимутся вверх. Губка **7** отойдет от резьбы копира **9**, подача выключится и пружина **6** отведет суппорт **2** в исходное правое положение.

Нарезание резьбы производят в несколько проходов. Перед каждым следующим проходом нужно производить поперечную подачу резьбовой гребенки. Для этого маховиком **16** (см. рис. 11, а) осуществляют поворот верхней части **17** суппорта относительно его нижней части **18**. С задней стороны суппорта имеется винт (на рисунке не показан), которым регулируется возможный наибольший поворот верхней части **17** суппорта на такую величину, которая обеспечит нужную предельную глубину врезания резьбовой гребенки.

Диаметр нарезаемой резьбы зависит от регулирования предельного поворота верхней части **17** суппорта и регулирования поворота рукоятки **12**. Предельный поворот рукоятки **12** вниз можно регулировать сравнительно в небольших пределах так, чтобы было обеспечено хорошее соприкосновение резьбы губки **7** с резьбой копира **5**.

Резьбовая гребенка закрепляется винтом **13** на оправке **14** эксцентрично. Поэтому, поворачивая оправку, можно точно поставить режущую кромку гребенки по центру детали. После этого оправка зажимается двумя винтами.

Для нарезания правой или левой резьбы нужно устанавливать соответственно копиры с правой или левой резьбой и с шагом, равным шагу или двум шагам нарезаемой резьбы.

Копирная линейка 43 (рис. 11, а) предназначена для продольного или поперечного копирования. Для этого на револьверной головке **22** закрепляют специальную державку с роликом, который упирается в поверхность копирной линейки **43**.

Копирная линейка устанавливается по шкале с делениями под нужным углом к горизонтали и закрепляется в этом положении.

Продольное копирование осуществляется при продольной подаче револьверного суппорта. При этом ролик державки движется по наклонной линейке **43** и поворачивает вокруг оси револьверную головку **22** вместе с резцом, закрепленным на державке **20**, сообщая резцу поперечную подачу. Ролик прижимается к поверхности копирной линейки силой резания.

Вследствие одновременного осуществления резцом продольной и поперечной подач на детали обрабатывается коническая поверхность.

Поперечное копирование. Для работы способом поперечного копирования копировальная линейка **43** заменяется Т-образной копировальной линейкой.

При поперечном копировании поперечная подача включается, а продольное перемещение суппорта происходит под действием копировальной линейки, так как ролик перемещается по Т-образной ее части.

Кронштейн **44** можно перемещать на шпонке и закреплять в таком положении, при котором копировальная линейка располагается в нужном для работы положении.

Направляющая труба 2 служит для поддержки левой стороны прутка, вставленного для обработки в шпиндель станка. Для смягчения ударов вращающегося прутка о стенки неподвижной трубы и для уменьшения шума в трубе находится пружина **1**.

Труба **2** расположена на двух стойках **51**, с обеих сторон которых имеются приливы для укладывания запасных прутков.

На корпусе **3** помещен блокирующий электрический выключатель **50**, предотвращающий включение шпинделя при отсутствии трубы или при неправильной ее установке. В шкафу **30** находится электрооборудование станка. Переключатель **23** при вертикальном положении включает, а при горизонтальном — отключает станок от электрической сети. Кнопка **29** служит для одновременного выключения всех электродвигателей станка.

Пульт управления 8 предназначен для управления станком с помощью помещенных на пульте переключателей и рукояток.

При установке каждой позиции револьверной головки рабочий должен выполнять следующие приемы управления (см. рис. 11, **а**):

а) поворотом рукоятки **24** в правое положение освободить револьверную головку **22** от фиксатора;

б) маховиком **28** повернуть револьверную головку и вместе с ней барабаны **32** и **37** в следующую позицию;

в) поворотом рукоятки **24** в левое положение зафиксировать револьверную головку **22** и вместе с ней барабаны **32** и **37** в установленной позиции;

г) вращением вручную штурвала **38** произвести быстрый подвод к обрабатываемой заготовке револьверного суппорта с инструментами;

д) рукояткой **42** включить продольную подачу револьверного суппорта.

После автоматического выключения подачи в конце хода суппорта влево вращением вручную штурвала **38** быстро отводят револьверный суппорт в правое положение и приступают к выполнению следующего перехода. При работе с поперечной подачей фиксатор выключают поворотом рукоятки **24** в правое положение и рукоятками **25** и **26** включают механическую подачу; либо для поворота револьверной головки до положения, ограниченного упором **21**, осуществляют поперечную подачу вращением маховика **27** вручную.

Наладка станка производится перед обработкой партии одинаковых деталей. При наладке револьверную головку **1** (см. рис. 14, **а**) поворачивают поочередно во все позиции, производя наладку в каждой из них.

В каждой позиции рабочее положение занимает:

а) одна из державок, помещенная в гнезде **а**. При наладке на нее устанавливаются режущие инструменты на таком расстоянии от оси шпинделя, чтобы обработанные ими поверхности получались заданного диаметра;

б) один из кулачков **16**. Этот кулачок устанавливается в канавке **б** барабана **9** в положение, при котором он автоматически выключает подачу револьверного суппорта в конце рабочего хода;

в) четыре кулачка **11**, расположенные в одном из шестнадцати Т-образных пазов **г** командоаппарата **12**. При каждой позиции головки **1** два левых кулачка ставятся в положение, нужное для включения заданной частоты вращения шпинделя, а два правых — в положение, нужное для включения заданной подачи. Положения, в которые надо установить кулачки, находят по таблице (см. рис. 11, **б**), расположенной на станке (поз. **31** на рис. 11, **а**).

Кроме установки всех режущих инструментов и кулачков при наладке нужно отрегулировать механизм зажима и подачи обрабатываемого материала.

ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ И ПОЛУАВТОМАТЫ

Токарные автоматы и полуавтоматы применяются для изготовления деталей из пруткового материала и штучных заготовок в массовом, крупносерийном и серийном производстве.

Токарный полуавтомат является станком, в начале каждого цикла работы которого требуется участие рабочего.

Рабочий должен снять обработанную деталь, установить следующую заготовку и включить станок, после чего весь цикл работы станка и остановка его происходит автоматически. Токарный автомат является станком, выполняющим весь цикл обработки деталей без непосредственного участия рабочего.

Перед изготовлением каждой партии деталей автоматы и полуавтоматы нужно налаживать для обработки этих деталей, на что затрачивается значительное время.

Токарные автоматы и полуавтоматы подразделяются на одно- и многошпиндельные, на горизонтальные и вертикальные, на станки последовательного и параллельного действия.

Одношпиндельные токарные автоматы: револьверные, фасонно-продольного точения, фасонно-отрезные.

Одношпиндельные токарные полуавтоматы: многорезцовые, копировальные, многорезцово-копировальные, патронные, токарно-револьверные.

Многошпиндельные полуавтоматы бывают двух видов — горизонтальные и вертикальные.

Многошпиндельные автоматы и полуавтоматы применяются как последовательного, так и параллельного действия.

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ОДНОШПИНДЕЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

Эти автоматы предназначены для изготовления деталей из холоднотянутых калиброванных прутков круглого, шестигранного или квадратного сечения в массовом, крупносерийном и серийном производстве. При использовании метода групповой наладки данные автоматы могут эффективно применяться и в мелкосерийном производстве для изготовления повторяющихся партий деталей.

При применении специальных магазинных загрузочных устройств на токарно-револьверных автоматах можно обрабатывать штучные заготовки.

Токарно-револьверные автоматы моделей 1Б112, 1Б118, 1Б125 и 1Б140 отличаются от ранее выпускаемых следующими усовершенствованиями.

1. Значительно упрощена настройка этих автоматов. Все шесть разных частот вращения шпинделя, которые можно применять во время автоматического цикла обработки деталей, устанавливаются при наладке очень быстро поворотом шести пар переключателей.

Участок распределительного вала с кулачками поперечных суппортов сделан быстросъемным и имеется несколько комплектов этого вала, что позволяет заранее проводить наладку кулачков на валу, а затем быстро устанавливать его на автомат. Снятый вал может храниться для повторного использования.

Кулачок револьверного суппорта расположен впереди станины, что позволяет быстро производить настройку движений револьверного суппорта.

Рабочее пространство между поперечными и револьверными суппортами, на которые устанавливаются все режущие инструменты, сделано более доступным и открытым, что облегчает установку инструментов при наладке и наблюдение за автоматом в процессе его работы.

2. Повышены максимальные частоты вращения шпинделей, что позволяет применять режущие инструменты, оснащенные твердосплавными пластинками. За период каждого цикла обработки можно автоматически включать не четыре, а шесть частот вращения шпинделя. Скорости вращения распределительных валов, управляющих автоматическим циклом всех движений в автомате, настраиваются не двумя, а тремя парами зубчатых колес, что позволяет применять более производительные режимы работы автомата — вместо 34 пользоваться 67 ступенями скоростей вращения этих валов.

3. Технологические возможности автоматов расширены за счет применения специальных приспособлений: качающегося упора, приспособления для быстрого сверления, приспособления для сверления поперечных отверстий на деталях. По особому заказу с автоматами могут дополнительно поставляться приспособления для наружной подачи прутков, для нарезания резьбы резцом, для обработки шлицев.

ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ ОДНОШПИНДЕЛЬНЫЙ АВТОМАТ МОДЕЛИ 1Б140

Назначение станка и общее устройство

Автомат применяется для обработки деталей из различных сталей и цветных металлов и сплавов из холоднотянутых прутков различного сечения. На автомате допускается наибольший диаметр обрабатываемого прутка, равный 40 мм, при наибольшей длине подачи прутков, равной 100 мм.

При наличии загрузочных устройств возможна обработка штучных заготовок, полученных штамповкой, литьем и другими методами.

Общий вид и компоновка автомата показаны на рис. 15, **а**.

Основные узлы автомата: коробка скоростей **1**, основание **2**, станина **3**, шпиндельная бабка **5**, передний и задний суппорты **6**, приспособление **7** для проточки конусов, вертикальные суппорты **8**, револьверный суппорт **10**, коробка подач **11**, направляющая труба и транспортер для стружки (на рисунке не показаны). Подключение и отключение автомата от электрической сети производится пакетным выключателем **13**.

Кинематическая схема станка (рис. 16)

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **V** автомата производится от электродвигателя **М1** через коробку скоростей, которая позволяет автоматически получать по три разных частоты при левом и правом вращении шпинделя.

Необходимая частота вращения шпинделя устанавливается переключателями **а** и **б** на специальном пульте (рис. 15, **б**), а также сменными зубчатыми колесами $\frac{a}{b}$ (рис. 16).

Левое вращение шпинделя: включена муфта **Мф4** (рис. 16).

Быстрое вращение — включена муфта **Мф2**:

$$n'_V = 1440 \cdot \frac{58}{37} (\text{Мф2}) \frac{a}{b} (\text{Мф4}) \frac{47}{47} \cdot \frac{185}{185} = 2250 \cdot \frac{a}{b} \text{ об/мин.}$$

Средняя скорость вращения — включена муфта **Мф1**:

$$n''_{\text{v}} = 1440\,(\text{Мф1})\,\frac{42}{53}\cdot\frac{a}{b}\,(\text{Мф4})\,\frac{47}{47}\cdot\frac{185}{185} = 1125\,\frac{a}{b}\ \text{об/мин}.$$

Медленное вращение — выключены муфты **Мф1** и **Мф2**, поэтому вращение с вала **I** передается на вал **II** от зубчатого колеса $z=68$ через обгонную муфту **Мф3**:

$$n''_{\text{v}} = 1440\cdot\frac{27}{68}\,(\text{Мф3})\,\frac{a}{b}\,(\text{Мф4})\,\frac{47}{47}\cdot\frac{185}{185} = 563\,\frac{a}{b}\ \text{об/мин}.$$

Правое вращение шпинделя: включена муфта **Мф5**.
Быстрое вращение — включена муфта **Мф2**:

$$n'_{\text{v}} = 1440\cdot\frac{58}{37}\,(\text{Мф2})\,\frac{a}{b}\cdot\frac{24}{40}\cdot\frac{40}{60}\,(\text{Мф5})\,\frac{185}{185} = 900\,\frac{a}{b}\ \text{об/мин}.$$

Средняя скорость вращения — включена муфта **Мф1**:

$$n''_{\text{v}} = 1440\,(\text{Мф1})\,\frac{42}{53}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{24}{40}\cdot\frac{40}{60}\,(\text{Мф5})\,\frac{185}{185} = 450\,\frac{a}{b}\ \text{об/мин}.$$

Медленное вращение — включена муфта **Мф3**:

$$n''_{\text{v}} = 1440\cdot\frac{27}{68}\,(\text{Мф3})\,\frac{a}{b}\cdot\frac{24}{40}\cdot\frac{40}{60}\,(\text{Мф5})\,\frac{185}{185} = 225\,\frac{a}{b}\ \text{об/мин}.$$

В таблице на рис. 15, в показаны все частоты вращения шпинделя, которые можно настроить на автомате.

Вал **I** коробки скоростей через зубчатые колеса $\frac{30}{30}$ приводит в действие насос **40** для подачи охлаждающей жидкости и насос **41**, нагнетающий масло для смазки механизмов автомата.

Кинематическая цепь привода вспомогательного и распределительного валов. Вращение этих валов осуществляется от электродвигателя **М2** при включении муфты **Мф6** рукояткой **1** (рис. 16).

При наладке автомата муфту **Мф6** выключают, вращают эти валы вручную маховиком **16**, проверяя правильность работы всех настроенных механизмов автомата.

Вспомогательный вал **VII** вращается с постоянной частотой, равной $n_{\text{VII}} = 1440\cdot\frac{2}{24}\,(\text{Мф6}) = 120$ об/мин. Правая часть вала **VII** смонтирована в коробке подач и соединяется с левой частью крестовой муфтой **Мф10**.

От вспомогательного вала при включении муфт **Мф7**, **Мф8**, **Мф9** и **Мф14** приводятся в действие все механизмы холостых ходов автомата.

Автоматическое управление движениями в станке во время каждого цикла осуществляется с помощью распределительных валов **XI**, **XIII** и **XIV**. Частота вращения этих валов одинаковая и настраивается сменными зубчатыми колесами $\frac{c}{d}\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}$ из расчета, чтобы за время цикла обработки детали каждый из указанных валов сделал один оборот.

Медленное вращение распределительных валов XI, XIII и XIV включается муфтой **Мф11**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$120\cdot\frac{22}{64}\cdot\frac{64}{55}\cdot\frac{c}{d}\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}\,(\text{Мф11})\,\frac{1}{40} = n_{\text{м}}\ \text{об/мин};$$

формула настройки $n_{\text{м}} = 1{,}2\,\frac{c}{d}\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}$ об/мин.

Передаточное отношение сменных колес выбирается исходя из времени цикла обработки в секундах:

$$T = \frac{60}{n_{\text{м}}} = \frac{60}{1{,}2}\cdot\frac{d}{c}\cdot\frac{f}{e}\cdot\frac{h}{g} = 50\,\frac{d}{c}\cdot\frac{f}{e}\cdot\frac{h}{g}\,c.$$

Передаточное отношение сменных колес гитары подач определяется из формулы $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} = \frac{50}{T}$.

Сменные зубчатые колеса могут быть выбраны также по табл. 4 (см. приложение). Комплекс, состоящий из четырнадцати сменных зубчатых колес, позволяет устанавливать любую из 67 возможных продолжительностей цикла T в пределах от 10,1 до 608,3 с.

Быстрое вращение распределительных валов XI, XIII и XIV осуществляется при включении муфты **Мф12** с частотой

$$n_6 = 120 \cdot \frac{55}{31} \cdot \frac{57}{62} \cdot \frac{62}{38} (\text{Мф12}) \frac{1}{40} = 14{,}5 \text{ об/мин.}$$

На распределительных валах расположены все кулачки, управляющие механизмами автомата.

На валу XI: а) дисковый кулачок **17**, осуществляющий продольную подачу револьверного суппорта; б) кулачок **18** для поворота ловителя **21** в положение, при котором он расположится под обрабатываемой деталью в момент отрезки ее от прутка. По лотку деталь скатывается в ящик, установленный на основании автомата; в) кулачок **19**, переключающий через рычаги муфты **Мф11** и **Мф12**.

На валу XIII: а) барабанный кулачок **31** привода продольных салазок **23** переднего суппорта; б) кулачок **30**, включающий муфту **Мф7** цепи привода вращения от вспомогательного вала **VII** на командоаппарат **2** переключения частоты и направления вращения шпинделя **V**. Сделав один оборот, муфта **Мф7** автоматически отключается; в) кулачок **29**, включающий через рычаги **13, 15, 35** муфту **Мф9** цепи поворота револьверной головки **20**. Отключение муфты **Мф9** производится автоматически после одного оборота кулачка **14**. На поверхности кулачка **14** в одном месте имеется впадина, при попадании в которую пальца рычаг **13** опускается и выключает муфту **Мф9**, после того как она сделает два оборота. Поворот револьверной головки на $\frac{1}{6}$ оборота производится за один оборот диска **11** с роликом **12**, входящим в паз мальтийского креста **10**:

$$n_{\text{XIX}} = 2 \text{ об.} \cdot \frac{42}{84} \cdot \frac{84}{42} \cdot \frac{25}{50} = 1 \text{ об.}$$

При установке на диске **11** двух роликов **12** поворот револьверной головки за то же время уже будет на $\frac{1}{3}$ оборота; г) кулачок **28**, включающий через рычаги **5, 6, 36** и **37** муфту **Мф8** цепи привода вращения от вспомогательного вала **VII** на второй вспомогательный вал **XVI**. На этого перехода длине обработки L. Величина рабочего хода каждого из и зажима прутка. За два оборота вспомогательного вала **VII** и муфты **Мф8** вал **XVI** делает один оборот:

$$n_{\text{XVI}} = 2 \text{ об.} \frac{36}{72} \cdot \frac{72}{72} = 1 \text{ об.;}$$

д) во время действия механизма подачи и зажима прутка на валу **XV** совершает один оборот кулачок **7**, который через рычаг **8** с зубчатым сектором поворачивает колесо $z = 20$, вал **XXI** и рычаг с качающимся упором **9**. Профиль кулачка **7** построен таким образом, что в момент подачи прутка упор **9** располагается против шпинделя **V** и ограничивает ход подаваемого прутка. В остальное время рычаг с упором находится в отведенном положении.

Качающимся упором **9** пользуются в тех случаях, когда все гнезда револьверной головки заняты державками с инструментом, и поэтому нельзя поместить упор на револьверной головке. Однако при приме-

нении качающегося упора из-за его меньшей жесткости точность размеров по длине обрабатываемой детали понижается.

На валу XIV расположены кулачки **24, 25, 26** и **27** привода подач четырех поперечных суппортов.

Кинематическая цепь привода транспортера стружки. При включении муфты **Мф14** включается вращение шнекового транспортера **22**, убирающего стружку в ящик, установленный сзади автомата. Вал **XXVII** шнекового транспортера вращается с частотой

$$n_{XXVII} = n_{VII} \cdot \frac{18}{12} \cdot \frac{2}{36}(\text{Мф14}) = 120 \cdot \frac{18}{12} \cdot \frac{2}{36}(\text{Мф14}) = 10 \text{ об/мин}.$$

Кинематическая цепь привода приспособления для быстрого сверления. Приспособление для быстрого сверления предназначено для увеличения относительной частоты вращения при сверлении отверстий диаметром менее 6 мм. Оно приводится в действие от электродвигателя **М3**, который через передачи $\frac{24}{18}$ и $\frac{17}{17}$ вращает расположенный в одном из гнезд револьверной головки **20** шпиндель **XXV** с частотой

$$n_{XXV} = 1440 \cdot \frac{24}{18} \cdot \frac{17}{17} = 1866 \text{ об/мин}.$$

Для повышения скорости резания шпиндель **XXV** со сверлом должен вращаться в сторону, обратную вращению шпинделя **V**.

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XXV** находится из формулы $n_0 = n_V + n_{XXV}$, например, при включении частоты вращения шпинделя **V** $n_V = 1250$ (левое вращение) $n_0 = n_V + n_{XXV} = 1250 + 1866 = 3116$ об/мин.

В этом случае за счет применения быстросверлильного приспособления скорость резания при сверлении повысится в 2,5 раза.

Если по технологическому процессу быстросверлильное приспособление должно применяться при правом вращении шпинделя **V**, то и направление вращения шпинделя **XXV** должно быть изменено на обратное.

Каждое из переключений (поворотов на $\frac{1}{18}$) ротора **4** командоаппарата **2** (рис. 16) обозначается порядковым номером от 1 до 6 (см. рис. 15, **б**). Одно из переключений может быть выбрано для включения быстросверлильного приспособления. При настройке автомата на пульте управления в колонке, обозначенной номером этого переключения, нужно установить переключатель **в** в положение **С** (колонка **3**).

После этого при каждом цикле в момент третьего поворота ротора **4** (рис. 16) командоаппарата будет включаться быстросверлильное приспособление (электродвигатель **М3**) и частота вращения шпинделя **V**, установленная переключателями **а** и **б** (рис. 15, **б**).

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Основание 2 (см. рис. 15, **а**) служит опорой для станины **3**. Внутренняя часть основания состоит из четырех полостей. В левой полости помещена коробка скоростей **1**, в правой — электрошкаф и пульт управления **12**. В полости под дверцей **14** расположены стеллажи с комплектом сменных колес. Задняя полость основания используется в качестве резервуара для охлаждающей жидкости. Верхняя часть основания служит для улавливания охлаждающей жидкости и стружки.

Станина 3. На поверхности станины жестко закреплены шпиндельная бабка **5**, направляющие суппортов и приспособления, а на правом торце — коробка подач **11**.

В шпиндельной бабке 5 расположен шпиндель и механизм для подачи и зажима обрабатываемого прутка.

В коробке скоростей 1 помещены зубчатые колеса и муфты механизма движения резания.

Коробка подач 11 состоит из корпуса, внутри которого помещены механизмы медленного и быстрого вращения распределительных валов с муфтами **Мф11** и **Мф12** (см. рис. 16), переключающими эти механизмы.

Револьверный суппорт 10 с помещенной на нем револьверной головкой **9** служит для установки, поворота в рабочее положение и продольных перемещений шести державок, вставленных в гнезда головки, если используется качающийся упор.

Основными узлами суппорта являются (рис. 17, **а**): корпус **1**, револьверная головка **25** и шатунно-кривошипный механизм, состоящий из кривошипного валика **32**, шатуна **6** и зубчатой рейки **9**.

Корпус **1** револьверного суппорта перемещается по направляющим **23**, которые жестко закреплены на станине автомата.

Зубчатая рейка **9** помещена в цилиндрических направляющих и может в них перемещаться; нижняя половина направляющих расположена в корпусе **1**, а верхняя — в крышке **10**.

Револьверная головка **25** имеет шесть цилиндрических гнезд диаметром 31,75 мм. Каждое гнездо предназначено для крепления болтом **24** державки с одним или несколькими инструментами.

Шатунно-кривошипный механизм служит для дополнительного отвода суппорта и поворота револьверной головки.

Механизм продольных перемещений револьверного суппорта (рис. 17, **а**). Движение суппорта вправо (обратный ход) происходит под действием пружины **2**, опирающейся левым концом в гайки **3** тяги **22**. Буртик на конце тяги упирается во втулку **15**, которая зажата в отверстии кронштейна **17** болтом **16**. Кронштейн жестко закреплен на станине автомата. Правый конец пружины **2** давит на втулку **14** и штифт **13**, стремясь переместить корпус **1** и весь револьверный суппорт вправо. Так как корпус **1** суппорта и корпус подшипника кривошипного валика **32** отлиты заодно, то кривошипный валик всегда перемещается вместе с револьверным суппортом.

Поворот кривошипного валика происходит только в момент поворота револьверной головки, а все остальное время кривошипный валик, шатун **6**, шток **8** и зубчатая рейка **9** находятся в положении, изображенном на рис. 17, **а**. Поэтому под действием пружины **2** вместе с суппортом вправо перемещается и рейка **9**, поворачивающая по часовой стрелке вокруг оси **21** двуплечий рычаг **18** до положения, при котором ролик **19** будет поджат к профилю кулачка **20**.

При наладке автомата револьверный суппорт можно перемещать влево вручную, нажимая на суппорт рычагом **30** и сжимая пружину **2**.

Когда ролик **19** катится по участку **г** профиля кулачка **20**, револьверный суппорт находится в отведенном (правом) положении.

При движении ролика **19** по участкам холостого хода **б** и **в** профиля кулачка происходит соответственно быстрый подвод и отвод револьверного суппорта, а при движении по участку рабочего хода **а** — медленное перемещение (рабочая подача).

Регулирование расстояния L между револьверной головкой и торцом шпинделя. Для получения точных размеров длин обработанных поверхностей деталей необходимо в конце каждого хода револьверного суппорта влево, выдерживать заданные расстояния L между цилиндрической поверхностью револьверной головки **25** и торцом шпинделя (рис. 17, **а**).

При вращении кулачка **20** положение револьверного суппорта и расстояние L непрерывно изменяются в зависимости от того, на каком

радиусе от центра кулачка находится та точка его профиля, в которую упирается ролик **19**.

Стандартная заготовка для изготовления кулачков данного автомата имеет диаметр 280 мм, поэтому расстояние револьверной головки от торца шпинделя будет наименьшим L_{min} тогда, когда ролик **19** находится на участке профиля кулачка, удаленном от центра на расстояние $R_{max} = 140$ мм. Расстояние L_{min} на автомате можно регулировать в пределах от 75 до 110 мм, передвигая револьверный суппорт в разные положения. При составлении карты наладки выбирается наиболее удобное для выполнения технологического процесса расстояние L_{min}.

Регулирование величины L производится во время наладки автомата.

Сначала выключают рукояткой **1** (см. рис. 16) муфту **Мф6** и вращают вручную маховиком **16** валы **VII** и **XI**, поворачивая кулачок **20** (рис. 17, **а**) от нулевого деления на число сотых оборота, указанное в карте наладки. Одновременно следует проверить, чтобы ролик **19** располагался на радиусе кулачка, указанном в карте наладки.

Затем нужно вращением резьбовой втулки **11** установить револьверный суппорт на расстояние L, которое указано на эскизе перехода в карте наладки.

Втулка **11** расположена между буртиком штока **8** и закрепленным на штоке кольцом **12**, поэтому при завинчивании втулки **11** в отверстие рейки **9** шток **8** перемещается влево, а при вывинчивании — вправо. Вместе со штоком перемещаются палец **7**, шатун **6**, кривошипный валик **32**, корпус **1** и весь револьверный суппорт.

Перемещение производят до положения, при котором револьверная головка **25** расположится от торца шпинделя на указанном в карте наладки расстоянии L.

После окончания регулирования положение втулки **11** фиксируется затяжкой гайки **31**.

Действие механизмов револьверного суппорта. За каждый оборот кривошипного валика **32** (рис. 17, **а**) происходят: быстрый отвод револьверного суппорта вправо, вывод фиксатора **4** кулачком **29**, поворот револьверной головки **25** на $\frac{1}{6}$ оборота при повороте мальтийского креста **26** роликом **28** на диске **27**, ввод фиксатора в следующее гнездо револьверной головки, быстрый подвод револьверного суппорта влево.

На рис. 17, **б** и **в** схематически изображены разные положения револьверного суппорта **1**: на рис. 17, **б** перед началом и после поворота кривошипного валика **2**, а на рис. 17, **в** — после поворота кривошипного валика на $\frac{1}{2}$ оборота.

Когда кривошипный валик **2** (рис. 17, **в**) делает первую половину оборота, револьверный суппорт под действием пружины **11** отходит назад на расстояние L_2 между корпусом суппорта и втулкой **16** в кронштейне **15**. После этого суппорт останавливается и начинает двигаться вперед рейка **17**, поворачивая и поднимая рычаг **14** с зубчатым сектором и ролик **13**.

За вторую половину оборота кривошипного валика (рис. 17, **б**) рычаг **14** с роликом **13** опускаются до контакта с профилем кулачка **12**, а суппорт перемещается вперед на величину L_2.

Если расстояние L_2 больше двойного радиуса кривошипа валика **2**, то подъема ролика **13** над кулачком не происходит. Суппорт в этом случае отводится назад на расстояние, равное двойному радиусу кривошипа.

При повороте кривошипного валика вращается диск **8** с роликом **9** (рис. 17, **б**). Через $\frac{1}{3}$ оборота диска ролик начнет входить в один из

шести пазов мальтийского креста **7** (рис. 17, **в**). За следующие $\frac{1}{3}$ оборота диска ролик повернет мальтийский крест и жестко связанную с ним револьверную головку **3** на 60°. За последние $\frac{1}{3}$ оборота диск с роликом устанавливаются в исходное положение (рис. 17, **б**). Поворот револьверной головки производится в заднем отведенном положении суппорта.

Перед поворотом револьверной головки торцовый кулачок **10** (рис. 17, **в**) на зубчатом колесе $z=50$ с помощью рычага **6** выводит из гнезда на револьверной головке подпружиненный фиксатор **4**.

После поворота головки фиксатор под действием пружины **5** вводится в следующее гнездо и фиксирует новое положение головки.

При наладке автомата вывод и ввод фиксатора может производиться вручную с помощью рукоятки **5** (рис. 17, **а**).

Поперечные суппорты (рис. 18). На автомате имеется четыре поперечных суппорта: передний **8** и задний **18** горизонтальные суппорты (рис. 18, **б**) и передний **12** и задний **16** вертикальные суппорты (рис. 18, **а**).

На переднем горизонтальном суппорте имеются продольные салазки **11** (рис. 18, **б**), которые вместе с суппортом перемещаются в поперечном направлении и, кроме того, сами могут получать продольное перемещение. Эти салазки в основном используются при обработке конических поверхностей и для обточки цилиндрических участков, расположенных за буртом.

На заднем горизонтальном суппорте **1** (рис. 18, **в**) может устанавливаться приспособление **4** для сверления поперечных отверстий.

На вертикальные суппорты устанавливают резцы, предназначенные для проточки канавок и отрезки от прутка готового изделия. Передний вертикальный суппорт **12** (рис. 18, **а**) может быть снят и заменен приспособлением.

Вертикальные поперечные суппорты 12 и **16** (см. рис. 18, **а**) перемещаются по направляющим **13**, закрепленным болтами на шпиндельной бабке автомата.

Перемещение переднего вертикального суппорта **12** производится от дискового кулачка **4** через систему рычагов **6**, **7**, **9** и рычаг с зубчатым сектором **10**.

Перемещение заднего вертикального суппорта **16** производится от дискового кулачка **5** через два рычага с зубчатыми секторами **3** и **2**, рычаг **1**, рычаг с зубчатым сектором **19**.

На каждом из суппортов помещен резцедержатель **20** для крепления резца и регулирования его положения относительно обрабатываемой заготовки. Регулируется величина хода суппорта, положение резцедержателя и резца вдоль его хода и в направлении, перпендикулярном ходу.

Регулирование величины хода переднего вертикального суппорта производится перемещением пальца **8** в пазу рычага **9**. Также регулируется ход заднего вертикального суппорта.

Гайки **14** предназначены для повышения точности работы вертикальных суппортов: они устанавливаются на таком расстоянии от опорных поверхностей, при котором ограничивается ход суппорта вниз в крайнем положении.

Регулирование положения резцедержателя **20** в направлении хода производится перемещением резцедержателя винтом **15** с квадратным хвостовиком до положения, при котором в конце хода суппорта вершина резца расположится на заданном расстоянии от оси обрабатываемой заготовки.

Регулирование положения резцедержателя **20** в направлении, перпендикулярном ходу, производится его поворотом вокруг пальца **11**

при помощи двух винтов **18**, упирающихся в болт **17**, который закреплен на суппорте. Перед началом регулирования болты **21** и гайка болта **17** отпускаются, а после регулирования они затягиваются.

Горизонтальные поперечные суппорты (рис. 18, **б**). Задний поперечный суппорт **18** перемещается по направляющим **20** от дискового кулачка **2** через рычаг **4** и рычаги **21** и **22** с зубчатыми секторами. Направляющие **20** жестко закреплены на станине автомата.

Перемещение переднего суппорта **8** производится кулачком **1** через рычаг **3** с зубчатым сектором.

Отвод суппортов **8** и **18** происходит под действием пружин, помещенных внутри стаканов **16**. Последние упираются в планку **17**, закрепленную на станине автомата.

Регулировка места хода суппортов производится во время наладки автомата смещением суппортов относительно зубчатых реек **5** и **19**. Смещение осуществляется гайками **7** при отпущенных болтах **6**. Для отсчета величины смещений салазок на гайках нанесены деления. После регулирования гайки **7** зажимаются контргайками и салазки скрепляются с рейками болтами **6**.

Если передний суппорт должен работать только на поперечных подачах, то продольные салазки **11** закрепляются на нем жестко болтами.

Если резец, установленный на салазки **11**, должен работать на продольных подачах, то салазкам **11** сообщается продольное перемещение от барабанного кулачка **31** (рис. 16) через рычаг **32** и тягу **33**. Ход салазок **11** можно регулировать в пределах 70—80 мм вращением квадратного хвостовика **4** (см. рис. 15, **а**). Обратный ход салазок происходит под действием пружины. Т-образные пазы на суппортах предназначены для головок болтов, которые крепят резцедержатели или приспособления.

Командоаппарат переключения частоты вращения шпинделя (см. рис. 16). Каждое автоматическое изменение частоты вращения шпинделя осуществляется командоаппаратом **2** в момент, когда его ротор **4** поворачивается на $\frac{1}{18}$ оборота. Поворот ротора производится при включении муфты **МФ7**.

На неподвижном изолированном диске **3** командоаппарата расположены 18 контактов, которые могут быть по-разному подключены к электрическим цепям муфт **МФ1**, **МФ2**, **МФ4** и **МФ5** (см. рис. 16) переключателями **а** и **б** (см. рис. 15, **б**). При каждом повороте ротора **4** командоаппарата на $\frac{1}{18}$ оборота три контакта передвигаются на следующие контакты неподвижного изолированного диска **3** — происходит переключение электрических цепей указанных муфт и включается другая частота вращения шпинделя.

Приспособление для обработки конических поверхностей (рис. 18, **б**) состоит из: корпуса **15**, закрепленного болтами на продольных салазках **11**; ползуна **13**, на левой стороне которого закреплен ролик **9**; копирных планок **10**, установленных и закрепленных на переднем суппорте **8** под углом к оси шпинделя, равным половине угла при вершине обрабатываемой конической поверхности.

При продольном перемещении салазок **11**, корпуса **15** и ползуна **13** ролик **9** перемещается между планками **10** и перемещает ползун **13** по поперечным направляющим корпуса **15**. В результате закрепленный на ползуне резец двигается под углом к оси шпинделя и обрабатывает на заготовке коническую поверхность.

Приспособление может быть применено для обработки конических поверхностей с углом при вершине до 40°.

Для регулирования положения резца нужно отпустить болт **14** и,

вращая маховик **12**, произвести поперечное перемещение ползуна **13** до положения, при котором помещенный на нем резец будет установлен на нужном расстоянии от оси вращения заготовки. Для отсчета величины перемещения ползуна на маховике имеется лимб.

После установки резца завинчивают болт **14**, жестко соединяя ползун **13** с роликом **9**.

Приспособление для сверления поперечных отверстий (рис. 18, **в**) устанавливается на задний суппорт **1** в тех случаях, когда на обрабатываемых деталях нужно сверлить отверстия, перпендикулярные оси шпинделя.

Это приспособление приводится в действие электродвигателем **М3** (см. рис. 16), который через конические колеса $\frac{24}{18}$ редуктора **2** сообщает вращение шпинделю **3** и сверлу с частотой $n=1400\cdot\frac{24}{18}=1866$ об/мин.

Настройка пульта управления (см. рис. 15, **б**) для автоматического включения вращения шпинделя **3** (рис. 18, **в**) приспособления производится так же, как и для быстросверлильного приспособления, но переключатель **в** (см. рис. 15, **б**) устанавливается вместо положения **С** в положение **Т**. При таком положении переключателя во время поворота ротора **4** командоаппарата (см. рис. 16) включается электродвигатель **М3** и одновременно две муфты **Мф4** и **Мф5**. Муфты **Мф1** и **Мф2** выключены. Одновременное включение муфт **Мф4** и **Мф5** удерживает шпиндель **V** и обрабатываемую заготовку от вращения.

ТОКАРНЫЙ МНОГОРЕЗЦОВЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 1А730 (МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ)

Назначение станка и общее устройство

Данный многорезцовый полуавтомат предназначен для токарной обработки поверхностей деталей одновременно несколькими резцами, установленными на передний и задний суппорты. Полуавтомат применяется в условиях массового или крупносерийного производств, для обработки деталей в центрах, либо зажатых в кулачки патрона. Особо эффективно обрабатываются на многорезцовых полуавтоматах многоступенчатые валы.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 19, **а**.

Основные узлы полуавтомата: станина **11**, передняя бабка **3**, задняя бабка **8**, передний суппорт **6**, задний суппорт **12**, шкаф **10** пневматики, шкаф **2** с электрооборудованием, коробка подач **14**, коробка **13** автоматики.

Кинематическая схема станка (рис. 20)

Движения в станке: основные — главное движение; подачи — продольная переднего суппорта и поперечная заднего суппорта; вспомогательные — быстрое перемещение суппортов, перемещение суппортов вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **III** осуществляется от электродвигателя **М1** через клиноременную передачу, сменные зубчатые колеса $\frac{a}{b}$ и конические зубчатые колеса $z=26$ и $z=78$.

Уравнение баланса данной цепи: $1460\cdot\frac{125}{327}\ 0{,}985\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{26}{78}=n_{шп}$;

формула настройки $\frac{a}{b}=\frac{n_{шп}}{186}$.

Полуавтомат поставляется с комплектом сменных зубчатых колес, применяя которые, можно установить любое из двенадцати частот вращения шпинделя, указанных в табл. 5 (см. приложение).

Кинематическая цепь продольной подачи переднего суппорта. Движение на передний суппорт поступает от зубчатого колеса $z=54$ на левом конце шпинделя **III** полуавтомата.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{54}{91} \cdot \frac{55}{69} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{28}{47} (\text{Мф}1) \frac{28}{64} (\text{Мф}2) \frac{20}{78} \cdot 10 = s_{\text{пр}} \text{ мм/об};$$

формула настройки $\frac{c}{d} = \frac{s_{\text{пр}}}{0{,}318}$.

Ходовой винт **XI** перемещает гайку и передний суппорт **6** в продольном направлении. Гайка от вращения удерживается зубчатой передачей с коническими колесами $z=42$, $z=25$ и двусторонней обгонной тормозной муфтой **Мф3**.

Кинематическая цепь поперечной подачи заднего суппорта. Поперечная подача заднего суппорта осуществляется от зубчатой рейки **7** (рис. 20, **а**), закрепленной на переднем суппорте через зубчатое колесо $z=15$, конические колеса $z=25$, $z=25$, $z=28$, $z=22$, сменные зубчатые колеса e, f на барабанный кулачок **8** с шагом $t=74$ мм.

Уравнение баланса этой кинематической цепи при настроенной продольной подаче переднего суппорта $s_{\text{пр}}$ запишется так:

$$\frac{s_{\text{пр}}}{\pi \cdot 15 \cdot 4} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{28}{22} \cdot \frac{e}{f} \cdot 74 = s_{\text{поп}} \text{ мм/об}; \quad \text{формула настройки } \frac{e}{f} = \frac{s_{\text{поп}}}{0{,}5 s_{\text{пр}}}.$$

Числа зубьев сменных колес находятся по табл. 6 (см. приложение) в зависимости от величин выбранных продольной и поперечной подач суппортов.

Для более равномерной загрузки станка величину поперечной подачи заднего суппорта рекомендуется выбирать из соотношения

$$s_{\text{поп}} = s_{\text{пр}} \frac{L_{\text{зад}}}{L_{\text{пер}}} \text{ мм/об},$$

где $L_{\text{зад}}$ — длина рабочего хода заднего суппорта;

$L_{\text{пер}}$ — длина рабочего хода переднего суппорта.

Кинематические цепи ускоренного перемещения суппортов. Ускоренные перемещения суппортов осуществляются от отдельного электродвигателя **М2** через муфту обгона **Мф2** и зубчатые колеса $z=20$ и $z=78$.

Скорость продольного перемещения переднего суппорта равна

$$v_{\text{пр}} = 1400 \cdot \frac{34}{64} \cdot (\text{Мф}2) \cdot \frac{20}{78} \cdot \frac{10}{1000} = 1{,}9 \text{ м/мин}.$$

Скорость поперечного перемещения заднего суппорта зависит от соотношения между поперечной и продольной подачами, на которые настроен полуавтомат, и равна

$$v_{\text{поп}} = 1{,}9 \frac{s_{\text{поп}}}{s_{\text{пр}}} \text{ м/мин}.$$

Направление перемещения суппортов зависит от направления вращения электродвигателя **М2**.

Перемещение суппортов вручную производится маховиком **2**. При его вращении выступы диска **3**, связанного с маховиком, расклинивают ролики **4** и вращают звездочку **5**, конические колеса $z=25$, $z=42$ и гайку. При этом гайка вместе с суппортом перемещается по винту $P=10$ мм. Вместе с передним суппортом перемещается и зубчатая рейка **7**, сообщающая движение заднему суппорту.

В цепи привода подач суппортов установлена предохранительная муфта **Мф1**. Она настраивается на передачу крутящего момента $M_{кр}=22{,}5$ Н·м ($M_{кр}=2{,}3$ кгс·м), что соответствует наибольшей силе подачи переднего суппорта 34 300 Н (3500 кгс) и заднего суппорта 9810 Н (1000 кгс).

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

На станине 11 (рис. 19, а) смонтированы узлы и механизмы полуавтомата. В многорезцовых полуавтоматах станина имеет более жесткую конструкцию, чем у других токарных станков. Это обеспечивает высокую точность станка при обработке заготовки одновременно несколькими резцами.

В **передней бабке 3** помещен шпиндель станка, а на передней стенке — пульт управления *5* и крышка *4*, закрывающая сменные колеса $\frac{a}{b}$.

Задняя бабка 8 имеет пневматический цилиндр **9**, шток которого перемещает пиноль **7** и задний центр.

Коробка подач 14 служит для расположения в ней механизмов подач и электродвигателя ускоренных перемещений суппортов. Под крышкой **1** помещены сменные колеса $\frac{c}{d}$, устанавливаемые при настройке механизма подач.

На **передний суппорт 6** устанавливаются все резцы, работающие на продольных подачах и предназначенные для обточки цилиндрических, а иногда конических или фасонных поверхностей деталей (рис. 19, **а**).

Передний суппорт (рис. 19, **б**) состоит из каретки **7**, салазок **11**, ползуна **14** и кронштейна **1**. Кронштейн **1** крепится на направляющих станины **18** и удерживает копирную линейку **2** в неподвижном положении. Верхняя часть направляющих состоит из стальной закаленной планки **17**, укрепленной на станине.

При движении каретки неподвижная копирная линейка **2** опирается нижней стороной на поверхность **г** каретки, а боковой стороной на промежуточные линейки **5** и **6**, которые расположены между выступом **в** каретки и копирной линейкой **2**. На каретке **7** имеются поперечные направляющие, по которым в поперечном направлении перемещаются салазки **11**. Салазки соединены с ползуном **14** с помощью винта **12** и стопорного винта **13**. На ползуне находится ось **15**, на которой вращается ролик **16**. Под действием пружины **9** салазки, ползун и находящиеся на нем ось и ролик перемещаются влево. Поэтому ролик **16** всегда прижат к поверхности копирной линейки **2**. Сила давления пружины **9** регулируется винтом **10**.

Во время цикла обработки каждой заготовки передний суппорт совершает по траектории **1—2—3—4—5—6—7—8** (рис. 19, **в**) следующие движения:

а) при быстром подводе суппорта в направлении стрелки A ролик **14** катится по профилю **а—б—в** копирной линейки **10**. При положении ролика **14** на участке **а—б** линейки **10** салазки **11** (рис. 19, **б**) и резцы отведены от заготовки. При движении ролика **14** на участке **б—в** линейки **10** (рис. 19, **в**) происходит поперечное перемещение в направлении стрелки $Б$ ползуна **14** (рис. 19, **б**), салазок **11** и резцов и быстрый подвод резцов к поверхности обрабатываемой заготовки;

б) при нахождении ролика в точке **в** (рис. 19, **в**) механизм автоматического управления станком выключает ускоренное движение суппорта и на участке **в—г—д** суппорт перемещается с установленной при наладке станка величиной продольной подачи.

При движении ролика **14** на участке **в—г** происходит медленное врезание резцов в тело обрабатываемой заготовки, а при движении на участке **г—д** — обработка цилиндрических поверхностей заготовки одновременно всеми резцами. Вместе с суппортом перемещаются промежуточные линейки **11** и **12** в положении, указанном на рис. 19, **в**;

в) при подходе ролика **14** к точке **д** копирной линейки **10** линейка **12** наезжает на упор **13** и сдвигается относительно линейки **11**. При этом три выступа **ж** линейки **12** попадают во впадины линейки **11**, поэтому суммарная толщина этих двух сложенных вместе линеек уменьшается и пружина **9** (рис. 19, **б**) отводит салазки **11** с резцами, ролик **16** и копирную линейку **2** на величину выступов **ж** линейки **12** (рис. 19, **в**). Происходит «отскок» резцов от обработанных поверхностей детали (участок **4—5** на траектории).

Для того чтобы при движении суппорта линейка **11** (рис. 19, **в**) не сдвигалась, на каретке помещен штифт **8**, входящий в поперечный паз этой линейки (рис. 19, **б**);

г) быстрый обратный ход суппорта включается автоматически после того, как произойдет «отскок» резцов. При быстром обратном ходе режущие кромки резцов перемещаются по аналогичной траектории, но в отведенном от обработанной поверхности положении. На участке траектории **8—1** линейка **12** наезжает на упор **9** и смещается относительно линейки **11** в положение, при котором выступы **ж** линейки **12** расположатся на выступах **е** линейки **11**. В результате салазки с резцами возвращаются в исходное положение. При таком положении передний суппорт останавливается.

При обработке каждой следующей детали цикл движений переднего суппорта повторяется.

Для обработки на полуавтомате фасонных или конических поверхностей деталей копирная линейка **10** (рис. 19, **в**), поставляемая со станком, должна быть заменена специальной копирной линейкой с профилем, соответствующим профилю обрабатываемой поверхности детали.

Поперечное перемещение салазок **11** (рис. 19, **б**) и всех установленных на них резцов можно производить вручную, вращая маховик **4** и винт **12** при отпущенном винте **13**.

Маховик **3** служит для перемещения вручную переднего суппорта в продольном направлении. Одновременно перемещается и задний суппорт, но в поперечном направлении.

На заднем суппорте устанавливаются резцы, работающие на поперечных подачах. Эти резцы предназначены для подрезки торцов, для проточки канавок, снятия фасок и обработки небольших по ширине фасонных поверхностей. Подача суппорта и его отвод производится барабанным кулачком **8** (рис. 20, **а**) при его повороте в одну и в другую сторону.

В **коробке автоматики 13** (рис. 19, **а**) расположено устройство автоматического управления циклом работы полуавтомата. Управление производится кулачками **4**, **7** и **8**, установленными на диске **9** (рис. 20, **б**).

Диск **1** с кулачками (см. рис. 20, **а**) установлен на валу **XII** и получает вращение через зубчатое колесо $z=15$ при перемещении зубчатой рейки **7** переднего суппорта.

В конце быстрого хода суппорта кулачок **7** (рис. 20, **б**) нажимает на ролик **5** и переключатель **6** выключает вращение электродвигателя **М2** (рис. 20, **а**). Быстрый подвод переднего суппорта прекращается и он в дальнейшем перемещается с установленной рабочей подачей. Происходит обработка поверхностей заготовки одновременно резцами переднего и заднего суппортов.

Подача суппортов продолжается до момента, когда кулачок **8** (рис. 20, **б**), нажав на ролик **3**, повернет рычаг **2** вниз. При этом переключатель **1** включает обратное направление вращения электродвига-

теля М2, вследствие чего передний суппорт совершает быстрый обратный ход, а диск 9 вращается по часовой стрелке.

В то время, когда ролик 5 сойдет с выступа кулачка 7, переключатель 6 выключает вращение электродвигателя М1 и шпинделя III (рис. 20, а).

В конце обратного хода суппортов кулачок 4 (рис. 20, б) нажимает на ролик 3 и поворачивает рычаг 2 в верхнее, изображенное на рисунке, положение. При этом переключатель 1 выключает электродвигатель М2. Оба суппорта останавливаются в отведенном исходном положении.

ТОКАРНЫЙ ГИДРОКОПИРОВАЛЬНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 1722

Назначение станка и общее устройство

Полуавтомат предназначен для обработки в центрах деталей типа валов со сложной фасонной, конусной или ступенчатой поверхностью методом копирования по шаблону или по эталонной детали. Благодаря возможности быстрой переналадки эти полуавтоматы эффективно применяются не только в крупносерийном, но и в серийном производстве.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 21, а.

Основные узлы полуавтомата: моторная тумба 3, в которой расположен приводной электродвигатель; станина 4; коробка скоростей 5; гидрощуп 8; поперечные суппорты 11; копировальный суппорт 12; задняя бабка 13; гидропанель 1 для настройки давления насосов гидропривода и скоростей движения поперечного суппорта; гидропанель 2 для настройки движений задней бабки; гидропанель 15 для настройки скоростей движения копировального суппорта; пульты управления 9 и 10.

Кинематическая схема станка (рис. 22)

Движения в станке: главное движение, подачи: продольная — каретки, поперечные—салазок; вспомогательные движения — быстрый подвод и отвод каретки, салазок и пиноли.

Кинематическая схема полуавтомата достаточно проста и включает только кинематическую цепь привода главного движения и кинематические цепи вспомогательных механизмов. Подача копировального и поперечных суппортов производится гидроприводом.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя IV осуществляется от электродвигателя М1.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1450 \cdot \frac{140}{280} \cdot 0{,}985 \cdot \frac{a}{b} \cdot \left|\begin{matrix}\frac{34}{54}\\ \frac{49}{39}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{24}{60}\\ \frac{47}{37}\end{matrix}\right| = n_{шп} \text{ об/мин.}$$

Любая из четырнадцати частот вращения шпинделя в диапазоне $n_{шп} = 71 \div 1410$ об/мин может быть настроена переключением блоков Б1 и Б2 и установкой сменных колес $\frac{a}{b}$ с числами зубьев, указанными в табл. 7 (см. приложение).

Кинематические цепи вспомогательных механизмов, служащих для наладки полуавтомата. Маховиком 22 через винт VI коробка 28, золот-

ник **29**, рычаг **30** и щуп **31** перемещаются вверх или вниз. При этом изменяется расстояние по вертикали между вершинами щупа **31** и резца **37**. Так, при наладке производится перемещение резца **37** до положения, при котором будут получаться нужные диаметры обработанных поверхностей заготовки **38**.

Маховик **35** и винт **VII** служат для подъема и опускания упора **32**, ограничивающего величину опускания щупа **31**.

Маховиком **36** через конические зубчатые колеса $z=12$, $z=24$ и двухзаходный винт **V** можно смещать вправо или влево кронштейн **34** и шаблон **33** до положения, при котором фасонный профиль будет правильно расположен по длине обрабатываемой заготовки **38**.

Квадратный хвостовик **52** и винт **VIII** служат для перемещения корпуса **44** задней бабки при установке и зажиме обрабатываемых заготовок.

Квадратный хвостовик **59** и винт **IX** служат для регулирования места хода поперечных суппортов.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 4 полуавтомата (рис. 21, **а**) выполнена жесткой коробчатой формы. Направляющие станины служат для продольного перемещения по ним копировального суппорта **12**, задней бабки **13**, кронштейна **7**. На станине крепятся каретки поперечных суппортов **11**. Окно **16** позволяет производить сквозную транспортировку деталей, что бывает необходимо при установке станка в автоматическую линию.

Наклонное (под углом 15° к вертикали) расположение направляющих на станине станка обеспечивает возможность близкого подхода к обрабатываемым заготовкам и инструментам, облегчает наладку станка и улучшает сход стружки с направляющих.

В **коробке скоростей 5** (рис. 21, **а**) расположен механизм вращения шпинделя с блоками зубчатых колес **Б1** и **Б2** (см. рис. 22, **а**) и со сменными колесами $\frac{a}{b}$. Переключение блоков **Б1** и **Б2** производят поворотом валиков **6** (рис. 21, **а**).

Копировальный суппорт (рис. 21, **в**) состоит из двух основных частей: каретки **2** и салазок **1**. Каретка расположена на горизонтальных направляющих станины **7**.

Продольное перемещение каретки осуществляется штоком **3**, приводимым в действие поршнем **4** (рис. 22, **а**) гидроцилиндра **1**. На каретке закреплены шток **4** (рис. 21, **в**) и поршень **6**, которые служат для поперечного перемещения цилиндра **5** и салазок **1**. Т-образные пазы на салазках предназначены для установки и крепления резцедержателя.

Под давлением масла, поступающего в поршневую или штоковую полость цилиндра **5**, салазки **1** перемещаются по направляющим каретки **2** вверх или вниз, осуществляя поперечное перемещение резца.

Гидрощуп 4 (рис. 21, **б**) предназначен для управления поперечными перемещениями салазок и резца копировального суппорта.

Во время продольной подачи каретки копировального суппорта щуп **6** (рис. 21, **б**) скользит по профилю шаблона (на рисунке не показан), установленного на кронштейне **7**. Под действием выступов и впадин профиля шаблона щуп поднимается или опускается, поворачивая рычаг **5**, который перемещает золотник гидрощупа **4** вверх или вниз. При этом золотник открывает доступ масла под давлением в нижнюю или в верхнюю полости цилиндра **5** (рис. 21, **в**). Регулирование расстояния между вершинами щупа **6** (рис. 21, **б**) и резца осуществляется маховиком **1**.

При необходимости обработки поверхностей деталей за несколько проходов по разным шаблонам можно пользоваться измененной моделью станка 1722, которая отличается от изображенной на рис. 21, **а** тем, что вместо кронштейна **7** на станине расположен поворотный барабан, предназначенный для установки четырех, последовательно занимающих рабочее положение шаблонов.

Поперечный суппорт (рис. 21, **г**) состоит из двух основных частей: каретки **12** и салазок **10**. Салазки **10** предназначены для установки и поперечного перемещения резцов. Салазки перемещаются по направляющим **11** на каретке.

Каретка может быть закреплена двумя планками **13** и винтами **14** на нижних направляющих станины **21** в любом месте по длине обрабатываемой заготовки.

Во время работы станка шток цилиндра **53** (рис. 22, **а**) перемещает тягу **19** (рис. 21, **г**) и копир **18**; положение копира **18** на тяге **19** регулируют двумя гайками **20**.

При движении копира **18** вправо ролик **9** скользит по его скошенной поверхности, перемещая вверх палец **8**, ползун **7**, плитку **6**, салазки **10** и установленный на них резец. Так совершается быстрый подвод, а затем рабочий ход салазок и резца. Ролик **9** поджимается постоянно к поверхности копира **18** пружиной **17** через гильзу **16** и планку **15**, соединенную с ползуном **7**. Поэтому во время движения тяги **19** влево ролик **9** опускается по скошенной поверхности копира **18**, а салазки **10** и резец совершают быстрый обратный ход вниз.

Установка места хода поперечного суппорта производится вращением с помощью съемной рукоятки валика **3**, конических колес **1**, **2** и винта **4**. При этом салазки **10** будут перемещаться вверх или вниз. Предварительно необходимо отвернуть болты **5** и отпустить плитку **6**.

После установки салазок с резцом в нужное положение необходимо плитку **6** опять затянуть болтами **5**.

При обычном исполнении полуавтомат модели 1722 имеет один поперечный суппорт. При необходимости можно заказать такой же полуавтомат, но с увеличенным в 1,5 раза максимальным расстоянием между центрами и с двумя поперечными суппортами.

Задняя бабка предназначена для быстрого отвода, затем подвода заднего центра и зажима обрабатываемого изделия в центрах. Она расположена на отдельных направляющих станины станка.

Гидравлическая схема полуавтомата (рис. 22) имеет три независимые друг от друга гидросистемы: копировального, поперечных суппортов и пиноли задней бабки. Гидросистемы имеют общий бак **62** и действуют от спаренных насосов: насоса **60** низкого давления, предназначенного для быстрых ходов, и насоса **61** высокого давления для осуществления подач.

Действие гидропривода рассмотрим в порядке последовательности движений, осуществляемых при каждом цикле обработки.

Разжим и зажим пиноли задней бабки. Снятие обработанной детали и установка следующей заготовки производится вручную в начале каждого цикла. Для этого поворотом рукоятки **14** (см. рис. 21, **а**) в положение «отжим» включается спуск масла из поршневых полостей цилиндров **41**, **42** (рис. 22, **а**) и подача его под давлением в штоковую полость цилиндра **42**. Происходит освобождение пиноли **40** от зажима и отвод ее и заднего центра **39** в крайнее правое положение. После установки новой заготовки поворотом той же рукоятки **14** включают подачу масла в поршневые полости цилиндров **41** и **42** (рис. 22, **а**). Поршень **43** перемещает пиноль и задний центр влево, зажимая заготовку. При этом давление масла в цилиндрах **41** повышается — они сжимают пружины и зажимают пиноль в установленном положении.

Быстрый продольный подвод каретки 17 происходит при перемещении поршня 4 влево под давлением масла. В это время цилиндр **21**, салазки **18**, коробка **28** с находящимися на ней гидрощупом и рычагом **30** отведены в верхнее положение. Это необходимо для того, чтобы при быстром подводе и отводе резец не касался заготовки, а щуп **31** — поверхности шаблона **33**. Одновременно с кареткой **17** в продольном направлении перемещается линейка **7** с кулачками, закрепленными в пяти Т-образных пазах. Во время автоматического цикла работы станка кулачки, действуя на переключатели, последовательно включают движения, необходимые для обработки заготовки.

Ускоренный поперечный подвод салазок 18 (рис. 22, **а**) включается кулачком **11**. Кулачок с помощью переключателя **8** подключает электромагнит **2** (см. рис. 21, **б**), который поворачивает рычаг **3**, опускающий стакан **23** (рис. 22, **а**).

Золотник **29** гидрощупа находится под действием двух пружин, расположенных на тяге **24** и упирающихся во фланец **26**. Нижняя пружина **27** стремится опустить золотник в нижнее положение, а верхняя, более сильная пружина **25**, поднимает стакан **23** и тягу с золотником в верхнее положение. При включенном электромагните стакан **23**, опускаясь вниз, удерживает пружину **25** в сжатом состоянии. Поэтому под действием нижней пружины **27** золотник перемещается в нижнее положение (рис. 22, **в**), *при котором масло поступает* под давлением по трубопроводу **5** в нижнюю полость цилиндра **3**, и уходит на слив по трубопроводу **6** из верхней его полости. Так как шток **4** закреплен на каретке, а цилиндр соединен с салазками, то цилиндр **3** вместе с гидрощупом, салазками **2** и резцом **1** опустится и щуп **8** упрется в профиль шаблона **9**, вследствие чего золотник **7** переместится в среднее, нейтральное положение (см. рис. 21, **г**). В этом положении подача и слив масла в цилиндр **3** по трубопроводам **5** и **6** не производится и движение цилиндра и салазок **2** с резцом **1** относительно штока **4** прекращается. При этом давление масла в гидросистеме повысится, вследствие чего сработает реле давления, включающее движение каретки **17** (см. рис. 22, **а**) со скоростью первой продольной подачи.

Копирование с продольной подачей каретки (рис. 22, **а**). При продольной подаче каретки щуп **31** скользит по профилю шаблона и в зависимости от его профиля поднимается или опускается.

При перемещении вверх щуп передвигает золотник **29** в верхнее положение. При этом масло по трубопроводу **64** поступает под давлением в верхнюю полость цилиндра **21**, а по трубопроводу **63** уходит из его нижней полости на слив. В результате коробка **28** с корпусом золотника, салазки **18** и резец **37** поднимаются на такую же величину, на какую щуп поднялся по профилю шаблона.

При перемещении щупа вниз по профилю шаблона золотник **29** под действием пружины **27** перемещается в нижнее положение, *при котором масло по трубопроводу 64 поступает в нижнюю полость* цилиндра **21** и уходит на слив из верхней его полости по трубопроводу **63**. Под давлением масла цилиндр **21**, коробка **28** с корпусом золотника, салазки **18** и резец **37** опускаются вниз на такую же величину.

При движении щупа **8** (рис. 21, **г**) по горизонтально расположенному участку профиля шаблона **9** золотник **7** находится в среднем положении, поэтому проход масла к цилиндру **3** перекрыт — поперечного перемещения салазок и резца не происходит и резец протачивает на заготовке цилиндрические поверхности.

Во время движения щупа по профилю шаблона под действием кулачков, помещенных на линейке **7** (рис. 22, **а**), в станке последовательно происходят следующие переключения движений.

Кулачок **13**, действуя на переключатель **3**, включает быстрый про-

ход каретки на участках заготовки, которые не обрабатываются. Кулачок **14** и переключатель **2** отключают быстрый проход и включают продольную подачу. На длине этих участков профиль шаблона выполнен с выступом, производящим отвод резца от поверхности заготовки.

Кулачок **15**, действуя на переключатель **5**, переключает скорость движения каретки **17** с первой подачи на вторую или со второй на первую.

Уменьшение продольной подачи каретки 3 при включении поперечной подачи салазок 5 (рис. 22, **б**).

Для возможности подрезки торцовых и наклонных поверхностей заготовок нужно, чтобы при поперечной подаче салазок **5** автоматически уменьшались бы продольные подачи каретки **3**.

Это достигается следующим способом. При движении поршня **2** и каретки **3** влево масло из левой полости цилиндра **1** уходит на слив по трубопроводу **11** через регулятор **10** и дроссель **9**, регулировкой которого устанавливается скорость продольной подачи каретки.

При включении поперечной подачи салазок **5** вверх или вниз масло из цилиндра **4** идет на слив по трубопроводу **12** через дроссель **8**. При увеличении скорости поперечной подачи салазок **5** вследствие сопротивления дросселя **8** давление в трубопроводе **12** повышается. При этом регулятор **10** перекрывает спуск масла из цилиндра **1** по трубопроводу **11**, уменьшая скорость движения поршня **2** и продольной подачи каретки **3**.

Предохранительный клапан **7** служит для сброса масла на слив в бак **6** при повышении давления в трубопроводе **13**.

Ускоренный поперечный отвод салазок 18 (рис. 22,**а**). В конце рабочего хода каретки **17** кулачок **16** нажимает на переключатель **19**, выключая этим электромагнит **2** (см. рис. 21,**б**). При этом прекращается давление рычага **3** на стакан **23** (рис. 22,**а**). Освобожденная от давления стакана верхняя пружина **25** поднимает стакан **23** и через тягу золотник **29** в верхнее положение. Масло по трубопроводу **64** поступает в верхнюю полость цилиндра **21**, перемещая его и вместе с ним салазки **18**, резец **37**, коробку **28**, гидрощуп, рычаг **30** и щуп **31** в крайнее верхнее положение.

Быстрый отвод каретки 17 вправо. В конце ускоренного отвода салазок кулачок нажимает на переключатель, включающий быстрый отвод каретки вправо.

Гидросистема привода поперечного суппорта. Цикл движений салазок **55** поперечного суппорта включается кулачком **12** (рис. 22,**а**). Нажимая на переключатель **6**, кулачок **12** включает подачу масла от насоса **60** в левую полость цилиндра **53**. Происходит быстрое перемещение вправо поршня **54**, линейки **45**, резьбовой тяги **58** и копира **57**, который перемещает ролик **56** и салазки **55** по направлению к заготовке **38**.

В конце быстрого подвода салазок кулачок **46** нажимает на переключатель **49**, выключая подачу масла низкого давления и открывая доступ масла от насоса высокого давления в левую полость цилиндра **53**. Поршень **54** и копир **57** перемещаются вправо с установленной скоростью подачи до положения, при котором кулачок **47** нажимает на переключатель **50** и включает подачу масла в правую полость цилиндра **53**. Происходит быстрый ход влево поршня **54** и копира **57**. При этом ролики **56** опускаются по скошенной поверхности копиров **57** и салазки **55** под действием пружин совершают быстрый обратный ход вниз.

В конце обратного хода кулачок **51**, нажимая на переключатель **48**, выключает подачу масла в цилиндр **53**. Салазки **55** останавливаются в отведенном вниз исходном положении.

Выключение полуавтомата происходит после окончания цикла обработки. При правом положении каретки **17** кулачок **10** нажимает на переключатель **9**, который выключает все движения в станке.

ТОКАРНЫЕ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПРУТКОВЫЕ АВТОМАТЫ

Горизонтальные многошпиндельные автоматы выпускаются семнадцати различных размеров. Каждый из них предназначен для обработки прутковых заготовок или труб, сечение которых вписывается в диаметр, указанный в верхней строке табл. 8 (см. приложение).

Конструкция автоматов выполнена с учетом возможности встраивания их в автоматические линии. Шести- и восьмишпиндельные автоматы можно настраивать для работы с двойной индексацией.

Для широкой унификации гамма многошпиндельных горизонтальных автоматов построена (см. табл. 8 приложения) по следующей схеме:

наибольшие размеры обрабатываемых прутков выбраны для каждого вида автоматов (четырех-, шести- и восьмишпиндельных) по геометрическому ряду со знаменателем $\varphi=1{,}58$;

базовыми являются шесть моделей шестишпиндельных автоматов;

на основе базовых выпускаются еще шесть моделей четырехшпиндельных и пять моделей восьмишпиндельных автоматов, в которых по сравнению с базовыми внесены только изменения, вызванные наличием другого количества шпинделей;

у восьмишпиндельных автоматов расстояние между центрами шпинделей меньше, чем у шестишпиндельных, поэтому и максимальные диаметры обрабатываемых прутков и труб уменьшены в $\varphi=1{,}26$ раза по сравнению с соответствующими базовыми моделями;

у четырехшпиндельных автоматов наибольшие диаметры обрабатываемых прутков и труб увеличены по сравнению с базовыми моделями в $\varphi=1{,}26$ раза.

Из базовых наиболее распространена модель 1А240-6, которая рассматривается в настоящем пособии.

ТОКАРНЫЙ ШЕСТИШПИНДЕЛЬНЫЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПРУТКОВЫЙ АВТОМАТ МОДЕЛИ 1А240-6

Назначение станка и общее устройство

Данный автомат предназначен для изготовления деталей из калиброванных прутков круглого, шестигранного или квадратного сечения, а также из труб в условиях массового и крупносерийного производства. Общий вид и компоновка автомата показаны на рис. 23,**а**.

Автомат состоит из следующих основных узлов: станины **11**, коробки передач **9**, шпиндельного блока **3**, траверсы **5**, внутри которой расположен распределительный вал, направляющих труб **1**, продольного суппорта **17**, поперечных суппортов **4**, **6**, **19**, транспортера стружки **2**, электрошкафа **10**.

Детали на автомате изготовляются из шести прутков, закрепленных в шести шпинделях, расположенных по окружности шпиндельного барабана. Левая часть вращающихся прутков поддерживается направляющими трубами **1**.

Автоматическое управление всеми движениями в станке осуществляется кулачками, установленными на распределительном валу.

За каждый оборот распределительного вала в автомате последовательно осуществляется весь цикл движений, необходимых для изго-

товления детали. Поэтому количество изготовленных деталей соответствует частоте вращения распределительного вала.

В начале каждого цикла распределительный вал быстро (за 2,6 с) поворачивается на 215° (рис. 23, **б**). За это время он приводит в действие механизмы холостых ходов — происходит быстрый отвод всех суппортов, отвод фиксаторов, поворот шпиндельного барабана, фиксация его и быстрый подвод суппортов.

В последней позиции происходит подача прутков до упора и зажим обрабатываемого прутка.

Во второй части цикла распределительный вал медленно вращается (на участке от 215 до 360°). За это время происходит подача всех суппортов и обработка заготовок одновременно во всех позициях, а в шестой позиции — отрезка обработанной детали от прутка.

Кинематическая схема станка (рис. 24)

Кинематическая цепь привода главного движения. Все шесть шпинделей у автомата вращаются с одинаковой частотой. Уравнение баланса кинематической цепи:

$$1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot 0{,}985 \cdot \frac{48}{57} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{48}{36} = n_{шп};$$ формула настройки $$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{n_{шп}}{1135}.$$

Устанавливая колеса $\frac{a}{b}$ и $\frac{c}{d}$ с числами зубьев, указанными в табл. 9 (см. приложение), можно настроить шпиндели **V** на любую из 17 указанных частот вращения.

Частота вращения всех шести шпинделей выбирается из допустимых режимов резания для всех инструментов, установленных на автомате (не учитываются только инструменты, помещенные во вращающихся инструментальных шпинделях **XVII, XVIII** и **XIX**).

Кинематические цепи привода инструментальных шпинделей (рис. 24). Выбранная частота вращения шпинделей **V** может быть неподходящей для выполнения некоторых переходов обработки. Поэтому для горизонтальных многошпиндельных автоматов при выполнении этих переходов предусмотрена возможность изменять скорость резания за счет установки режущих инструментов во вращающиеся инструментальные шпиндели, которые могут быть помещены в державках **30** продольного суппорта **37** в позициях **II, III, IV, V, VI** (см. рис. 25, **в**).

В автомате 1А240-6 могут применяться три вида инструментальных шпинделей: а) резьбонарезной — **XVIII** (рис. 24, **а**); б) для быстрого сверления — **XVII**; в) для развертывания — **XIX** (рис. 24, **б**).

Резьбонарезной шпиндель XVIII получает вращение через различные кинематические цепи, включаемые электромагнитными муфтами **Мф1** и **Мф2** в зависимости от нарезания правой или левой резьбы.

1. При нарезании правой резьбы включается муфта **Мф1** (рис. 24, **а**). Уравнение баланса кинематической цепи запишется так:

$$n_{шп} \cdot \frac{36}{48} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} (Мф1) \frac{39}{52} \cdot \frac{52}{57} \cdot \frac{60}{46} = n_н \text{ об/мин};$$ формула настройки: $$\frac{e}{f} \times \times \frac{g}{h} = \frac{n_н}{n_{шп} \cdot 0{,}67}.$$

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XVIII**:

$$n_{о.н} = n - n_н = n - 0{,}67 \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} n = \left(1 - 0{,}67 \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h}\right) n = K_н \, n \text{ об/мин},$$

где $K_н = 1 - 0{,}67 \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h}$.

Так как передаточное отношение сменных колес $\frac{e}{f}$ изменяют в пределах от $\frac{61}{48}$ до $\frac{68}{41}$, а колес $\frac{g}{h}$ от $\frac{30}{62}$ до $\frac{41}{45}$, то величина $0{,}67\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}$ всегда меньше единицы, поэтому коэффициент $K_н$ получается со знаком плюс и, следовательно, относительное вращение правое, что необходимо для нарезания правой резьбы.

Вывинчивание инструментов (метчиков или плашек) из детали после нарезания резьбы происходит при включении муфты **Мф2** с частотой, равной $n_в=n_{шп}\cdot\frac{36}{48}\cdot\frac{e}{f}\cdot(Мф2)\cdot\frac{52}{57}\cdot\frac{60}{46}=0{,}895\frac{e}{f}\cdot n_{шп}$.

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XVIII**:

$n_{о.в}=n-n_в=n-0{,}895\frac{e}{f}n=\left(1-0{,}895\frac{e}{f}\right)n=K_в\,n$ об/мин, где $K_в=1-0{,}895\cdot\frac{e}{f}$.

Так как передаточное отношение колес $\frac{e}{f}$ изменяют в пределах от $\frac{61}{48}$ до $\frac{68}{41}$, то $0{,}895\frac{e}{f}$ всегда больше единицы, поэтому относительная частота вращения получается со знаком минус (шпиндель **XVIII** вращается быстрей, чем шпиндель **V**), что необходимо для вывинчивания инструментов. Например, автомат настроен для работы с частотой вращения шпинделей **V** $n=640$ об/мин и для нарезания резьбы желательно иметь относительную частоту вращения $n_{о.н}=160$ об/мин и $K=\frac{n_{о.н}}{n}=\frac{160}{640}=0{,}25$.

Следует принять по табл. 10 (см. приложение) ближайшие меньшие коэффициенты $K_н=0{,}2$; $K_в=0{,}32$ и установить на гитару сменные колеса с числами зубьев $\frac{e}{f}=\frac{65}{44}$ и $\frac{g}{h}=\frac{41}{51}$. Тогда фактические относительные частоты вращения будут: при нарезании резьбы $n_{о.н}=nK_н=640\cdot0{,}2=128$ об/мин; при вывинчивании инструмента $n_{о.в}=nK_в=640\cdot0{,}32=205$ об/мин.

2. При нарезании левой резьбы включается муфта **Мф2**, а для вывинчивания инструмента — муфта **Мф1**. Следовательно, назначение кинематических цепей взаимно изменяется и для определения коэффициента при нарезании резьбы пользуются формулой $K'_н=1-0{,}895\cdot\frac{e}{f}$, а для нахождения коэффициента при вывинчивании формулой

$$K'_в=1-0{,}67\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}.$$

Выбор коэффициентов $K'_н$, $K'_в$ и сменных зубчатых колес $\frac{e}{f}$; $\frac{g}{h}$ производится по табл. 11 (см. приложение) тем же методом, как при нарезании правой резьбы.

Быстросверлильный шпиндель XVII может получать вращение по двум кинематическим цепям.

В первом случае: колесо m включено в зацепление с колесом $z=30$ (на рис. 24, **а** колесо m изображено штрихпунктиром). Частота вращения шпинделя **XVII**:

$$n'_с=n_{шп}\cdot\frac{36}{48}\cdot\frac{60}{30}\cdot\frac{30}{m}=\frac{45}{m}\cdot n_{шп}\ \text{об/мин}.$$

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XVII**:

$$n'_{о.с}=n_{шп}+n'_с=n_{шп}+\frac{45}{m}n_{шп}=\left(1+\frac{45}{m}\right)n_{шп}=K'_с\,n_{шп}\ \text{об/мин},$$

где $K'_с=1+\frac{45}{m}$.

Во втором случае: колесо m включено в зацепление с колесом $z=40$ (на рис. 24, а колесо m изображено сплошными линиями). Частота вращения шпинделя **XVII**: $n''_c = n_{шп} \cdot \frac{36}{48} \cdot \frac{60}{30} \cdot \frac{40}{m} = \frac{60}{m}\ n_{шп}$ об/мин.

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XVII**:

$$n''_{o.c} = n_{шп} + n''_c = n_{шп} + \frac{60}{m} n_{шп} = \left(1 + \frac{60}{m}\right) n_{шп} = K''_c\ n_{шп} \text{ об/мин},$$

где $K''_c = 1 + \frac{60}{m}$.

Например, автомат настроен для работы с частотой вращения шпинделей **V** $n_{шп} = 640$ об/мин и для сверления желательно иметь относительную частоту вращения $n_{o.c} = 1550$ об/мин. В этом случае получаем $K_c = \frac{n_{o.c}}{n} = \frac{1550}{640} = 2{,}42$.

Ближайший по табл. 12 (см. приложение) меньший коэффициент $K_c = 2{,}33$. Следовательно, нужно принять второй вариант и установить сменное колесо $m = 45$. Фактическая относительная частота вращения будет $n_{o.c} = nK = 640 \cdot 2{,}33 = 1490$ об/мин. По этой частоте вращения находят фактическую скорость резания.

Шпиндель XIX для развертывания (рис. 24, **б**) вращается с частотой $n_p = n_{шп} \cdot \frac{36}{48} \cdot \frac{60}{30} \cdot \frac{30}{25} \cdot \frac{25}{p} = \frac{45}{p}\ n_{шп}$ об/мин.

Относительная частота вращения шпинделей **V** и **XIX**:

$$n_{o.p} = n_{шп} - n_p = n_{шп} - \frac{45}{p} n_{шп} = \left(1 - \frac{45}{p}\right) n_{шп} = K_p\ n_{шп} \text{ об/мин},$$

где $K_p = 1 - \frac{45}{p}$.

Например, автомат настроен с частотой вращения шпинделей **V** $n = 640$ об/мин и при развертывании желательно иметь относительную частоту вращения $n_{o.p} = 270$ об/мин. В этом случае получаем $K_p = \frac{n_{o.p}}{n} = \frac{270}{640} = 0{,}421$. Ближайший по табл. 13 (см. приложение) меньший коэффициент $K_p = 0{,}4$. Следовательно, нужно установить сменное колесо $p = 75$ зубьев. Фактическая относительная частота вращения будет $n_{o.p} = 640 \cdot 0{,}4 = 256$ об/мин. По этой частоте вращения находят фактическую скорость резания.

Кинематическая цепь привода вращения распределительного вала XII. В течение каждого цикла работы автомата распределительный вал **XII** делает один оборот. При этом часть оборота (215°) распределительный вал вращается быстро (выполняются все холостые ходы), а остальную часть медленно (выполняются рабочие ходы).

При быстром вращении распределительного вала **XII** командоаппарат выключает муфту **Мф6** и включает муфту **Мф3**. Происходит вращение этого вала с частотой

$$n'_{XII} = 1450 \cdot 0{,}985 \frac{230}{330} (\text{Мф3}) \frac{31}{22} \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42} = 14{,}15 \text{ об/мин}.$$

Время поворота вала на 215° $t_x = \frac{60}{14{,}15} \cdot \frac{215°}{360°} = 2{,}6$ с.

После поворота распределительного вала на 215° командоаппарат **14** включает муфту **Мф6** и выключает муфту **Мф3**. При этом включается рабочее (медленное) вращение распределительного вала. За каждый оборот центрального вала **IV** распределительный вал будет делать количество оборотов, равное

$$n_{XII} = 1 \cdot \frac{32}{63} \cdot \frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{47}{63} (\text{Мф6}) \frac{22}{22} \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42} \text{ оборотов}.$$

При подборе сменных колес $\frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l}$ необходимо найти количество оборотов, которое должен совершать шпиндель **V** для выполнения

каждого перехода по формуле $n'_V = \frac{L}{s}$ оборотов, где L — длина обработки в мм, включая врезание; s — подача в мм/об.

Из найденных для всех переходов значений n'_V выбираем наибольшее (лимитирующее), обозначая его n_{145}, где n_{145} — количество оборотов, которое совершает каждый шпиндель **V** во время обработки заготовок (при медленном повороте распределительного вала **XII** на 145°).

Исходя из найденных значений n'_V и n_{145}, находим по табл. 14 в приложении числа зубьев сменных колес $\frac{l}{j} \cdot \frac{k}{l}$ и длительность цикла в секундах.

Пусть, например, из найденных для всех переходов значений наибольшим оказалось $n'_V = \frac{L_1}{s_1} = \frac{60}{0{,}15} = 400$ оборотов за цикл. По табл. 14 приложения принимаем ближайшее (большее) количество оборотов $n'_V = 423$ оборота за цикл и числа зубьев сменных колес $\frac{k}{l} = \frac{27}{57}$ и $\frac{l}{j} = \frac{35}{49}$. По выбранной частоте вращения шпинделей **V** $n_V = 640$ об/мин и $n'_V = 423$ оборота за цикл находим по таблице длительность цикла $t_ц = 42$ с. В длительность цикла входит время рабочего хода суппортов и 2,6 с на холостые ходы. Так как продолжительность обработки заготовок во всех позициях одинакова, то разные скорости подач в разных позициях обработки достигаются настройкой длины рабочего хода суппортов.

Для установки нужной скорости подачи длину рабочего хода каждого из суппортов находят следующим способом.

Величину рабочего хода суппорта, занятого на лимитирующем переходе (по которому выбрано n_{145}), устанавливают равной принятой для этого перехода длине обработки L. Величина рабочего хода каждого из остальных суппортов находится по формуле $L = n_{145} s$ мм, где s — подача, выбранная по режимам резания для этого перехода.

Пусть, например, подача одного из переходов равна $s_2 = 0{,}1$ мм/об, а $n_{145} = 423$ оборота за цикл (см. предыдущий пример). Тогда $L_2 = n_{145} s_2 = 423 \cdot 0{,}1 = 42{,}3$ мм.

На такую длину хода надо настроить суппорт, находящийся в позиции, в которой выполняется этот переход.

Таким методом определяется длина хода каждого из суппортов последовательно во всех позициях.

Способы регулирования длины хода суппортов автомата рассматриваются в дальнейшем в описаниях к рис. 25.

При наладке автомата вращение распределительного вала производится от электродвигателя **М2** с частотой

$$n = 930 \cdot \frac{17}{82} (\text{Мф4}) \frac{6}{28} \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42} = 3{,}17 \text{ об/мин.}$$

Кинематическая цепь поворота шпиндельного барабана 35. Во время быстрого вращения распределительного вала **XII** водило **9** поворачивает мальтийский крест **8** на $\frac{1}{4}$ оборота, который через зубчатые колеса поворачивает шпиндельный барабан **35** на $\frac{1}{4} \cdot \frac{60}{50} \cdot \frac{80}{144} = \frac{1}{6}$ оборота. При этом шпиндельный барабан перемещает все шесть шпинделей **V** в следующие позиции. Одновременно, колеса $z = 144$, 24, 24 и 144 поворачивают вал **XXI** и шесть направляющих труб **1** (см. рис. 23).

Фланцы труб **1** и **34** (рис. 24,а) шпинделя, перемещенного в поз. **VI**, располагаются в пазах ползунов **2** и **36**, вследствие чего подача и зажим прутка происходит только в шпинделе, находящемся в поз. **VI**, которую поочередно проходят все шпиндели.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 11 (рис. 23) является основанием автомата. Для повышения точности работы автомата его корпусные узлы — станина **11**, шпиндельный блок **3**, коробка передач **9**, траверса **5** — соединены между собой, образуя жесткую раму (портал). В углублении средней части станины, где собирается стружка, помещен транспортер **2** для удаления ее в ящик **20**.

В шпиндельном блоке 3 помещены шпиндельный барабан **18**, механизм фиксации и подъема барабана, механизм подачи и зажима прутка, приводы поперечных суппортов для позиций **I, II, III, VI**. В шпиндельном барабане **18** равномерно по окружности диаметром 320 мм расположены шесть шпинделей. Внутри каждого шпинделя находятся зажимная и подающая цанги.

Механизм поворота и фиксации шпиндельного барабана 15 (рис. 25, **в**) начинает действовать после того, как в позиции **VI** произойдет подача и зажим прутка. Кулачок **1**, вращаясь по часовой стрелке, нажмет на ролик **3**. При переходе ролика **3** на участок **а** правое плечо рычага **4** поднимется, освобождая пружину **6**. После того как зазор $h=4$ мм выберется, рычаг **4** поднимет тягу **5**, поворачивая вокруг оси **13** серьгу **7** вместе с расположенными на ней осями **10** и **11**.

В начале поворота серьги **7** (пока выбирается зазор $y=20$ мм) пружина **9** прижмет рычаг **12** к поверхности **ж** гнезда **14**. Одновременно рычаг **12** повернется на оси **10**, расстояние x увеличится и поверхность **д** рычага **12** отойдет от поверхности **д** гнезда **14**. Одновременно, пока тяга **19** совершает холостой ход, равный зазору w, рычаг **17** прижат пружиной **20** к опорной поверхности **ж** гнезда **14**.

После того как зазор y под гайкой тяги **8** и зазор w под крестовиной **21** тяги **19** будут выбраны, серьга **7** при дальнейшем вращении ее вокруг оси **13** против часовой стрелки повернет через тяги **8** и **19** рычаги **12** и **17** и выведет их из гнезд **14**.

Затем происходит быстрый поворот шпиндельного барабана **15** в направлении против часовой стрелки на $\frac{1}{6}$ оборота.

Перед окончанием поворота шпиндельного барабана **15** ролик **3** попадет на участок **б** кулачка **2**, поворачивая рычаг **4** и серьгу **7** по часовой стрелке. При этом пружины **9** и **20** сжимаются, поворачивая рычаги **12** и **17** до положения, при котором поверхность **е** рычагов упрется в поверхность **ж** гнезд **14** шпиндельного барабана.

При окончании поворота шпиндельного барабана рычаги **12** и **17** под действием сжатых пружин **9** и **20** заскакивают за поверхность **д** гнезд **14**. После этого кулачок **2** нажмет поверхностью на ролик **3**, поворачивая дополнительно по часовой стрелке рычаг **4** и серьгу **7**. Поворачиваясь вокруг оси **13**, серьга **7** устанавливает запирающий рычаг **12** в положение, при котором расстояние от центра оси **10** до прямой, проходящей через центр оси **13** и опорную поверхность **ж** гнезда **14**, равнялось бы $x=7\div8$ мм. Рычаг **12** поворачивает шпиндельный барабан по часовой стрелке в положение, при котором поверхность **д** гнезда **14** упрется в рычаг **17**.

Рычаг **17** фиксирует такое положение шпиндельного барабана (после каждого его поворота), при котором оси шпинделей **16** правильно располагаются относительно суппортов и инструментальных шпинделей.

Для точной установки фиксирующего рычага **17** он помещен на эксцентричной шейке оси **18**. При выпуске автомата шейка оси **18** устанавливается в положение, при котором опорная поверхность **д** рычага **17** обеспечивала бы точное расположение шпиндельного барабана и всех шпинделей.

При работе шпиндельный барабан должен быть прижат к опорным поверхностям. Прижим его производится запирающим рычагом **12**, который при повороте серьги **7** вокруг оси **13** давит на поверхность **д** гнезда **14**. Сила прижима зависит от давления пружины **6**, которое регулируется гайкой тяги **5**. Предварительно сжатая гайкой пружина равна 11 мм. Кроме того, при переходе ролика **3** на участок **г** кулачка **2** должно происходить дополнительное сжатие пружины на величину $h=4$ мм.

После регулирования величины сжатия пружины **6** при выпуске автомата производится регулирование положения серьги **7**; при прижиме барабана **15** расстояние x должно быть 7—8 мм. Для этого серьга **7** опускается или поднимается за счет вращения эксцентричной шейки оси **13**, которая после поворота закрепляется в установленном положении.

Продольный суппорт **17** (рис. 23, **а**) предназначен для установки и перемещения шести державок, несущих оправки с инструментами. Каждый из инструментов обрабатывает заготовку в той позиции, против которой он расположен.

На шести направляющих суппортах могут устанавливаться державки **15**, закрепленные в его пазах, а в **III**, **IV**, **V** и **VI** позициях скользящие державки **16** с независимой от суппорта подачей.

Суппорт перемещается от механизма подач штангой **13** по цилиндрической направляющей **12**. При этом ползун **14** скользит по плоской направляющей **8**.

Привод продольного суппорта 37 (рис. 24, **а**) осуществляется барабанным кулачком **15**. Канавка **д** на кулачке **15** и ползун **16** служат для осуществления рабочего хода, а канавка **е** и ползун **17** — для холостого хода суппорта.

При вращении барабанного кулачка **15** ролики перемещают ползуны **16** и **17**. На осях **24** и **19** ползунов расположены соответственно кулиса **18** и камень **20**.

На кулисе закреплен камень **21**, который при качательном движении кулисы **18** через тягу **23** поворачивает рычаг **25**. Рычаг **25** двигает штангу **26** и продольный суппорт.

Профили канавок **д** и **е** выполнены таким образом, что в начале каждого цикла (при быстром повороте вала **XII** на 215°) верхний ползун **16** и ось **19** неподвижны, а нижний ползун **17** качает кулису **18** вокруг оси **19**. Поэтому во время быстрого движения ползуна **17** и оси **24** влево происходит быстрый отвод, а при движении вправо — быстрый подвод суппорта.

При медленном повороте вала **XII** на оставшиеся 145° нижний ползун **17** неподвижен, а верхний ползун **16** двигается вправо, поворачивая кулису **18** вокруг оси **24**. Тяга **23** медленно поворачивает рычаг **25** по часовой стрелке — происходит рабочая подача суппорта.

Регулирование величины рабочего хода продольного суппорта производится при наладке автомата. При этом надо установить и закрепить на кулисе **18** камень **21** в таком положении, при котором его указатель расположится на делении шкалы **ж**, показывающем нужную величину рабочего хода суппорта.

Если поставить камень **21** так, чтобы его ось **22** совпадала с осью **24**, то при быстром ходе тяга **23** и суппорт переместятся на наибольшую величину, а при рабочем ходе останутся на месте. В этом случае быстрый подвод суппорта будет равен 180 мм, а рабочий ход равен нулю. Если передвинуть камень **21** в крайнее верхнее положение, то быстрый ход будет равен 20 мм, а рабочий — 160 мм. При любых положениях камня **21** сумма рабочего и холостого ходов равна 180 мм. Переднее и заднее положения суппорта постоянны; они не зависят от величины рабочего хода.

Привод и регулирование длины хода державок с независимым перемещением. Подача державки **30** производится барабанным кулачком **27** через рычаги **28** и тягу **29.**

Изменяя место крепления тяги **29** на рычаге **28,** можно увеличивать или уменьшать ход державки. Изменяя длину тяги **29,** можно изменять положение державки и инструмента относительно обрабатываемой заготовки. Наибольший ход скользящей державки 180 мм.

Поперечные суппорты. Автомат имеет шесть поперечных суппортов. Верхние **6** (рис. 23, **а**) расположены в позициях **IV** и **V,** средние **4** в позициях **III** и **VI** и нижние **19** в позициях **I** и **II.**

Суппорт позиции **VI** отрезной, поэтому его устройство отличается от остальных. Величина рабочего хода и скорость подачи каждого суппорта настраиваются независимо от других.

Привод верхних поперечных суппортов (рис. 25, **а**).

Верхние поперечные суппорты приводятся в действие от барабанного кулачка **2** (на рис. 24, **а** — кулачок **13**), который через зубчатую передачу $\frac{52}{52}$ вращается синхронно с распределительным валом **XII.**

Кулачок **2** (рис. 25, **а**) через ролик **1** перемещает по направляющим **19** ползун **18,** который поворачивает на оси **4** кулису **17.** На кулисе **17** на оси **16** помещен зубчатый сектор **8** с канавкой, в которую входит ролик **15,** перемещающий суппорт **11.**

При движении ползуна **19** вправо кулиса **17** поворачивается на оси **4** против часовой стрелки и ролик **15** двигается по участку **г** канавки. Происходит быстрый подвод суппорта **11.**

При движении ролика **15** на участке **в** канавки происходит рабочий ход суппорта **11.** Профиль канавки на участке **в** имеет форму дуги с радиусом, равным расстоянию между центрами осей **4** и **16.**

Для установки нужной величины рабочего хода суппорта зубчатый сектор **8** поворачивают вокруг оси **16,** вращая квадратным хвостовиком **5** червяк **7.** Если сектор **8** повернуть в положение, при котором центр кривизны участка в канавке совпадает с центром оси **4,** то рабочий ход суппорта **11** будет равен нулю. Поворачивая сектор **8** из этого положения против часовой стрелки, можно увеличивать величину рабочего хода в пределах до 65 мм, устанавливая ее по лимбу **6.**

Когда суппорт **11** находится в переднем положении, центры ролика **15** и оси **16** совпадают — это обеспечивает постоянство переднего положения суппорта **11** при любой величине рабочего хода.

Поперечный суппорт позиции **IV** на рис. 25, **а** не изображен. Он имеет такой же привод, как и вышерассмотренный.

При движении ползуна **18** влево кулиса **17** поворачивается по часовой стрелке, ролик **15** быстро проходит по участкам **в** и **г** канавки сектора **8,** поэтому происходит быстрый отвод суппорта.

На суппорте помещены салазки **10,** на которых крепится резец. Точное положение резца и салазок регулируется винтом **9** с квадратным хвостовиком, снабженным лимбом.

Для ограничения точного положения суппорта **11** в конце хода служит винт **14,** опирающийся поочередно в каждый из шести упоров **12,** расположенных по окружности диска **13.** В момент каждого поворота шпиндельного барабана к суппорту **11** перемещается следующий шпиндель и одновременно с барабаном поворачивается диск **13.**

При выпуске автомата каждый из шести упоров **12** на каждом поперечном суппорте отрегулирован так, чтобы получать на заготовках, расположенных во всех шпинделях, одинаковые размеры обработанных поверхностей, несмотря на то, что некоторые из шпинделей могут быть расположены на шпиндельном барабане с небольшими неточностями.

Привод нижних и средних поперечных суппортов (рис. 25, **б**) аналогичен верхним суппортам. Разница заключается только в том, что

качательное движение сообщается кулисам 5 каждого из суппортов не от ползуна, а от четырех дисковых кулачков 1. Каждый из кулачков 1 через двуплечий рычаг 2 и тягу 3 качает вокруг оси 4 кулису 5 и сектор 7 одного из суппортов.

Тяги 3 выполнены с левой и правой резьбой на концах, что позволяет производить регулирование длины тяг до совпадения в конце рабочего хода суппорта центров оси 8 сектора 7 и оси ролика 6. Совпадение центров осей обеспечивает постоянное положение каждого из суппортов в конце хода при установке любой длины рабочего хода. Максимальная длина рабочего хода суппортов в позициях I, II и III — 40 мм, в позиции VI — 30 мм.

Отрезной суппорт, расположенный в позиции VI (рис. 25, **б**) не имеет салазок, как остальные суппорты. Вместо этого на суппорте запрессована ось 10, на которой установлена державка 11. С помощью болтов 13, упирающихся в палец 9, державка 11 может быть повернута в положение, при котором вершина отрезного резца в конце хода совпадает с осью шпинделя V, находящегося в позиции VI. Винты 12 служат для закрепления отрезного резца.

Механизм подачи и зажима прутка приводится в действие барабанными кулачками 5 и 6 (рис. 24, **а**) через кулису 4 и рычаг 7. Кулиса перемещает ползун 2, трубу 1 и подающую цангу 33 — происходит подача прутка влево до упора 31 и отвод цанги 33 в левое положение. Обычно упор 31 находится в отведенном положении и только в момент подачи упор под действием кулачка 12 устанавливается против торца шпинделя, находящегося в позиции VI.

Величина хода прутка при его подаче устанавливается перестановкой пальца 3 в пазу кулисы 4.

Кулачок 6 поворачивает рычаг 7, который перемещает ползун 36 и трубу 34, вправо и влево, производя освобождение прутка и зажим его цангой 32.

Указатель цикла 7 (рис. 23, **а**) показывает по шкале (рис. 23, **б**) угол поворота распределительного вала от начала цикла.

Направляющие трубы 1 (рис. 23, **а**) служат для поддержания и ограждения обрабатываемых прутков. Внутри каждой трубы находится волнистая пружина, смягчающая удары вращающегося прутка о неподвижную трубу. При повороте шпиндельного барабана 18 вместе с ним через зубчатую передачу поворачиваются и направляющие трубы.

ТОКАРНЫЕ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПАТРОННЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ

Горизонтальные многошпиндельные полуавтоматы по принципу действия и устройству аналогичны рассмотренным ранее горизонтальным многошпиндельным автоматам, но предназначены для изготовления деталей не из пруткового материала, а из штучных заготовок.

Для наибольшей унификации каждая модель полуавтомата изготовляется с использованием механизмов и узлов соответствующей модели горизонтального многошпиндельного автомата. Каждому из полуавтоматов присваивается такой же номер модели, как и базовому автомату, но с добавлением буквы П. Например, если автомат имеет номер модели 1А240-6, то выпускаемому на базе этого автомата полуавтомату дается номер 1А240П-6.

ТОКАРНЫЙ ШЕСТИШПИНДЕЛЬНЫЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 1А240П-6

Назначение станка и общее устройство

Полуавтомат предназначен для токарной обработки деталей из штучных заготовок диаметром до 150 мм. На полуавтомате можно производить обточку, расточку, нарезание резьбы, сверление, развертывание и др. В пяти рабочих позициях одновременно обрабатываются пять заготовок, вращающихся в патронах шпинделей.

Съем готовой детали и установка в патрон следующей заготовки производится в **VI** (загрузочной) позиции (рис. 26, **б**). В этой позиции выгрузка готовой детали и загрузка заготовки может производиться либо вручную, либо автооператором.

Учитывая, что принцип действия данного многошпиндельного полуавтомата и конструкция его большинства узлов и механизмов сходны с вышерассмотренными многошпиндельными автоматами модели 1А240-6, здесь будут рассмотрены только конструктивные отличия полуавтомата.

Для остальных узлов и элементов полуавтомата модели 1А240П-6 следует руководствоваться позициями, указанными на рис. 23 и описанием устройства автомата 1А240-6.

Так, в отличие от многошпиндельных автоматов в многошпиндельных полуавтоматах отсутствуют направляющие трубы, механизм подачи и зажима прутка, а также откидной упор. Вместо этого применено гидравлическое устройство для зажима обрабатываемой заготовки в кулачках патрона и для включения и выключения вращения шпинделя в загрузочной позиции.

В загрузочной позиции **VI** полуавтомата отсутствует поперечный суппорт. В связи с обработкой заготовок больших диаметров у полуавтоматов уменьшены частоты вращения шпинделей.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 26, **а**.

Кинематическая схема станка

Кинематические цепи движений данного полуавтомата мало отличаются от вышерассмотренного автомата модели 1А240-6, кинематическая схема которого была показана на рис. 24.

Так, в кинематической цепи привода главного движения при передаче вращения от вала **I** на вал **II** вместо колес $\frac{48}{57}$ в полуавтомате 1А240П-6 применены колеса $\frac{38}{68}$, а в передаче от вала **IV** на шпиндели **V** вместо колес $\frac{48}{36}$ колеса $\frac{45}{40}$.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot \frac{38}{68} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{45}{50} = n_{\text{шп}} \text{ об/мин};$$

формула настройки $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{n_{\text{шп}}}{635}$.

В кинематической цепи медленного вращения распределительного вала **XII** для передачи вращения от вала **IV** на вал **VI** вместо колес $\frac{32}{63}$ применены колеса $\frac{28}{66}$.

При подборе сменных зубчатых колес привода главного движения необходимо пользоваться табл. 15, привода распределительного вала — табл. 16, для подбора сменных зубчатых колес инструментальных шпинделей — табл. 17 и 18 (см. приложение).

Конструктивные особенности станка

Шпиндельный барабан (рис. 26, в) является опорой для шести шпинделей **16**, расположенных в нем по окружности. С помощью зубчатого колеса **13** шпиндельный барабан **23** периодически поворачивается на $\frac{1}{6}$ оборота, перемещая каждый из шпинделей в следующую позицию.

В центральное отверстие шпиндельного барабана запрессована направляющая **22**, по которой перемещается продольный суппорт.

Вращение на шпиндели передается через вал **21**, центральное зубчатое колесо **24** и шесть зубчатых колес **14**, свободно сидящих на шпинделях **16**. При включенных фрикционных муфтах **12** зубчатые колеса **14** передают вращение шпинделям и заготовкам, установленным в патроне **20**.

Гидропривод полуавтомата предназначен для зажима обрабатываемой заготовки, а также включения и торможения вращения шпинделя, находящегося в загрузочной позиции. Гидропривод приводится в действие сдвоенным насосом. Один насос производительностью $5 \cdot 10^{-3}$ м^3/мин (5 л/мин) осуществляет подачу масла в гидроцилиндры **10** (рис. 26, в), находящиеся в пяти рабочих позициях, другой, производительностью $12 \cdot 10^{-3}$ м^3/мин (12 л/мин) подает масло в гидроцилиндр **10**, находящийся в загрузочной позиции.

Подвод масла в гидроцилиндры осуществляется через неподвижную втулку **2**, центральный золотник **1**, маслоподводящую звезду **3**, втулку **6** и торцовые подводы **9**. Так как каждый подвод **9** своим торцом прижат пружиной к торцу вращающихся гидроцилиндров **10**, то утечки масла получаются минимальными и не увеличиваются из-за износа этих поверхностей при эксплуатации.

Обычно полуавтомат настраивают так, чтобы загрузочной была **VI** позиция. Но при наладке иногда необходимо производить зажим и разжим патронов, находящихся в других позициях. Для этого, открыв крышку **1** (рис. 26, а), можно любую из шести позиций шпинделей с помощью рукоятки **4** (рис. 26, в) переключать на загрузочную позицию. Вместе с рукояткой **4** поворачивается в любое из шести фиксируемых положений и центральный золотник. **1**.

Управление загрузочной позицией осуществляется рукояткой **3** (рис. 26, а), которая последовательно поворачивается в следующие три положения:

1) «пуск» (верхнее положение рукоятки **3**) — масло под давлением через неподвижную втулку **2** (рис. 26, в) поступает в канал **а** золотника **1**, затем через канал маслоподводящей звезды **3**, втулку **6**, торцовый подвод **9** и канал **в** в полость **д** гидроцилиндра **10**.

Гидроцилиндр и поршень **11** плавающие, поэтому под давлением масла гидроцилиндр смещается вправо, а поршень — влево. При смещении вправо гидроцилиндр нажимает на кольцо, сжимая диски фрикционной муфты **12**, которая включает вращение шпинделя от зубчатого колеса **14**. Одновременно поршень перемещает влево тягу **17** и переходник **19**, зажимая заготовку в кулачках патрона **20**. Поэтому при повороте рукоятки **3** (рис. 26, а) в положение «пуск» в загрузочной позиции включается вращение шпинделя и заготовка сильней зажимается в кулачках патрона;

2) «стоп» и «зажим» (при нижнем и левом положениях рукоятки) — оба канала золотника **1** и через них полости **д** и **е** гидроцилиндра

соединены со сливом. Поэтому под действием пружин **15** гидроцилиндр перемещается в левое положение, сжимая кольцом диски муфты **8**, которая тормозит вращение гидроцилиндра и шпинделя. Одновременно под действием пружин **18** тяга **17**, поршень **11** и переходник **19** перемещаются в левое положение, зажимая заготовку в кулачках патрона;

3) «стоп» и «разжим» (при правом и нижнем положениях рукоятки **3**). Масло под давлением поступает в канал **б** золотника **1**, затем через канал **г** в полость **е** гидроцилиндра. Под давлением масла гидроцилиндр смещается влево, а поршень вправо. Гидроцилиндр сжимает пластины муфты **8**, сильнее тормозя вращение шпинделя. Поршень сжимает пружину **18**, перемещая вправо тягу **17** и переходник **19**, который разжимает кулачки патрона, освобождая обработанную деталь.

Муфты **8** всех шести шпинделей должны быть отрегулированы так, чтобы при включении вращения шпинделя зазор между тормозными дисками был не меньше 0,1 мм. Регулирование производится перемещением опорными винтами **5** втулок **6** и муфт **8** и закреплением их в установленном положении нажимными винтами **7**.

Распределение масла золотником 1 показано схематично на рис. 26, **б**. От насоса производительностью $5 \cdot 10^{-3}$ м^3/мин (5 л/мин) по трубопроводу **3** через втулку **2** и золотник **1** масло поступает под давлением по каналам **в** в правые полости **д** всех пяти гидроцилиндров **10** (рис. 26, **в**), расположенных в рабочих позициях, а из левых полостей **е** гидроцилиндров масло уходит на слив. Это обеспечивает зажим заготовки в кулачках патронов **20** и включение вращения шпинделей **16** в пяти рабочих позициях.

От другого насоса производительностью $12 \cdot 10^{-3}$ м^3/мин (12 л/мин) через золотники, переключаемые рукояткой **3** (рис. 26, **а**), масло поступает по трубопроводам **4** или **5** (рис. 26, **б**), по каналам **б** или **а** в полости **е** или **д** (рис. 26, **в**) цилиндра **10** загрузочной позиции. При этом в зависимости от положения рукоятки **3** (рис. 26, **а**) происходит зажим или разжим заготовки, включение или торможение вращения шпинделя.

Настройка давления в гидроприводе производится поворотом хвостовиков, расположенных на панели **2** (рис. 26, **а**). Давление в рабочих и загрузочной позициях может устанавливаться в пределах от 0 до 6 МПа (от 0 до 60 кгс/см^2), в системе смазки — от 0 до 0, 6 МПа (от 0 до 6 кгс/см^2). Установленное давление показывают манометры, расположенные на панели **2**.

В случае падения давления в рабочих позициях реле давления гидропривода автоматически выключает вращение шпинделей и подачи суппортов.

ТОКАРНЫЙ ШЕСТИШПИНДЕЛЬНЫЙ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 1284

Назначение станка и общее устройство

Вертикальные многошпиндельные полуавтоматы применяются для токарной обработки штучных заготовок более крупных размеров и массы, чем обрабатываемые на рассмотренных ранее горизонтальных многошпиндельных полуавтоматах. На них можно производить: точение и расточку цилиндрических и конических поверхностей, подрезку, сверление, зенкерование и развертывание.

Вертикальные многошпиндельные полуавтоматы последовательного действия имеют по сравнению с такими же горизонтальными полуавтоматами следующие преимущества:

а) удобней, легче и безопасней устанавливать тяжелые заготовки на горизонтальную плоскость патронов;

б) полуавтоматы с вертикальным расположением шпинделей занимают меньшую производственную площадь;

в) все позиции, в которых находится деталь во время обработки, расположены в местах, легкодоступных и удобных для настройки и наблюдения за процессом обработки;

г) частота вращения шпинделя и подача суппорта в каждой позиции настраивается независимо от других позиций, поэтому обработку с оптимальными режимами разания можно производить во всех позициях;

д) в каждой позиции можно устанавливать любой из четырех видов суппортов, что повышает их технологические возможности.

Токарные шести- и восьмишпиндельные полуавтоматы последовательного действия выпускаются для обработки деталей с диаметром заготовок до 600 мм.

Токарный вертикальный шестишпиндельный полуавтомат модели 1284 предназначен для обработки деталей диаметром до 400 мм.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 27, а.

Полуавтомат состоит из следующих основных узлов: основания **13**, колонны **11**, стола **12**, нижнего венца **6**, верхнего венца **5**, суппортов **10**.

Полуавтомат имеет круглый стол **12**, в котором расположены шесть шпинделей с патронами, предназначенными для установки и крепления обрабатываемых заготовок. Каждый из шпинделей поочередно располагается в загрузочной позиции, в которой рабочий снимает обработанную деталь, а на ее место устанавливает в патрон следующую заготовку. В это время в пяти других позициях происходит обработка заготовок, закрепленных во вращающихся патронах.

В каждой из пяти рабочих позиций установлены суппорты **10** и режущие инструменты, необходимые для выполняемой в этой позиции обработки.

Кинематическая схема станка (рис. 27, б)

Движения в полуавтомате: основные — главное движение, подачи суппортов; вспомогательные — быстрый ход суппортов вниз и вверх, поворот стола, зажим и разжим кулачков патронов.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделей полуавтомата осуществляется от электродвигателя **MI** и передается через конические колеса редуктора валу **II**. При включении фрикционной муфты **Мф2** вращение сообщается полому валу **III** и от него через колесо $z=16$ центральному колесу $z=75$. Это колесо вращает пять находящихся с ним в зацеплении ведомых колес $z=28$. Каждое из этих колес приводит в действие механизм главного движения и подач, расположенный в каждой из позиций. На рис. 27, **б** изображена одна из пяти одинаковых кинематических цепей привода главного движения и подач.

Уравнение баланса кинематической цепи привода главного движения:

$$1460 \cdot \frac{17}{36}\,(\text{Мф2})\,\frac{16}{75} \cdot \frac{75}{28} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{20}{128} = n_{\text{шп}}\ \text{об/мин};$$

формула настройки $\frac{a}{b} = \frac{n_{\text{шп}}}{61}$.

Имеется 12 пар сменных колес, с помощью которых можно устанавливать при наладке полуавтомата для каждой из пяти позиций любую из 23 частот вращения шпинделя в пределах $n_{\text{шп}} = 21 \div 185$ об/мин.

Кинематическая цепь вертикальной подачи суппорта. Уравнение баланса этой кинематической цепи (включена муфта **Мф5**):

$$1 \text{ об. шп.} \frac{128}{20} \cdot \frac{1}{54} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} (\text{Мф5}) \frac{2}{60} \cdot 200 \cdot \frac{360^\circ}{260^\circ} = s_в \text{ мм/об},$$

где 200 — вертикальный ход суппорта в мм, т. е. величина подъема на барабанном кулачке (см. рис. 28, б); 260° — угол поворота барабанного кулачка **12**, необходимый для перемещения суппорта.

Формула настройки $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = \frac{s_в}{1{,}1}$.

Заменой зубчатых колес $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f}$ можно получить 17 различных подач от $s_{в_1} = 0{,}168$ до $s_{в_{17}} = 7{,}3$ мм/об.

Кинематическая цепь ускоренного перемещения суппортов. Ускоренный ход суппортов вниз осуществляется при включении муфты **Мф3** со скоростью

$$v_{пр} = 1460 \cdot \frac{17}{36} (\text{Мф2}) \frac{16}{75} \cdot \frac{75}{28} \cdot \frac{10}{20} (\text{Мф3}) \frac{2}{60} \cdot \frac{200}{1000} \cdot \frac{360^\circ}{260^\circ} = 1{,}8 \text{ м/мин}.$$

Ускоренный ход суппортов вверх осуществляется при включении муфты **Мф3** со скоростью

$$v_{об} = 1460 \cdot \frac{11}{36} (\text{Мф2}) \frac{16}{75} \cdot \frac{75}{28} \cdot \frac{10}{20} (\text{Мф3}) \frac{2}{60} \cdot \frac{200}{1000} \cdot \frac{360^\circ}{100^\circ} = 4{,}7 \text{ м/мин},$$

где 100° — угол поворота барабанного кулачка, необходимый для подъема суппорта.

Кинематическая цепь поворота стола (рис. 27, **б**) состоит из: передачи, сообщающей вращение колесу $z = 77$ на валу **XII**; барабана **2**, предназначенного для удержания вала **XII** в неподвижном положении, а затем для вращения его; кривошипного вала **XXIV** и кулисы **4**, поворачивающих стол.

При включенном электродвигателе **MI** колесо $z = 77$ вращается на валу **XII** с частотой

$$n = 1460 \cdot \frac{17}{36} \cdot \frac{18}{26} \cdot \frac{22}{42} \cdot \frac{18}{64} \cdot \frac{13}{77} = 11{,}8 \text{ об/мин}.$$

Во время обработки заготовок барабан **2** и вал **XII** удерживаются в неподвижном положении пятью рычагами, а колесо $z = 77$ вращается свободно.

Когда каждый из суппортов, закончив обработку заготовки в той позиции, где он расположен, возвращается в верхнее положение, кулачок **г** распределительного диска **10** этого суппорта отводит один из пяти рычагов от упора барабана **2**.

При окончании обработки во всех пяти позициях все пять рычагов отведены от барабана **2**. Если к этому времени в первой позиции заготовка установлена в патрон и рукоятка **9** (рис. 27, **а**) повернута станочником «на себя», то барабан **2** (рис. 27, **б**) освобождается от фиксации и под действием пружины поворачивается. При этом поводок **3** вводит запорный палец в один из пазов обода колеса $z = 77$, вследствие чего колесо вращает этот поводок, вал **XII** и барабан **2**.

Один полный оборот центрального вала **XII** совершается за $\frac{60}{11{,}8} = 5{,}1$ с. Поворот стола происходит за время поворота вала **XIV** на 240°. Следовательно, продолжительность поворота стола на $\frac{1}{6}$ оборота равна $t_п = 5{,}1 \cdot \frac{240^\circ}{360^\circ} = 3{,}4$ с.

При каждом обороте вала **XII** кривошипный валик **XXIV** делает также один оборот и сообщает движение качающейся кулисе **4**. Кулиса захватывает вилкой ролик одного из шпинделей и поворачивает

стол на $\frac{1}{6}$ оборота. При этом происходит перемещение каждого из шпинделей в следующую позицию обработки.

При повороте стола с **одинарной индексацией** муфта **Мф6** включена и центральные валы **XII, IV** и барабаны **1, 2** вращаются совместно. Отключение их вращения происходит после одного оборота барабана **1.**

Перед началом действия механизма поворота стола копир верхнего распределительного барабана **1** приводит в действие механизм автоматического отключения муфты **Мф2** и ленточный тормоз, тормозящий корпус муфты **Мф2** и вал **III.**

После поворота стола второй копир барабана **1** освобождает ленточный тормоз и включает муфту **Мф2.** Так, перед поворотом стола отключается, а после поворота включается вращение всех шпинделей (кроме шпинделя, находящегося в загрузочной позиции).

Поворот стола с **двойной индексацией** целесообразно применять тогда, когда возможно производить обработку деталей с одной стороны в третьей и пятой, а с другой стороны в четвертой и шестой позициях. В этом случае стол каждый раз поворачивается на две позиции.

При работе с двойной индексацией вращение с вала **XII** на вал **IV** передается не через муфту **Мф6,** а через зубчатые колеса с передаточным отношением $u = \frac{27}{27} \cdot \frac{18}{36} = \frac{1}{2}$. Поэтому, когда вал **XII** совершает два оборота, барабан **1** в это время делает один оборот, после чего вращение валов отключается. При этом стол дважды поворачивается на $\frac{1}{6}$ оборота.

Кинематическая цепь зажима и разжима кулачков патрона. Зажим и разжим патрона **5** осуществляется только в загрузочной позиции при включении муфты **Мф8,** включающей вращение винта **XVIII** от зубчатого колеса $z=15$ или $z=12$, свободно сидящих на валу **XVII** и вращающихся в разные стороны.

Верхнее колесо $z=15$ вращается с частотой

$$n_{15} = 1460 \cdot \frac{17}{36} \cdot \frac{18}{26} \cdot \frac{22}{42} \cdot \frac{13}{20} \cdot \frac{15}{23} \cdot \frac{12}{12} \cdot \frac{12}{12} \cdot \frac{15}{15} = 107 \text{ об/мин};$$

нижнее колесо $z=12$ вращается с частотой

$$n_{12} = 1460 \cdot \frac{17}{36} \cdot \frac{18}{26} \cdot \frac{22}{42} \cdot \frac{13}{20} \cdot \frac{15}{23} \cdot \frac{12}{12} \cdot \frac{12}{12} = 107 \text{ об/мин}.$$

При вращении вала **XVII,** двух колес $z=16$ и винта **XVIII** в разные стороны стакан **6** поднимается или опускается, производя разжим или зажим патрона **5.**

Поворотом рукоятки **1** (см. рис. 27, **а**) вправо стакан **6** (см. рис. 27, **б**) опускается вниз. При этом рычаги **7** поворачиваются, зажимая заготовку кулачками патрона **5.** После того как заготовка зажата, срабатывает механизм, автоматически выключающий рукоятку **1** и муфту **Мф8** в среднее, нейтральное положение. Сила зажима кулачками заготовки устанавливается при наладке этого механизма.

При повороте рукоятки **1** (рис. 27, **а**) влево муфта **Мф8** (рис. 27, **б**) включает вращение вала **XVII** и винта **XVIII** в обратную сторону; стакан **6** поднимается и разводит рычагами **7** кулачки патрона, освобождая заготовку от зажима. Для зажима и разжима кулачков патрона достаточно четырех оборотов винта **XVIII.** Поэтому время зажима (или разжима) $t_з = \frac{4 \cdot 60}{107} = 2{,}25$ с.

Если на полуавтомате поворот стола настроен с двойной индексацией, то загрузочными должны быть первая и вторая позиции. Для

этого в полуавтомате дополнительно применяется аналогичная кинематическая цепь для вращения винта **XVIII**, находящегося во второй позиции (на рисунке она изображена штрихпунктирными линиями). Она отличается от рассмотренной выше только наличием двух дополнительных конических передач с колесами $z=16$, $z=16$ и $z=17$, $z=17$. Зажим и разжим кулачков патрона, находящегося во второй позиции, включается муфтой **Мф9**.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Основание 13 (рис. 27, **а**). Цилиндрический литой корпус основания служит опорой для остальных узлов станка. В нем помещены механизм зажима кулачков патронов; насосы лопастной — для смазки и центробежный — для охлаждающей жидкости. Две изолированные внутренние полости основания используются в качестве резервуаров для масла и для охлаждающей жидкости.

Колонна 11 крепится на основании полуавтомата. Нижняя часть колонны имеет форму усеченного конуса, а верхняя — форму шестиугольной призмы. На пяти плоскостях колонны закреплены чугунные направляющие для суппортов. Против шестой плоскости располагается шпиндель в позиции, предназначенной для загрузки обрабатываемых заготовок. Внутри колонны помещен механизм автоматического поворота стола **12**.

Стол 12 предназначен для расположения шести шпинделей и для перемещения их при каждом повороте стола в следующие позиции обработки.

Нижний венец 6 представляет собой чугунную плиту, закрепленную на верхней части колонны, и служит основанием для установки пяти коробок скоростей и подач, фрикционных муфт привода и механизмов управления ими.

Верхний венец 5 служит основанием для установки электродвигателя и редуктора с коническими зубчатыми колесами. Между нижним и верхним венцом помещаются щитки **4**, закрывающие механизмы.

Суппорты. В зависимости от того, какой вид обработки выполняется в любой из позиций полуавтомата, может быть установлен один из следующих четырех видов суппортов: простой вертикальный, последовательного действия, универсальный или суппорт с многошпиндельной сверлильной головкой.

Суппорты перемещаются по направляющим колонны **11** от барабанных кулачков **12** (рис. 27, **б**) с помощью роликов **11** и штанг **8**.

На рис. 28, **б** изображена развертка барабанного кулачка.

Вертикальные перемещения суппорта и установленных на нем резцов происходят при вращении кулачка в направлении стрелки. При этом ролик **1** катится по канавке **а**, перемещая вниз, а затем вверх штангу **2** и соединенный с нею суппорт **3**.

Простой вертикальный суппорт предназначен для установки инструментов, работающих с продольной (вертикальной) подачей.

Суппорт последовательного действия (рис. 28, **а**) устанавливается в тех позициях, в которых резцы должны работать с поперечной подачей.

В начале каждого цикла суппорт должен переместить установленные на нем резцы в нижнее положение — на уровень обрабатываемых ими поверхностей деталей. Затем суппорт осуществляет поперечную (горизонтальную) подачу резцов. После окончания обработки суппорт совершает быстрый обратный ход.

Суппорт состоит из трех основных частей:

а) каретки **12**, которая перемещается в вертикальном направлении вместе с салазками **11** и с резцами; б) салазок **11**, которые могут двигаться по направляющим на каретке в поперечном (горизонтальном) направлении; в) замковой штанги **6**, которая удерживает каретку **12** при нижнем ее положении.

На передней стороне салазок крепятся резцедержатели и резцы, работающие на поперечных подачах. На задней стороне салазок закреплена зубчатая рейка **7**, находящаяся в зацеплении с зубчатым колесом **9** и предназначенная для перемещения салазок в поперечном направлении.

На каретке расположены: поперечные (горизонтальные) направляющие салазок **11**; вертикальные направляющие для движения зубчатой рейки **17**, направляющие замка **5**; фиксатор **19**; двуплечий рычажок **3**; подшипники вала зубчатых колес **9** и **10** и упоры (винты) **8** и **18**, ограничивающие ход салазок.

Замковая штанга **6** крепится гайками **14** на держателе **13**, который закреплен в неподвижном положении на колонне полуавтомата. На нижней части замковой штанги гайками **1** закреплена планка **2**.

Штанга **15** суппорта перемещается барабанным кулачком подач вверх или вниз. На штанге **15** винтами **16** закреплена зубчатая рейка **17**, находящаяся в зацеплении с колесом **10**. При всех положениях каретки **12**, кроме нижнего, зубчатая рейка **17** упирается концом **д** в выступ **г** замка **5**. Поэтому в начале цикла при быстром опускании штанги **15** и зубчатой рейки **17** вниз вместе с ними опускается и замок **5**, а следовательно, и вся каретка, в направляющих которой помещен замок **5**.

Опускание каретки происходит до положения, при котором планка **2** повернет сидящий на оси **4** рычаг **3** по часовой стрелке, который выведет фиксатор **19** из гнезда **в** замка **5**, сжав пружину **20**.

Освобожденный от фиксатора замок под действием давления зубчатой рейки **17** на наклонную поверхность **г** переместится в левое положение и войдет выступом **б** в паз **а** замковой штанги **6**, заперев каретку в нижнем положении. Нижнее положение каретки регулируется при настройке полуавтомата передвижением замковой штанги **6** вверх или вниз гайками **14**.

При дальнейшем опускании зубчатая рейка **17** вращает зубчатые колеса **10** и **9** по часовой стрелке. Зубчатое колесо **9** перемещает зубчатую рейку **7** и салазки **11** влево, осуществляя поперечную подачу резцов, установленных на салазки. В конце хода зубчатая рейка **7** доходит до упора **8**. Он останавливает салазки и помещенные на них резцы в положении, при котором поверхности на заготовках подрезаны до заданных диаметров.

Положение зубчатой рейки **17** на штанге **15** и упоров **8** регулируется так, чтобы зубчатая рейка **7** доходила до упора **8** при нижнем положении зубчатой рейки **17**.

Затем происходит быстрый подъем штанги **15** и зубчатой рейки **17**, которая вращает зубчатые колеса **10** и **9** в направлении против часовой стрелки. Зубчатое колесо **9** перемещает вправо зубчатую рейку **7** и салазки **11** до положения, при котором зубчатая рейка **7** дойдет до упора **18** и остановится.

После этого зубчатая рейка **17**, находящаяся в зацеплении с зубчатым колесом **10**, поднимает его и каретку **12** вверх.

В начале подъема верхний скос выреза **а** штанги **6** передвигает замок **5** в правое положение. В этом положении замок удерживается фиксатором **19**, который под действием пружины **20** войдет в гнездо

в. При правом положении замок **5** запирает зубчатую рейку **17** в направляющих каретки.

В конце хода штанги **15** вверх каретка и салазки суппорта займут верхнее исходное положение.

Универсальный суппорт (рис. 28, **в**) предназначен для установки резцов, обрабатывающих конические поверхности деталей. Универсальный суппорт устроен и работает так же, как и суппорт последовательного действия, за исключением того, что направляющие салазок **3** помещены не на каретке **1**, а на промежуточной плите **2**.

При настройке полуавтомата плита **2** может быть повернута вокруг оси **а** под нужным углом α и закреплена на каретке **1** в этом положении. После такой установки плиты **2** салазки **3** будут двигаться во время подачи не в горизонтальном направлении, а под углом α к этому направлению, что необходимо для обработки конических поверхностей.

Автоматическое управление станком в процессе каждого цикла производится распределительным барабаном **1** (рис. 27, **б**), а управление движениями каждого суппорта — распределительным диском **10**, находящимся в позиции управляемого им суппорта. На каждом из пяти распределительных дисков **10** установлены по четыре кулачка — **а, б, в, г**, которые управляют движениями суппортов.

Управление полуавтоматом вручную. Для включения вращения шпинделей и движений суппортов нужно любой из шести рукояток **8** (рис. 27, **а**) повернуть влево кольцо **7**. При этом включается фрикционная муфта **Мф2** (рис. 27, **б**) и вращение шпинделей, находящихся в пяти рабочих позициях. При повороте рукоятки и кольца вправо фрикционная муфта **Мф2** отключается и одновременно включается тормозная муфта **Мф1**. Вращение всех шпинделей и движения всех суппортов отключаются.

Управление станком при наладке осуществляется рукоятками **2** и **3** (рис. 27, **а**). Рукояткой **3** переключают суппорт с рабочей подачи на ускоренное перемещение или наоборот. Этой рукояткой включают муфту **Мф3** либо **Мф5** (рис. 27, **б**). Рукояткой **2** (рис. 27, **а**) можно включать или отключать муфту **Мф4** (рис. 27, **б**).

Когда муфта **Мф4** включена, то вращением рукоятки **9** вручную можно производить перемещение суппорта через кинематическую цепь: $\frac{12}{47} \cdot \frac{47}{64} \cdot (\text{Мф}4) \cdot \frac{18}{12} \cdot \frac{2}{60}$ на барабанный кулачок **12**.

Долгопрудненский авиационный техникум

Электронная библиотека

141702 Россия, Московская обл.,
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat.ak@mail.ru
Site: gosdat.ru

СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Сверлильные станки предназначены для сверления, зенкования, зенкерования, развертывания отверстий, для подрезания торцов изделий и нарезания резьб метчиками. Применяются они в основном в единичном и мелкосерийном производстве, а некоторые модификации этих станков — в условиях массового и крупносерийного производства.

В промышленности наибольшее распространение получили вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки. Для обработки отверстий небольшого размера применяются настольно-сверлильные станки (модели 2Н103П — до 3 мм, 2Н106П — до 6 мм, 2Н112П — до 12 мм).

ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Для обработки отверстий разных диаметров применяются базовые вертикально-сверлильные станки моделей: 2Н118, 2Н135, 2Н150 и 2Г175. Последние две цифры номера каждой модели указывают наибольший диаметр отверстия в мм, которое можно сверлить на этом станке в заготовках из стали 45.

На основе указанных выше базовых моделей станков созданы следующие модифицированные модели: 2Н118А, 2Н125А, 2Н135А, 2Н150А — станки с автоматизированным управлением (управление производится с помощью заранее настроенных кулачков и кнопок);

2Н118К, 2Н125К, 2Н135К, 2Н150К, 2Г175К — станки с крестовым столом;

2Н118С, 2Н125С, 2Н135С, 2Н150С — специальные однопозиционные станки с фланцевой пинолью, служащей для крепления многошпиндельных головок;

2Н125Н, 2Н135Н, 2Н150Н — многопозиционные станки, предназначенные для установки многошпиндельных головок и поворотных столов;

2Р118Ф2, 2Р135Ф2 — станки с ЧПУ, крестовым столом и револьверной головкой и др.

Конструкция, принцип действия, органы управления, узлы и кинематические схемы указанных выше базовых моделей вертикально-сверлильных станков аналогичны. Поэтому ниже рассматривается наиболее распространенный станок модели 2Н135.

ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 2Н135

Общее устройство станка

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 29, а.

Станок имеет следующие основные узлы: плиту **1**, колонну **3**, стол **2**, шпиндельную бабку **6**.

Режущий инструмент закрепляется во внутреннем конусе (Морзе

№ 4) шпинделя **4**. Обрабатываемые заготовки устанавливают и закрепляют на столе **2**.

Для сверления отверстия вращением штурвала **5** «на себя» быстро опускают шпиндель вниз. Когда сверло упрется в поверхность обрабатываемой заготовки, автоматически включается подача шпинделя. Глубина сверления настраивается кулачком **12**, а глубина нарезания резьбы кулачком **14**. Кулачки устанавливаются на вращающемся лимбе **13**. Подъем шпинделя в верхнее положение производят вручную вращением штурвала **5** «от себя». При необходимости можно в любой момент отключить подачу шпинделя поворотом этого штурвала «от себя».

Кинематическая схема станка (рис. 29, б)

Кинематическая цепь привода главного движения. Шпиндель **VII** станка получает вращение от электродвигателя **М1**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1460(\text{Мф1})\,\frac{30}{45}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{25}{35}\\ \frac{30}{30}\\ \frac{35}{25}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{15}{42}\\ \frac{35}{35}\end{matrix}\right|\cdot\frac{25}{50}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{15}{60}\\ \frac{50}{25}\end{matrix}\right|=n_{\text{шп}}\ \text{об/мин}\,.$$

На станке можно настроить 12 различных частот вращения шпинделя в диапазоне $n_{\text{шп}}=31{,}5\div1400$ об/мин.

Кинематическая цепь вертикальной подачи шпинделя. Вертикальные подачи шпинделя осуществляются за каждый оборот шпинделя **VII** и втулки **VI** от колеса $z=34$ через коробку подач, предохранительную муфту **Мф2**, червячную передачу $\frac{1}{60}$ и реечную шестерню $z=13$, которая перемещает рейку $m=3$ мм и гильзу **4** шпинделя **2**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1\ \text{об. шп.}\,\frac{34}{60}\cdot\frac{19}{54}\cdot\left|\begin{matrix}\frac{16}{45}\\ \frac{31}{31}\\ \frac{45}{16}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{26}{36}\\ \frac{31}{31}\\ \frac{36}{26}\end{matrix}\right|\cdot(\text{Мф2})\,\frac{1}{60}(\text{Мф3})\,\pi\cdot13\cdot3=s_{\text{в}}\ \text{мм/об}.$$

На станке можно настроить девять различных подач в диапазоне $s_{\text{в}}=0{,}1\div1{,}6$ мм/об.

Перемещение шпинделя вручную производится вращением штурвала **3**. При этом вал **XIII** и реечная шестерня $z=13$ перемещают зубчатую рейку $m=3$ мм, гильзу **4** и шпиндель **2** с подачей

$$s_{\text{в}}=1\pi\cdot13\cdot3=122{,}46\ \text{мм/об}.$$

Кинематические цепи наладочных движений (рис. 29, **б**). Подъем и опускание шпиндельной бабки производят вращением съемной рукоятки хвостовика **5**, вала **XVII**, червячной передачи $\frac{1}{46}$ и реечной шестерни $z=14$, которая катится по закрепленной на колонне станка рейке $m=2{,}5$ мм. За каждый оборот хвостовика **5** шпиндельная бабка перемещается на $s_{\text{ш.б}}=1\frac{1}{46}\cdot\pi\cdot14\cdot2{,}5=2{,}4$ мм/об. Подъем и опускание стола производится вращением рукоятки **1**. За каждый оборот рукоятки **1** стол перемещается на $s_{\text{ст}}=1\cdot\frac{16}{42}\cdot6=2{,}29$ мм/об.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Плита 1 (рис. 29, **а**) является основанием станка, а внутренняя ее полость — резервуаром для охлаждающей жидкости.

Колонна 3 имеет вертикальные направляющие, по которым можно передвигать шпиндельную бабку **6** и стол **2** в положение, удобное для работы. Для уравновешивания шпиндельной бабки внутри колонны подвешен груз.

Стол 2 имеет Т-образные пазы для крепления тисков, приспособлений или непосредственно обрабатываемых деталей.

На шпиндельной бабке 6 расположены электродвигатель и механизмы привода главного движения и подач, механизм включения и отключения вращения шпинделя, органы управления и шпиндель станка.

Включение и отключение вертикальной подачи шпинделя 2 (рис. 29, **б**) производится с помощью муфты **Мф3**, состоящей из двух полумуфт **3** и **7** (рис. 29, **в**) с торцовыми зубьями. Правая полумуфта **3** установлена на вал **8** на шлицах. Вращением штурвала **1** «от себя» выступы **б** полумуфты **3** под действием пружины **4** попадают между выступами **а**; полумуфты рассоединены и червячное колесо $z=60$ вместе с полумуфтой **7** вращаются свободно на гладкой шейке вала **8** — подача шпинделя отключена.

При вращении штурвала **1** «на себя» выступы **а** и **б** поворачивают правую полумуфту **3** и вал **8** с шестерней $z=13$ — происходит быстрое опускание шпинделя вручную.

При соприкосновении вершины сверла с деталью крутящий момент, нужный для поворота штурвала **1**, увеличивается и штурвал можно повернуть «на себя» относительно вала **8** только на 20°, т. е. на угол, образованный между штифтом **2** и стенкой **д** паза для этого штифта на ступице штурвала **1** (см. сечение **А—А** на рис. 29, **в**). При повороте штурвала торцы выступов **а** переместятся на торцы выступов **б**, вследствие чего полумуфта **3** переместится влево — произойдет включение муфты **Мф3** и механической подачи шпинделя.

Механизм обгона. Корпус правой полумуфты **3** с помощью собачек **5** со скошенными зубьями соединен с двусторонним храповым диском **6**. Поэтому при включенной муфте **Мф3** и механической подаче можно производить вращение штурвала **1**, вала **8** и опускать шпиндель вручную со скоростью, большей, чем от механической подачи. При этом зубья собачек **5** проскальзывают по правым зубьям **в** храпового диска **6**, не препятствуя быстрому вращению штурвала **1**.

Управление станком. Рукояткой **7** (рис. 29, **а**) включают нужную частоту вращения шпинделя. Поворотом этой рукоятки «на себя» или «от себя» устанавливают указатель **а** в положение, обозначенное квадратом, окружностью или треугольником. При этом включаются частоты вращения шпинделя, записанные в соответствующей строке таблицы. Поворачивая рукоятку вверх или вниз, устанавливают указатель **б** посредине одной из вертикальных колонок, включая частоту вращения, записанную в этой колонке.

Аналогичным способом рукояткой **11** включают нужную подачу шпинделя. По положениям, в которых находятся указатели **а** и **б** на рис. 29, **а**, видно, что включена частота вращения шпинделя 710 об/мин и подача 0,28 мм/об.

Вводным выключателем **9** включают и отключают станок от электрической сети, а выключателем **10** — подачу охлаждающей жидкости.

Включение и отключение вращения шпинделя производят кнопками с пульта управления **8**.

РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 2А55

Назначение станка и общее устройство

Радиально-сверлильные станки служат для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, растачивания отверстий и нарезания резьбы метчиками в крупных деталях, перемещение которых по столу вертикально-сверлильного станка осуществлять тяжело, а в некоторых случаях и невозможно.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 30, **а**.

Основные узлы станка: нижняя плита **1**, колонна **2**, гильза **3**, траверса (рукав) **4**, шпиндельная бабка **6** и стол **23**.

При работе на радиально-сверлильных станках обрабатываемая заготовка устанавливается на столе **23** или непосредственно на нижней плите **1** станка. Так как заготовка в этом случае неподвижна, то после окончания обработки каждого отверстия необходимо перемещать шпиндель станка в поперечном направлении для обработки других отверстий.

Изменение положения шпинделя осуществляется поворотом траверсы **4** и гильзы **3** вокруг оси колонны **2** вручную. При этом шпиндель **13** перемещается по дуге окружности. Кроме того, вращением маховичка **12** вручную шпиндельную бабку и шпиндель можно перемещать по направляющим траверсы относительно оси колонны в радиальном направлении.

Путем поворота траверсы и радиального перемещения шпиндельной бабки можно установить шпиндель в любое место, расположенное на расстоянии 450—1500 мм от оси колонны **2**.

Кинематическая схема станка (рис. 31, а)

Движения в станке: основные — главное движение и вертикальные подачи шпинделя; вспомогательные — быстрый подъем или опускание шпинделя, подъем и опускание рукава, перемещение шпиндельной бабки по направляющим рукава и поворот рукава. Последние два движения осуществляются вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Для правого вращения шпинделя **VIII** надо установить рукоятку **8** (см. рис. 30, **а**) в положение **А**, а для левого вращения — в положение **Б**. В первом случае включается муфта **Мф1**, а во втором — муфта **Мф2**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи при правом вращении шпинделя запишется так:

$$1440 \cdot \frac{43}{51}\,(\text{Мф}1)\,\frac{24}{66} \cdot \frac{37}{37} \cdot \left[\begin{array}{c}\frac{16}{32}\\ \hline \frac{24}{24}\\ \hline \frac{32}{16}\end{array}\right] \cdot \left[\begin{array}{c}\frac{24}{48}\\ \hline \frac{28}{44}\\ \hline \frac{32}{40}\end{array}\right] \cdot \left[\begin{array}{c}\frac{18}{72}\cdot(\text{Мф}3)\\ \hline \frac{60}{30}\end{array}\right] = n_{\text{шп}}\ \text{об/мин}.$$

На станке при правом вращении шпинделя можно настроить 18 частот вращения в диапазоне $n_{\text{шп}} = 30 \div 1500$ об/мин.

При левом вращении шпинделя уравнение баланса кинематической цепи запишется так:

$$1440\cdot\frac{45}{45}\cdot\frac{45}{45}\,(\text{Мф}2)\,\frac{24}{66}\cdot\frac{37}{37}\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{16}{32}\\ \hline \frac{24}{24}\\ \hline \frac{32}{16}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{24}{48}\\ \hline \frac{28}{44}\\ \hline \frac{32}{40}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{18}{72}\cdot(\text{Мф}3)\\ \hline \frac{60}{30}\end{array}\right]=n'_{\text{шп}}\ \text{об/мин}.$$

В этом случае также можно настроить 18 частот вращения шпинделя в диапазоне $n'_{\text{шп}}=34\div1700$ об/мин.

Кинематическая цепь вертикальной подачи шпинделя. Механические подачи включаются поворотом рукоятки **11** (см. рис. 30, **а**) влево и рукояток **10** «от себя». Поворотом первой рукоятки включают муфту **Мф4** (рис. 31, **а**), поэтому вращение от вала **XIII** передается валу **XIV**. Поворотом второй рукоятки включают муфту **13** (рис. 31, **б**), передающую вращение от червячного колеса $z=60$ (рис. 31, **а**) валу **XV** и реечному колесу $z=13$, которое перемещает гильзу **1** шпинделя.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1\ \text{об. шп.}\,\frac{36}{62}\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{19}{46}\\ \hline \frac{24}{41}\\ \hline \frac{29}{36}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{20}{45}\\ \hline \frac{36}{2}\end{array}\right]\cdot\frac{18}{47}\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{15}{50}\\ \hline \frac{46}{19}\end{array}\right](\text{Мф}4)\,\frac{2}{60}\,(\text{Муфта }\mathbf{13})\,\pi\cdot13\cdot3=s_{\text{в}}\ \text{мм/об}$$

Любую из двенадцати подач станка можно включить поворотом рукоятки **7** (см. рис. 30, **а**).

Внутри муфты **Мф4** расположена предохранительная муфта, автоматически отключающая подачу шпинделя в случае перегрузки станка. При крайних положениях шпинделя подача автоматически отключается этой предохранительной муфтой.

Подача шпинделя вручную производится вращением маховика **2** (см. рис. 31, **а**). При этом необходимо отключить муфту **Мф4** и включить муфту **13** (рис. 31, **б**).

За каждый оборот маховика **2** шпиндель опускается на $s'_{\text{в}}=1\cdot\frac{2}{60}\times$ $\times(\text{Мф}5)\pi\cdot13\cdot3=4{,}08$ мм/об.

Быстрый подъем или опускание шпинделя производится вращением вала **15** рукоятками **6** (рис. 31, **б**) при отключенной муфте **13**.

За каждый оборот рукояток **6** шпиндель перемещается реечным колесом $z=13$ на величину $s''=1\cdot\pi\cdot13\cdot3=122$ мм.

Кинематическая цепь вертикального перемещения траверсы. Вертикальное перемещение траверсы **4** (рис. 30, **а**) осуществляется при повороте рукоятки **9** крестового переключателя вверх или вниз. При повороте этой рукоятки вверх включается правое вращение электродвигателя **М2** (рис. 31, **а**), в результате чего винт **XVIII** поднимает траверсу станка вверх. При повороте рукоятки **9** вниз включается левое вращение электродвигателя **М2** и винт **XVIII** опускает траверсу вниз.

Вертикальное перемещение траверсы осуществляется со скоростью

$$v=1420\cdot\frac{22}{40}\,(\text{Мф}5)\,\frac{16}{54}\cdot\frac{5{,}08}{1000}=1{,}2\ \text{м/мин}.$$

Муфта **Мф5** предохраняет механизм от поломки в случае перегрузки.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Нижняя плита 1 (рис. 30, **а**) служит для крепления станка к фундаменту и установки на плиту либо стола **23**, либо непосредственно крупных обрабатываемых заготовок. Внутренняя полость плиты используется как резервуар для охлаждающей жидкости. По периметру плиты сделаны канавки для улавливания охлаждающей жидкости. На верхней обработанной поверхности плиты имеются Т-образные пазы для крепления стола или непосредственно обрабатываемой заготовки.

Колонна 2 жестко закреплена на нижней плите **1** болтами. На колонне помещен переключатель **16** электродвигателя насоса охлаждающей жидкости и переключатель **17** для включения и отключения станка от электрической сети. Электродвигатель и насос для подачи охлаждающей жидкости расположены на нижней плите за колонной. От насоса жидкость по шлангам и наконечнику **14** подается на инструмент.

Гильза 3 для облегчения поворота вращается на колонне **2** на двух радиальных и одном упорном подшипниках качения. Поэтому при отпущенном зажимном хомуте **15** поворот гильзы вместе с траверсой легко производить вручную. Хомут **15** охватывает конические выступы гильзы и колонны. При затяжке хомута поворотом вала с эксцентриком от гидропривода гильза **3** жестко закрепляется на колонне **2**. Такое закрепление гильзы производят каждый раз после перемещения шпинделя к следующему обрабатываемому отверстию.

Траверса **4** служит для подъема и опускания шпиндельной бабки **6** со шпинделем на высоту, удобную для обработки детали.

Траверса перемещается по цилиндрическим направляющим гильзы **3** при вращении ходового винта **5** (рис. 30, **а**). От поворота траверсы относительно гильзы его удерживает специальная шпонка. Зажим и разжим траверсы на гильзе происходит автоматически. На винте **8** (рис. 30, **б**) располагаются две гайки — грузовая **4** и вспомогательная **1**. Грузовая гайка может свободно вращаться на подшипниках **5** и **6** вместе с винтом, не производя вертикального перемещения траверсы.

Вспомогательная гайка соединена с планкой **7**. Так как эта планка заходит в шпоночный паз **а** траверсы, то вспомогательная гайка **1** вращаться не может — при вращении винта **8** она поднимается или опускается вместе с планкой **7**, поворачивая рычаг **3**.

При включении электродвигателя **М2** (рис. 31, **а**) грузовая гайка **4** (рис. 30, **б**) вращается вместе с винтом **8**, не перемещая траверсы. В это время вспомогательная гайка **1** перемещается по винту **8**, поворачивая рычаг **3** и перемещая планку **7** по пазу **а**. Вместе с рычагом **3** поворачиваются ось **2** и кулачок **1** (рис. 30, **в**).

При повороте выступ кулачка **1** сходит с ролика **5**, освобождая рычаг **6** и соединенный с ним штифтом **4** рычаг **3**. Рычаг **6** освобождает два болта **7** и **9**, зажимающие нижнюю часть рукава, а рычаг **3** освобождает такие же болты, зажимающие верхнюю его часть.

Зубчатый сектор рычага **1** (рис. 30, **г**) поворачивает зубчатое колесо **2** и барабанный переключатель **3** для реверса приводного электродвигателя в момент выключения рукояткой **9** (рис. 30, **а**) крестового переключателя.

Во время освобождения траверсы от зажима ее на гильзе планка **7** (рис. 30, **б**) перемещается гайкой **1** до положения, при котором ее выступ **г** (или **б**) доходит до зуба в гайке **4**. С этого момента планка **7** удерживает выступом **в** гайку **4** от вращения, вследствие чего винт **8** поднимает или опускает траверсу по цилиндрическим направляющим гильзы. При этом гайки **1** и **4** совместно перемещаются по винту **8** и поэтому дальнейшего поворота рычага **3** не происходит.

После подъема или опускания траверсы в нужное положение рукоятку **9** (рис. 30, **а**) крестового переключателя переводят в нейтральное положение. При этом барабанный переключатель **3** (рис. 30, **г**) включает кратковременное обратное вращение приводного электродвигателя до положения, при котором рычаг **3** (рис. 30, **б**) расположится горизонтально.

При обратном вращении электродвигателя планка **7** отойдет от зуба **в** грузовой гайки **4**, освободив ее для свободного вращения вместе с винтом **8**, и кулачок **1** (рис. 30, **в**), поворачиваясь на оси **2**, нажмет своим выступом на ролик **5**, повернув рычаг **6** по часовой стрелке, а рычаг **3** против часовой стрелки. При повороте рычага **6** болт **9** нажмет гайкой **8** на правый выступ **б** траверсы, а болт **7** нажмет головкой **а** на левый выступ **в** траверсы, вследствие чего разрезная часть траверсы, изображенная на рис. 30, **г**, сожмется, и траверса жестко закрепится на гильзе в установленном положении. Одновременно рычаг **3** (рис. 30, **в**) зажимает такими же двумя болтами верхнюю часть траверсы.

При зажатой траверсе рычаг **3** (рис. 30, **б**) занимает горизонтальное положение, а барабанный переключатель **3** (рис. 30, **г**) повернут в положение, при котором он выключит приводной электродвигатель.

В шпиндельной бабке 6 (рис. 30, **а**) помещены шпиндель **13**, механизмы главного движения и подач, гидропривод и механизм зажима шпиндельной бабки на направляющих траверсы. На шпиндельной бабке расположены рукоятки управления станком.

Для перемещения шпиндельной бабки по направляющим траверсы нужно отключить гидравлический зажим и вращать вручную маховиком **10** (рис. 31, **б**) вал **17** и шестерню $z=16$. Шестерня $z=16$ передает вращение колесу $z=22$, находящемуся в зацеплении с рейкой, закрепленной на траверсе. За каждый оборот маховика **10** шпиндельная бабка перемещается в радиальном направлении на величину $s_p = 1 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 2 = 100$ мм/об.

После перемещения шпиндельной бабки она зажимается на траверсе гидравлическим зажимом.

Вертикальная подача шпинделя производится при вращении червячного колеса **14** ($z=60$) (рис. 31, **б**). Это колесо закреплено на ступице **1**, которая торцовыми зубьями **а** соединена с обоймой **2**. Ступица и обойма вместе с червячным колесом при отключенной муфте **13** свободно вращаются на валу **15**.

Кроме этого, на валу **15** расположена головка **9** с двумя рукоятками **6**; рукоятки могут поворачиваться на осях **11**. Короткие плечи рукояток входят в пазы **е** вала **15**.

Для включения подачи шпинделя рукоятки **6** нужно повернуть «от себя». При этом оси **11** и головка **9** переместятся также «от себя» и внутренние зубья **в** головки **9** зацепятся с наружными зубьями **б** обоймы **2**. Муфта **13** включится, передавая вращение от червячного колеса **14** на зубчатое колесо $z=13$ и гильзу **16** шпинделя.

Для отключения подачи нужно рукоятки **6** повернуть «на себя». При этом короткие плечи рукояток остаются в пазах **е** вала **15**, а длинные плечи перемещают «на себя» оси **11** и головку. **9**. Зубья **в** головки **9** отходят от зубьев **б** обоймы **2** — муфта **13** отключится, выключив подачу.

Положения муфты **13** фиксируются пружинящей шпонкой **12**, которая при отключенном положении муфты заходит в паз **д**, а при включенном — в паз **г**.

Автоматическое выключение подач при сверлении отверстий на заданную глубину. Для автоматического выключения подачи на лимбе **5** (рис. 31, **б**) помещен упор **3** с кнопкой **8**, имеющей эксцентрическую втулку, на которую надет зубчатый фиксатор **7**. Поворотом кнопки **8**

отводят фиксатор **7** из зацепления с наружными зубьями головки **9**, после чего лимб **5** можно свободно поворачивать на этой головке.

После установки лимба **5** в соответствии с заданной глубиной сверления кнопкой **8** поворачивают эксцентрическую втулку и закрепляют фиксатором **7** лимб **5** на головке **9**. Затем поворотом рукоятки **6** «от себя» включают муфту **13**.

При включенной муфте **13** головка **9** вращается вместе с лимбом **5** и помещенным на лимбе упором **3**. В конце хода упор **3** нажмет на ролик **4**, который при помощи рычага автоматически отключит муфту **Мф4** (рис. 31, **а**), и подача прекратится. Подача выключается при выдвинутой «от себя» кнопке **8** (рис. 31, **б**). При вытянутой «на себя» кнопке **8** упор **3** проходит мимо ролика **4**, не выключая подачу.

Стол 23 станка легко устанавливается и снимается с нижней плиты **1**. На рис. 30, **а** показан поворотный стол, верхнюю плоскость которого можно устанавливать под нужным углом к горизонтали. Для этого рукояткой **21** освобождают поворотную часть стола от зажима, а рукояткой **22** поворачивают вокруг оси **18** зубчатый сектор **20** и соединенную с ним поворотную часть стола. Отсчет поворота стола производят по шкале **19**. Стол в установленном положении зажимают рукояткой **21**.

РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

Расточные станки предназначены в основном для растачивания отверстий в корпусных и других заготовках в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Применяется три вида расточных станков: горизонтально-расточные, координатно-расточные и отделочно-расточные.

ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

На горизонтально-расточных станках можно выполнять различные виды обработки, в частности: расточку, сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание наружной и внутренней резьб, цекование и фрезерование поверхностей деталей.

Горизонтально-расточные станки бывают трех видов: 1) с неподвижной передней стойкой; 2) с передней стойкой, передвигающейся в одном направлении, и 3) с передней стойкой, передвигающейся в двух направлениях.

Расточные станки с диаметром шпинделя до 125 мм изготовляются с неподвижной передней стойкой и поворотным столом, перемещающимся в продольном и поперечном направлениях.

Тяжелые расточные станки с диаметром шпинделя свыше 125 мм имеют переднюю стойку, перемещающуюся в одном или двух направлениях.

Самые крупные расточные станки с диаметром шпинделя свыше 220 мм изготовляются с передней стойкой, перемещающейся в продольном и поперечном направлениях, и неподвижной плитой, предназначенной для установки обрабатываемых деталей.

Наиболее распространенными из горизонтально-расточных станков являются гамма станков моделей 2620, 2620А, 2622 и 2622А с неподвижной передней стойкой.

ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 2620

Общее устройство станка

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 32.

Основными узлами станка являются: станина **28**, передняя стойка **21**, шпиндельная бабка **22**, стол **10**, задняя стойка **5** с люнетом **3**, планшайба **13**, радиальный суппорт **14**, шкаф **24** с электрооборудованием, электромашинный агрегат **25**.

Детали для обработки устанавливаются на поворотный стол **8**.

Обрабатывающий инструмент помещается либо на оправки, закрепленные во внутреннем конусе шпинделя **15**, либо на резцедержатель, установленный на радиальный суппорт **14**.

Инструмент, предназначенный для обработки длинных отверстий, устанавливается в длинные оправки (борштанги), правая сторона которых закрепляется во внутреннем конусе шпинделя **15**, а левая вращается (и может одновременно перемещаться в осевом направлении) во вкладышах люнета **3**.

Перемещение шпинделя станка в заданную координату производится за счет следующих двух установочных движений:

1) перемещения поперечных салазок **7** и обрабатываемой детали в поперечном (горизонтальном) направлении. Измерение этой величины перемещения производится грубо (с точностью до 0,05 мм) по линейке с нониусом **11** и более точно (с точностью до 0,01 мм) по оптическому экрану **9**;

2) вертикального перемещения шпиндельной бабки **22** и обрабатывающего инструмента. Измерение этой величины перемещения производится грубо (с точностью до 0,05 мм) по линейке **18** и нониусу **17** и точно (с точностью до 0,01 мм) по оптическому экрану **16**.

При работе на горизонтально-расточных станках пользуются следующими видами подач:

1) для обработки цилиндрических отверстий — осевой подачей шпинделя, а иногда продольной подачей стола;

2) для фрезерования торцовых поверхностей деталей — поперечной подачей стола или вертикальной подачей шпиндельной бабки;

3) для обработки резцом торцовых поверхностей деталей, проточки канавок или расточки камер в отверстиях — радиальной подачей суппорта;

4) для нарезания резьбы резцом — осевой подачей шпинделя, равной шагу нарезаемой резьбы.

По сравнению с ранее выпускавшимися моделями станок модели 2620 имеет следующие особенности:

1. Для повышения жесткости и точности в станке имеются механизмы зажима поворотного стола, задней стойки, люнета, верхних поперечных салазок стола, нижних продольных салазок стола на направляющих станины, шпиндельной бабки на направляющих передней стойки и расточного шпинделя на направляющих хвостовой части шпиндельной бабки.

2. Применено бесступенчатое изменение величин подач.

3. Имеется отдельный электродвигатель, которым можно производить быстрый поворот стола.

4. Применен однорукояточный селективный механизм с импульсным устройством для переключения рукояткой **20** скоростей вращения шпинделя и планшайбы.

5. Имеется блокировка селективного механизма переключения скоростей с электровариатором **19** для изменения скорости минутных подач, вследствие которого подачи на каждый оборот шпинделя (или планшайбы) при изменении их частот вращения остаются без изменения.

6. Применены специальные механические и электрические блокировочные устройства, предохраняющие станок от неправильных включений.

7. Предусмотрено автоматическое выключение подач при крайних положениях стола и шпиндельной бабки.

Кинематическая схема станка (рис. 33)

Кинематическая цепь привода главного движения. Так как режущий инструмент может устанавливаться на оправки, которые крепятся в конусе шпинделя, и на суппорт планшайбы, то вращение может сообщаться как шпинделю, так и планшайбе. В обоих случаях двухскорост-

ной электродвигатель **М1**, управляемый с пульта **11**, через кинематическую цепь с двумя трехвенцовыми блоками **Б1** и **Б2** вращает с 18 ступенями частот вал **IV**.

Вращение шпинделя VI. От вала **IV** через двухступенчатую зубчатую передачу, переключаемую муфтой **Мф1**, вращение передается валу **V** и шпинделю **VI**. Шпиндель **VI** может перемещаться в осевом направлении внутри полого вала **V**.

Уравнение баланса кинематической цепи вращения шпинделя:

$$\left|\frac{1440}{2690}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{18}{72} \\ \frac{22}{68} \\ \frac{26}{64}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{19}{60}\cdot\frac{19}{61} \\ \frac{19}{60}\cdot\frac{60}{48} \\ \frac{44}{35}\cdot\frac{60}{48}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{30}{86} \\ (\text{Мф1})\cdot\frac{47}{41}\end{matrix}\right| = n_{\text{шп}} \text{ об/мин}.$$

На станке может быть настроено 23 различные частоты вращения шпинделя в диапазоне $n_{\text{шп}} = 12{,}5 \div 2000$ об/мин.

Полый вал **V** расположен внутри пустотелого вала **VII**, на котором жестко закреплена планшайба **8**.

Вращение планшайбы 8 включают муфтой **Мф2**, при этом движение передается от вала **IV** валу **VII** через зубчатые колеса $u_{\text{V–VII}} = \frac{21}{92} = 0{,}228$.

Уравнение баланса кинематической цепи вращения планшайбы:

$$\left|\frac{1440}{2890}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{18}{72} \\ \frac{22}{68} \\ \frac{26}{64}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{19}{60}\cdot\frac{19}{61} \\ \frac{19}{60}\cdot\frac{60}{48} \\ \frac{44}{35}\cdot\frac{60}{48}\end{matrix}\right| \cdot (\text{Мф2})\,\frac{21}{92} = n_{\text{пл}} \text{ об/мин}.$$

На станке можно настроить 18 различных частот вращения планшайбы в диапазоне $n_{\text{пл}} = 8 \div 400$ об/мин. Однако тремя последними частотами вращения $n_{\text{пл}} = 250$; 320 и 400 об/мин из-за слишком высокой скорости вращения пользоваться не разрешается.

Кинематические цепи подач рабочих органов станка (рис. 33). Величина подач рабочих органов станка регулируется в широких пределах электровариатором **12**, изменяющим частоту вращения электродвигателя **М2**. Направление подачи меняется реверсированием этого электродвигателя.

Электродвигатель **М2** через зубчатую передачу $u_{\text{VIII–IX}} = \frac{16}{77}$ вращает свободно сидящее на валу **IX** колесо $z = 77$, которое через муфту **Мф3** передает вращение центральному валу **IX**.

Муфта **Мф3** — предохранительная, при чрезмерном увеличении усилия подачи или усилия установочных перемещений она отключает вращение электродвигателя **М2**. От центрального вала **IX** осуществляются следующие подачи рабочих органов станка:

а) через зубчатую передачу $u_{\text{IX–XIII}} = \frac{45}{36}$ вращается вертикальный ходовой валик **XIII**, от которого приводятся в действие механизмы осевой подачи шпинделя **VI** и радиальной подачи суппорта **9**;

б) при включении рукояткой **18** муфты **Мф4** происходит вертикальное перемещение шпиндельной бабки и одновременно люнета **4**;

в) при включении рукояткой **18** муфты **Мф6** осуществляется поперечная подача стола;

г) при включении рукояткой **17** муфты **Мф5** производится продольная подача стола.

Так как величина указанных подач изменяется бесступенчато, то в дальнейшем будет показано определение только наибольших значений этих подач.

Кинематическая цепь осевой подачи шпинделя VI. Осевая подача шпинделя осуществляется при включении рукояткой **14** (положение **III**) муфты **Мф9** с зубчатым колесом $z=35$.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд}\cdot\frac{16}{77}(Мф3)\frac{45}{36}\cdot\frac{4}{29}(Мф9)\frac{35}{37}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}\cdot 20\cdot 3=s_{ос}\ мм/мин.$$

При максимальной частоте вращения электродвигателя **М2** $n_{эд}=1500$ об/мин, величина $s_{ос.max}=1530$ мм/мин.

Осевая подача шпинделя **VI** вручную производится поворотом рукоятки **14**, установленной в среднее положение **II**, вместе с пустотелым валом **XXI**. При этом колесо $z=35$ свободно вращается на валу **XVII** между муфтами **Мф8** и **Мф9**, а выдвижная шпонка включает коническое зубчатое колесо $z=51$ с валом **XXII**. За каждый оборот рукоятки **14** и вала **XXI** происходит осевое перемещение шпинделя **VI** на величину

$$s_{ос}=1\cdot\frac{60}{68}\cdot\frac{51}{38}\cdot\frac{35}{27}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}\cdot 3\cdot 20=46\ мм.$$

Для точной осевой подачи шпинделя вручную рукоятку **14** необходимо поставить в положение **I**. При этом выдвижная шпонка отключается, отсоединяя вал **XXII** от конического зубчатого колеса $z=51$, а зубчатое колесо $z=35$ включается с муфтой **Мф8**. Тогда за каждый оборот рукоятки **14** и вала **XXI** происходит осевое перемещение шпинделя **VI** на величину

$$s'_{ос}=1\cdot\frac{60}{68}\cdot\frac{2}{25}(Мф8)\frac{35}{37}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}\cdot 20\cdot 3=2\ мм.$$

Кинематическая цепь осевой подачи шпинделя при нарезании резьбы. На такие подачи станок переключается поворотом рукоятки **14** в положение **III**. При этом муфта **Мф9** включается с зубчатым колесом $z=35$. За каждый оборот шпинделя **VI** происходит его осевое перемещение на шаг P нарезаемой резьбы.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1\ об.\ шп\cdot\frac{86}{30}\cdot\frac{67}{94}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}\cdot\frac{18}{36}\cdot\frac{4}{29}(Мф9)\frac{35}{37}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}\cdot 20\cdot 3=P\ мм;$$

формула настройки $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{P}{4}$.

Данные сменные зубчатые колеса устанавливаются только при нарезании резьб.

Кинематическая цепь радиальной подачи суппорта 9. Радиальный суппорт **9** расположен на планшайбе **8**, которая может вращаться с различной частотой.

Для осуществления подачи суппорта на планшайбу свободно насажен венец $z=100$. Этот зубчатый венец вращается от зубчатого колеса $z=35$, расположенного на левом ведомом центральном валу **XXIX** планетарной передачи.

Частоту вращения правого центрального вала **XXVII** обозначим через n_1, частоту вращения поводка **XXVIII** обозначим через n_0, а частоту вращения левого ведомого центрального вала **XXIX** через n_4.

Для определения частот вращения валов планетарной передачи воспользуемся формулой

$$\frac{n_1-n_0}{n_4-n_0}=\frac{z_2\cdot z_4}{z_1\cdot z_3}(-1)^m=\frac{32\cdot 23}{16\cdot 16}(-1)^2=\frac{23}{8}.$$

Отсюда выведем формулу для определения частоты вращения n_4 ведомого вала

$$n_1-n_0=\frac{23}{8}n_4-\frac{23}{8}n_0;\ \frac{23}{8}n_4=n_1+\frac{23}{8}n_0-n_0;$$

$$n_4=\frac{8}{23}\left(n_1+\frac{15}{8}n_0\right)=\frac{8}{23}n_1+\frac{15}{23}n_0;$$

$$\boxed{n_4=\frac{8}{23}n_1+\frac{15}{23}n_0.}$$

Определим частоту вращения зубчатого венца $z=100$ при отключенном механизме подач, т. е. при неподвижном вале **XXVII** ($n_1=0$), в то время как планшайба делает n' оборотов:

$$n_4=\frac{15}{23}n_0;\ n_0=n'\frac{92}{21};\quad n_4=\frac{15}{23}\cdot\frac{92}{21}n'=\frac{20}{7}n'.$$

Частота вращения зубчатого венца $n_{100}=n_4\ \frac{35}{100}=\frac{20}{7}\ n'\ \frac{35}{100}=n'$.

Следовательно, частота вращения зубчатого венца $z=100$ при отключенном механизме подач будет точно совпадать с частотой вращения планшайбы, т. е. венец $z=100$ будет вращаться синхронно с планшайбой; валы **XXX** и **XXXI** не будут вращаться вокруг своих осей и два червяка $z=1$ будут удерживать рейку $P=16$ мм и суппорт от радиального перемещения.

Для определения величины радиальной подачи суппорта найдем передаточное отношение передачи с вала **XXVII** на вал **XXIX**:

$$u_{\text{XXVII–XXIX}}=\frac{n_4}{n_1}.$$

Если $n_0=0$, то $n_4=\frac{8}{23}n_1$.

Тогда $u_{\text{XXVII–XXIX}}=\frac{n_4}{n_1}=\frac{8}{23}$.

Включение радиальной подачи суппорта производится поворотом рукоятки **13** в положение **II**. При этом выдвижная шпонка отключается, отсоединяя зубчатое колесо $z=28$ от вала **XXVI**, а зубчатое колесо $z=64$ включается с муфтой **Мф7**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$n_{\text{эд}}\cdot\frac{16}{77}(\text{Мф3})\ \frac{45}{36}\cdot\frac{4}{29}(\text{Мф7})\ \frac{64}{50}\cdot\frac{8}{23}\cdot\frac{35}{100}\cdot\frac{100}{23}\cdot\frac{17}{17}\cdot 16=s_{\text{рад}}\ \text{мм/мин}.$$

При максимальной частоте вращения электродвигателя **М2** $n_{\text{эд}}=1500$ об/мин величина $s_{\text{рад.max}}=585$ мм/мин.

Радиальная подача суппорта вручную производится вращением рукоятки **13**, установленной в положение **I**. Колесо $z=64$ при этом отключается от муфты **Мф7**, а выдвижная шпонка включает колесо $z=28$ с валом **XXVI**. За каждый оборот рукоятки **13** и вала **XXV** суппорт **9** перемещается в радиальном направлении на величину $s'_{\text{рад}}=1\cdot\frac{26}{41}\cdot\frac{28}{64}\cdot\frac{64}{50}\times$

$\times\frac{8}{23}\cdot\frac{35}{100}\cdot\frac{100}{23}\cdot\frac{17}{17}\cdot 16=3$ мм.

Кинематическая цепь вертикальной подачи шпиндельной бабки 10 и люнета 4. Вертикальная подача шпиндельной бабки включается рукояткой **18**, переключающей муфту **Мф4**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{\text{эд}}\cdot\frac{16}{77}(\text{Мф3})(\text{Мф4})\frac{42}{40}\cdot\frac{15}{80}\cdot 8\cdot 2=s_{\text{в}}\ \text{мм/мин}.$$

При максимальной частоте вращения электродвигателя **М2** $n_{\text{эд}}=1500$ об/мин, величина $s_{\text{в max}}=980$ мм/мин.

Шпиндельная бабка перемещается вручную вращением хвостовика **15**. За каждый его оборот шпиндельная бабка перемещается на величину $s'_в = 1 \cdot \frac{40}{42} \cdot \frac{42}{40} \cdot \frac{15}{80} \cdot 8 \cdot 2 = 3$ мм.

Вертикальная подача люнета 4. Перемещения шпиндельной бабки и люнета **4** взаимно связаны с помощью вала **XII**. Из уравнения баланса кинематической цепи найдем, на какую величину y винт **XXXVII** переместит люнет при перемещении шпиндельной бабки винтом **XI** на величину x мм: $\frac{x}{8 \cdot 2} \cdot \frac{80}{15} \cdot \frac{22}{44} \cdot \frac{17}{34} \cdot 6 \cdot 2 = y$, откуда $y = x$. Следовательно, люнет перемещается в вертикальном направлении всегда одновременно и на одинаковую величину со шпиндельной бабкой.

Положение люнета на стойке может корректироваться вращением маховика **2**. За каждый оборот маховика **2** люнет смещается относительно шпинделя вверх или вниз на величину $h = \frac{1}{60} \cdot 6 \cdot 2 = 0{,}2$ мм.

Вращением хвостовика **1** производят перемещение задней стойки **3**.

Кинематические цепи продольной и поперечной подач стола. Продольная подача салазок **7** стола происходит при включении рукояткой **17** муфты **Мф5**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{16}{77} (Мф3)(Мф5) \frac{26}{65} \cdot \frac{16}{40} \cdot 10 \cdot 2 = s_{пр} \text{ мм/мин}.$$

При максимальной частоте вращения электродвигателя **М2** $n_{эд} = 1500$ об/мин, величина $s_{пр.max} = 1000$ мм/мин.

Продольное перемещение салазок вручную осуществляется вращением хвостовика **16** при выключенной муфте **Мф5**. За каждый оборот этого хвостовика салазки перемещаются на величину

$$s'_{пр} = 1 \cdot \frac{25}{40} \cdot \frac{26}{65} \cdot \frac{16}{40} \cdot 10 \cdot 2 = 2 \text{ мм}.$$

Поперечное перемещение стола **6** осуществляется при включении муфты **Мф6** поворотом рукоятки **18**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{16}{77} (Мф3)(Мф6) \frac{22}{34} \cdot \frac{34}{37} \cdot \frac{22}{33} \cdot 8 = s_{поп} \text{ мм/мин}.$$

При максимальной частоте вращения электродвигателя **М2** $n_{эд} = 1500$ об/мин величина $s_{поп.max} = 1000$ мм/мин.

Поперечное перемещение стола вручную осуществляется вращением хвостовика **19** при выключенной муфте **Мф6**. За каждый оборот этого хвостовика стол перемещается в поперечном направлении на величину $s'_{поп} = 1 \cdot \frac{18}{48} \cdot 8 \cdot 1 = 3$ мм.

Кинематическая цепь поворота стола. Поворот стола осуществляется от отдельного электродвигателя **М3**. При этом стол вращается с частотой $n_{ст} = 1440 \cdot \frac{75}{155} \cdot 0{,}985 \cdot \frac{2}{36} \cdot \frac{13}{188} = 2{,}63$ об/мин.

Время, потребное на полный оборот стола, $t = \frac{60}{2{,}63} = 22{,}8$ с.

Более точный поворот стола осуществляется вручную хвостовиком 20. За каждый его оборот стол поворачивается на $n'_{ст} = 1 \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{2}{36} \times \times \frac{13}{188} = \frac{1}{780}$ оборота стола.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 28 (рис. 32) служит для крепления станка к фундаменту и для перемещения по ее направляющим стола **10** и задней стойки **5**. Станина имеет коробчатую форму сечения с внутренними ребрами жесткости. На правой стороне станины крепится фланцевый электродвигатель постоянного тока для осуществления подач и ускоренных холостых ходов рабочих частей станка.

Передняя стойка 21 жестко закреплена на правой расширенной стороне станины. На передней стойке имеются вертикальные направляющие для движения шпиндельной бабки **22**.

Масса шпиндельной бабки уравновешена грузом, соединенным с нею тросом, перекинутым через два блока.

Шпиндельная бабка 22 имеет форму закрытой коробки, к которой крепятся и в которой располагаются следующие узлы: электродвигатель привода главного движения, коробка скоростей, шпиндельный блок, хвостовая часть **23** шпиндельной бабки, планшайба **13** с радиальным суппортом **14**, рукоятки и механизмы управления станком.

Зажим расточного шпинделя от осевых перемещений осуществляется рукояткой **26**, а шпиндельной бабки — рукояткой **27**.

Стол 10 станка служит для установки и перемещения заготовки и состоит из трех основных частей: продольных салазок **6**, поперечных салазок **7** и поворотного стола **8**.

Продольные салазки **6** могут перемещаться по направляющим станины **28** в продольном направлении или жестко закрепляться на этих направляющих зажимным устройством. Для точного отсчета продольных перемещений стола пользуются линейкой и нониусом **29**, позволяющим отсчитывать перемещения с точностью 0,05 мм.

Поперечные салазки **7** могут перемещаться по направляющим продольных салазок в поперечном направлении или жестко закрепляться на этих направляющих.

Перемещение поперечных салазок производится вращением вручную хвостовика **31**. Отсчет ведется по лимбу с ценой деления 0,025 мм.

Поворотный стол **8** может поворачиваться по кольцевым направляющим поперечных салазок. На поверхности стола имеется семь Т-образных пазов для головок болтов, крепящих обрабатываемые заготовки. Средний паз выполняется калиброванным по ширине для того, чтобы с помощью упоров выверять по нему точный поворот стола на 90, 180, 270 и 360°. Промежуточные положения стола устанавливаются с точностью до 0,5° по круговой шкале.

После поворота верхняя часть стола зажимается в нужном положении.

Задняя стойка 5 с люнетом **3** служит для поддержания левого конца борштанг. Правый конец борштанг вставляется в конус расточного шпинделя **15**. Заднюю стойку можно перемещать по направляющим станины **28**, вращая съемной рукояткой квадратный хвостовик **1**. Заднюю стойку жестко закрепляют в нужном положении на направляющих станины.

По вертикальным направляющим задней стойки может перемещаться люнет **3**. Перемещения люнета вверх или вниз совершаются одновременно с перемещением шпиндельной бабки **22**.

Для обеспечения точной соосности подшипника люнета и шпинделя станка можно пользоваться корректировочным устройством, которое приводится в действие маховиком **2**.

Для отсчета вертикального положения оси люнета задняя стойка

имеет линейку с нониусом **4**, позволяющим вести отсчет с точностью 0,05 мм.

У люнета имеется откидная часть, облегчающая замену стальных закаленных втулок. Внутренний диаметр этих втулок выбирается по наружному диаметру устанавливаемой борштанги. Откидной частью зажимают втулки.

Планшайба 13 сообщает движение резания инструментам, установленным на радиальный суппорт **14**.

Радиальный суппорт 14 предназначен для установки резцов, работающих с поперечной подачей для проточки торцовых поверхностей на обрабатываемых деталях. Суппорт вращается вместе с планшайбой и одновременно может совершать радиальную подачу.

В шкафу 24 расположена электрическая аппаратура станка. Электромашинный агрегат **25** предназначен для выработки постоянного тока, необходимого для питания электродвигателя. Агрегат состоит из электродвигателя трехфазного переменного тока, вращающего генератор постоянного тока.

Пульт 12 служит для управления всеми электродвигателями станка, кроме электродвигателя поворота стола, который управляется кнопками станции **30**. На станке имеется переносной пульт **32** с такими же кнопками, как на пульте **12**.

КООРДИНАТНО-РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

Координатно-расточные станки предназначены для окончательной обработки отверстий, расстояние между центрами которых должно быть точно выдержано от базовых поверхностей, без применения приспособлений для направления инструмента.

На этих станках можно производить растачивание, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, чистовое фрезерование торцов, измерение и контроль деталей, а также разметочные работы.

Координатно-расточные станки чаще применяются в инструментальных и экспериментальных цехах.

Координатно-расточные станки бывают одно- и двухстоечные.

Одностоечные станки имеют крестовый стол, предназначенный для перемещения заготовки в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Двухстоечные станки имеют стол, находящийся на направляющих станины. Стол перемещает установленную на него заготовку только в направлении координаты x. С обеих сторон станины расположены стойки, на них помещена поперечина, на направляющих которой находится шпиндельная бабка. При движении шпиндельной бабки по направляющим поперечины ось шпинделя перемещается относительно установленного на столе изделия в направлении второй координаты y. Для подъема или опускания шпиндельной бабки поперечину перемещают вверх или вниз по направляющим стоек. Во всех типах координатно-расточных станков обработка отверстий производится с вертикальной подачей шпинделя при неподвижно закрепленных шпиндельной бабке и столе.

Для обеспечения получения более точного расстояния между центрами отверстий координатно-расточные станки должны быть установлены в отдельных помещениях, в которых всегда необходимо поддерживать постоянную температуру $+20^\circ$ С с отклонением не более чем $\pm 1^\circ$.

КООРДИНАТНО-РАСТОЧНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 2А450

Общее устройство станка

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 34, **а**.

Станок состоит из следующих основных узлов: станины **1**, стойки **9**, шпиндельной бабки **5**, стола **3**, салазок **2**. Для точного отсчета перемещений стола и салазок в станке применена оптическая система.

Кинематическая схема станка (рис. 35)

Движения в станке: главное движение, вертикальное перемещение шпинделя, продольное перемещение стола, поперечное перемещение салазок, вертикальное перемещение шпиндельной бабки.

Кинематическая цепь привода главного движения. Шпиндель **III** получает вращение от электродвигателя **М1** постоянного тока, частота вращения которого может изменяться в пределах от 700 до 2800 об/мин.

Кроме того, для увеличения диапазона частот вращения можно поворотом маховика **7** включать любую из трех ступеней частот вращения шпинделя **III**. Маховик **7** поворачивает вал **XI** и зубчатые колеса $z=18$, $z=18$, $z=45$, $z=33$, $z=33$.

Первое зубчатое колесо $z=33$ поворачивает вал **XII** и барабанный кулачок **9**, который через рычаги переключает блок **Б1** и муфту **Мф1**, включая одну из следующих трех ступеней частот вращения шпинделя **III**: 50—200 или 145—575, или 505—2000 об/мин. Эти диапазоны частот поочередно появляются в отверстии указателя **14** (рис. 34, **а**) при повороте диска **8** (рис. 35).

Первая ступень частот включается при установке блока **Б1** в верхнее положение.

Уравнение баланса кинематической цепи:

$$(700\div2800)\cdot\frac{149}{206}\cdot\frac{27}{63}\cdot\frac{17}{73}=n_{\text{шпI}}=50\div200\ \text{об/мин}.$$

Вторая ступень скоростей включается при установке блока **Б1** в нижнее положение.

Уравнение баланса кинематической цепи:

$$(700\div2800)\cdot\frac{149}{206}\cdot\frac{27}{63}\cdot\frac{36}{54}=n_{\text{шпII}}=145\div575\ \text{об/мин}.$$

Третья ступень скоростей достигается установкой блока **Б1** в среднее, нейтральное положение, и включением муфтой **Мф1** вращения шлицевой втулки **II** и шпинделя **III** непосредственно от шкива диаметром 206 мм.

Уравнение баланса кинематической цепи:

$$(700\div2800)\cdot\frac{149}{206}(\text{Мф1})=n_{\text{шпIII}}=505\div2000\ \text{об/мин}.$$

В пределах чисел, указанных для каждой из трех ступеней, частоты вращения шпинделя можно увеличивать, нажимая на кнопку «быстрее» (рис. 34, **г**), или уменьшать, нажимая на кнопку «медленнее». Кнопку следует держать нажатой до момента, когда стрелка тахометра **16** (см. рис. 34, **а**) укажет требуемую частоту вращения. Тогда кнопку отпускают, после чего частота вращения шпинделя не изменяется. Амперметр **15** позволяет контролировать, с какой нагрузкой работает электродвигатель **М1**.

Кнопкой «проворот» (рис. 34, **г**) включается медленное вращение шпинделя (на первой ступени с частотой не более 10 об/мин). Таким

вращением пользуются для установки оси шпинделя по центру отверстия детали с помощью центроискателя.

При крайних положениях гильзы шпинделя вращение и подача последнего отключаются автоматически.

Кинематическая цепь вертикальной подачи гильзы шпинделя (рис. 35). Вертикальная подача гильзы **2** осуществляется от шпинделя **III**. От колес $z=44$ и $z=88$ вращается вал **IV** и ведущие конусы **11** фрикционного вариатора. Ведомые конусы **13** вариатора и вал **V** получают вращение через жесткое кольцо **12**. Передаточное отношение фрикционного вариатора можно изменять в пределах от 0,38 до 2,06.

От вала **V** вращение передается червячной передачей $\frac{2}{32}$, механизмом реверса, переключаемым муфтой **Мф2**, зубчатыми колесами $\frac{21}{21}$, второй червячной передачей с передаточным отношением $\frac{1}{56}$ через муфту **Мф3** на шестерню $z=15$ с модулем 3 мм, которая перемещает зубчатую рейку, гильзу **2** и шпиндель.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1 \text{ об. шп.} \frac{44}{88}(0{,}38 \div 2{,}06) \cdot \frac{2}{32} \times$$
$$\times (\text{Мф2}) \frac{28}{28} \cdot \frac{21}{21} \cdot (\text{Мф3}) \cdot \frac{1}{56} \cdot \pi \cdot 15 \cdot 3 =$$
$$= s_{\text{в}} = 0{,}03 \div 0{,}16 \text{ мм/об.}$$

Изменение передаточного отношения фрикционного вариатора, а следовательно, и величины вертикальной подачи гильзы шпинделя производится вращением маховика **15**. При этом через зубчатые колеса $z=18$, $z=18$, $z=31$, $z=25$ производится перемещение вверх или вниз винта — тяги **XV**, который раздвигает или сдвигает конусы **11** вариатора. Устанавливаемая величина подачи указывается на диске **14**.

Направление подачи изменяется поворотом рукоятки **10**, которая переключает муфту **Мф2**. При среднем положении рукоятки муфта **Мф2** и подача гильзы шпинделя отключены.

Включение подачи производится поворотом сдвоенных рукояток **4** «от себя». При этом конус **5** разводит толкатели, включающие муфту **Мф3**, которая передает вращение от червячного колеса $z=56$ валу **IX** и реечной шестерне $z=15$. Для отключения подачи поворотом рукоятки **4** «на себя» разъединяют муфту **Мф3**.

Автоматическое отключение подачи при обработке отверстий на заданную глубину производится кулачком **6**.

Для установки нужной величины хода сначала шпиндель опускают в положение, при котором инструмент подведен к обрабатываемой поверхности. Затем поворотом рукоятки **12** (рис. 34, **а**) освобождают лимб **11** от зажима и поворачивают его в положение, при котором деление лимба, указывающее нужную величину хода шпинделя, совпадает с нулевой риской нониуса **а**. В этом положении лимб закрепляют. При установке нужного хода шпинделя лимб следует поворачивать только против часовой стрелки для того, чтобы устранить люфт в зацеплении шестерен.

После этого перемещением сдвоенных рукояток **4** «от себя» (рис. 35) включают подачу шпинделя. При включенной подаче лимб получает вращение от вала **IX** через колеса с числами зубьев $z=58$, $z=35$, $z=23$ и $z=70$. Шпиндель будет опускаться до положения, при котором нуль шкалы лимба совпадет с нулем нониуса **а**. При этом положении лимба кулачок **6** выведет из зацепления зубчатое колесо $z=21$, вследствие чего прекратится вращение вала **VIII** и вертикальная подача шпинделя.

Быстрый подъем и опускание шпинделя производится вручную рукоятками 4, повернутыми «на себя». Муфта Мф3 при этом выключена. За каждый оборот рукояток 4 реечная шестерня $z=15$ перемещает гильзу шпинделя на $h=1\cdot\pi\cdot15\cdot3=141$ мм.

Более точная подача шпинделя вручную осуществляется вращением маховика 3 при включенной муфте Мф3 и отключенной муфте Мф2. За каждый оборот маховика 3 шпиндель перемещается на $s=1\cdot\frac{32}{32}\cdot\frac{1}{56}\times$ $\times\pi\cdot15\cdot3=2{,}43$ мм.

Кинематические цепи продольной и поперечной подач стола. Продольная подача стола производится вначале быстро от электродвигателя М2, а затем, во время установки стола по оптическому экрану, для большей точности производится медленно вращением маховика 18 вручную.

Частоты вращения электродвигателей постоянного тока М2 и М3 регулируются в широком диапазоне.

С наибольшей скоростью стол перемещается при частоте вращения электродвигателей 4500 об/мин: $v_{max}=4500\cdot\frac{2}{47}\cdot\frac{2}{35}\cdot\pi\cdot14\times$ $\times2{,}5=1200$ мм/мин. Для чистового фрезерования поверхности заготовок включают частоту вращения электродвигателей М2 или М3 от 110 до 750 об/мин, что соответствует минутной подаче от 30 до 200 мм/мин.

При медленном перемещении стола вручную за каждый оборот маховика 18 и вала XIX стол перемещается на $s=1\cdot\frac{2}{47}\cdot\frac{2}{35}\cdot\pi\cdot14\cdot2{,}5=$ $=0{,}268$ мм, что обеспечивает возможность точной установки стола по экрану оптической системы. Скорость и направление движения стола устанавливаются поворотом маховика 1 (см. рис. 34, г). При повороте этого регулятора из нулевого положения в положение, указывающее нужное направление движения и скорость перемещения, сначала происходит освобождение стола от зажима, а затем движение его с установленной скоростью в ту сторону, в которую повернут маховик 1. Аналогично регулятором 11 управляют движением салазок. Вращение от электродвигателя М4 через червячную передачу $\frac{2}{80}$ передается двойной гайке с правой и левой резьбой, которая с помощью двух винтов-толкателей осуществляет зажим или разжим стола.

Привод поперечной подачи салазок стола от электродвигателя М3 аналогичен приводу продольной подачи. Он отличается только тем, что редуктор привода перемещается вместе с салазками относительно рейки, закрепленной на станке.

Медленное перемещение салазок вручную осуществляется маховиком 17.

Механизм зажима салазок такой же, как механизм зажима стола, но он расположен в станине станка и приводится в действие отдельным электродвигателем.

Кинематическая цепь вертикального перемещения шпиндельной бабки. Вертикальное перемещение шпиндельной бабки вручную производится вращением маховика 16. За каждый оборот его и вала XVI шестерня $z=17$, $m=3$ мм перемещает зубчатую рейку и шпиндельную бабку на $h'=\pi\cdot17\cdot3=160$ мм. Масса бабки уравновешена грузом, соединенным с ней тросом.

Перед началом перемещения шпиндельная бабка должна быть освобождена от зажима, а после перемещения зажата поворотом рукоятки 1. Рукоятка поворачивает вал XVII и колеса $z=11$ и $z=14$ винтовых зубьев. Колеса-гайки $z=14$ перемещают винты-тяги XVIII, производя зажим шпиндельной бабки.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 1 (рис. 34, **а**) является основанием станка. По ее двум плоским и одной Т-образной (средней) направляющим производится перемещение салазок. Задняя часть станины служит опорной поверхностью для стойки **9**.

На **стойке 9** помещены: блок **6** направляющих, коробка скоростей **7** и кожух **8** клиноременной передачи. Блок **6** имеет направляющие для вертикального перемещения и крепления шпиндельной бабки **5**. На его верхней части закреплена коробка скоростей **7**.

В **шпиндельной бабке 5** расположена гильза **4** со шпинделем. Подъем и опускание шпиндельной бабки производится вращением маховика **13**.

Стол 3 предназначен для установки на него обрабатываемых заготовок и перемещения их в направлении координаты x, что происходит при движении стола по продольным направляющим салазок.

Салазки 2 служат для перемещения стола и установленной на него заготовки в направлении кординаты y при движении салазок по поперечным направляющим станины **1**.

Перемещение заготовки в положение, нужное для обработки следующего отверстия, можно производить либо управляя движениями стола и салазок вручную, либо с предварительным набором координат.

Управление движениями стола вручную производится поворотом регулятора **1** (рис. 34, **г**) из нулевого положения на деление, указывающее скорость перемещения стола (в мм/мин). В момент поворота регулятора происходит отжим стола, при этом гаснет красная лампочка **3** и зажигается зеленая **4**. Затем стол перемещается с установленной скоростью в сторону, соответствующую надписи и стрелке. Новое положение стола отсчитывается грубо по шкале линейки **6** и указателю **7**.

При приближении стола к нужному положению скорость его движения следует уменьшать поворотом регулятора **1** и затем выключить, поставив нуль шкалы регулятора **1** против неподвижной риски **а**.

Управление поперечным перемещением салазок производится регулятором **11** и таким же способом, как и управление движениями стола.

Предварительный набор величины перемещения стола и салазок сокращает время для установки их в нужное положение.

Направление движения стола устанавливается переключателем **5** (рис. 34, **г**). Для движения стола влево переключатель поворачивается влево (в сторону стрелки **б**). При таком его положении величину перемещения стола влево устанавливают по шкалам: **д** — лимба **9** и **е** — нониуса **8**.

Для движения стола вправо переключатель **5** поворачивают вправо (в сторону стрелки **в**). В этом случае величину перемещений стола вправо устанавливают по шкалам: **г** — лимба **9** и **ж** — нониуса **8**.

Нужная величина перемещения стола набирается вращением лимба **9**. За каждый оборот лимба ход стола увеличивается (или уменьшается) на 100 мм. Деления и числа на шкалах **е** и **ж** нониуса **8** указывают установленный ход стола в сотых долях миллиметра. Шкалы **г, д** и деления на лимбе **9** позволяют устанавливать ход стола с точностью до миллиметра, а линии нониуса **8**—с точностью до десятых долей миллиметра. Отсчет устанавливаемого хода стола нужно производить всегда от нулевых делений лимба и нониуса.

Предварительный набор нужного направления и величины хода салазок производится другим переключателем и лимбом, устроенных

точно так же, как переключатель **5** и лимб **9**, но расположенных на правой стороне салазок.

После предварительной установки направления движения и величин хода стола и салазок можно в любой нужный момент повернуть переключатель **13** (рис. 34, **г**) в положение «набор координат» и нажимом на кнопку **12** «отработка» включить быстрое перемещение стола и салазок. При этом стол и салазки начнут перемещать с грубой точностью (до 0,1 мм) обрабатываемую заготовку в положение для обработки следующего отверстия. Когда ноль шкалы лимба **9** подойдет к нулю шкалы нониуса **8**, стол и салазки остановятся. Точную установку стола и салазок производят по оптическим экранам **10** и **17** (рис. 34, **а**).

Оптические устройства. Точное измерение величин координатных перемещений стола и салазок производится оптическими устройствами и прецизионными стеклянными линейками. Линейка стола имеет 1000, а линейка салазок 630 делений. Каждое деление равно одному миллиметру.

Оптические устройства стола и салазок одинаковые, поэтому рассмотрим только устройство для точного измерения перемещений стола в продольном направлении (рис. 34, **в**).

Пучок лучей от лампы **1** через систему линз освещает шкалу линейки **3**. С помощью объектива **4**, призм, линз и двух оптических клиньев **5** увеличенное в 5 раз изображение штрихов и чисел прецизионной линейки **3** переносится на плоскость растра **7**.

На растре выполнен рисунок, необходимый для точного отсчета положения стола. Этот рисунок и спроецированное на него с прецизионной линейки изображение штриха и цифр увеличивается линзами окуляра **8** еще в 25 раз и в таком виде переносится на экран **11**. При этом расстояние между штрихами, равное на масштабной линейке 1 мм, проецируется на экран увеличенным в 125 раз, т. е. равным 125 мм.

Стеклянная линейка **2** предохраняет от пыли штрихи и числа, нанесенные на прецизионную масштабную линейку **3**. Защитное стекло **9** предохраняет внутреннюю полость экрана **11** от загрязнения. Зеркало **10** направляет изображение растра **7** на экран **11**.

Спроецированные на экран рисунок растра **7** и изображение штриха и чисел масштабной линейки **3** позволяют с большой точностью определить перемещение стола от крайнего положения. Величину перемещения стола следует прочесть по экрану (рис.34, **б**) последовательно в целых, десятых и тысячных долях миллиметра. Целое число написано над вертикальным штрихом **е**. Десятые доли миллиметра читаем в ряду **а** над наклонной линией **б** растра, которая пересекается штрихом **е**.

В двух вертикальных колонках **д** написаны числа, указывающие тысячные доли миллиметра. По этой шкале нужно найти, какому числу шкалы соответствует точка пересечения штриха **е** с наклонной линией **б** растра. Для удобства отсчета руководствуются тем, что горизонтальные линии **в** служат для отсчета каждых 0,010 мм, а кружки **г** — для отсчета каждых 0,002 мм. Если штрих **е** пересекает наклонную линию **б** между двумя соседними кружками, то к отсчету следует прибавить тысячную долю миллиметра.

Например, на экране появилось изображение, помещенное на рис. 34, **б**, и по нему можно прочесть величину перемещения стола от крайнего правого положения. Число 213, написанное над штрихом **е**, указывает целое число в мм (213 мм). Число 2, написанное над той линией **б** растра, которая пересекается штрихом **е**, указывает десятые доли миллиметра (0,2 мм).

Тысячные доли миллиметра находим по цифрам вертикальной шкалы **д**, спроецировав на нее точку пересечения наклонной линии **б** растра со штрихом **е** (0,042 мм).

Складывая эти величины, получаем $x=213+0{,}2+0{,}042=$ $=213{,}242$ мм—расстояние, на которое перемещен стол в направлении координаты x от крайнего правого положения.

Желательно, чтобы при исходном положении стола отсчет по экранам начинался бы с целого числа миллиметров. Это достигается смещением изображения штриха на экране в пределах $\pm 0{,}5$ мм отсчета. Для этого оптические клинья **5** (рис. 34, **в**) поворачиваются маховиками **2** и **10** (рис. **34**, **г**).

Для повышения точности оптических отсчетов станок снабжен линейками, которые с помощью толкателя и рычажка наклоняют плоскопараллельную пластинку **6** (рис. **34**, **в**). Этим достигается смещение изображения на экране визируемого штриха на величину коррекции.

ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Фрезерные станки предназначены для обработки методом фрезерования плоских и объемных поверхностей, прорезки различных пазов и канавок, обработки резьбы и зубьев зубчатых колес.

В промышленности применяется широкая номенклатура станков фрезерной группы: консольно-фрезерные, бесконсольные, вертикально-фрезерные, копировально-фрезерные, карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные, продольно-фрезерные, торцефрезерные, зубофрезерные, шлицефрезерные, резьбофрезерные станки.

Консольно-фрезерные станки. Отличительной особенностью этих станков является наличие консоли, предназначенной для подъема и опускания стола станка.

Консольно-фрезерные станки применяются для выполнения разнообразных фрезерных работ при обработке небольших заготовок. Они являются универсальными станками и применяются в инструментальных, ремонтных и экспериментальных цехах, а также в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Консольно-фрезерные станки разделяются на горизонтально-фрезерные, универсально-фрезерные, вертикально-фрезерные и широкоуниверсальные.

Горизонтально-фрезерные станки имеют горизонтальное расположение оси шпинделя, оправки и фрезы. Стол станка не имеет устройства для поворота и может перемещаться только в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.

Универсально-фрезерные станки отличаются от горизонтальных тем, что стол при наладке станка можно поворачивать в горизонтальной плоскости.

Это значительно расширяет возможности их использования для обработки различных поверхностей и в том числе винтовых канавок.

Технологические возможности этих станков можно еще больше увеличить с применением делительных головок, поворотных круглых столов для непрерывного фрезерования и накладных универсальных головок.

Вертикально-фрезерные станки имеют вертикальное расположение оси шпинделя и фрезы. У более универсальных моделей вертикально-фрезерных станков имеется поворотная шпиндельная головка. Поворачивая головку, можно располагать ось шпинделя и фрезы под любым углом к ее обычному вертикальному положению.

Широкоуниверсальные фрезерные станки имеют головки, позволяющие при наладке станка поворачивать фрезу вокруг двух взаимно перпендикулярных осей и устанавливать ее таким образом в любое положение относительно обрабатываемой заготовки. Кроме того, широкоуниверсальные станки снабжают съемными дополнительными устройствами, значительно расширяющими технологические возможности этих станков.

Для изготовления указанных разновидностей консольно-фрезерных станков широко используются унифицированные узлы и механиз-

мы. Унифицируются близкие по размерам консоли и столы, механизмы главного движения подач и быстрых перемещений стола, рукоятки и механизмы управления станками и др.

Кроме бóльшего экономического эффекта при изготовлении станков, унификация узлов механизмов и органов управления создает большие удобства при эксплуатации и ремонте станков.

УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 6М82

Назначение станка и общее устройство

На универсально-фрезерных станках можно производить фрезерование плоскостей, прямых и винтовых, канавок, зубьев зубчатых колес и ряд других фрезерных работ.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 36.

Станок состоит из следующих основных узлов: станины **5**, консоли **18**, стола **13**, салазок **17**, хобота **8**.

По сравнению с ранее выпускавшимися станками серии Н в станках серии М увеличены частоты вращения шпинделя, скорости быстрых перемещений и подач стола. Для удобства перемещения стола вручную маховик **15** помещен с передней стороны станка.

Кинематическая схема станка (рис. 37)

Движения в станке: главное движение, движения подач — продольная подача стола, поперечная салазок и стола, вертикальная подача консоли вместе с салазками и столом; вспомогательные движения — быстрое или медленное перемещение стола вручную в любом из трех направлений подач.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **V** осуществляется от электродвигателя **М1**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1440 \cdot \frac{27}{53} \cdot \left|\begin{matrix}\frac{16}{38}\\ \frac{19}{35}\\ \frac{22}{32}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{17}{46}\\ \frac{27}{37}\\ \frac{38}{26}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{19}{69}\\ \frac{82}{38}\end{matrix}\right| = n_{\text{шп}} \text{ об/мин.}$$

Переключением блоков зубчатых колес **Б1**, **Б2**, **Б3** может быть настроена любая из 18 частот вращения в диапазоне $n_{\text{шп}} = 31{,}5 \div 1600$ об/мин.

Для их переключения нужно опустить рукоятку **2** (рис. 36) вниз и повернуть ее «на себя». Затем повернуть лимб **4** до положения, при котором цифры, указывающие необходимую частоту вращения шпинделя, расположатся против указателя **а** (на рис. 36 — 800 об/мин). После этого нажимом на пульте управления **3** кнопки «толчок шпинделя» приводят зубчатые колеса в медленное вращение; происходит зацепление переключаемых блоков. Поворачивают рукоятку **2** «от себя» до положения, при котором зуб ее заскакивает в фиксирующий паз.

Правое или левое вращение шпинделя переключается изменением направления вращения электродвигателя **М1** (рис. 37).

Кинематические цепи продольной и поперечной подач стола и вертикальной подачи консоли. Данные кинематические цепи состоят из двух частей.

Первая часть является общей для всех кинематических цепей.

Вторая часть каждой кинематической цепи включается с помощью муфт **Мф5**, **Мф6** и **Мф7**.

В общую часть кинематической цепи для всех трех направлений подач входят: электродвигатель **М2**, зубчатая передача $\frac{26}{50}\cdot\frac{21}{57}$, две передачи, переключаемые тройными блоками **Б4** и **Б5**, двухступенчатая передача вращения от вала **V** колесу $z=40$ вала **VI**, муфты **Мф2**, **Мф3** и зубчатая передача $\frac{28}{35}$, вращающая колеса $z=18$, 33, 37 и 33.

Двухступенчатая передача переключается перемещением свободно сидящего на валу **V** колеса $z=40$ в два положения. При правом положении это колесо получает вращение от вала **V** через муфту **Мф1** и передает вращение колесу $z=40$ вала **VI** с передаточным отношением $u''_{V-VI}=\frac{40}{40}=1$.

При левом положении (изображенном на рис. 37) колесо $z=40$ вала **V** находится в зацеплении с колесом $z=18$, поэтому колесо $z=40$ вала **VI** приводится во вращение от вала **V** с передаточным отношением $u'_{V-VI}=\frac{13}{45}\cdot\frac{18}{40}\cdot\frac{40}{40}=0{,}13=\frac{1}{8}$. В этом случае за счет включения перебора величины подач уменьшаются в 8 раз.

Муфта **Мф2** является предохранительной. Она состоит из двух полумуфт. На левой полумуфте в двенадцати отверстиях помещены шарики, которые под действием пружин заходят в двенадцать углублений правой полумуфты и передают ей вращение.

Завинчиванием или отвинчиванием расположенной слева гайки а регулируется сжатие пружин и, следовательно, величина передаваемого муфтой крутящего момента. Рекомендуется регулировать муфту **Мф2** для передачи крутящего момента 196 Н·м (20 кгс·м).

Кинематическая цепь продольной подачи стола. От колеса $z=37$ общего участка кинематической цепи и конических колес $\frac{18}{16}\cdot\frac{18}{18}$ вращение передается на левую половину муфты **Мф7**, внутри которой свободно проходит винт **XII**.

Продольная подача стола включается муфтой **Мф7**. При этом вращение передается от левой полумуфты к правой и двумя подвижными шпонками на винт **XII**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1420\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{21}{57}\left|\begin{matrix}\frac{18}{36}\\ \frac{27}{27}\\ \frac{36}{18}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{18}{40}\\ \frac{21}{37}\\ \frac{24}{34}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{13}{45}\cdot\frac{18}{40}\\ (Мф1)\end{matrix}\right|\cdot\frac{40}{40}\cdot(Мф2)(Мф3)\cdot\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}\cdot\frac{33}{37}\cdot\frac{18}{16}\cdot\frac{18}{18}\times$$

$$\times(Мф7)\cdot 6\cdot 1=s_{пр}\ \text{мм/мин}.$$

На станке может быть настроено 18 подач в диапазоне $s_{пр}=25\div 1250$ мм/мин.

Кинематическая цепь поперечной подачи салазок. При включении муфты **Мф5** вращение от вала **IX** передается на винт **X** привода поперечной подачи салазок.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1420\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{21}{57}\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{18}{36}\\ \frac{27}{27}\\ \frac{36}{18}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{18}{40}\\ \frac{21}{37}\\ \frac{24}{34}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{13}{45}\cdot\frac{18}{40}\\ (\text{Мф1})\end{array}\right]\cdot\frac{40}{40}\cdot(\text{Мф2})(\text{Мф3})\cdot\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}\cdot\frac{33}{37}\cdot\frac{37}{33}(\text{Мф5})\times$$

$$\times 6\cdot 1=s_{\text{поп}}\ \text{мм/мин}.$$

На станке может быть настроено 18 поперечных подач в диапазоне $s_{\text{поп}}=25\div 1250$ мм/мин.

Кинематическая цепь вертикальной подачи консоли. При включении муфты **Мф6** вращение от вала **IX** передается на вал **VIII** и далее через зубчатые колеса $z=22$, $z=33$, $z=23$ и $z=46$ на ходовой винт **XV**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$1420\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{21}{57}\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{18}{36}\\ \frac{27}{27}\\ \frac{36}{18}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{18}{40}\\ \frac{21}{37}\\ \frac{24}{34}\end{array}\right]\cdot\left[\begin{array}{c}\frac{13}{45}\cdot\frac{18}{40}\\ (\text{Мф1})\end{array}\right]\cdot\frac{40}{40}\cdot(\text{Мф2})(\text{Мф3})\cdot\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}\cdot(\text{Мф6})\cdot\frac{22}{33}\times$$

$$\times\frac{23}{46}\cdot 6\cdot 1=s_{\text{в}}\ \text{мм/мин}.$$

На станке может быть настроено 18 вертикальных подач консоли в диапазоне $s_{\text{в}}=8{,}3\div 400$ мм/мин.

Перемещение стола, салазок и консоли вручную производится вращением соответственно маховиков **3**, **2** и рукоятки **1**. Настройка величины подач стола, салазок и консоли производится поворотом рукоятки **21** (см. рис. 36). На лимбе, расположенном около этой рукоятки, написаны числа, указывающие 18 подач стола салазок или консоли.

Для включения одной из них необходимо рукоятку **21** вывести из зафиксированного положения, вытянув ее до отказа «на себя». Затем на лимбе найти число, соответствующее величине включаемой подачи, и повернуть рукоятку **21** до положения, при котором найденное число на лимбе расположится против неподвижного указателя.

Наладка станка для автоматического выключения подач стола, салазок и консоли производится установкой в Т-образные пазы кулачков **24**, **25** и **26** (рис. 36).

Кинематические цепи ускоренных перемещений стола, салазок и консоли. Ускоренные перемещения стола, салазок и консоли происходят при отключении муфты **Мф3** и одновременном включении муфты **Мф4**. В этом случае вращение передается от электродвигателя **М2** через колеса $z=26$, $z=50$, $z=67$, $z=33$, электромагнитную муфту **Мф4** на вал **VI**, далее через зубчатые колеса $z=28$, $z=35$, $z=18$, $z=33$, $z=37$ на вал **IX**. Этот участок является общим для всех трех кинематических цепей ускоренного продольного, поперечного и вертикального перемещений стола, салазок и консоли.

От общего участка кинематической цепи вращение так же, как при рабочих подачах, передается винту **XII**, **X** или **XV**.

Ускоренное продольное перемещение стола происходит при включении муфты **Мф7** со скоростью

$$v_{\text{пр}}=1440\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{50}{67}\cdot\frac{67}{33}(\text{Мф4})\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}\cdot\frac{33}{37}\cdot\frac{18}{16}\cdot\frac{18}{18}(\text{Мф7})\,6\cdot 1=3000\ \text{мм/мин}.$$

Ускоренное поперечное перемещение салазок происходит при включении муфты **Мф5** со скоростью

$$v_{кон}=1440\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{50}{67}\cdot\frac{67}{33}(Мф4)\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}\cdot\frac{33}{37}\cdot\frac{37}{33}(Мф5)\,6\cdot1=3000\ мм/мин.$$

Ускоренное вертикальное перемещение консоли происходит при включении муфты **Мф6** со скоростью

$$v_{в}=1440\cdot\frac{26}{50}\cdot\frac{50}{67}\cdot\frac{67}{33}(Мф4)\,\frac{28}{35}\cdot\frac{18}{33}(Мф6)\,\frac{22}{33}\cdot\frac{23}{46}\cdot6\cdot1=1000\ мм/мин.$$

Кинематическая цепь привода приспособлений. Привод приспособлений, применяемых на станке, осуществляется от вала **XIV**. Частота вращения вала **XIV** в 2 раза больше частоты вращения винта **XII** при $u_{XII-XIV}=\frac{30}{15}=2$.

За каждый оборот винта **XII** и втулки с колесами $z=18$ и $z=30$ стол перемещается на 6 мм, а следовательно, за каждый оборот вала **XIV** стол (при включенной муфте **Мф7**) перемещается на 3 мм. Отсюда следует, что частота вращения вала **XIV** всегда равна включенной подаче, деленной на 3. Например, при включении подачи $s=1000$ мм/мин включается частота вращения вала **XIV**

$$n_{XIV}=\frac{s}{3}=\frac{1000}{3}=333{,}3\ об/мин.$$

Этим правилом пользуются для включения нужной частоты вращения приспособлений, приводимых в действие от вала **XIV**.

Винтом **XII** можно пользоваться для передачи вращения шпинделю делительной головки, установленной на стол стакана.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 5 (рис. 36) является основанием станка. Ее вертикальные направляющие служат для движения консоли **18**, а горизонтальные — для перемещения хобота **8**. Внутри станины расположена коробка скоростей, а с левой и правой стороны — ниши, закрытые дверцами **1**. В нишах на четырех панелях размещено электрооборудование станка. На дверце, находящейся с правой стороны станка (на рис. 36 не показана), находится переключатель, который устанавливается в одно из следующих трех положений: «автоматический цикл», «подача от рукоятки», «круглый стол».

«Автоматический цикл» обычно целесообразно применять только для изготовления больших партий одинаковых изделий. При этом цикле всеми движениями стола управляют кулачки, установленные в переднем пазу стола.

В положение «круглый стол» переключатель устанавливают при наладке станка для обработки заготовок на круглом вращающемся столе. Этот способ обработки чаще всего применяют для непрерывного фрезерования деталей.

Консоль 18 служит для подъема или опускания стола **13**. Внутри нее помещены механизмы подач и быстрых перемещений стола с отдельным электродвигателем. На передней стенке консоли находятся рукоятки для управления движениями стола и включения любой из 18 ступеней скоростей подач стола.

Салазки 17 могут двигаться вместе с поворотной плитой **16** и столом **13** по направляющим консоли, что позволяет осуществлять поперечную подачу стола. На поворотной плите **16** имеются направляющие для продольного перемещения стола.

Стол 13 служит для установки на него обрабатываемых заготовок и для перемещения их в продольном направлении. Т-образные пазы стола предназначены для головок болтов, крепящих изделие или приспособление. Паз, расположенный на передней боковой поверхности стола, служит для установки кулачков **26**, автоматически переключающих продольные перемещения стола.

Хобот 8. Помещенные на нем одна или две подвески **12** служат для опоры правого конца оправки **10**. Левый конический конец оправки устанавливают во внутренний конус шпинделя **9** и закрепляют в нем болтом.

Хобот закрепляется на направляющих станины двумя гайками **6**. Для перемещения хобота гайки **6** слегка отвинчивают, затем вращением шестигранной головки **7** хобот передвигают по направляющим станины в нужное положение и закрепляют в нем завинчиванием гаек **6**. Подвески **12** закреплены на хоботе болтами **11**.

Цикл обработки заготовок на станке. Заготовку устанавливают на стол станка, поворачивают рукоятку **14** (или **22**) в сторону перемещения стола и кнопкой «Быстро стол» с пульта управления включают ускоренное перемещение стола и установленной на нем заготовки к фрезе. При прекращении нажима на эту кнопку стол начинает перемещаться с рабочей подачей в том же направлении. В это время фреза обрабатывает поверхность заготовки. По окончании обработки кулачок **26** поворачивает рукоятку **14** в нейтральное положение, отключая подачу стола. Рабочий снимает обработанную деталь, поворачивает рукоятку **14** в обратную сторону и включает ускоренный обратный ход стола. Кнопка «Быстро стол» должна быть отпущена для остановки стола в исходном положении. На этом заканчивается цикл обработки.

Для обработки изделий с поперечной подачей нужно поворачивать в направлении включаемой подачи любую из двух рукояток **19**. Отключение поперечной подачи в конце хода производится автоматически кулачками **25**, действующими на рычаг **20**.

Аналогично при работе с вертикальной подачей стола для включения его подъема и опускания нужно поворачивать рукоятку **19** вверх или вниз, а отключение движений консоли в конце хода происходит автоматически под действием кулачков **24**, поворачивающих рычаг **23**.

Для отключения рабочей подачи стола и салазок рукоятки **14** и **19** нужно устанавливать в среднее (нейтральное) положение.

ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 6560* С КРЕСТОВЫМ СТОЛОМ

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 38, **а**. Станок состоит из следующих основных узлов: станины **1**, салазок **2**, стола **3**, шпиндельной бабки **5**, стойки **6**, коробки подач **8**, подвесного пульта **11**.

Заготовки обрабатывают на станке при продольной подаче стола и поперечной подаче салазок, вертикальной подаче шпиндельной бабки и вертикальной подаче гильзы шпинделя. Стол, салазки и гильзу шпинделя перемещают вручную вращением соответственно маховичков **9**, **12** и **4**.

На станке может быть настроено 18 частот вращения шпинделя в диапазоне $n_{ш} = 25 \div 1250$ об/мин. Величины подач стола и салазок из-

---

* В соответствии с программой описания станков, изображенных на рис. 38, даны в сокращенном виде. Для удобства сравнения станки вычерчены с одинаковым масштабом уменьшения $\left(\frac{1}{40}\right)$.

меняются бесступенчато поворотом регулятора **13** в диапазоне $s = 10 \div 1500$ мм/мин, а ускоренные перемещения осуществляются с подачей, равной 2500 мм/мин. Вертикальные подачи и ускоренные перемещения шпиндельной бабки совершаются с меньшей в 3 раза скоростью.

При фрезеровании наклонных поверхностей шпиндельную бабку с помощью хвостовика **10** устанавливают на салазках **7** под нужным углом в пределах $\pm 30°$.

КАРУСЕЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 6М23В

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 38, **б**. Станок применяется для обработки плоскостей заготовок торцовыми фрезами, установленными в трех шпинделях, методом непрерывного фрезерования. В двух правых шпинделях установлены фрезы диаметром до 320 мм для черновой обработки, а в левый шпиндель — фреза диаметром до 600 мм для чистовой обработки.

Приспособления с закрепленными заготовками устанавливаются на поверхность непрерывно вращающегося стола **3**. Установка и съем приспособлений с заготовками осуществляется вне рабочей зоны стола.

Основными узлами станка являются: станина **1**, стойка **7**, шпиндельная бабка **5**, стол **3** с салазками **2**, коробка скоростей **6**, коробка подач **10**, пневмооборудование и подвесной пульт управления **15**.

Заготовки обрабатывают при круговой подаче стола. Кроме того, имеется установочное перемещение гильз шпинделей. На станке может быть настроено 15 частот вращения шпинделя в диапазоне $n_ш = 25 \div 630$ об/мин.

Круговая подача настраивается шестью парами сменных колес в коробке подач **10**. В результате получается 12 частот вращения стола в диапазоне $n_c = 0{,}02 \div 0{,}25$ об/мин. Это соответствует 12 круговым подачам стола в диапазоне $s = 63 \div 800$ мм/мин (на диаметре 1000 мм). При помощи квадратного хвостовика **12** салазки **2** перемещают вручную в положение, при котором установленные на столе приспособления правильно расположатся под фрезами, после чего салазки закрепляют зажимами **11**.

Штурвалом **9** поднимают и опускают шпиндельную бабку. В рабочем положении шпиндельную бабку закрепляют на направляющих стойки четырьмя зажимами **8**.

Квадратные хвостовики **14** служат для вертикального перемещения каждой из трех гильз шпинделей **13**. Гильзу зажимают с помощью квадратного хвостовика **4**.

ПРОДОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 6610

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 38, **в**.

Наличие на этом станке четырех шпиндельных головок позволяет обрабатывать корпусные и другие заготовки с одновременным фрезерованием их верхних и боковых сторон.

Основные узлы станка: станина **13**; стол **12**; стойки — левая **8** и правая **4**; соединительная балка **6**; поперечина **9**; четыре фрезерные головки: две вертикальные — левая **7** и правая **5**; две горизонтальные — левая **11** и правая **1**; подвесной пульт **10**; коробка **3** подач вертикальных головок; коробка **14** подач горизонтальных головок; гидроагрегат **15**; редуктор **16** с электродвигателем **17** привода стола. На рисунке не показаны: редуктор зажима поперечины, агрегат, преобразующий пе-

ременный ток в постоянный, электрошкаф, бак с охлаждающей жидкостью.

Стол **12** перемещается по направляющим станины **13**, каретки вертикальных головок **7**, **5** — по направляющим поперечины **9**, а каретки горизонтальных головок **11**, **1** — по направляющим стоек **8**, **4**.

Заготовки обрабатывают при продольной подаче стола и поперечных подачах четырех фрезерных головок (двух горизонтальных и двух вертикальных).

На станке может быть настроено 16 частот вращения шпинделя в диапазоне $n_ш = 25 \div 800$ об/мин соответствующим поворотом рукоятки **2**.

Реостатом **25** устанавливают по шкале **20** нужную подачу стола (от 20 до 2000 мм/мин), а по шкале **26** — подачу фрезерных головок (от 20 до 1250 мм/мин). Быстрые установочные перемещения стола (со скоростью 3,2 м/мин) или фрезерных головок (со скоростью 1,5 м/мин) совершаются при нажатии на одну из кнопок **18**, около которой стрелками показано нужное направление движения. Направление быстрых перемещений не зависит от направления подачи, установленной переключателем **27**. При нажатии на кнопки **28** включаются установочные перемещения стола и головок, но уже с меньшей скоростью, установленной реостатом **25**.

Рабочие циклы станка устанавливают переключателем **19**, имеющим три положения: левое — фрезерование по контуру, правое — цикл с отскоком фрезы, среднее — обычная работа станка.

При фрезеровании по контуру поворотом переключателя **27** можно изменять направление подач стола и фрезерных головок, последовательно включая продольную подачу стола вперед, поперечную подачу одной из головок, подачу стола назад и подачу головки в обратном направлении, или чередовать движения в последовательности, необходимой для обработки деталей.

При цикле с отскоком фрезы по окончании рабочего хода стола при нажатии на кнопку **18** фреза отходит на 1 мм от обрабатываемой поверхности, и совершается быстрый обратный ход стола. При отпускании кнопки **18** фреза возвращается в первоначальное положение, а стол продолжает двигаться вперед со скоростью подачи. Можно настроить станок на цикл с отскоком, при котором в конце каждого прямого и обратного хода движения стола автоматически реверсируются кулачками, действующими на переключатели.

Световые указатели **22**, **21**, **24** и **23** показывают: **24** — включение преобразовательного агрегата; **22** — перегрузку двигателя, вращающего фрезу (надо уменьшить подачу); **21** — неисправность гидравлики; **23** — отсутствие смазывания направляющих станины (в обоих случаях надо сразу устранить неисправности).

Станок останавливают кнопкой **29**, отключают от сети выключателем на электрошкафу станка.

ШПОНОЧНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ ДФ-82АМ

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для фрезерования с маятниковой подачей врезных шпоночных канавок шириной от 4 до 20 мм, длиной до 300 мм. Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 39, **а**.

Основные узлы станка: станина **1**, консоль **2**, стол **3**, две шпиндельные каретки **4**, две пары мостиков **13**. Станина **1** состоит из жестко соединенных между собой основания **7**, колонны **8**, двух поддерживающих

колонн **6** и головки **5**. Головка **5** имеет направляющие для движения кареток **4** и крепления мостиков **13**.

Схема обработки заготовки на шпоночно-фрезерном станке показана на рис. 39, **б**. В конце каждого продольного хода пальцевая фреза врезается в заготовку с прерывистой вертикальной подачей $s_в$, затем снимает слой металла при продольной подаче $s_{пр}$. Так, за несколько проходов фреза обрабатывает шпоночную канавку на заданную глубину h.

В данном станке имеется только одна кинематическая цепь — цепь привода главного движения. Продольная подача шпиндельных кареток **4** (рис. 39, **а**), а также вертикальная подача пинолей **12** со шпинделями производится гидроприводом.

Кинематическая цепь привода главного движения (рис. 39, **в**). Шпиндели **10** получают вращение от электродвигателя **М** через трехступенчатую клиноременную передачу (шкивы **17** и **16**).

На станке можно настроить 12 частот вращения шпинделя: 375, 475, 560, 600, 710, 950, 1500, 1900, 2240, 2360, 3000 и 3750 об/мин за счет включения двух частот вращения электродвигателя **М** (950 или 1440 об/мин), перевода ремня на любую из трех ступеней клиноременной передачи и перестановки шкивов **16** и **17**.

Стол **3** (рис. 39, **а**) на высоте, удобной для работы, устанавливают вращением рукоятки **9**, поднимая или опуская консоль **2** по направляющим колонны **8**. В поперечном направлении стол **3** перемещают, вращая квадратный хвостовик **10**. Для продольного перемещения кареток вручную вращают хвостовик **11**.

Гидропривод каждой из кареток **4** (рис. 39, **а**) предназначен для *продольной подачи каретки и вертикальной подачи пиноли* **12**.

Золотник **5** (рис. 39, **в**) состоит из реверсивного **5.3** и вспомогательного **5.4** золотников. В панели **7** находятся: дроссель **7.2**, золотник **7.5**, кран **7.8**, дозирующий поршень **7.11**.

В конце каждого хода каретки вспомогательный золотник **5.4** винтами **18** и **19** передвигается то в правое, то в левое положение.

При правом положении золотника 5.4 (рис. 39, **в**) масло от насоса **2** по трубопроводам **22**, **23** через дроссель **7.2**, по трубопроводам **24**, **25** через проточку **5.8** поступает в полость **5.1**, перемещая реверсивный золотник **5.3** в правое положение. Одновременно масло из полости **5.6** по каналу **5.5** уходит на слив. При правом положении золотника **5.3** открывается выход масла на слив из полости **6.1** по трубопроводу **26** через проточку **5.2**.

При дальнейшей работе гидропривода масло под давлением через дроссель **7.2** по трубопроводам **24** и **27** поступает в полость **6.3** гидроцилиндра. Так как поршень **6.2** со штоком **6.4** закреплены на мостике **32** неподвижно, то при поступлении масла в полость **6.3** цилиндр **6** с закрепленной на нем кареткой начнет перемещаться вправо. Осуществляется продольная подача каретки вправо. В конце хода винт **19** передвинет вспомогательный золотник **5.4** в левое положение.

При левом положении золотника 5.4 (рис. 39, **г**) масло под давлением пойдет из трубопровода **25** через проточку **5.9** в полость **5.6**. Одновременно масло из полости **5.1** по каналу **5.7** уходит на слив. Под давлением масла, поступающего в полость **5.6**, реверсивный золотник **5.3** сместится одновременно с золотником **5.4** в левое положение.

При левом положении золотника **5.3** масло через дроссель **7.2** по трубопроводам **24**, **25** через проточку **5.2** поступает в полость **6.1** цилиндра **6**. Так как площадь поршневой полости цилиндра в 2 раза больше штоковой, то под давлением масла в полости **6.1** цилиндр **6** переместится влево вместе с соединенной с ним кареткой **33**. В конце хода влево винт **18** передвинет вспомогательный золотник **5.4** в правое положение.

Так за время обработки шпоночной канавки шпиндельная каретка непрерывно будет совершать возвратно-поступательное (маятниковое) движение.

Величина и участок хода каретки устанавливаются винтами **18** и **19**. Изменить положение каждого винта можно вращением валика **1** (рис. 39, **в**) с червяком, червячного колеса **20** и гайки **21**.

Дросселем **7.2** регулируется скорость продольной подачи $s_{пр}$ кареток в пределах от 450 до 1200 мм/мин.

Вертикальные подачи пиноли 9 (рис. 39, **в**). Вертикальным перемещением пиноли управляет панель **7**.

Для включения вертикальных подач кран **7.8** должен быть повернут в положение, изображенное на рис. 39, **в**, **г**. Масло под давлением по трубопроводу **23** проходит в полость **7.3** золотника **7.5** и в проточку **7.7** крана **7.8**. Из проточки **7.7** масло по трубопроводу **28** поступает в полость **8.1** цилиндра **8**, стремясь переместить поршень **8.2** вправо. Но для этого надо выпустить масло на слив из полости **8.3**, что и осуществляется золотником **7.5** и поршнем **7.11**.

При крайнем левом положении каретки в момент перемещения винтом **18** золотника **5.4** в правое положение (рис. 39, **в**) масло из полости **7.6** по трубопроводу **29** и каналу **5.7** уходит на слив. Как следствие, золотник **7.5** под действием давления масла в полости **7.3** опускается из верхнего (рис. 39, **г**) в нижнее положение (рис. 39, **в**). При переходе золотника в нижнее положение порция масла из полости **8.3** переместится по трубопроводу **30** и каналу **7.1** в левую полость **7.10** дозирующего цилиндра, перемещая дозирующий поршень **7.11** из левого (рис. 39, **г**) в правое (рис. 39, **в**) положение. В это время масло из полости **7.9** уходит по каналу **7.4** на слив.

При крайнем правом положении каретки в момент перемещения винтом **19** золотника **5.4** в левое положение (рис. 39, **г**) открывается проход масла под давлением по трубопроводам **22**, **31** и **29** в полость **7.6**. Под давлением масла золотник **7.5** займет верхнее положение. После этого порция масла из полости **8.3** переместится по трубопроводу **30**, проточке **7.13** в правую полость **7.9** цилиндра, перемещая дозирующий поршень **7.11** из правого (рис. 39, **в**) в левое (рис. 39, **г**) положение. Масло из полости **7.10** уходит по каналу **7.12** на слив.

Таким образом, при крайнем левом и правом положениях каретки **33** порции масла из полости **8.3** уходят на слив, вследствие чего под давлением масла в полости **8.1** поршень **8.2** со штоком **8.4** перемещает каждый раз червяк **13** (рис. 39, **в**). Червяк поворачивает червячное **12** и реечное **11** зубчатые колеса, перемещая зубчатую рейку и пиноль **9** со шпинделем вниз. Осуществляется вертикальная подача $s_в$.

Величину вертикальной подачи можно устанавливать в пределах 0,05—0,5 мм/ход.

Быстрый подъем пиноли 9 включают установкой крана **7.8** в положение, изображенное на рис. 39, **д**. При этом масло под давлением по каналам **7.17** (рис. 39, **г**), **7.14** и по трубопроводу **30** поступает в полость **8.3**. Одновременно из полости **8.1** по трубопроводу **28**, по каналу **7.15** (рис. 39, **д**), проточке **7.7** и каналу **7.16** масло уходит на слив. Под давлением масла в полости **8.3** (рис. 39, **в**) поршень **8.2** со штоком **8.4** быстро перемещает влево червяк **13**, поднимая пиноль **9** со шпинделем вверх.

Быстрое опускание пиноли шпинделя включают установкой крана **7.8** в положение, изображенное на рис. 39, **е**. При этом масло под давлением по каналам **7.17** (рис. 39, **г**), проточке **7.7** и трубопроводу **28** поступает в полость **8.1**. Одновременно из полости **8.3** по трубопроводу **30**, каналам **7.14** (рис. 39, **е**) и **7.16** масло уходит на слив. Поэтому под давлением масла в полости **8.1** (рис. 39, **в**) поршень **8.2** перемещает вправо червяк **13**, быстро опуская пиноль **9** со шпинделем вниз.

Перемещение поршня **8.2** со штоком ограничивается упором червяка **13** в лимб **14**. Завинчивая лимб **14**, меняют величину хода поршня, изменяя глубину h фрезеруемых канавок.

Кроме перемещения от гидропривода можно, вращая вручную квадратный хвостовик **15**, поворачивать червяк **13**, зубчатые колеса **12** и **11**, перемещать пиноль **9** со шпинделем **10** в пределах до 100 мм.

КОПИРОВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 6441Б

Назначение полуавтомата и общее устройство

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 40, **а** и **б**.

Копировально-фрезерный полуавтомат применяют в условиях единичного и мелкосерийного производства для обработки ковочных, вырубных и гибочных штампов, металлических моделей, кокилей, прессформ и других изделий, имеющих пространственно-сложную форму. Обработка проводится методом копирования профиля заранее изготовленного копира (модели), выполненного в масштабе 1:1.

Основные узлы полуавтомата (рис. 40, **а**): станина **1**, стол **2**, нижняя стойка **3**, верхняя стойка **4**, копировальный прибор **5**, неподвижная стойка **15**, шпиндельная бабка **13**, поперечина **12**, панель управления **11**.

Заготовку **3** (рис. 40, **б**) закрепляют на нижней стойке **2** напротив фрезы **4**, копир **6** — на верхней стойке **5** напротив пальца **7** копировального прибора **8**, установленного на шпиндельной бабке **9**.

Фрезерование заготовки на полуавтомате производится одним из трех способов: горизонтальными строчками, вертикальными строчками или контурным копированием.

Если фрезеруемая поверхность имеет удлиненную форму, то ее целесообразно фрезеровать способом горизонтальных или вертикальных строчек, располагая копир и заготовку так, чтобы наибольшая длина фрезеруемого углубления совпадала с направлением строчек.

Способ горизонтальных строчек (рис. 40, **в**). При фрезеровании этим способом задающей подачей $s_з$ является продольная подача стола при его перемещении на расстояние L, устанавливаемое кулачками **11** (рис. 40, **б**). Со скоростью этой подачи фреза **4** проходит строчку по поверхности заготовки **3** и одновременно палец **7** — строчку по поверхности копира **6**. В конце каждой строчки кулачок **11** включает вертикальную периодическую подачу $s_п$ (рис. 40, **в**) поперечины **10** (рис. 40, **б**), фрезы **4** и пальца **7**. После этого сразу включается задающая подача $s_з$, но уже в обратную сторону.

Во время движения по строчке палец **7** последовательно попадает в углубления и на выступы копира. В результате в копировальном приборе **8** создаются электрические импульсы, которые заставляют аналогично перемещаться шпиндельную бабку **9** и фрезу **4**.

Поперечные перемещения шпиндельной бабки, происходящие под воздействием электрических импульсов, возникающих в копировальном приборе, называются следящей подачей.

Чистота обработанной поверхности повышается при уменьшении расстояния между строчками. Поэтому для чистовой обработки включается меньшая периодическая подача $s_п$, чем для черновой.

Высота гребешков между строчками определяется по формуле

$$H = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{s_п}{2}\right)^2},$$

где H — высота гребешков в мм; R — радиус фрезы в мм; $s_п$ — периодическая подача в мм (расстояние между строчками).

Способ вертикальных строчек (рис. 40, г) аналогичен способу горизонтальных строчек. Только в этом случае задающей подачей s является вертикальная подача поперечины **10** (рис. 40, б) со шпиндельной бабкой **9**. Стол **1** совершает периодическое горизонтальное перемещение на величину $s_п$.

Способ контурного копирования. При этом способе обработки палец **7** обходит поверхность копира, а фреза **4** — поверхность заготовки за счет осуществления подач в двух направлениях: стола **1** — в продольном и поперечины **10** со шпиндельной бабкой в вертикальном.

При обработке заготовок на полуавтомате получаемое отклонение размеров детали от размеров копира не превышает 0,06—0,1 мм. Величина погрешности зависит от чувствительности копировального прибора.

Давление пальца **7** на копир не превышает 600 гс. Поэтому копиры могут изготовляться из мягких и легкообрабатываемых материалов: дерева, алюминиевых сплавов, гипса, цемента, листовой стали и чугуна.

Благодаря возможности быстрой замены копира полуавтомат легко переналаживается на обработку другой заготовки.

Кинематическая схема полуавтомата

Движения в станке: главное движение; продольная подача стола; вертикальная подача поперечины; поперечная подача шпиндельной бабки.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **V** (рис. 41) осуществляется двухскоростным электродвигателем **М1** ($n_{эл}$ = 1430 и 2850 об/мин).

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{90}{146} \cdot 0{,}985 \cdot \left[\begin{array}{c} \frac{17}{37} \\ \frac{20}{34} \\ \frac{23}{31} \end{array}\right] \cdot \left[\begin{array}{c} \frac{23}{46} \cdot \frac{20}{63} \\ \frac{23}{46} \cdot \frac{46}{37} \\ \frac{46}{23} \cdot \frac{46}{37} \end{array}\right] = n_{шп} \text{ об/мин}.$$

На полуавтомате может быть настроено 18 частот вращения шпинделя в диапазоне $n_ш = 63 \div 3150$ об/мин. Изменение частоты вращения шпинделя осуществляется блоками **Б1** и **Б2**, а также за счет изменения частоты вращения электродвигателя **М1** (1430 или 2850 об/мин).

При переключении блока **Б1** включается одно из трех передаточных отношений с вала **II** на вал **III**:

$$u'_{II-III} = \frac{17}{37}; \quad u''_{II-III} = \frac{20}{34}; \quad u'''_{II-III} = \frac{23}{31}.$$

При переключении блока **Б2** включается одно из трех передаточных отношений с вала **III** на вал **V**:

$$u'_{III-V} = \frac{23}{46} \cdot \frac{20}{63}; \quad u''_{III-V} = \frac{23}{46} \cdot \frac{46}{37}; \quad u'''_{III-V} = \frac{46}{23} \cdot \frac{46}{37}.$$

Кинематическая цепь продольной подачи стола. Продольная подача стола осуществляется от электродвигателя постоянного тока **М4**, частоту вращения которого можно изменять в диапазоне $n = 85 \div 1085$ об/мин.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{14}{56} \cdot \frac{18}{58} \cdot \frac{18}{58} \cdot 6 \cdot 2 = s_{пр} \text{ мм/мин}.$$

Величина продольной подачи стола может изменяться бесступенчато в диапазоне $s_{пр} = 25 \div 315$ мм/мин. Перемещение стола вручную производится вращением квадратного хвостовика **1** (рис. 41, **а**).

Кинематическая цепь вертикальной подачи поперечины. Вертикальная подача поперечины осуществляется от электродвигателя **М3**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{14}{56} \cdot \frac{18}{58} \cdot \frac{22}{71} \cdot 6 \cdot 2 = s_в \text{ мм/мин}.$$

При изменении частоты вращения электродвигателя в диапазоне $n_{эд} = 85 \div 1085$ об/мин на станке можно устанавливать бесступенчато величины вертикальных подач поперечины в диапазоне $s_в = 25 \div 315$ мм/мин.

Перемещение поперечины вручную производится вращением квадратного хвостовика **2** (рис. 41, **а**).

Кинематическая цепь поперечной подачи шпиндельной бабки. Поперечная подача шпиндельной бабки осуществляется от электродвигателя **М2**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$n_{эд} \cdot \frac{14}{56} \cdot \frac{18}{58} \cdot \frac{26}{41} \cdot 6 \cdot 1 = s_{поп} \text{ мм/мин}.$$

По аналогии с предыдущими цепями на полуавтомате можно настраивать поперечные подачи шпиндельной бабки в диапазоне $s_{поп} = 25 \div 315$ мм/мин.

Перемещение шпиндельной бабки вручную производится вращением квадратного хвостовика **3** (рис. 41, **а**).

Конструкция и характеристика работы основных узлов полуавтомата

Станина 1 (рис. 40, **а**) служит опорой для стойки **15** и имеет направляющие для движения стола **2**. Внутри станины расположены механизмы подач стола и поперечины **12**.

Стол 2 перемещает в продольном направлении нижнюю и верхнюю стойки. В конце каждого хода движение стола автоматически реверсируется.

Нижняя стойка 3 предназначена для установки на нее обрабатываемой заготовки, а верхняя стойка **4** — для установки копира.

Неподвижная стойка 15 имеет направляющие и винт **14** для перемещения поперечины **12** в вертикальном направлении.

Поперечина 12. По ее направляющим шпиндельная бабка **13** перемещается в поперечном направлении механизмом подач, состоящим из приводного электродвигателя, редуктора **10** и винта **9**.

Шпиндельная бабка 13. В ней помещен шпиндель и привод главного движения. На верхней части бабки закреплен копировальный прибор **5**.

Копировальный прибор (рис. 40, **д**) помещен в корпус **8**, на котором винтами **7** закреплена втулка **6**. Во втулке установлены три винта **16**, сферические торцы которых охватывают шарик **17**, служащий шарнирной опорой стержня **9**.

Копировальный палец **4** закреплен гайкой на конусе наконечника **5**, ввернутого в стержень **9**.

Правым торцом, имеющим конусную расточку, стержень **9** опирается на шарик **24** и через него на втулку **12** и пластинку, соединенную с грузиком **11** и якорем **21**. Грузик и якорь подвешены на пружине **10**.

Под действием пружины **13** втулка **12** упирается в шарик **24** и смещает якорь **21** и стержень **9** с пальцем **4** в левое положение. При этом воздушный зазор между якорем **21** и сердечником **23** уменьшается, а между сердечником **19** и якорем **21** увеличивается. В результате этого во вторичных обмотках **22** и **20** дифференциального трансформатора изменяется сила тока.

После усиления и выпрямления ток используется для приведения в действие электродвигателя **М2** (рис. 41, **а**), перемещающего шпиндельную бабку по направлению «на копир». Шпиндельная бабка перемещается до упора пальца **4** (рис. 40, **д**) в поверхность копира **3**. Палец сдвинет якорь **21** на одинаковое расстояние от сердечников **19** и **23** и движение шпиндельной бабки прекратится. Когда палец **4** попадет в углубление копира, якорь **21** под действием пружины **13** сместится влево. Следящий привод сместит влево шпиндельную бабку, и фреза **2** врежется в заготовку **1** на такую же глубину, на какую переместился палец **4**. В результате якорь **21** переместится в среднее между сердечниками **19** и **23** положение и перемещение шпиндельной бабки прекратится.

Когда палец **4** попадет на выступ копира, якорь **21** сместится вправо. При этом воздушный зазор между якорем **21** и сердечником **23** увеличится, а между якорем **21** и сердечником **19** уменьшится. Шпиндельная бабка переместится в направлении «от копира». На заготовке получится выступ, соответствующий выступу копира. Движение шпиндельной бабки прекратится, когда якорь **21** опять займет среднее положение между сердечниками **19** и **23**.

Если при перемещении по копиру палец попадает на наклонную часть профиля, то стержень **9** слегка поворачивается вокруг шарика **17**; при этом правый конец стержня **9** сдвигает шарик **24**, втулку **12** и якорь **21** вправо, включая перемещение шпиндельной бабки вправо до тех пор, пока не кончится наклонный участок профиля копира.

Чувствительность копировального прибора можно регулировать, изменяя расстояние между сердечниками **19** и **23** поворотом винта **15**, отклоняющего через втулку **14** рычаг **18** с сердечником **19**.

Копировальный прибор относительно шпиндельной бабки можно перемещать в трех направлениях: горизонтальном — вращением рукоятки **7** (рис. 40, **а**), вертикальном — вращением штурвала **8** и поперечном — штурвала **6**. После установки в требуемое положение копировальный прибор закрепляют.

Чтобы форма обработанных поверхностей изделия точно соответствовала форме копира, пальцы, устанавливаемые на копировальный прибор, изготовляют в соответствии со следующими требованиями:

при черновой обработке заготовки диаметры пальца должны быть больше соответствующих диаметров фрезы на двойную величину припуска, оставляемого для чистовой обработки, а радиус закругления конца пальца — больше радиуса фрезы на величину припуска;

при чистовой обработке форма и размеры пальца должны соответствовать форме и размерам фрезы.

Для того чтобы палец не вызывал отклонения стержня копировального прибора, масса пальца должна быть не более 0,2 кг. Пальцы могут изготовляться из стали, дуралюмина, латуни или пластмассы. Для более легкого перемещения пальца поверхность копира смазывают.

Регулировка механизмов полуавтомата. Для выбора зазоров в винтовых парах перемещения стола, поперечины и шпиндельной бабки имеются специальные устройства с разрезными гайками. Опорные подшипники винтов регулируют подтягиванием гаек.

Чтобы зазоры в направляющих стола, поперечины и шпиндельной бабки не отражались на точности станка, нужно следить за правильной подтяжкой клиньев этих направляющих.

Нагрузка привода подач после регулировки винтовых пар, клиньев и опорных подшипников проверяется по амперметру **10** (рис. 41, **б**), включаемому кнопкой **12**. При перемещении стола, поперечины и шпиндельной бабки со скоростью 200 мм/мин нагрузка по амперметру для каждого из этих узлов должна быть от 1,6 до 2,2 А.

Управление подачами стола, поперечины и шпиндельной бабки. Полуавтомат переключается на работу способом горизонтальных или вертикальных строчек поворотом переключателя **6** (рис. 41, **б**). При строчечном режиме одна из подач является задающей, вторая — периодической. Скорость задающей подачи устанавливается переключателем **8**, около которого написаны величины включаемых подач: 25, 40, 63, 100, 160, 250 и 315 мм/мин. Величина периодической подачи изменяется поворотом переключателя **9**, около которого указаны включаемые подачи: 0,16; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10 и 16 мм/ход.

Задающая подача поперечины в направлении вверх или стола вправо (назад) включается кнопкой **11**, в обратном направлении — поперечины вниз, стола влево (вперед) — кнопкой **14**. Периодическая подача включается кнопкой **5**.

Подачи стола, поперечины и шпиндельной бабки выключаются нажатием на клавишу **15**.

Непрерывной поперечной подачей пользуются при сверлении отверстий и для врезания фрезы в тело обрабатываемой заготовки. На такую подачу полуавтомат переключают поворотом рукоятки **13**. Скорость этой подачи устанавливается переключателем **7**, около которого для ориентировки указаны скорости: 25, 40, 63, 100, 160, 250 и 315 мм/мин. Кнопкой **3** включают направление подачи «к контуру», кнопкой **4** — «от контура».

Обычно полуавтомат работает способом горизонтальных или вертикальных строчек. Для этого поворотом рукоятки **13** поперечная подача переключается на следящую.

При обработке заготовки способом строчек в несколько проходов можно перед каждым следующим проходом перемещать в поперечном направлении гильзу шпинделя, шпиндель и фрезу вращением штурвала **2**. После каждого перемещения гильза шпинделя должна быть зажата в установленном положении поворотом рукоятки **1**.

ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Делительные головки предназначены для деления окружности обрабатываемой заготовки на заданное число частей или поворота заготовки на заданный угол.

Существуют следующие типы делительных головок: универсальные (лимбовые), оптические, с диском для непосредственного деления, безлимбовые. Наряду с делительными головками применяются также делительные столы.

Делительные головки с диском для непосредственного деления предназначены для выполнения простых делительных работ. Шпиндель поворачивают вручную непосредственно или через червячную передачу.

Головки имеют диск с фиксирующими гнездами, от расположения которых зависит угол поворота заготовки. Такие головки применяются как специализированные для изготовления изделий в условиях массового и серийного производства.

Делительные головки с дисками для непосредственного деления могут быть одно- и многошпиндельными, последние используются для одновременного поворота нескольких заготовок.

Делительные головки с диском для непосредственного деления не имеют широкого применения в промышленности и в настоящем учебном пособии не рассматриваются.

Безлимбовые делительные головки настраивают установкой сменных зубчатых колес на три гитары головки.

Достоинством безлимбовых делительных головок является простота деления, вызванная тем, что ручку головки во всех случаях деления поворачивают на один оборот, что уменьшает вероятность ошибок.

Настройка таких головок, однако, значительно сложнее, чем лимбовых. На производстве они не имеют широкого применения и поэтому в настоящем учебном пособии не рассматриваются.

Делительные столы применяются чаще всего при работе на координатно-расточных и фрезерных станках для точного поворота заготовок на заданный угол.

Большая опорная поверхность делительных столов, более точные шкалы для отсчета углов поворота и возможность установки поверхности стола под нужным углом к основанию позволяют использовать делительные столы для особо точных поворотов крупных изделий.

Универсальные (лимбовые) и оптические делительные головки являются наиболее распространенными.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Назначение. Универсальные делительные головки применяют для деления окружности заготовки на заданное число z частей. Универсальные головки чаще всего используются при работе на консольно-фрезерных станках, иногда при разметке, а также на расточных, сверлильных и других станках.

Основные части головки (рис. 42, а): основание **5**, корпус **6**, фланцевая коробка **4**, шпиндель **27**, лимб **13**.

В шпоночном пазу основания винтами **29** закреплены две шпонки **30** для точной установки головки на столе станка. Головка крепится к столу станка болтами **28**. При установке головки на поверхность, не имеющую шпоночных пазов, шпонки **30**, винты **29** и болты **28** снимают.

Поворотом корпуса **6** в вертикальной плоскости на угол до $-5°$ вниз и до $+95°$ вверх можно устанавливать ось шпинделя **27** под углом к линии центров. В нужном положении корпус закрепляют гайками **7**. Угол поворота корпуса и шпинделя отсчитывают в градусах по шкале **б** и нониусу **а**.

В закрепленной на корпусе **6** фланцевой коробке **4** расположены зубчатые колеса, передающие вращение от рукоятки **2** червяку ($z=1$) и втулке **18**.

Шпиндель **27** предназначен для поворота заготовок, которые устанавливают либо в центрах головки и задней бабки и вращают поводковым патроном **8**, либо в кулачках самоцентрирующего патрона, навинчиваемого на резьбу **ж** шпинделя или на оправку, закрепленную во внутреннем конусе **з** шпинделя.

Шпиндель вращают рукояткой **2**. Величина точного поворота рукоятки отсчитывается по отверстиям лимба **13**. Отверстия глухие расположены на концентричных окружностях на обеих сторонах лимба. Число отверстий на окружностях различно. Наиболее распространены лимбы, имеющие с каждой стороны по одиннадцать окружностей с числом отверстий: с одной стороны — 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42 и 43; с другой — 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 61 и 66. Лимб **13** закрепляют на втулке **18** винтами **20**.

Для поворота шпинделя **27** на $\frac{1}{z}$ оборота кнопкой **1** высвобождают фиксатор **3** из отверстия лимба **13** и поворачивают рукоятку **2** на нужное число p отверстий в ряду с q отверстиями. При опускании кнопки фиксатор под действием пружины **19** войдет в отверстие лимба. После установки фиксатора **3** в нужном отверстии любого ряда лимба, рукоятку **2** закрепляют на валу гайкой **11**.

Сектор **10** имеет две лапки. При отпущенных винтах **12** лапки устанавливают в положение, при котором между ними находится $(p+1)$ отверстие и в этом положении закрепляют винтами **12**. Сектором **10** пользуются для быстрого отсчета числа отверстий $(p+1)$.

Под действием пружины **17** между поверхностями сектора **10** и лимба **13** возникает трение, поэтому при вращении рукоятки **2** сектор **10** самопроизвольно не поворачивается относительно лимба.

Зубцы стопора **14** могут быть введены в зацепление с зубцами лимба **13**. При закреплении стопора винтом **15** лимб закрепляется в нужном положении неподвижно. При отведенном стопоре лимб вращается вместе с втулкой **18**.

Ручкой **24** можно поворачивать эксцентрик **е** в два положения: первое, при котором эксцентрик **е**, подняв ванночку **23** вверх, удерживает червяк **25** в зацеплении с червячным колесом **26**; и второе, при котором червяк опущен и червячная передача отключена. При опускании вал **22** поворачивается на шейках **д** цапфы **21**.

Число зубьев N червячного колеса называется характеристикой делительной головки. У большинства делительных головок $N=40$. Значительно реже встречаются делительные головки с характеристикой $N=60$.

Методы деления. В зависимости от числа частей z, на какое нужно разделить окружность, пользуются одним из методов деления: непосредственным, простым и дифференциальным.

Непосредственное деление производится для поворота заготовки

на определенный угол в градусах. Для этого поворотом ручки **24** (рис. 42, **а**) на 180° выводят червяк из зацепления с червячным колесом и вручную поворачивают шпиндель **27** и заготовку на нужный угол α, отсчитывая угол поворота в градусах по шкале **в** диска **9**. После каждого поворота шпиндель **27** стопорят в нужном положении поворотом рукоятки **16**.

Простое деление. Этот метод является самым удобным и распространенным. Предварительно поворотом ручки **24** поднимают червяк **25** в верхнее положение, вводя его в зацепление с червячным колесом. Стопором **14** закрепляют лимб **13**.

За каждый оборот рукоятки **1** (рис. 42, **б**) шпиндель **III** поворачивается на $\frac{1}{N}$ оборота через кинематическую цепь $n_{III}=n_1\frac{33}{33}\cdot\frac{1}{N}=1\cdot\frac{33}{33}\times$ $\times\frac{1}{N}=\frac{1}{N}$ оборотов.

Для того, чтобы шпиндель **III** *сделал оборот, рукоятке* **1** *нужно* сообщить $n_1=n_{III}N=1N=N$ оборотов.

При делении окружности на z частей, нужно повернуть шпиндель на $\frac{1}{z}$ оборота. Для этого рукоятку **1** каждый раз поворачивают на $n_1=n_{III}\times$ $\times N=\frac{1}{z}N=\frac{N}{z}$ оборотов.

Для точного определения величины поворота рукоятки **1** при простом делении пользуются формулой $\frac{N}{z}=a+\frac{p}{q}$,

где N — характеристика делительной головки;

z — число делений, на которое нужно делить окружность заготовки;

a — число целых оборотов рукоятки **1**;

q — число отверстий в том ряду лимба **3**, на который поставлен штифт **2** рукоятки **1**;

p — число шагов между отверстиями ряда с q делениями, на которое каждый раз нужно поворачивать рукоятку **1** (дополнительно к ее целым оборотам).

Как производится простое деление, рассмотрим на следующем примере. Дано $N=40$, $z=11$. Пользуясь формулой $\frac{N}{z}=a+\frac{p}{q}$, находим a, q и p: $\frac{N}{z}=\frac{40}{11}=3+\frac{7}{11}=3+\frac{7\cdot6}{11\cdot6}=3+\frac{42}{66}$.

Следовательно, $a=3$, $q=66$ и $p=42$.

Выбираемое число q находим следующим способом. Преобразуя дробь $\frac{N}{z}$, получаем целое число a и простую дробь $\frac{p}{q}$. Нужно, чтобы число q, стоящее в знаменателе дроби, было равно одному из ранее указанных чисел отверстий в рядах лимба делительной головки. Если такого числа отверстий нет, то знаменатель и числитель дроби умножаем поочередно на целые числа (2, 3, 4, 5, 6 и т. д.), пока не получим в знаменателе дроби числа, равного числу отверстий в одном из рядов лимба.

В приведенном примере $\left(\frac{N}{z}=a+\frac{p}{q}=\frac{40}{11}=3+\frac{7}{11}\right)$ простая дробь имеет знаменатель $q=11$. Такого числа отверстий в рядах лимба нет. Также на лимбе нет рядов с числами отверстий: $11\cdot2=22$; $11\cdot3=33$; $11\cdot4=44$ и $11\cdot5=55$. Поэтому воспользуемся рядом с числом отверстий $q=11\cdot6=66$.

При наладке делительной головки нужно:

1 — освободить гайкой **11** (рис. 42, **а**) рукоятку **2**, переставить ее в положение, при котором фиксатор **3** расположится в ряду с числом q отверстий по окружности. После этого рукоятку **2** закрепить гайкой **11**;

2 — раздвинуть лапки сектора **10** так, чтобы между ними в ряду с q отверстиями находилось $(p+1)$ отверстие (p — число шагов между отверстиями). Лапки закрепить винтами **12**.

При делении рукоятку **2** каждый раз поворачивают на a целых оборотов и дополнительно на p шагов в ряду с q отверстиями (т. е. дополнительно на расстояние между лапками сектора **10**). После поворота рукоятки сектор (для подготовки его к следующему делению) дополнительно поворачивают в ту же сторону до упора одной из лапок в фиксатор **3**.

Дифференциальным делением (рис. 42, в) пользуются в тех случаях, когда нельзя разделить окружность методом простого деления.

Например, при $p=67$ простым делением нельзя воспользоваться, так как нет ряда с числом отверстий 67 (или кратных ему), и число 67 не имеет общих множителей с числами характеристики делительной головки (40 или 60).

Дифференциальное деление дает большие возможности, так как поворот рукоятки **1** на $\frac{N}{z}$ оборота складывается из двух величин. Первое слагаемое получается за счет того, что рукоятку **1** всегда поворачивают на нужное число отверстий p в ряду с числом отверстий q, следовательно, на $\frac{p}{q}$ оборота. Второе слагаемое получается за счет того, что при дифференциальном делении лимб **3** освобожден от стопора **4** и тоже поворачивается на величину

$$n_{VI}=\frac{1}{z}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}\cdot\frac{22}{22}\cdot\frac{39}{39}=\frac{1}{z}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{u_{см}}{z}$$ оборота,

где $u_{см}=\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}$.

Отсюда можно написать равенство $\frac{N}{z}=\frac{p}{q}+\frac{u_{см}}{z}$.

Величины N и z заданы, а величины p, q и $u_{см}$ нужно выбирать. Величина $\frac{p}{q}$ принимается равной $\frac{N}{z_0}$. Следовательно, при дифференциальном делении для нахождения p и q пользуются формулой $\frac{p}{z}=\frac{N}{z_0}$, где z_0 — фиктивное число, которое выбирают произвольно. Для получения удобных результатов его рекомендуется принимать возможно более близким к заданному числу делений z и так, чтобы z_0 было кратно числу N.

Подставив в уравнение $\frac{N}{z}=\frac{p}{q}+\frac{u_{см}}{z}$ выражение $\frac{p}{q}=\frac{N}{z_0}$, получим

$$\frac{N}{z}=\frac{N}{z_0}+\frac{u_{см}}{z};\ \frac{u_{см}}{z}=\frac{N}{z}-\frac{N}{z_0}=\frac{Nz_0-Nz}{z-z_0}=\frac{N(z_0-z)}{zz_0},$$

$$u_{см}=\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{N(z_0-z)}{z_0}.$$

Двумя уравнениями $\frac{p}{q}=\frac{N}{z_0}$ и $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{N(z_0-z)}{z_0}$ пользуются для нахождения величин p, q и для определения числа зубьев сменных колес $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}$ при расчете настройки делительной головки на дифференциальное деление.

Если передаточное отношение сменных зубчатых колес получается положительным, то лимб **3** должен вращаться в сторону вращения рукоятки **1**. В этом случае шестерни гитары должны иметь четное число зацеплений. Если передаточное отношение сменных колес отрицательное, то лимб **3** должен вращаться в направлении, обратном направлению вращения рукоятки **1**. В этом случае устанавливают дополнительно промежуточное зубчатое колесо, чтобы число зацеплений шестерен гитары было нечетным. Комплекты сменных колес для различных дели-

тельных головок могут быть различными. Сменные колеса делительных головок Н-135 и Н-165 имеют количество зубьев: 25 (2 шт.), 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90 и 100.

Пример расчета настройки универсальной делительной головки на дифференциальное деление. Дано $N=40$, $z=67$. Проверим, можно ли воспользоваться при данном задании формулой и методом простого деления $\frac{p}{q}=\frac{N}{z}=\frac{40}{67}$, отсюда $q=67$, $p=40$.

Если на окружностях лимба нет числа отверстий $q=67$ или кратного ему, то методом простого деления воспользоваться нельзя. Произведем расчет по формулам дифференциального деления.

Принимаем $z_0=70$ как близкое к $z=67$ и имеющее общие множители с числом $N=40$. Тогда $\frac{p}{q}=\frac{N}{z_0}=\frac{40}{70}=\frac{4}{7}=\frac{4}{7}\cdot\frac{4}{4}=\frac{16}{28}$.

Значит, $q=28$, $p=16$, следовательно, штифт **2** (рис. 42, **в**) рукоятки **1** нужно установить в ряд с $q=28$ отверстий и раздвинуть лапки сектора **10** (рис. 42, **а**) так, чтобы между ними в ряду с 28 отверстиями находилось $p+1=16+1=17$ отверстий (16 шагов между отверстиями).

Находим числа зубьев сменных зубчатых колес a, b, c и d (рис. 42, **в**), которые надо установить для передачи вращения от шпинделя **III** на валик **IV**:

$$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{N(z_0-z)}{z_0}=\frac{40(70-67)}{70}=\frac{40\cdot3}{70}=\frac{12}{7}=\frac{6}{7}\cdot\frac{2}{1}=$$

$$=\frac{6}{7}\cdot\frac{10}{10}\cdot\frac{2}{1}\cdot\frac{40}{40}=\frac{60}{70}\cdot\frac{80}{40}=\frac{60}{40}\cdot\frac{80}{70}.$$

Следовательно, $a=60$; $b=40$; $c=80$ и $d=70$.

Деление производится поворотом штифта **2** рукоятки **1** каждый раз на расстояние между лапками сектора с последующим поворотом сектора до упора одной из лапок в штифт **2**.

Дифференциальным делением можно разделить окружность на любое целое число до 400 и на некоторые числа свыше 400.

НАСТРОЙКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ И СТАНКА НА ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВИНТОВЫХ КАНАВОК

Фрезерование винтовых канавок производится при обработке зубьев косозубых колес, канавок сверл, разверток, зенкеров и многих других изделий.

При фрезеровании винтовых канавок необходимо, чтобы направление **АВ** канавки (рис. 43, **г**) совпадало со средней плоскостью фрезы и результирующая скорость v движений заготовки соответствовала направлению **АВ**. Для соблюдения первого требования необходимо поворотную плиту стола станка установить на салазках под углом φ (рис. 43, **д**) и закрепить ее в этом положении.

Для соблюдения второго требования нужно, чтобы соотношение скоростей продольной v_1 и круговой v_2 подач заготовки **1** обеспечивало направление результирующей v под углом φ к оси заготовки.

Следовательно, одновременно с продольным перемещением стола и заготовки со скоростью v_1 заготовку нужно равномерно вращать с окружной скоростью v_2. Для этого заготовку **1** устанавливают в центрах универсальной делительной головки и задней бабки. На гитару **5** ставят сменные колеса $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}$, передающие вращение от винта **VII** продольной подачи стола на валик **IV** делительной головки.

От валика IV вращение передается лимбу 3 (который должен быть освобожден от фиксатора 2), ручке 4, шпинделю III и заготовке 1.

Соотношение скоростей v_1 и v_2 зависит от угла φ наклона винтовой канавки к образующей цилиндрической поверхности, на которой фрезеруется канавка. Должно быть выдержано соотношение $\operatorname{tg}\varphi=\frac{v_2}{v_1}$. Поэтому за время перемещения стола на шаг T винтовой канавки заготовке должен быть сообщен один оборот.

Для перемещения стола и заготовки на величину T винт должен сделать $n_{VII}=\frac{T}{p}$ оборотов, а для поворота заготовки на один оборот лимб 3, а следовательно, и валик IV должен сделать $n_{IV}=n_{VI}=N$ оборотов. Вращение передается от винта VIII продольных подач на валик IV делительной головки через сменные колеса $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}$. Их передаточное отношение должно равняться

$$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{n_{IV}}{n_{VII}}=N\frac{P}{T}=\frac{NP}{T}.$$

Если вместо шага винтовой канавки задан угол φ ее наклона к образующей, то величину T легко выразить через $\operatorname{tg}\varphi$, пользуясь следующими соотношениями, полученными из треугольника ABC развертки фрезеруемого изделия (рис. 43, г):

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{\pi D}{T},\ \text{откуда}\ T=\frac{\pi D}{\operatorname{tg}\varphi}.$$

После окончания фрезерования одной канавки заготовку поворачивают для фрезерования следующей, пользуясь методом простого деления и формулой $\frac{N}{z}=a+\frac{p}{q}$.

На рис. 43, в показано расположение сменных колес на гитаре 3, которая закреплена на столе станка болтом 2.

Для сохранности шейки ходового винта станка сменное колесо а насаживается не на этот винт, а на промежуточный вал, получающий вращение от ходового винта через постоянную зубчатую передачу $\frac{38}{38}$, помещенную на гитаре 3. Промежуточное колесо 1 устанавливается для изменения направления обрабатываемой винтовой канавки.

Пример расчета делительной головки на фрезерование винтовых канавок. Дано: $N=40$; $P=6$ мм; $T=1440$ мм; $z=21$; $D=95$ мм.

1. Определяем угол поворота стола

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{\pi D}{T}=\frac{3{,}14\cdot 95}{1440}=0{,}207,\ \text{откуда}\ \varphi=11°40'.$$

2. Определяем число зубьев сменных колес гитары делительной головки

$$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{NP}{T}=\frac{40\cdot 6}{1440}=\frac{1}{6}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}=\frac{1}{2}\cdot\frac{40}{40}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{30}{30}=\frac{40}{80}\cdot\frac{30}{90}=\frac{30}{80}\cdot\frac{40}{90},$$

следовательно, $a=30$; $b=80$; $c=40$ и $d=90$ зубьям.

3. Для настройки универсальной делительной головки на поворот заготовки методом простого деления a, p и q находим по формуле

$$\frac{N}{z}=a+\frac{p}{q};\ \frac{N}{z}=\frac{40}{21}=1+\frac{19}{21}=1+\frac{19}{21}\cdot\frac{2}{2}=1+\frac{38}{42},$$

следовательно, $a=1$; $q=42$ и $p=38$.

По этим данным проводим настройку делительной головки.

ОПТИЧЕСКИЕ ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Назначение. Оптическими делительными головками (рис. 43, а) пользуются главным образом при обработке заготовок, которые нужно поворачивать каждый раз на различный угол или когда отсчет угла поворота должен быть очень точным (с точностью до 0,25 мин).

Оптические головки могут быть использованы также для контроля точных изделий и нанесения шкал.

Устройство головки. Основные узлы оптической головки: основание **1**, корпус **2**, шпиндель **10** и микроскоп **6**. Двумя болтами **11** корпус **2** фиксируют в повернутом положении.

Микроскоп **6** служит для точного отсчета углов поворота шпинделя **10**. Приспособление для установки обрабатываемых заготовок закрепляют болтом **3** во внутреннем конусе **а** шпинделя.

На шпинделе установлены: диск **9** с делениями **б** в градусах для грубого отсчета угла поворота шпинделя; червячное колесо **12** ($N=40$) для поворота шпинделя; кольцо **13** для фиксации шпинделя в установленном положении и стеклянный диск **8**, имеющий шкалу с 360 делениями, указывающими при точном отсчете угол поворота шпинделя в градусах.

Эксцентриковая втулка **14** устанавливается поворотом рукоятки **16** в два фиксируемых положения: при верхнем положении рукоятки червяк **15** находится в зацеплении с червячным колесом **12**; при нижнем — зацепления нет. Для грубого отсчета угла поворота изделия рукоятку **16** ставят в нижнее положение. Вместе с этой рукояткой поворачивается втулка **14**, которая выводит червяк из зацепления с червячным колесом. После этого шпиндель **10** поворачивают непосредственно вручную, а угол поворота отсчитывают по шкале **б** диска **9**.

Для точного отсчета угла поворота изделия рукоятку **16** устанавливают в верхнее положение, вводя червяк в зацепление с червячным колесом, затем вращением маховичка **21** (или **27**) поворачивают шпиндель **10** на заданный угол α.

За один оборот маховичка **21** шпиндель поворачивается на $\frac{1}{N}$ оборота (т. е. на $\frac{1}{40}$ оборота). Маховичок **27** предназначен для медленного поворота шпинделя, и им пользуются для точной установки положения шпинделя по шкале, которая видна через окуляр **7**. Маховичок **21** вращает вал **20** через предохранительную муфту, состоящую из диска **22** и обоймы **26**.

Маховичок **21** соединен с диском **22** винтами **23** и свободно сидит на валу **20**. Обойма **26** плотно насажена на квадрат этого вала. В радиальное отверстие диска **22** вставлена пружина **24**, прижимающая штифт **25** к поверхности обоймы **26**. Поэтому при вращении маховичка **21** штифт **25** передает вращение обойме **26** и валу **20**.

Если шпиндель **10** зажат, то штифт **25** проскальзывает по внутренней поверхности обоймы, и маховичок **21** вращается вхолостую. Шпиндель **10** зажимается завинчиванием винта **19** во втулку **18** при вращении рукоятки **17** по часовой стрелке. Втулка **18** и винт **19** нажимают на кольцо **13**, удерживая его и шпиндель **10** в установленном положении. Для освобождения шпинделя от зажима рукоятку **17** поворачивают против часовой стрелки.

Оптическая система служит для точного определения угла поворота шпинделя головки.

Пучок света от лампочки **5** (рис. 43, а) направляется на пластинку **4**, на которую нанесена шкала с шестьюдесятью делениями для отсчета минут. От пластинки **4** свет отражается на стеклянный диск **8**, 360 делений которого указывают угол поворота шпинделя **10** в градусах. От-

раженный от диска 8 свет направляется в оптическую систему микроскопа 6. В окуляре 7 видны освещенные шкала минут и участок шкалы диска 8 (рис. 43, б). Угол поворота шпинделя II читается по делениям, находящимся в точке пересечения этих двух шкал.

На рис. 43, б со шкалой минут пересекается линия, указывающая 95°, а на линии шкалы градусов находится точка шкалы минут, соответствующая 25′. Следовательно, шпиндель повернут на угол $\alpha_1 = 95°25'$.

Если шпиндель и изделие из этого положения нужно повернуть на заданный угол α, например $\alpha = 54°18'15''$, то следующий отсчет положения шпинделя должен соответствовать углу $\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha$. Следовательно, шпиндель нужно повернуть на угол $\alpha_2' = \alpha_1 + \alpha = 95°25' + 54°18'15'' = 159°43'15''$.

Если изделие нужно повернуть на тот же угол, но в противоположную сторону, угол должен быть равен $\alpha_2'' = \alpha_1 - \alpha = 95°25' - 54°18'15'' = 41°6'45''$.

Отсчет может производиться с точностью до 15 с, так как $\frac{1}{4}$ мин берется приблизительно по шкале минут.

Деление с поворотом изделия несколько раз на одинаковый угол. Если обрабатываемую заготовку необходимо повернуть несколько раз на одинаковый угол, то деление целесообразно производить на универсальной делительной головке.

По заданному углу поворота α находим число частей, на которые делим окружность $\alpha = \frac{360°}{\alpha}$. При $N = 40$ величина поворота рукоятки 1 (см. рис. 42, б) определяется по формуле $\frac{N}{z} = \frac{40\alpha}{360°} = \frac{\alpha}{9°} = \frac{6}{54}$.

Пользуясь этой формулой, находим необходимые данные для настройки универсальной головки на простое, а при необходимости, и на дифференциальное деление. Например, надо настроить универсальную делительную головку на фрезерование канавок, расположенных друг к другу под углом $\alpha = 20°40'$. Выражаем этот угол в градусах: $\alpha = 20°40' = \left(20\frac{2}{3}\right)° = \left(\frac{62}{3}\right)°$. Находим $\frac{N}{z} = \frac{6\alpha}{54} = \frac{6}{54} \cdot \frac{62}{3} = \frac{124}{54} = 2 + \frac{16}{54}$. Следовательно, $a = 2$, $q = 54$ и $p = 16$.

На основе этих данных легко настроить универсальную делительную головку для поворота изделия на угол $\alpha = 20°40'$ (см. ранее «Простое деление»).

РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ СТАНКИ

Основные методы изготовления резьб:

1 — фрезерование наружной и внутренней резьбы;

2 — накатывание резьбы;

3 — нарезание резьбы резьбонарезными головками, метчиками и круглыми плашками;

4 — нарезание резьбы резьбовыми резцами и гребенками;

5 — шлифование резьбы.

РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 5К63

Назначение полуавтомата и общее устройство

Полуавтомат применяется в условиях серийного и массового производства и предназначен для нарезания на заготовках гребенчатыми фрезами коротких наружных или внутренних резьб.

Наибольший диаметр фрезеруемой резьбы: наружный 100 мм, внутренний 80 мм. Максимальная длина фрезеруемой резьбы: наружной 75 мм, внутренней 50 мм. Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, 390 мм. Максимальное расстояние между центрами 500 мм.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 44, **а**.

Основные узлы полуавтомата — станина **19**, передняя бабка **4**, каретка **10**, фрезерная головка **8**, задняя бабка **14**, пульт управления **18**.

Для фрезерования наружной резьбы (рис. 44, **б**) заготовку **4** устанавливают в центрах зажимного шпинделя **1** и задней бабки **5**, на которых она вращается поводковым патроном **2** и хомутиком **3**. Для фрезерования внутренней резьбы изделие ставят в зажимное приспособление (рис. 44, **в**). После установки заготовки включают автоматический цикл работы станка.

На рис. 45, **г** показаны положения фрезы при фрезеровании наружной, а на рис. 45, **д** — при фрезеровании внутренней резьбы.

Позиция **1** — положение фрезы перед началом цикла при установке заготовки;

позиция **2** — положение фрезы после быстрого хода каретки влево;

позиция **3** — положение фрезы после медленного поперечного перемещения фрезерной головки вперед для врезания фрезы в заготовку. При таком положении фрезы происходит продольная подача каретки вправо и нарезание резьбы;

позиция **4** — положения фрезы после медленного, а затем быстрого поперечного отвода фрезерной головки назад;

позиция **5** — положение фрезы в конце быстрого обратного хода каретки в исходное правое положение.

Кинематическая схема полуавтомата

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **IV** (рис. 45, а) и фрезы производится от электродвигателя **М1**. Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1420 \cdot \frac{4}{34} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} = n_{шп} \text{ об/мин}.$$

Формула настройки

$$\frac{a}{b} = \frac{n_{шп}}{167}.$$

Четырьмя парами сменных зубчатых колес $\frac{a}{b}$ можно установить любую из восьми частот вращения шпинделя **IV**:

$\frac{a}{b}$	$\frac{32}{72}$;	$\frac{37}{67}$;	$\frac{43}{61}$;	$\frac{49}{55}$;	$\frac{55}{49}$;	$\frac{61}{43}$;	$\frac{67}{37}$;	$\frac{72}{32}$
$n_{шп}$, об/мин	75;	95;	118;	150;	190;	235;	300;	375

Кинематическая цепь круговой подачи шпинделя XII с заготовкой. Круговые подачи шпинделя **XII** осуществляются от электродвигателя **М3**, который через зубчатые колеса $z=24$, $z=81$, сменные колеса $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f}$, червячную передачу $z=1$, $z=50$ медленно вращает корпус 2 дифференциала и шестерни-сателлиты, передающие вращение на центральное колесо $z=28$, вал **X**, колеса $z=30$, $z=54$, $z=24$, червяк $z=2$, червячное колесо $z=49$.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1420 \cdot \frac{24}{81} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{1}{50} \cdot 2 \cdot \frac{30}{54} \cdot \frac{54}{24} \cdot \frac{2}{49} = n_{XII} \text{ об/мин}.$$

Формула настройки $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = \frac{n_{XII}}{0{,}85}$.

Передаточное число передачи корпус дифференциала — центральное колесо $z=28$ равно $u_д=2$.

Для фрезерования резьбы с оптимальной скоростью круговой подачи сменными зубчатыми колесами $\frac{c}{d}$ и $\frac{e}{f}$ настраивают полуавтомат на любую из 16 частот вращения зажимного шпинделя **XII**:

$\frac{c}{d}$	$\frac{24}{60}$								$\frac{60}{24}$							
$\frac{e}{f}$	$\frac{26}{58}$	$\frac{30}{54}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{40}{44}$	$\frac{44}{40}$	$\frac{49}{35}$	$\frac{54}{30}$	$\frac{58}{26}$	$\frac{58}{58}$	$\frac{54}{54}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{44}{44}$	$\frac{40}{40}$	$\frac{35}{35}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{26}{26}$
n_{XII}, об/мин	0,15	0,19	0,235	0,3	0,375	0,475	0,6	0,75	0,95	1,18	1,5	1,9	2,35	3,0	3,75	4,75

Кинематическая цепь вращения распределительных валов XIV, XV и XVI. Медленное вращение распределительных валов **XIV** и **XVI** с барабанными кулачками **5** и **8** и вала **XV** с командным кулачком **1** производится от электродвигателя **М3**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1410 \cdot \frac{24}{81} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{1}{50} \cdot 2 \cdot \frac{30}{54} \cdot \frac{54}{24} \cdot \frac{2}{49} \cdot \frac{57}{38} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{25}{78} \cdot \frac{26}{75} \left(\frac{75}{75} \cdot \frac{30}{30}\right) =$$

$$= n_{XIV} = n_{XV} = n_{XVI} = n_{РВ} \text{ об/мин}.$$

Формула настройки: $n_{РВ} = 0{,}142 \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f}$.

При медленном вращении барабанного кулачка **5** через ролик **4** перемещение сообщается салазкам **3**, винту **XVIII** и всей фрезерной головке по направлению к заготовке. Фреза **10** врезается в заготовку на глубину, обеспечивающую получение заданного диаметра резьбы. Ролик **6** двигается по копиру **7**, закрепленному на барабанном кулачке **8**. Копир занимает по окружности кулачка угол 110°. Шаг винтовой линии копира выбирается в зависимости от шага фрезеруемой резьбы.

Так как кулачок **8** с копиром **7** вращаются в 6 раз медленнее зажимного шпинделя **XII**, то за один оборот шпинделя кулачок поворачивается на угол 60°. Поэтому подъем h винтовой линии копира **7** на угол 60° равен шагу P резьбы, а подъем h винтовой линии копира на угол 110°: $h=\frac{110}{60}P=1{,}836\,P$. Шаг винтовой линии копира $T=6P$.

Копиры **7** делают съемными и устанавливают при наладке станка в зависимости от шага фрезеруемой резьбы.

Быстрые холостые ходы каретки и фрезерной головки осуществляются при быстром вращении распределительных валов **XIV**, **XV** и **XVI** от электродвигателя **М2**, который сообщает одновременно быстрое вращение зажимному шпинделю **XII** и заготовке.

Частота быстрого вращения распределительных валов равна

$$n_{\text{РВ}}^{\text{х.х}}=1410\cdot\frac{12}{36}\cdot 1\cdot\frac{30}{54}\cdot\frac{54}{24}\cdot\frac{2}{49}\cdot\frac{57}{38}\cdot\frac{38}{38}\cdot\frac{25}{78}\cdot\frac{26}{75}\left(\frac{75}{75}\cdot\frac{30}{30}\right)=4\ \text{об/мин}.$$

Частота быстрого вращения зажимного шпинделя **XII** равна

$$n_{\text{XII}}^{\text{х.х.}}=1410\cdot\frac{12}{36}\cdot 1\cdot\frac{30}{54}\cdot\frac{54}{24}\cdot\frac{2}{49}=24\ \text{об/мин}.$$

Цикл обработки каждой заготовки совершается за один оборот распределительных валов **XIV**, **XV** и **XVI** с кулачками.

Оборот распределительных валов состоит из трех фаз:

— быстрый поворот на угол α (рис. 45, **е**) для подвода фрезы к обрабатываемой поверхности;

— медленный поворот на угол β для врезания фрезы и фрезерования резьбы;

— быстрый поворот на угол γ для отвода фрезы в исходное положение.

Быстрый поворот на угол α производится от электродвигателя **М2**. На рис. 45, **е** изображены командный кулачок **7** и развертки барабанных кулачков **5** и **8** (рис. 45, **а**).

Угол α выбирается исходя из следующего. Процесс фрезерования резьбы начинается, когда ролик **1** (рис. 45, **е**) из положения M переместится в положение C, а ролик **2** из положения M' в положение C'. При движении ролика **2** на участке $B'C'$ происходит врезание фрезы на глубину s резьбы. Для этого при шаге резьбы $P=6$ мм барабанный кулачок **5** (рис. 45, **а**) должен повернуться на 15°, а при шаге $P=2$ мм — на 8°. Следовательно, для перемещения роликов **1** и **2** (рис. 45, **е**) из исходных положений M и M' в положения B и B' нужно, чтобы при нарезании резьбы с шагом $P=6$ мм угол $\alpha=125°+15°=140°$, а при нарезании резьбы с шагом $P=2$ мм угол $\alpha=125°+22°=147°$.

При наладке станка на нарезание резьбы с заданным шагом P сектор **8** (рис. 45, **е**) на командном кулачке **7** переставляют в положение, при котором в конце быстрого поворота кулачка на угол α сектор **8**, нажимая на ролик **9**, отключает переключателем **В1** (рис. 45, **а**) электродвигатель **М2** и включает электродвигатель **М3**, сообщающий медленное вращение распределительным валам (поворот на угол β).

Медленный поворот на угол β. Как было указано, для врезания фрезы в заготовку барабанный кулачок **5** нужно повернуть на 15° при нарезании резьбы при $P=6$ мм, и на 8° — при $P=2$ мм. Кроме того, зажимной шпиндель **XII** и заготовку нужно повернуть для фрезерования резьбы на 360°, для зачистки резьбы — на 30° (рис. 45, **в**), для вывода фрезы из витков нарезаемой резьбы — на 30°, всего на 360°+ +30°+30°=420°. Так как кулачки на распределительных валах вращаются в 6 раз медленнее шпинделя **XII**, то они повернутся на $\frac{420°}{6}=70°$ плюс поворот, нужный для врезания фрезы. Следовательно, угол β при медленном вращении для резьбы с шагом $P=6$ мм должен быть $\beta=15°+70°=85°$, а для резьбы с шагом $P=2$ мм — $\beta=8°+70°=78°$.

При медленном вращении ролик **1** (рис. 45, **е**) перемещается по канавке копира из положения B в положение E, при этом копир обеспечивает подачу каретки, равную шагу нарезаемой резьбы. Одновременно ролик **2** перемещается по канавке кулачка из положения B' в положение E'. При движении ролика **2** на участке $C'D'$ поперечной подачи фрезерной головки и фрезы не происходит. При движении ролика на участках $D'E'$ и $E'K'$ происходит отвод фрезерной головки и фрезы.

Секторы **6** и **4** на командном кулачке **7** не переставляются, поэтому сумма углов $\alpha+\beta$ всегда равна 140°+85°=225° и угол $\gamma=360°-225°=$ $=135°$.

В конце поворота командного кулачка **7** на угол β сектор **6** нажимает на ролик **5**, переключатель **В2** (рис. 45, **а**) отключает электродвигатели **М1**, **М3** и двигатель насоса и включает электродвигатель **М2**, сообщающий быстрое вращение распределительным валам (поворот на угол γ).

Быстрый поворот на угол γ необходим для того, чтобы ролик **1** (рис. 45, **е**) переместился по канавке кулачка из положения E в положение M. При этом происходит быстрый продольный отвод каретки и фрезы в крайнее правое положение. Одновременно ролик **2** перемещается по канавке кулачка из положения E' в исходное положение M'.

В конце быстрого поворота командного кулачка **7** на угол γ сектор **4** нажимает на ролик **3**, переключатель **В3** (рис. 45, **а**) отключает электродвигатель **М2**. Цикл обработки заканчивается.

Определение времени автоматического цикла обработки. При медленном вращении заготовка поворачивается на 510° (рис. 45, **б**), при быстром — на 1650°.

Исходя из этого, определяем время автоматической обработки изделия при шаге нарезаемой резьбы 6 мм:

$$T=T_{м}+T_{авт}=\frac{510°}{360°}\cdot\frac{\pi D}{s_{м}}+\frac{1650°}{360°}\cdot\frac{1}{n''_{XII}}=4{,}45\frac{D}{s_{м}}+0{,}19 \text{ мин},$$

где $T_{м}$ — машинное время;

$T_{авт}$ — вспомогательное автоматическое время;

$s_{м}$ — выбранная скорость круговой минутной подачи;

D — диаметр фрезеруемой резьбы;

n''_{XII} — частота вращения зажимного шпинделя при быстром вращении ($n''_{XII}=24$ об/мин).

На рис. 45, **в** указаны узлы поворота и приведена диаграмма с данными для нарезания резьбы с шагом 2 мм.

Время, затрачиваемое на автоматическую обработку на станке 5К63 при нарезании резьбы с шагом 2 мм, определяется тем же методом, но по несколько измененной формуле:

$$T=T_{м}+T_{авт}=\frac{468°}{360°}\cdot\frac{\pi D}{s_{м}}+\frac{1692°}{360°}\cdot\frac{1}{n''_{XII}}=4{,}08\frac{D}{s_{м}}+0{,}2 \text{ мин}.$$

Для нахождения времени T при фрезеровании резьб с другим шагом измененные числовые коэффициенты легко находить интерполяцией коэффициентов 4,08 и 4,45, также коэффициентов 0,19 и 0,2.

Конструкция и характеристика работы основных узлов полуавтомата

Станина 19 полуавтомата (рис. 44, **а**). Продольные направляющие станины служат для движения каретки **10** и задней бабки **14**. Внутри станины расположены: камера для электрооборудования станка, электродвигатель с насосом и резервуар для охлаждающей жидкости. За дверцей **1** находится барабанный кулачок **2**, предназначенный для продольных перемещений каретки **10**.

В передней бабке 4 помещены: механизм круговых подач, зажимной шпиндель и механизм реверса, переключаемый рукояткой **3**. На левой стороне бабки расположены электродвигатели для осуществления холостых ходов и подач.

Каретка 10. На поперечных направляющих каретки установлена фрезерная головка **8**, которая при движении каретки перемещается вместе с ней в продольном направлении: вперед — для врезания фрезы в заготовку и назад — для отвода фрезы от заготовки.

Во фрезерной головке 8 помещен электродвигатель привода главного движения и механизм вращения шпинделя. Фреза устанавливается на оправку **7**, которая закрепляется в коническом гнезде шпинделя болтом **11**. Охлаждающая жидкость подается на фрезу по трубопроводу **5** через сопло **6**.

Задняя бабка 14 крепится на направляющих рукояткой **16**. Пиноль **13** задней бабки подводится и отводится маховичком **17** и зажимается в нужном положении двумя рукоятками **15**.

Зажимное приспособление для фрезерования внутренней резьбы (рис. 44, **в**). На шпинделе **13** болтами **11** закреплена втулка **9**, внутренняя поверхность которой имеет форму конуса. На левом конце шпинделя установлен пневматический цилиндр (на рисунке не показан), поршень которого соединен с тягой **12**. На правом конце тяги закреплены шайба **5** и штифт **1**, в который упирается втулка **2**. Пружина **3** через втулку **4** поджимает к шайбе **5** диск **10**, завинченный в обойму **8**.

Для закрепления заготовки **6** в приспособлении поворотом ручки крана включают ход поршня пневмоцилиндра влево. При этом поршень перемещает влево тягу **12** и обойму **8**, кулачки **7** которой, скользя по конической поверхности втулки **9**, сходятся и зажимают заготовку.

Для снятия заготовки включают ход поршня пневмоцилиндра вправо. Тяга **12** перемещает вправо обойму **8**, и кулачки **7** расходятся, освобождая заготовку.

Наладка полуавтомата. В зависимости от диаметра резьбы и от того, где на изделии она фрезеруется, перед началом обработки партии деталей каретку **10** (рис. 44, **а**) устанавливают в крайнем левом положении и фрезерную головку **8** в крайнем переднем положении.

Этапы наладки:

1) при фрезеровании наружной резьбы заготовку устанавливают в центрах (рис. 44, **б**); при фрезеровании внутренней резьбы заготовку закрепляют в патроне (рис. 44, **в**);

2) фрезерную головку **8** освобождают от зажима поворотом рукоятки **12** (рис. 44, **а**);

3) вращением маховичка **9** отводят фрезерную головку **8** с фрезой от изделия не менее чем на 12 мм и закрепляют головку в этом положении рукояткой **12**;

4) включают кнопкой «Пуск» электродвигатели **М1** и **М2**; при крайнем левом положении каретки и крайнем переднем положении фрезы кнопкой «Стоп» отключают электродвигатель **М2** (и одновременно электродвигатель **М1**);

5) для перемещения каретки относительно тяги **9** (рис. 45, **а**) вращением шестигранника **14** и реечной шестерни **г** отводят влево рейку **12** и клин **11** при отпущенных болтах **13**. Гайки болтов **13** расположены в Т-образном пазу **в** тяги. Затем, вращая шестигранник **15**, устанавливают реечную шестерню **а** и каретку на зубчатой рейке **б**, нарезанной на тяге **9**, так чтобы каретка заняла такое левое положение, при котором фреза **10** оказалась бы в рабочем положении;

6) закрепляют каретку на тяге **9** болтами **13** и затягивают клин **11**, перемещая его вправо поворотом шестигранника **14** и реечной шестерни **г**;

7) освобождают рукояткой **12** (рис. 44, **а**) фрезерную головку **8** от зажима. Кнопкой «Пуск» включают электродвигатели **М1** и **М2**, вращением маховичка 9 подводят фрезу к заготовке. В этом положении фрезерную головку закрепляют поворотом рукоятки **12** и кнопкой «Стоп» отключают электродвигатели **М1** и **М2**;

8) заготовку снимают. Лимб маховичка **9** устанавливают на нулевое деление. Освобождают рукояткой **12** фрезерную головку от зажима. Руководствуясь делениями лимба, вращением маховичка **9** по часовой стрелке подводят фрезерную головку вперед на глубину фрезеруемой резьбы и в этом положении головку **8** закрепляют поворотом рукоятки **12**;

9) кнопкой «Пуск» включают перемещение каретки и фрезерной головки до остановки их в крайнем правом положении;

10) на пробной заготовке проверяют правильность произведенной наладки.

ГАЙКОНАРЕЗНОЙ АВТОМАТ МОДЕЛИ 5085А

Назначение автомата и общее устройство

Автомат предназначен для нарезания внутренней резьбы в заготовках шестигранных гаек. Для повышения производительности все гайконарезные автоматы, работающие изогнутыми метчиками, выпускаются двухшпиндельными, что позволяет одновременно нарезать резьбу в двух гайках.

Станок модели 5085А предназначен для нарезания резьб М8 или М10. Для нарезания резьб других размеров применяют: автомат модели 5084 — для резьб М5, М6; автомат модели 5086А — для резьб от М12 до М16 и автомат модели 5087 — для резьб от М18 до М24.

Все указанные выше модели автоматов работают по одинаковому принципу и аналогичны по конструкции.

Общий вид и компоновка автомата показаны на рис. 46, **а**.

Основные узлы автомата: станина **1**, коробка **2** механизма толкателя, бункер **11**, коробка **12** механизма привода. Два крана **6** регулируют подачу охлаждающей жидкости, которая поступает от насоса по двум шлангам **5**.

Автоматы для нарезания резьбы изогнутыми метчиками располагают в автоматической линии станков. На первых станках линии из бунтов катанки без нагрева штампуют заготовки шестигранных гаек с прошитыми отверстиями для нарезания в них резьбы.

Далее заготовки поступают по транспортеру в бункер **11** (рис. 46, **а**) гайконарезного автомата. В бункере по наклонной стенке **7** (рис. 46, **в**) движется вверх и вниз подающая плита **8**, которая укладывает заготовки вдоль стенки **7**. Вращающиеся кулачки **19** (рис. 46, **г**) через рычаг **17** сообщают ползуну **1** и толкателю **7** возвратно-поступательное движение. Толкатель **7** подает заготовки на метчик **9** по направляющим планок **15**, которые удерживают заготовки от вращения. При этом вращающийся метчик нарезает резьбу в отверстии гайки.

Готовые гайки падают с хвостовика метчика в камеру между крышкой **7** (рис. 46, **а**) и кожухом **8**, откуда по желобу **9** скатываются в ящик для складирования (на рисунке ящик не показан).

Кинематическая схема автомата

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение обоих шпинделей **III** (рис. 46, **б**) производится от электродвигателя **М**.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1400 \cdot \frac{20}{32} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{a}{b} \cdot (\text{Мф}) \cdot \frac{43}{53} = n_{\text{шп}} \text{ об/мин}, \quad \text{формула настройки} \quad \frac{a}{b} = \frac{n_{\text{шп}}}{563}.$$

Наличие на автомате двух пар сменных зубчатых колес $\left(\frac{a}{b} = \frac{23}{37} \text{ и } \frac{26}{34}\right)$ позволяет настраивать две частоты вращения шпинделей: $n_{\text{шп}} = 350$ и 430 об/мин. Муфта **Мф** пробуксовывает при перегрузке автомата, предохраняя его от поломки.

Кинематическая цепь подачи заготовок гаек (рис. 46, **б**). Подача заготовок из лотка-накопителя **6** производится толкателем **3**, перемещающимся от кулачка **2**. За каждый оборот кулачка **2** совершается двойной ход толкателя и нарезается резьба в заготовке гайки.

За один оборот шпинделя **III** кулачок **2** поворачивается на

$$n_{\text{V}} = 1 \cdot \frac{53}{43} \cdot \frac{43}{50} \cdot \frac{1}{25} = \frac{1}{23{,}6} \text{ оборота.}$$

Следовательно, каждый двойной ход толкателя **3** совершается за 23,6 оборота шпинделя **III** и за это время каждый метчик нарезает резьбу в одной заготовке. Кулачки **2** съемные и устанавливаются в зависимости от шага нарезаемой резьбы.

С вала **V** через коническую зубчатую передачу $\frac{25}{25}$ передается возвратно-поступательное движение на тягу **1** и подающую плиту бункера.

Конструкция и характеристика работы основных узлов автомата

Узел шпинделя (рис. 46, **г**). На каждом шпинделе имеется патрон **13** с вкладышем **12**, служащий для установки и вращения метчика **9**. Гайки **10** на хвостовике метчика обеспечивают правильное его расположение по оси шпинделя. Гайки удерживаются на хвостовике двумя пружинящими собачками **14**.

Механизм подачи заготовок гаек в лоток-накопитель **6** (рис. 46, **в**).

Заготовки засыпают в бункер **9**. Вдоль наклонной передней стенки **7** бункера движется подающая плита **8**, соединенная с тягой **1**. За каждый оборот кривошипного валика тяга с плитой совершают движение вверх и вниз, укладывая заготовки гаек вдоль стенки **7**. Заготовки из бункера скатываются по наклонным плоскостям **а** плиты в два лотка-накопителя, из которых они поступают к направляющим планкам **15** (рис. 46, **г**). По направляющим гайки при каждом ходе толкателя **7** вправо подаются на метчики **9**.

Плита **8** (рис. 46, **в**) соединяется с тягой **1** кулисой **5** с пальцем **6**.

Фиксатор 3 кулисы под действием пружины 4 находится в пазу тяги 1. Кулиса закрыта крышкой 2. При затрудненном движении плиты 8 внутри бункера фиксатор 3 выходит из паза тяги и плита останавливается. Такое устройство предохраняет механизм привода подающей плиты от поломок.

Механизм подачи гаек толкателем 7 (рис. 46, г). На верхней части коробки расположены направляющие для движения двух ползунов 1 и два гнезда 8, предназначенные для крепления направляющих планок 15. Двойной ход толкателя 7 осуществляется за один оборот кулачка 19 через рычаг 17. В планке 2 имеется паз, в котором под действием пружины 6 находится фиксатор 3. Корпус 5 фиксатора закреплен четырьмя болтами на ползуне 1.

При большом сопротивлении движению толкателя при подаче гаек 10 фиксатор 3 сожмет пружину 6 и выйдет из гнезда планки 2. При этом подача гаек на метчик прекратится.

Для того чтобы ввести вновь фиксатор 3 в гнездо планки 2, нужно одной рукой за рукоятку 4 (рис. 46, а) оттянуть назад рычаг 17 (рис. 46, г) и планку 2, а другой рукой сильно толкнуть вперед корпус 5. Завинчивая или отвинчивая колпачок 4 корпуса 5 фиксатора, можно регулировать усилие пружины 6.

При движении ролика 18 по участку а—в профиля кулачка 19 толкатель 7 быстро перемещает заготовку гайки по направлению к метчику.

Отверстие в толкателе под шпильку 16 сделано продолговатым, что позволяет точнее устанавливать правый торец толкателя относительно гайки. При движении ролика 18 по участку в—г—д профиля кулачка 19 происходит подача заготовки гайки на метчик, равная шагу нарезаемой резьбы.

Обратный ход толкателя 7 осуществляется пружиной 3 (рис. 46, а).

Два кулачка 2 (рис. 46, б), закрепленные на валу V, повернуты относительно друг друга на 180°, поэтому и подача заготовок правым и левым толкателями происходит поочередно, что способствует более равномерной нагрузке станка.

Вращение каждого из шпинделей III выключается поворотом рукоятки 10 (рис. 46, а), которая выводит зубчатое колесо $z=53$ (рис. 46, б) из зацепления с центральным колесом $z=43$. Возможность отключения одного из шпинделей III позволяет производить замену метчика, не выключая другой шпиндель.

Переналадка автомата на обработку гаек других размеров. Для переналадки автомата необходимо:

1) установить нужную частоту вращения шпинделей III и метчиков заменой сменных зубчатых колес a и b (рис. 46, б);

2) снять кулачки 19 (рис. 46, г) и установить кулачки, обеспечивающие подачу заготовок гаек, равную шагу нарезаемой резьбы;

3) заменить толкатели и установить в гнездо 8 планки 15 с другим расстоянием между гранями, соответствующим расстоянию между гранями гаек плюс зазор не более 0,5 мм с каждой стороны;

4) заменить плиту 8 (рис. 46, в) плитой с вырезами а, бóльшими по ширине, чем высота гаек;

5) заменить прокладки 10 и 11, установив планки 12 и 13 так, чтобы гайки проходили по питательным каналам с зазором;

6) установить планки 14 с вырезом, в который свободно входит толкатель, но не выпадают гайки;

7) заменить вкладыши 12 (рис. 46, г) и метчики 9;

8) установить между торцом толкателя 7 и метчиком 9 такое расстояние, при котором произойдет своевременное начало нарезания резьбы в заготовке гайки. Положение толкателя регулируется смещением его относительно шпильки 16 и перемещением регулировочными винтами всей коробки 2 механизма толкателя (рис. 46, а).

СТРОГАЛЬНЫЕ СТАНКИ

В группу строгальных входят станки с возвратно-поступательным движением резания и прерывистой подачей инструмента в направлении, перпендикулярном движению резания.

Так как обратный ход в строгальных станках холостой и высокие скорости резания недопустимы вследствие значительных сил инерции, развиваемых деталями станка при возвратно-поступательном движении, то в условиях массового и крупносерийного производства обработка на строгальных станках заменяется более производительной обработкой на фрезерных или протяжных станках. Строгальные станки в этих условиях применяются только в исключительных случаях.

Обычно строгальными станками пользуются для обработки изделий, изготовляемых в небольшом количестве, главным образом, в инструментальных, ремонтных, экспериментальных цехах и в основных цехах заводов с индивидуальным или мелкосерийным производством.

Несмотря на то, что в большинстве случаев обработка на строгальных станках менее производительна, чем обработка на фрезерных или протяжных станках, строгальные станки имеют и свои преимущества, заключающиеся в простоте и дешевизне применяемого инструмента и его заточке, возможности обработки сложных профилей простейшим универсальным инструментом (резцами) и высокой производительности при обработке длинных узких поверхностей.

К группе строгальных станков относятся: поперечно-строгальные, продольно-строгальные, долбежные и специальные строгальные станки.

ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 7М36

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для обработки плоских и фасонных поверхностей в индивидуальном и мелкосерийном производстве. Станок имеет наибольшую длину хода ползуна — 700 мм.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 47, а.

Основные узлы: станина **1**, траверса **9**, стол **8**, ползун **24**, суппорт **20**, коробка подач **3**, гидропанель **27**.

Главное движение сообщается ползуну **24**, который совершает возвратно-поступательные движения по верхним горизонтальным направляющим **г** станины **1**. Вместе с ползуном перемещается суппорт **20**, на котором установлен резец **12**, обрабатывающий поверхность заготовки.

Обрабатываемые заготовки устанавливают и закрепляют либо непосредственно на столе **8**, либо в тисках или других приспособлениях, предназначенных для этой цели.

Все подачи в станке происходят в поперечном направлении. Они осуществляются прерывисто в момент переключения движения ползуна с обратного на рабочий ход. Обработку чаще всего производят с горизонтальной подачей стола, при которой стол перемещается по направляющим **6** траверсы **9**. Для более жесткой фиксации стола траверса должна быть закреплена гайками **10** на направляющих станины. Гайками **7** нужно закрепить стойку **6** в таком положении, чтобы она скользила по направляющим **а** станины, поддерживая переднюю выступающую часть стола.

При необходимости обработку заготовки производят при вертикальной подаче траверсы или салазок **17** суппорта. В первом случае гайки **7** и **10** должны быть отпущены, а во втором салазки **17** освобождены зажимом **16**. При обработке, производимой без вертикальной подачи салазок **17**, они должны быть закреплены зажимом **16**.

Для осуществления движений ползуна и подач стола в станке применен гидравлический привод, что позволяет работать с более высокими скоростями обратного хода ползуна и производить бесступенчатое изменение скоростей рабочего хода ползуна.

Станок имеет устройство, поднимающее с помощью электромагнита откидную доску **13** на время обратного хода ползуна **24** для того, чтобы резец **12** в этот период не касался обработанной поверхности детали.

Кинематическая схема станка

Движения в станке. Главное движение — возвратно-поступательные перемещения ползуна **24** (рис. 47, **а**). Подачи: горизонтальная — стола **8**, вертикальная — траверсы **9**, вертикальная или под углом — салазок **17**. Быстрые установочные перемещения стола и траверсы. Перемещения вручную для установки в нужное положение стола, траверсы и салазок **17**.

Кинематическая цепь подачи стола. При переключении движения ползуна с обратного на рабочий ход масло от гидропривода поступает в поршневую полость цилиндра **4** (рис. 47, **б**) и уходит на слив из штоковой полости. Под давлением масла поршень и шток **3** с зубчатой рейкой $m=2$ мм совершают ход вверх до упора в торец колеса **2** с винтовым зубом. Рейка $m=2$ мм поворачивает шестерню $z=24$, диск **5**, собачку **6**, храповое колесо $z=64$ и вал **I**.

Левое колесо $z=40$ вала **I** вращает широкое колесо $z=40$, которое установлено на вал **II** свободно. Правое колесо $z=40$ на валу **III** может устанавливаться в три положения: зацепление с широким колесом $z=40$ вала **II**, зацепление с правым колесом $z=40$ вала **I** и среднее положение, при котором подачи стола и траверсы отключены.

Левое зубчатое колесо $z=40$ на валу **III** может входить в зацепление либо с колесом $z=20$ на валу **IV**, включая горизонтальную подачу стола, либо с колесом $z=40$ на валу **II**, включая вертикальную подачу траверсы и стола. Каждый раз в конце обратного хода ползуна при повороте правого храпового колеса $z=64$ на K зубьев происходит одна из следующих подач:

горизонтальная подача стола

$$s_г=\frac{K}{64}\cdot\left|\begin{array}{c}\frac{40}{40}\\ \hline \frac{40}{40}\cdot\frac{40}{40}\end{array}\right|\cdot\frac{40}{20}\cdot 8=0{,}25\ K \text{ мм/дв. ход.}$$

или вертикальная подача траверсы

$$s_в = \frac{K}{64} \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{40}{40} \\ \hline \frac{40}{40} \cdot \frac{40}{40} \end{array} \right| \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{4}{28} \cdot 8 = 0{,}0178\ K \text{ мм/дв.ход.}$$

Величина подачи зависит от хода зубчатой рейки $m=2$ мм.

При вращении маховичка **1** зубчатое колесо **2** поднимается или опускается по винту **VI**, регулируя ход зубчатой рейки $m=2$ мм.

На станке может быть установлена горизонтальная подача стола в пределах 0—5 мм/дв. ход. Величины вертикальных подач изменяются в пределах 0,0178—0,36 мм/дв. ход.

Кинематическая цепь быстрых установочных перемещений стола. Эти перемещения совершаются от электродвигателя **М2** (рис. 47, **б**), который через червячную передачу $\frac{4}{38}$ вращает диск **8**, собачку **7**, левое храповое колесо $z=64$ и вал **I**.

Скорость установочного горизонтального перемещения стола

$$v_г = 1410 \cdot \frac{4}{38} \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{40}{40} \\ \hline \frac{40}{40} \cdot \frac{40}{40} \end{array} \right| \cdot \frac{40}{20} \cdot \frac{8}{1000} = 2{,}38 \text{ м/мин},$$

скорость установочного вертикального перемещения траверсы и стола

$$v_в = 1410 \cdot \frac{4}{38} \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{40}{40} \\ \hline \frac{40}{40} \cdot \frac{40}{40} \end{array} \right| \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{4}{28} \cdot \frac{8}{1000} = 0{,}168 \text{ м/мин}.$$

Кинематическая цепь механической подачи салазок 17 суппорта **20** (рис. 47, **а**) осуществляется механизмом, расположенным в коробке **23**, под действием упора **25**.

В конце обратного хода ползуна упор поворачивает втулку **9** (рис. 47, **в**) с двумя собачками **10**. Собачки поворачивают храповое колесо $z=25$ и полый вал **VII**, который при включенной муфте **Мф** вращает пару винтовых колес $z=17$ и вал **VIII**. Подача включается или отключается при включенной или отключенной муфте **Мф**.

Вращение с вала **VIII** через конические колеса $z=33$ и $z=22$ передается на винт **IX**, который движется в осевом направлении относительно гайки, закрепленной на поворотной части **21** (рис. 47, **а**), и перемещает салазки **17** по направляющим.

Так как собачки **10** (рис. 47, **в**) смещены относительно друг друга на 12,5 зуба храпового колеса, то они могут производить минимальный поворот храпового колеса на ползуба.

Минимальная подача салазок

$$s_{в\,min} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{25} (\text{М ф}) \frac{17}{17} \cdot \frac{33}{22} \cdot 5 = 0{,}15 \text{ мм/дв.ход.}$$

Упор **25** (рис. 47, **а**) производит наибольший поворот храпового колеса на 3,5 зуба. Максимальная подача салазок

$$s_{в\,max} = 3{,}5 \cdot \frac{1}{25} (\text{Мф}) \frac{17}{17} \cdot \frac{33}{22} \cdot 5 = 1{,}05 \text{ мм/дв.ход.}$$

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Устройство суппорта. Суппорт предназначен для крепления резца, сообщения ему движения резания и перемещения в вертикальном направлении. Суппорт состоит из следующих основных частей: поворотной части **21** (рис. 47, **а**), салазок **17**, поворотной плиты **15**, откидной доски **13** и резцедержателя **14**. Поворотная часть **21** имеет направляющие для движения салазок. Поворачивая ее относительно ползуна под нужным углом и закрепляя в этом положении винтом **22** с квадратной головкой, можно обеспечить установку и движение салазок **17** под нужным углом к вертикальному направлению. Салазки можно перемещать в вертикальном направлении вручную рукояткой **19** или от механизма подач. Закрепляют салазки зажимом **16**. Поворотную плиту **15** устанавливают и закрепляют гайкой **18** под углом, обеспечивающим правильное направление отвода резца во время обратного хода ползуна.

Откидная доска **13** предназначается для отвода резца от обработанной поверхности во время обратного хода ползуна. Резцедержатель **14** служит для крепления и установки резца под нужным углом.

Механизм подачи салазок (рис. 47, **г**). При обратном ходе ползуна упор **9** нажимает на ролик **1**, поворачивает втулку **2** с двумя собачками **6**. При включенной муфте **7** вращение передается на винтовое зубчатое колесо **8** ($z=17$).

Скорость подачи устанавливают маховичком **5**, которым вращают винт **3**, передвигающий упор **4**. Упор ограничивает величину обратного поворота втулки **2**. Маховичок устанавливают в положение, при котором риска **а** укажет на шкале **б** нужную скорость подачи.

Гидропривод станка (рис. 48) служит для осуществления рабочего и обратного ходов ползуна и привода механизма подач стола. Данный гидропривод является типовым, так как аналогичные приводы применяются в других станках и, в частности, в долбежном станке модели 7М430.

Рассмотрим работу гидропривода в последовательности: 1 — управление гидроприводом; 2 — реверсирование движений ползуна; 3 — работа гидропривода подач стола; 4 — регулировка скорости движения ползуна.

Управление гидроприводом. Насосы **1.1** и **1.2** подают масло через золотник **2** (см. ниже «Ступенчатая регулировка скорости») по каналу **20** к крану **6**.

Движение ползуна включают поворотом крана в положение **а**, при котором масло из канала **20** поступает под давлением в канал **21** и проточки **7.6**, **7.16** и **7.22**. Дальнейший путь движения масла зависит от положения золотников **7.1** и **7.2**. При переключении крана **6** в положение **б** масло из канала **20** уходит по каналам **22** и **23** на слив, вследствие чего насосы **1.1** и **1.2** начинают работать вхолостую и ползун останавливается.

Реверсирование движений ползуна. В конце обратного хода ползуна золотник управления **7.1** перемещается в левое положение (изображено на рис. 48), а в конце рабочего хода — в правое. При этом он открывает проход масла поочередно в правую **7.10** и левую **7.28** торцовые полости золотника реверса **7.2**, который, перемещаясь то в левое, то в правое положение, включает поочередно рабочий и обратный ходы ползуна.

Переключение золотником управления 7.1 золотника реверса 7.2. Для сокращения изложения укажем путь движения масла от золотника **7.1** к золотнику **7.2** при перемещении золотника **7.1** из правого в левое (изображено на рис. 48) положение и, в скобках, из левого в правое.

При перемещении золотника управления **7.1** в левое (правое) положение масло из проточки **7.16** (**7.22**) через проточку **7.15** (**7.23**) и обратный клапан **7.11** (**7.27**) поступает в полость **7.10** (**7.28**), давит на правый (левый) торец золотника реверса **7.2**, перемещая его в левое (правое) положение. В это время золотник **7.2** вытесняет масло из полости **7.28** (**7.10**) на слив.

От скорости выхода масла на слив зависит скорость переключения золотника из правого (левого) в левое (правое) положение и, следовательно, плавность реверсирования движений ползуна. Сначала масло из полости **7.28** (**7.10**) свободно уходит на слив через канал **7.25** (**7.13**), поэтому золотник реверса **7.2** перемещается быстро. После перекрытия золотником **7.2** проточки **7.3** (**7.9**) масло из полости **7.28** (**7.10**) выходит на слив только через дроссель **7.26** (**7.12**), проточки **7.23**, **7.24** (**7.15**, **7.14**), канал **7.20** и трубопровод **24**. Дросселями **7.26** и **7.12** регулируют плавность переключения движения ползуна в конце хода.

При перемещении золотника управления **7.1** в левое (правое) положение реверсивный золотник **7.2** с некоторой задержкой также переместится в левое (правое) положение, и эта пауза между перемещениями золотников обеспечивает более плавное реверсирование движений ползуна.

Движение масла при левом положении золотников 7. Золотники **7.1** и **7.2** перемещаются в левое положение в конце обратного хода ползуна. Масло под давлением из канала **21** через проточки **7.6**, **7.7** и канал **25** поступает в полость **11.4** цилиндра, сообщая поршню **11.1** и ползуну рабочий ход (влево). Одновременно поршень **11.1** вытесняет масло из полости **11.3** через канал **26**, проточки **7.5**, **7.4**, **7.21**, **7.19**, канал **28** в проточку **4.1** и полость **4.3** золотника **4**. Под давлением масла золотник **4** опускается, пропуская масло из проточки **4.1** в проточку **4.2** и канал **33**.

При включении золотником **2** первой, второй и третьей ступеней скорости сообщение между проточками **2.7** и **2.6** открыто; масло из проточки **2.7** через проточку **2.6** и канал **34** уходит на слив в резервуар **17**.

При включении четвертой ступени скорости проход между проточками **2.7** и **2.6** перекрыт золотником **2**, но открыт проход из проточки **2.7** через проточки **2.8**, **2.9** в канал **20**. Поэтому масло из полости **11.3** вытесняется в канал **20** и, соединяясь с маслом, поступающим от насосов **1.1** и **1.2**, идет по указанному выше пути в полость **11.4** цилиндра, ускоряя вдвое рабочий ход ползуна.

Движение масла при правом положении золотников 7. Золотники **7.1** и **7.2** перемещаются в правое положение в конце рабочего хода ползуна. Масло под давлением из канала **21** через проточки **7.6**, **7.5** и канал **26** поступает в полость **11.3** цилиндра, передвигая поршень **11.1**, шток и ползун вправо; совершается обратный ход ползуна. В это время поршень **11.1** вытесняет масло из полости **11.4** по каналу **25** через проточки **7.7**, **7.8**, **7.17**, **7.18** и обратный клапан **10** на слив.

Клапан реверса 3 способствует более плавному реверсированию движений ползуна. В конце каждого хода ползуна вследствие переключения золотников **7.1** и **7.2** увеличивается давление в каналах **26**, **27** и в полости **3.1**. При повышении давления до 2,8—3 МПа (28—30 кгс/см^2) клапан **3** опускается, плавно открывая проход масла из каналов **20** и **32** на слив через проточки **3.3**, **3.2** и канал **34**. Вследствие падения давления в канале **20** при реверсировании происходит плавное замедление скорости движения ползуна.

Предохранительный клапан 5 настраивается регулировкой пружины **5.4** так, чтобы при повышении давления масла в каналах **20**, **32** и полости **5.3** до 4,9—5,4 МПа (49—54 кгс/см^2) клапан **5** опускался, от-

крывая проход масла из каналов **20, 32** на слив через проточки **5.1, 5.2** и канал **34** и тем самым снижая давление масла в гидроприводе.

Регулировка скорости движения ползуна может быть ступенчатая — золотником **2**, бесступенчатая — дросселем **9**.

Ступенчатая регулировка скорости. Любая из четырех ступеней скорости включается поворотом рукоятки **28** (рис. 47, **а**) в положения **I, II, III** или **IV**. При этом колесо **2.3** (рис. 48) перемещает золотник **2.10** в положения **а, б, в** или **г** и фиксируется шариком **2.2**.

I ступень скорости. При положении **а** золотника **2.10** масло от насоса **1.1** в количестве 0,05 м³/мин (50 л/мин) поступает по трубопроводу **18** через проточки **2.8** и **2.9** в канал **20**. Масло, подаваемое насосом **1.2** по трубопроводу **19**, уходит на слив через проточки **2.5, 2.6** и канал **34**. Поэтому насос **1.2** работает вхолостую.

Всего в гидропривод поступает 0,05 м³/мин (50 л/мин) масла, что обеспечивает скорость рабочего хода ползуна до 8 м/мин и скорость обратного хода 16 м/мин.

II ступень скорости. При положении **б** золотника **2.10** закрыт проход масла из проточки **2.8** в проточку **2.9** и из проточки **2.5** в проточку **2.6**, открыт проход масла из проточки **2.8** в проточки **2.7** и **2.6** и из проточки **2.5** в проточку **2.4**. Поэтому масло от насоса **1.1** по трубопроводу **18** уходит через проточки **2.8, 2.7, 2.6** и канал **34** на слив, а масло от насоса **1.2** по трубопроводу **19** через проточки **2.5, 2.4** по каналу **32** через проточку **2.9** поступает в канал **20** в количестве 0,1 м³/мин (100 л/мин).

Такое количество масла обеспечивает скорость рабочего хода ползуна до 16 м/мин и скорость обратного хода 32 м/мин.

III ступень скорости. При положении **в** золотника **2.10** перекрыто сообщение между проточками **2.5** и **2.6, 2.8** и **2.7**. Сообщение между проточками **2.5** и **2.4, 2.7** и **2.6, 2.9** и **2.8** открыто. Масло от насоса **1.1** по трубопроводу **18** через проточки **2.8** и **2.9** поступает в канал **20**. Одновременно масло от насоса **1.2** по трубопроводу **19** через проточки **2.5** и **2.4** и канал **32** подается в канал **20**. От двух насосов поступает 0,15 м³/мин (150 л/мин) масла, что обеспечивает скорость рабочего хода ползуна до 24 м/мин и скорость обратного хода 48 м/мин.

IV ступень скорости. Положение **г** золотника **2.10** отличается от положения **в** тем, что перекрывается сообщение между проточками **2.7** и **2.6** и открывается между проточками **2.7** и **2.8**. Поэтому (см. «Движение масла при левом положении золотников **7**») скорость рабочего хода ползуна увеличивается вдвое, т. е. до 48 м/мин, а скорость обратного хода остается равной 48 м/мин.

Бесступенчатое изменение скорости движения ползуна в пределах каждого диапазона регулируется дросселем **9**. Бесступенчатое изменение скорости рабочего хода поршня **11.1** возможно вследствие слива через дроссель по каналу **23** части масла, поступающего по каналу **25** в полость **11.4** цилиндра **11**. Диапазон бесступенчатого изменения скорости рабочего хода ползуна: для I ступени — от 3 до 8 м/мин; для II ступени — от 8 до 16 м/мин; для III ступени — от 16 до 24 м/мин; для IV ступени — от 24 до 48 м/мин.

При изменении силы резания меняется давление масла в полости **11.4** и канале **25**. Чтобы это не отражалось на скорости рабочего хода ползуна, в гидроприводе помещен редукционный клапан **8**, поддерживающий постоянное давление масла перед дросселем **9**.

Гидропривод подач стола. В конце каждого обратного хода ползуна золотник управления **7.1** перемещается в левое положение. Открывается проход масла из проточки **7.16** в проточку **7.15** и по каналу **29** в полость **15.7**. Под давлением масла золотник **15.1** перемещается в правое положение. Открывается проход масла из канала **20** через дроссель **14**, проточки **15.4, 15.5**, по трубопроводу **30** в полость **16.2** ци-

линдра 16. Под давлением масла поршень 16.1 перемещается вверх, осуществляя прерывистую подачу стола. Из полости 16.3 масло по трубопроводу 31 через проточки 15.3, 15.2, трубопроводу 35 вытесняется на слив.

При обратном ходе ползуна золотник 7.1 находится в правом положении, при этом он отсоединяет проточку 7.15 от проточки 7.16. Проточка 7.15 через проточку 7.14 и канал 7.20 соединяется с баком 17. Поэтому под давлением масла в полости 15.8 золотник 15.1 перемещается в левое положение, вытесняя масло из полости 15.7 по каналу 29 через проточки 7.15, 7.14 и канал 7.20 на слив в бак 17.

При левом положении золотника 15.1 масло из канала 20 через дроссель 14, проточки 15.4, 15.3 по трубопроводу 31 поступает в полость 16.3 цилиндра 16, опуская поршень 16.1 в нижнее положение, что необходимо для подготовки следующего хода поршня 16.1 вверх. При опускании поршень вытесняет масло на слив из полости 16.2 по трубопроводу 30 через проточки 15.5, 15.6 и трубопровод 35.

Манометр 13 для измерения давления подключается к сети периодически распределителем 12.

Управление станком. Выключателем 29 (рис. 47, а) включают или отключают станок от электрической сети.

Выключателем 30 включают или отключают электромагнит, который отводит резец 12 при каждом обратном ходе ползуна. С пульта управления 11 включают и отключают электродвигатель гидропривода станка. Движение ползуна включается поворотом рукоятки 2 вверх, а поворотом вниз отключается. При необходимости поворотом рукоятки 26 изменяют направление движения ползуна. Горизонтальное перемещение стола производят вращением рукояткой 31 квадратного хвостовика 5, а вращением хвостовика 4 — подъем или опускание траверсы и стола.

ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 7212

Назначение станка и общее устройство

Данный станок предназначен для обработки методом строгания плоских поверхностей крупных деталей или одновременно нескольких деталей средних размеров.

На станке можно обрабатывать горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости деталей, а также продольные пазы.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 49, а.

Основные узлы станка: станина 1, стол 2, левая стойка 11, правая стойка 17, соединительная балка 10, поперечина 12, суппорт вертикальный левый 9, суппорт вертикальный правый 8, каретка боковая 13, суппорт боковой 14, коробка скоростей 6, коробка подач 16 вертикальных суппортов, коробка подач 15 бокового суппорта, кнопочная станция 3, пульт управления 5, электрошкаф 4.

Предназначенные для обработки заготовки закрепляют на столе 2 станка. В процессе работы стол с заготовками совершает по направляющим станины 1 возвратно-поступательные движения — рабочий ход (вправо) и быстрый обратный ход (влево). Перед началом каждого рабочего хода совершаются поперечные подачи суппортов с резцами.

Вертикальные суппорты 8 и 9 перемещаются по направляющим поперечины 12, а боковой суппорт 14 — по вертикальным направляющим правой стойки 17. Вертикальные суппорты устанавливают в удобное для работы положение, опуская или поднимая поперечину 12 по направляющим стоек 11 и 17.

Кинематическая схема станка

Движения в станке. Главное движение — возвратно-поступательное движение стола. Подачи — прерывистое перемещение суппортов в любом из четырех направлений (вправо, влево, вверх и вниз). Вспомогательные движения: быстрое перемещение суппортов в направлении включенных подач; подъем или опускание поперечины; перемещение суппортов вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Рабочий и обратный ходы стола осуществляются от электродвигателя **М1** постоянного тока через кинематические цепи со скоростями:

при силовом режиме работы (муфта **Мф2** включена вправо):

от $n_{\min}=140\ (\text{Мф1})\ \frac{17}{63}\cdot\frac{18}{57}\ (\text{Мф2 — вправо})\ (\text{Мф3})\ \frac{\pi\cdot 10\cdot 12}{1000}=4{,}5$ м/мин

до $n_{\max}=1400\ (\text{Мф1})\ \frac{17}{63}\cdot\frac{18}{57}\ (\text{Мф2—вправо})(\text{Мф3})\ \frac{\pi\cdot 10\cdot 12}{1000}=45$ м/мин;

при скоростном режиме работы (муфта **Мф2** включена влево):

от $n_{\min}=140\ (\text{Мф1})\ \frac{17}{63}\cdot\frac{26}{49}\ (\text{Мф2—влево})(\text{Мф3})\ \frac{\pi\cdot 10\cdot 12}{1000}=7{,}5$ м/мин

до $n_{\max}=1400\ (\text{Мф1})\ \frac{17}{63}\cdot\frac{26}{49}\ (\text{Мф2—влево})(\text{Мф3})\ \frac{\pi\cdot 10\cdot 12}{1000}=75$ м/мин.

Силовой или скоростной режим включают рукояткой **7** (рис. 49, а), которая переключает муфту **Мф2**.

Реверсирование движений стола происходит при воздействии на переключатели кулачков **24** и **31** (рис. 50, а), расположенных на секторах **23** и **30** диска **28**. При максимальном ходе стола 4000 мм прикрепленная к нему рейка $m=12$ мм через кинематическую цепь поворачивает диск **28** с кулачками на $\frac{4000}{\pi\cdot 10\cdot 12}\ (\text{Мф3})\ \frac{120}{93}\cdot\frac{93}{50}\cdot\frac{1}{55}=0{,}467$ оборота.

На этой части окружности лимба **25** нанесена шкала с делениями от 0 до 4000, указывающая ход стола в мм от его крайнего левого положения. Сектор **23** устанавливают на делении лимба **25**, соответствующем включению рабочего хода стола, а сектор **30** — на делении, соответствующем включению обратного хода.

Для установки сектора **23** нажимают на маховичок **26** и выводят колесо $z=80$ из зацепления с рейкой **22**. Затем маховичком **26** поворачивают колесо $z=40$ и венец $z=180$, изменяя положение сектора **23**. Также маховичком **29** устанавливают сектор **30**. Оба сектора перемещаются по кольцевым направляющим диска **28**. Установив нужную величину хода стола, маховички **26** и **29** отпускают и слегка поворачивают. Колеса $z=80$ под действием пружин входят в зацепление с рейками **22** и **27**.

Кинематические цепи подачи вертикальных суппортов. Подачи вертикальных суппортов **21** и **19** осуществляются при каждом реверсировании движений стола, когда автоматически включается электродвигатель **М2**, вращающий вал **VII**, червячную передачу $\frac{2}{58}$, вал **VIII** и диск **7**. Диск **7** и хомут **6** действуют как фрикционная муфта (**Мф5**), вращающая палец **5**, диск **4** и собачку **3**.

При реверсировании стола с обратного хода на рабочий электродвигатель **М2** вращает диск **4** по часовой стрелке, собачка **3** поворачивает храповое колесо $z=60$ на K зубьев (на $\frac{K}{60}$ оборота). Храповое колесо вращает соединенное с ним колесо $z=55$ и втулку вала **IX** с левым и правым колесами $z=35$. Эти колеса приводят во вращение

колеса $z=22$, свободно установленные на валах **X**, **XI**, **XII** и **XIII**. Так как колеса $z=22$, расположенные слева от муфт **Мф6**, **Мф7**, **Мф8** и **Мф9**, получают вращение от колеса на валу **XII**, а колеса, расположенные справа от муфт,— от колеса на валу **XI**, то левые и правые колеса вращаются в противоположные стороны. Поэтому при включении муфт будет включаться подача суппортов либо в одну, либо в другую сторону. При выключении муфт подача суппортов выключается.

Кинематическая цепь подачи бокового суппорта. Подача бокового суппорта **32** осуществляется механизмом подач, аналогичным механизму подач вертикальных суппортов. Движение от электродвигателя **М3** при реверсе обратного хода на рабочий передается через храповое колесо $z=60$, которое поворачивается на $\frac{K}{60}$ оборота, колеса $z=35$ и зубчатые колеса $z=22$, свободно вращающиеся с правой и левой стороны от муфт **Мф12** и **Мф13**. Муфты включают подачу бокового суппорта.

Так как прерывистые подачи суппортов происходят вследствие поворота собачкой храповых колес $z=60$ на K зубьев, то ведущим в уравнениях баланса кинематических цепей подач является соединенное с храповым колесом колесо $z=55$, которое поворачивается каждый раз на $\frac{K}{60}$ оборота.

Прерывистые подачи суппортов осуществляются через кинематические цепи:

Левый суппорт 21. Горизонтальные подачи (включаются муфтой **Мф6**)

$$s_г=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\cdot\frac{22}{22}\,(Мф6)(Мф14)6\cdot2=0{,}5\ K\ \text{мм/дв. ход.}$$

Вертикальные подачи (включаются муфтой **Мф7**):

$$s_в=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф7)\,(Мф15)\,\frac{23}{23}\cdot\frac{22}{22}\cdot\frac{23}{23}\cdot6=0{,}25\ K\ \text{мм/дв. ход.}$$

Правый суппорт 19. Горизонтальные подачи (включаются муфтой **Мф9**)

$$s_г=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\cdot\frac{22}{22}\,(Мф9)\,(Мф17)\,6\cdot2=0{,}5\ K\ \text{мм/дв.ход.}$$

Вертикальные подачи (включаются муфтой **Мф8**)

$$s_в=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф8)\,(Мф16)\,\frac{23}{23}\cdot\frac{23}{23}\cdot6=0{,}25\ K\ \text{мм/дв.ход.}$$

Боковой суппорт 32. Горизонтальные подачи (включаются муфтой **Мф13**):

$$s'_г=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф13)\,(Мф19)\,\frac{23}{23}\cdot\frac{23}{23}\cdot6=0{,}25\ K\ \text{мм/дв. ход.}$$

Вертикальные подачи (включаются муфтой **Мф12**):

$$s'_в=\frac{K}{60}\cdot\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф12)\,(Мф18)\,\frac{23}{23}\cdot\frac{28}{37}\cdot8=0{,}25\ K\ \text{мм/дв. ход.}$$

В конце каждого обратного хода стола автоматически включается обратное вращение электродвигателей **М2** и **М3**, которые через червячную передачу $\frac{2}{58}$ поворачивают вал **VIII**, диск **7**, хомут **6**, палец **5**, диск **4** и собачку **3** против часовой стрелки до тех пор, пока болт **13** (рис. 50, **б**) пройдет путь от втулки **14** до упора **4** и сожмет пружину **11**. Половинки хомута **3** разойдутся и вращение его прекратится. Поворот хомута против часовой стрелки является как бы «зарядкой» механизма подач, необходимой для осуществления следующей прерывистой пода-

чи суппортов. При «зарядке» собачка **1** свободно проскальзывает по зубьям храпового колеса, не приводя в действие механизма подач.

Нужное направление движения суппортов включается рукоятками **10, 15** и **16** (рис. 50, **а**). Каждая из рукояток включает две муфты — горизонтального и вертикального перемещения одного из суппортов.

При повороте рукоятки **10** влево или вправо зубчатое колесо $z=40$ перемещает вправо или влево зубчатую рейку $m=1$ мм, тягу **9**, включая муфту **Мф9**; происходит включение перемещения правого суппорта **19** вправо или влево.

При повороте рукоятки **10** вверх или вниз втулка **11** и зубчатый сектор $z=80$ поворачивают колесо $z=28$ и барабан **12**. Ролик **13**, скользя по канавке барабана, перемещает тягу **14**, включается муфта **Мф8**; происходит включение перемещения суппорта **19** вверх или вниз.

Механизмы, управляемые рукоятками **15** и **16**, устроены так же, но рукоятка **15** переключает муфты **Мф6** и **Мф7**, включая перемещения левого суппорта **21**, а рукоятка **16** переключает муфты **Мф13** и **Мф12**, включая движения бокового суппорта **32**.

Для удобства механизм управления выполнен так, что суппорт перемещается в ту сторону, в какую повернута рукоятка. Если рукоятку повернуть в сторону и одновременно вверх или вниз, то включаются сразу две муфты. В этом случае резцы суппортов **19** и **21** будут двигаться под углом 30° к горизонтали, а резец бокового суппорта **32** — под углом 45°.

Одновременной вертикальной и горизонтальной подачей суппорта можно пользоваться для обработки наклонных поверхностей деталей (обычно в сочетании с дополнительной установкой поворотной части суппорта под углом).

Кинематические цепи быстрых установочных перемещений суппортов. Быстрые установочные перемещения суппортов производятся при включении электромагнита **1** (рис. 50, **а**) и электродвигателя **М2**. Сердечник электромагнита **1**, нажимая на толкатели **2**, включает муфту **Мф4**. Вращение от электродвигателя **М2** через червячное колесо $z=58$ передается храповому колесу $z=60$ и колесу $z=55$, установленным на шарикоподшипниках на валу **VIII**. Так как храповое колесо $z=60$ вращается в направлении действия собачки **3**, то собачка не препятствует быстрому вращению храпового колеса.

Быстрые перемещения суппортов осуществляются от колеса $z=55$ и включаются теми же муфтами и через те же кинематические цепи, что и подачи суппортов.

Скорость горизонтального перемещения вертикальных суппортов

$$v_г=1420\cdot\frac{2}{58}\,(Мф4)\,\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\cdot\frac{22}{22}\,(Мф9)\,(Мф17)\,\frac{6\cdot2}{1000}=1{,}47\ \text{м/мин}.$$

Скорость вертикального перемещения вертикальных суппортов

$$v_в=1420\cdot\frac{2}{58}\,(Мф4)\,\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф8)\,(Мф16)\,\frac{23}{23}\cdot\frac{23}{23}\cdot\frac{6}{1000}=0{,}735\ \text{м/мин}.$$

Быстрые установочные перемещения бокового суппорта осуществляются от электродвигателя **М3** аналогично быстрым перемещениям вертикальных суппортов.

Скорость горизонтального перемещения бокового суппорта

$$v'_г=1420\cdot\frac{2}{58}\,(Мф4)\,\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф13)(Мф19)\frac{23}{23}\cdot\frac{23}{23}\cdot\frac{6}{1000}=0{,}735\ \text{м/мин}.$$

Скорость вертикального перемещения бокового суппорта

$$v'_в=1420\cdot\frac{2}{58}\,(Мф4)\,\frac{55}{35}\cdot\frac{35}{22}\,(Мф12)(Мф18)\frac{23}{23}\cdot\frac{28}{37}\cdot\frac{8}{1000}=0{,}735\ \text{м/мин}.$$

Муфты **Мф14, Мф15, Мф16, Мф17, Мф18** и **Мф19** являются предохранительными и пробуксовывают в случае перегрузки механизма подач.

Перемещения суппортов вручную осуществляются вращением маховичков **18** и **20** или одной из муфт **8** или **17** при выключенной механической подаче суппорта.

Для удобства обслуживания станка муфты **8** расположены как с правой, так и с левой стороны поперечины. Каждую из муфт вращают съемной рукояткой.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Устройство суппортов. Суппорты служат для установки и перемещения резцов в любом из четырех направлений. Конструкция всех трех суппортов станка одинакова. На рис. 49, **б** изображен правый вертикальный суппорт.

Основные части суппортов: каретка **17**, поворотная часть **18**, ползун **14**, плита **5**, откидная доска **1** и резцедержатели **2**.

Каретка 17 расположена на направляющих поперечины и предназначена для перемещения суппорта в горизонтальном направлении. В нерабочем положении каретку закрепляют на направляющих поперечины болтом **15**.

Поворотная часть 18 служит для установки ползуна **14** под любым нужным углом (в пределах $\pm 60^\circ$) от его обычного вертикального положения. Для вращения поворотной части нужно отпустить гайки болтов **19** и повернуть шестигранный хвостовик **16** до положения, при котором риска указателя **г** установится по шкале **д** против деления, указывающего необходимый угол. После установки под нужным углом поворотную часть закрепляют на каретке **17**, затягивая гайки болтов **19**, головки которых расположены в двух кольцевых Т-образных пазах **б** и **в** каретки.

Ползун 14 перемещается по вертикальным направляющим поворотной части **18**.

Механические подачи и быстрые перемещения ползуна осуществляются от вала **11** через пару конических колес $z=23$ и винт **9**, на котором на шпонке **10** установлен ползун **14**. Ввинчиваясь в гайки **12** и **13**, винт **9** перемещает ползун в вертикальном направлении.

Для точного вертикального перемещения ползуна вручную нужно, нажав на маховичок **7**, включить муфту **8** и, вращая конические колеса $z=17$ и $z=34$, ввинчивать винт **9** в гайки **12** и **13**. Для устранения зазора, возникающего при износе резьбы гаек и винта **9**, можно периодически с помощью червячной передачи $z=1$ и $z=31$ поворачивать гайку **13** относительно неподвижной гайки **12**. При работе без вертикального перемещения ползуна его закрепляют в направляющих поворотной части гайкой **20**.

Плита 5. Для правильной установки резца относительно обрабатываемой поверхности плиту поворачивают вокруг электромагнита **3** и закрепляют в нужном положении гайками болтов **6** и **22**. Головки болтов **22** расположены в кольцевом Т-образном пазу **а**.

Откидная доска 1 и резцедержатели 2 служат для установки и крепления резцов. Во время обратного хода стола автоматически включается электромагнит **3** каждого суппорта. При этом сердечник магнита поворачивает откидную доску **1** на оси **4**, отводя резец от обработанной поверхности детали.

Перед началом рабочего хода стола электромагнит **3** отключается; под действием пружины рычажка **21** и собственной массы откидная доска **1** с резцами возвращается в рабочее положение.

Регулировка величины подачи суппортов. Величину подачи регулируют изменением расстояния между упором **4** (рис. 50, **б**) и втулкой **14**, которая ограничивает поворот хомута **2**. При включении подач хомут **2** поворачивается по часовой стрелке из положения, при котором болт **10** прижат к упору **4**, в положение, при котором болт **13** упрется во втулку **14** и повернет планку **12**. Планка разожмет хомут **2**, и диск **3** будет свободно вращаться внутри хомута. Следовательно, количество зубьев K, на которое собачка **1** повернет храповое колесо $z=60$, зависит от положения упора **4**.

Величину подачи устанавливают маховичком **8**. Для этого маховичок нужно потянуть «на себя», сжав пружину **9** так, чтобы колесо $z=15$ вышло из зацепления с зубчатой рейкой **7**. Затем с помощью маховичка и колеса $z=19$ поворачивают колесо $z=76$, втулку **5** и упор **4** до положения, при котором число на диске **6**, соответствующее величине подачи, расположится в окошечке **а** против указателя.

Маховичок **8** отпускают и слегка поворачивают, чтобы колесо $z=15$ вошло в зацепление с рейкой **7**, зафиксировав нужную величину подачи.

Маховичком **8** устанавливают поворот храпового колеса в пределах от 1 до 50 зубьев.

Реверсирование движений стола производится диском **3** (рис. 49, **в**). Диск вращается от привода стола: при обратном ходе стола — по часовой стрелке, при рабочем ходе — против часовой стрелки. На диске **3** закреплены: лимб **4** со шкалой (от 0 до 4000), указывающей ход стола в мм; сектор **6**, включающий рабочий, и сектор **1**, включающий обратный ход стола.

Нужная величина хода стола устанавливается перемещением по окружности диска сектора **6** маховичком **5** и сектора **1** — маховичком **2**. Секторы **1** и **6** устанавливают в положения, при которых риска **б** показывает по шкале лимба **4** положение стола в начале рабочего хода, а риска **а** — положение стола в начале обратного хода. Кроме того, для выхода резцов должен происходить «перебег» стола вправо на 150 мм и влево на 50 мм. В конце обратного хода стола кулачок **7** сектора **6** нажимает на ролик переключателя **9**, который реверсирует электродвигатель привода главного движения, переключая стол с обратного хода на рабочий. Аналогично, в конце рабочего хода стола кулачок **12** сектора **1** нажимает на ролик переключателя **11**, который реверсирует тот же электродвигатель, переключая стол на обратный ход.

В аварийных случаях, если не сработают переключатели **9** и **11**, кулачки **8** и **13** нажимают на стержень переключателя **10**, который отключает движение стола.

ДОЛБЕЖНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 7М430

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для долбления канавок, вырезов, плоских и фасонных наружных и внутренних поверхностей изделий (возможна обработка поверхностей, наклоненных под углом до 10° к вертикали).

На станке можно обрабатывать наружные (высотой до 350 мм) и внутренние (высотой до 250 мм) поверхности.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 51. Основные узлы станка: станина **1**, стойка **15**, долбяк **11**, салазки **12** долбяка, стол

4, гидропанель 16, коробка подач 20, коробка передач 3, подвесная кнопочная станция 7 управления станком. Резец закрепляют в резцедержателях 8 долбяка 11, которому сообщается рабочий ход вниз и обратный холостой ход вверх.

Обрабатываемое изделие устанавливают и закрепляют на столе 4 станка. В конце каждого обратного хода долбяка совершается прерывистая подача стола. Плоскости обрабатывают с продольной или поперечной подачей стола, а для обработки цилиндрических поверхностей включают его круговую подачу.

Рабочий и холостой ходы долбяка и подачи стола осуществляются от гидравлического привода по принципу комбинированного (ступенчатого и бесступенчатого) регулирования скорости движения долбяка, что обеспечивает широкий диапазон бесступенчатой регулировки скорости и незначительную потерю мощности на дросселирование масла. Гидропривод обеспечивает плавное переключение долбяка в конце хода, высокую скорость обратного хода и одинаковую скорость движения долбяка на всей длине хода.

Кинематическая и гидравлическая схемы станка

Движения в станке: главное движение — возвратно-поступательное движение долбяка; прерывистые подачи стола (продольные, поперечные или круговые); быстрые установочные перемещения стола; перемещения стола вручную.

Кинематическая цепь привода главного движения. Рабочий и обратный ход долбяка совершается от гидропривода (рис. 52, **б**), устройство которого аналогично гидроприводу станка модели 7М36 (рис. 48). При левом положении золотника **7.1** (рис. 52, **б**) масло по каналу **22** (рис. 52, **а**) поступает под давлением в полость **11.2** цилиндра **11**, вследствие чего поршень **11.1** и шток сообщают долбяку **17** рабочий ход (сверху вниз).

При рабочем ходе долбяк опускает зубчатую рейку $m=2{,}5$ мм, которая вращает реечную шестерню $z=28$, вал **I**, колеса $z=20$, $z=36$, вал **II**, колеса $z=20$, $z=36$, вал **III**, диск **14** и кулачки **13**.

В конце рабочего хода один из кулачков **13** нажимает на плечо рычага **15**, передвигая золотник управления **7.1** (рис. 52, **б**) в правое положение, при котором масло под давлением поступает по каналу **21** (рис. 52, **а**) в полость **11.3** цилиндра, поднимая поршень **11.1** и сообщая долбяку **17** обратный ход.

При обратном ходе долбяк поднимает зубчатую рейку $m=2{,}5$ мм, которая начнет вращать зубчатые колеса $z=28$, $z=20$, $z=36$, $z=20$, $z=36$, вал **III**, диск **14** и кулачки **13** в обратном направлении. Второй кулачок **13** нажмет на плечо рычага **15** и переключит золотник управления **7** в левое положение. Максимальный ход долбяка 320 мм.

За время перемещения долбяка на 320 мм вал **III** и диск **14** повернутся на угол $\alpha=\frac{320}{\pi\cdot 28\cdot 2{,}5}\cdot\frac{20}{36}\cdot\frac{20}{36}\cdot 360^\circ=163^\circ$. В пределах этого угла на диске **14** устанавливаются кулачки **13**. От положения кулачков зависят величина и участок хода долбяка.

Кинематические цепи прерывистой подачи стола. Прерывистые подачи стола осуществляются от гидропривода. В конце обратного хода долбяка **17** (рис. 52, **а**) масло поступает в гидроцилиндр **16**. Под давлением масла поршень гидроцилиндра перемещается до упора штока в гайку **5**. При движении штока зубчатая рейка $m=2$ мм вращает колесо $z=24$ и диск **9**, собачка **10** которого поворачивает на K зубьев храповое колесо $z=64$ и вал **IV**.

Нужная величина подачи устанавливается перемещением гайки **5** при вращении вала **XV** маховичком **2**.

Подачи стола включают и реверсируют муфтой **Мф1** через рукоятку **3**. При среднем положении рукоятки **3** и муфты **Мф1** подачи стола отключены. Продольная подача стола включается муфтой **Мф2**. Поперечные подачи стола включаются перемещением зубчатого колеса $z=39$ по шлицам винта **XI** с вводом или выводом его из зацепления с зубчатым колесом $z=51$ вала **X**. Круговые подачи стола включаются перемещением по шлицам вала **XII** блока зубчатых колес $z=39$ и $z=36$.

Величины подач стола:

продольная подача нижних салазок стола

$$s_{пр}=\frac{K}{64}\,(Мф1)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\,(Мф2)\,\frac{19}{19}\cdot 6=0{,}094\ K\ \text{мм/дв. ход};$$

поперечная подача верхних салазок стола

$$s_{поп}=\frac{K}{64}\,(Мф1)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{51}\cdot\frac{51}{39}\cdot 6=0{,}094\ K\ \text{мм/дв. ход};$$

круговая подача круглого стола **12**

$$\beta=\frac{K}{64}\,(Мф1)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{51}\cdot\frac{51}{39}\cdot\frac{1}{105}\cdot 360^\circ=0{,}0535\ K\ \text{град/дв. ход}.$$

Наибольший ход зубчатой рейки $m=2$ до упора в гайку 5 обеспечивает поворот собачкой 10 храпового колеса $z=64$ на $K=26$ зубьев.

Поэтому продольные и поперечные прерывистые подачи стола изменяются по арифметической прогрессии с разностью 0,094 мм/дв. ход. Максимальная подача $0{,}094\cdot 26=2{,}4$ мм/дв. ход.

Круговые подачи изменяются по арифметической прогрессии с разностью $0{,}0535^\circ=3{,}2'$. Максимальная подача $0{,}0535^\circ\cdot 26=1{,}4$ град/дв. ход.

Для перехода от круговой подачи, выраженной в градусах, к круговой подаче, выраженной в миллиметрах, пользуются формулой

$$s_{кр}=\frac{\pi R\beta}{180^\circ}\ \text{мм/дв. ход},$$

где R — радиус в мм, по которому обрабатывается поверхность изделия; β — угол поворота стола при подаче в град.

Кинематические цепи быстрых установочных перемещений стола. **Быстрые установочные перемещения стола производятся от электродвигателя М2 через кинематические цепи со скоростью:**

цепь продольного перемещения

$$v_{пр}=930\cdot\frac{17}{37}\,(Мф1)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\,(Мф2)\,\frac{19}{19}\cdot\frac{6}{1000}=2{,}57\ \text{м/мин};$$

цепь поперечного перемещения

$$v_{поп}=930\cdot\frac{17}{37}\,(Мф2)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{51}\cdot\frac{51}{39}\cdot\frac{6}{1000}=2{,}57\ \text{м/мин};$$

цепь вращения круглого стола 12 с частотой

$$n=930\cdot\frac{17}{37}\,(Мф1)\,\frac{26}{26}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{39}{51}\cdot\frac{51}{39}\cdot\frac{1}{105}=4{,}07\ \text{об/мин}.$$

Во время быстрого вращения вала IV собачка 10 свободно проскальзывает по зубьям храпового колеса $z=64$.

Заданную длину хода стола настраивают установкой стрелки 10 (рис. 51, вид А) на соответствующее деление шкалы 6. Стрелку закрепляют маховичком 9. Например, при включенной продольной подаче винт XIV (рис. 52, а) перемещает стол. Одновременно поворачивается вал V с закрепленной на нем стрелкой 18. В частности, при перемеще-

нии стола на 250 мм вал **V** и стрелка поворачиваются на $n_V = \frac{250}{6} \cdot \frac{19}{19} \times$ $\times (\text{Мф2}) \frac{39}{39} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{26}{26} (\text{Мф1}) \frac{44}{44} \cdot \frac{1}{50} = 0{,}835$ об.

В конце каждого хода стола стрелка **19** возвращается на нулевое деление шкалы **6**. При этом микропереключатель автоматически отключает станок.

Перемещение стола вручную. Продольное перемещение стола осуществляется при отключенной муфте **Мф2** вращением маховика **20** или квадратной головки **4**.

За один оборот маховичка **20** стол перемещается на величину $s' = 1 \cdot \frac{17}{34} \cdot \frac{19}{19} \cdot 6 = 3$ мм. За один оборот квадратной головки **4** стол перемещается на величину $s'' = 1 \cdot \frac{19}{19} \cdot 6 = 6$ мм.

Поперечное перемещение стола осуществляется при вращении квадратной головки **18** винта **XI**. Предварительно надо вывести из зацепления находящиеся на валах **X** и **XI** колеса $z = 51$ и $z = 39$.

При включении зацепления колес $z = 21$ на валу **XIII** и $z = 36$ круглый стол **12** можно поворачивать вращением рукоятки **8** вручную.

За один оборот рукоятки **8** стол повернется на угол $\gamma = 1 \cdot \frac{21}{36} \cdot \frac{1}{105} \times$ $\times 360° = 2°$.

Отверстия на лимбе **6** позволяют повернуть рукоятку **8** точно на $\frac{p}{q}$ оборота, произведя деление окружности изделия на z частей, аналогично простому делению на универсальных делительных головках.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 1 (рис. 51) имеет сечение коробчатой формы; внутренняя полость ее используется в качестве резервуара системы охлаждения. По прямоугольным направляющим станины перемещаются салазки **5** стола.

Стойка 15 соединена со станиной болтами и штифтами и служит опорой для цапф **13** салазок **12** долбяка. В нижней части стойки расположены резервуар для масла и сдвоенный насос гидропривода; с левой стороны крепится фланцевый электродвигатель **24**, приводящий в действие насос, с правой стороны — гидропанель **16** и коробка подач **20**. В нише сзади стойки установлен шкаф с электрооборудованием, который герметически закрыт крышкой **17** со специальной ручкой-замком.

Долбяк 11 сообщает резцу, закрепленному в резцедержателях **8**, главное возвратно-поступательное движение. Долбяк перемещается по прямоугольным направляющим салазок **12** вниз (рабочий ход) и вверх (обратный ход) штоком гидравлического цилиндра, закрепленного на салазках.

В станке применен механизм для отвода резца от обрабатываемой поверхности на время обратного хода долбяка (на рисунке механизм не показан).

Салазки 12 служат направляющими для долбяка. На салазках можно устанавливать долбяк под углом 10° к вертикали, что используется для долбления поверхностей под углом, так называемого поднутрения. Поднутрение применяют, в частности, при обработке поверхностей обрезных и вырубных штампов.

Поворот салазок производится вращением пары колес $z = 8$ и $z = 16$ с винтовыми зубьями квадратной головкой (рис. 52, **а**). Внутри

колеса $z=16$ закреплена гайка, которая перемещает винт $P=5$ мм в нижнюю часть салазок. Салазки поворачиваются на цапфах **13** (рис. 51). После установки под нужным углом салазки фиксируются гайками **14**.

Стол 4 служит для крепления и перемещения обрабатываемой заготовки в нужных направлениях и состоит из трех основных частей: продольных салазок **5**, поперечных салазок **2** и круглого стола **6**.

Продольные салазки **5** предназначены для продольного перемещения стола по прямоугольным направляющим станины **1**, поперечные салазки **2** для поперечного перемещения стола по прямоугольным направляющим продольных салазок **5**.

Круглый стол **6** предназначен для крепления обрабатываемых заготовок и сообщения им круговых подач. На столе имеется три Т-образных паза и центрирующее углубление диаметром 32 мм. Круглый стол центрируется на поперечных салазках с помощью конуса. Если при обработке не пользуются продольным, поперечным или круговым перемещениями стола, то для увеличения жесткости продольные салазки **5**, поперечные салазки **2** и круглый стол **6** закрепляют соответственно поворотом рукояток **21, 19** и гайками **25**.

Коробка подач 20 служит для осуществления прерывистых подач стола в конце каждого двойного хода долбяка и быстрых перемещений стола.

Коробка передач 3 служит для передачи движения от коробки подач **20** к шлицевому валу червяка круговой подачи и к винтам продольной и поперечной подач стола. Коробка закреплена на правой торцовой поверхности продольных салазок **5**.

Гидропривод. Основные элементы гидропривода станка модели 7М430 имеют одинаковое устройство и принцип действия с гидроприводом ранее рассмотренного поперечно-строгального станка модели 7М36 (рис. 48). Поэтому здесь рассматриваются только особенности работы гидропривода станка модели 7М430, а также дополнительные устройства.

В отличие от станка модели 7М36 в гидроприводе рассматриваемого станка добавлены следующие устройства (рис. 52, **б**); напорный золотник **18**, создающий гидравлический противовес; дроссель **19**; фильтр **20**. В золотнике переключения **2** добавлен канал **2.1** Кроме того, установлен насос **1. 2** производительностью 0,07 м³/мин.

Гидравлический противовес. В рассматриваемом станке долбяк расположен вертикально и имеет значительную массу. Поэтому, чтобы удержать долбяк в том положении, в котором он остановлен, в полости **11.3** цилиндра **11** давление масла должно быть не ниже 0,3—0,5 МПа (3—5 кгс/см²). Для этого служит напорный золотник **18**. В полости **11.3**, в проточке **18.3** и в полости **18.1** давление масла создается только под действием массы подвижных частей долбяка. При выключенном движении долбяка масло из гидропривода в цилиндр **11** не поступает и давление в полости **18.1** не превышает 0,3 — 0,5 МПа (3 — 5 кгс/см²). При таком давлении золотник **18.2** под действием пружины **18.5** занимает левое положение, закрывая проход масла из проточки **18.3** в проточку **18.4**. Поэтому выход масла из полости **11.3** закрыт и поршень **11.1** удерживает долбяк в положении, при котором было выключено его движение.

При рабочем ходе долбяка масло под давлением поступает в полость **11.2**, давление в полостях **11.3** и **18.1** увеличивается и золотник **18.2** перемещается в правое положение, сжимая пружину **18.5** и открывая выход масла из полости **11.3** через проточки **18.3, 18.4** и каналы **18.9** и **21** на слив.

Противодавление масла в полости **11.3** зависит от давления пружины **18.5**, которое регулируется винтом **18.6**.

При обратном ходе долбяка масло от золотников **7.1** и **7.2** под

давлением поступает по каналам **21, 18.9** в проточку **18.8** и полость **18.7,** обратный клапан **18.11** сдвигается влево, открывая проход масла через проточки **18.8, 18.10** и **18.3** в полость **11.3;** совершается обратный ход поршня **11.1** и долбяка вверх. При падении давления в полости **18.7** пружина **18.12** перемещает обратный клапан **18.11** вправо, который закрывает проточки **18.8** и **18.10.**

Дроссель **19** служит для автоматического плавного изменения скорости прерывистых подач. Вращением маховичка **2** (рис. 52, **а**) перемещают гайку **5** и одновременно поворачивают дроссель **19** (рис. 52, **б**). При этом меняется скорость выхода масла из полости **16.1** и, как следствие, скорость прерывистой подачи.

Пластинчатый фильтр 20 служит для очистки масла, поступающего на слив. Очистку фильтра производят периодически в течение нескольких смен. Раз в три месяца фильтр промывают.

Дополнительный канал 2.1 в золотнике переключения. При включении **III** и **IV** ступеней скорости движения долбяка выступ **д** золотника **2** открывает дополнительный проход масла из проточки **2.2** через канал **2.1** в проточку **15.1** золотника **15,** минуя дроссель **14;** скорость прерывистой подачи при увеличении скорости движения долбяка автоматически увеличивается.

В рассматриваемом станке установлен насос **1.2** меньшей производительности (0,07 $м^3$/мин), чем в станке модели 7М36 (0.1 $м^3$/мин). Поэтому в станке модели 7М430 скорости движения долбяка на **II, III** и **IV** ступенях меньше.

Скорость рабочего хода: на **II** ступени — 8 — 11 м/мин; на **III** ступени — 11 — 19,3 м/мин, на **IV** ступени — 19 — 36 м/мин.

Скорость обратного хода: на **II** ступени — 22 м/мин, на **III** и **IV** ступенях — 36 м/мин. Скорость хода на **I** ступени такая же, как в станке 7М36.

Система подачи охлаждающей жидкости. Из резервуара, находящегося внутри станины **1** (рис. 51), охлаждающая жидкость перетекает в бачок **23,** откуда насосом производительностью 0,022 $м^3$/мин (22 л/мин) подается через сопло **18** на резец. Насос расположен внутри бачка и приводится в действие от электродвигателя **22.** Охлаждающая жидкость собирается в кольцевой канавке, расположенной по периметру круглого стола **6.** Из канавки через систему отверстий и каналов жидкость поступает вновь в резервуар.

ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

Протяжные станки применяют на машиностроительных заводах в условиях массового и крупносерийного производства для точной и чистой обработки поверхностей заготовок различного профиля.

Особенно целесообразно на протяжных станках обрабатывать заготовки с точным взаимным расположением обрабатываемых поверхностей, например: шлицевые отверстия, внутренние зубья зубчатых колес малого диаметра, пазы в отверстиях и другие поверхности.

По назначению протяжные станки подразделяют на станки для внутреннего и наружного протягивания. Для внутреннего протягивания применяют горизонтально-протяжные, вертикально-протяжные станки и вертикальные станки для прошивания; для наружного — вертикально-протяжные, цепные и ротационные (карусельные) протяжные станки.

ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПРОТЯЖНОЙ СТАНОК МОДЕЛИ 7А510

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для обработки точных отверстий различной формы и размеров методом протягивания в условиях массового и крупносерийного производства. Максимальная тяговая сила станка 10 тс, наибольший ход каретки 1250 мм и ползушек — 550 мм.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 53, а.

Основные узлы станка: станина **11**, приставная станина **34**, каретка **4**, автоматический патрон **12**, ползушка **25** поддерживающего ролика, ползушка **30** вспомогательного патрона.

Обрабатываемую заготовку устанавливают в приспособлении, закрепленном на планшайбе **16**. В отверстие заготовки и гнездо патрона **12** вводят хвостовик протяжки и захватывают его кулачками патрона.

При рабочем ходе каретки **4** в заготовке получается отверстие, соответствующее профилю протяжки. В зависимости от размеров и массы протяжки станок настраивают на простой или механизированный полный цикл работы.

Движения в станке: движение резания — рабочий ход каретки **4** и протяжки; вспомогательные движения — быстрый обратный ход каретки, движения ползушек **25** и **30** для подвода и отвода протяжки.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина станка. По направляющим **2** (рис. 53, **а**) станины **11** движется каретка **4**. Насос **35** служит для подачи на протяжку через сопла **13** и **15** охлаждающей жидкости. Крышки **3** закрывают шкаф с электроаппаратурой. Бак **36** и радиально-поршневой насос **37** гидропривода устанавливают либо внутри левой части, либо сзади станины.

На приставной станине 34 расположены ползушки **25** и **30** для подвода и отвода протяжки.

Принцип действия механизмов ползушек 25 и 30. Ползушка **25** поддерживающего ролика перемещается по направляющим **6** приставной станины **34** штоком **26** гидроцилиндра **28**. На скалке **20** ползушки закреплен рычаг **23** с роликом **22**. Ролик служит опорой переднего конца протяжки. Ползушка **30** несет вспомогательный патрон **29**, поддерживающий задний хвостовик протяжки.

При наладке станка рычаг **23** с роликом **22** устанавливают в положение, при котором опирающийся на ролик передний конец протяжки при ходе ползушек **25** и **30** влево попадает в гнездо автоматического патрона **12**. В этом положении рычаг закрепляют на скалке гайкой **24**.

На скалке нарезана зубчатая рейка, находящаяся в зацеплении с насаженной на левый конец тяги **27** реечной шестерней **21**. Правый конец тяги свободно проходит через гнездо **6** ползушки **30**. На тяге закреплен кулачок **8** с двумя выступами.

Обычно ролик **19** расположен на выступающей части направляющих **18**, и скалка **20** находится в верхнем положении. Зубчатая рейка скалки **20** удерживает шестерню **21**, тягу **27** и кулачок **8** в положении, при котором его выступы располагаются горизонтально в гнезде **6** между корпусом ползушки **30** и планками **9**. В этом случае кулачок **8** не может выйти из гнезда **6**, а тяга **27** соединяет между собой ползушки **25** и **30**.

В конце хода ползушки **25** влево клин **17** опускает ролик **19**, скалку **20** и ролик **22** вниз на 12 мм. Ролик **22** оказывается ниже протяжки и не мешает ее движению при рабочем ходе каретки.

При движении скалки **20** вниз зубчатая рейка поворачивает шестерню **21**, тягу **27** и кулачок **8**. Выступы кулачка **8** располагаются вертикально и кулачок свободно проходит между планками **9**. Поэтому при остановке ползушки **25** в левом положении ползушка **30** может передвигаться протяжкой при рабочем ходе влево и при обратном ходе вправо.

Для точного направления протяжки в начале рабочего хода нужно, чтобы хвостовик протяжки поддерживался вспомогательным патроном **29**. Для этого давление пружин фиксаторов **31** регулируется маховичком **7** таким образом, что в начале рабочего хода протяжка передвигает ползушку **30**, преодолевая трение ее о направляющие, а при упоре ползушки **30** в ползушку **25** задний хвостовик протяжки легко выходит из вспомогательного патрона **29**, и протяжка проходит целиком через обрабатываемое отверстие изделия.

При обратном ходе протяжка снова должна входить задним хвостовиком во вспомогательный патрон **29** и отводить ползушку **30** вправо до упора патрона **12** в выступ **14**. Передний хвостовик протяжки освободится от зажима.

Автоматический патрон 12 предназначен для автоматического закрепления протяжек с круглым хвостовиком в начале рабочего хода и освобождения их в конце обратного хода каретки **4**. Корпус патрона установлен на каретке **4**.

В конце обратного хода каретки выступ **14** ограничивает движение гильзы **2** патрона (рис. 53, **б**) вправо. Так как каретка продолжает еще перемещать патрон, то гильза **2** сжимает пружину **5** и сдвигается влево на 20—23 мм относительно корпуса **1** (верхняя часть рис. 53, **б**), при этом кулачки **3** под действием пружин **4** заходят в кольцевую выточку **а**, освобождая хвостовик протяжки. Протяжка, освобожденная из патрона, вставляется в отверстие следующей заготовки и вновь закрепляется в патроне.

В начале рабочего хода каретки гильза **2** (рис. 53, **б**) патрона отходит от выступа **14** (рис. 53, **а**) и под действием пружины **5** занимает положение, изображенное на нижней части рис. 53, **б**.

Гидропривод станка. Гидросистема станка приводится в действие насосом типа НПМ-713, который состоит из ротационно-поршневого насоса **1** (рис. 54) высокого давления и встроенного в его корпус шестеренного насоса **10** низкого давления.

Поршневой насос **1** подает масло под высоким давлением через золотник **8** то в правую, то в обе полости рабочего цилиндра **5**, и поршень со штоком осуществляет попеременно рабочий и обратный ход каретки **21** и протяжки.

Шестеренный насос **10** подает масло под давлением по трубопроводу **24** к золотнику **4**, по трубопроводу **25** в цилиндр **3** и по трубопроводу **26** к золотнику **6**. Золотник **4** посредством поршней **2.1**, **2.2** и **3.1** управляет поршневым насосом **1**, а золотник **6** управляет вспомогательным цилиндром **7**, осуществляющим подвод и отвод протяжки.

На рис. 54 узлы гидропривода показаны при рабочем ходе протяжки.

Устройство ротационно-поршневого насоса 1. Распределительный вал **1.4** закреплен неподвижно в корпусе **1.1**. Часть вала **1.4**, расположенная внутри ротора **1.5**, разделена перегородкой **а** на две полости — **1.8** и **1.7**, одна из них — полость всасывания, другая — полость нагнетания.

При включенном электродвигателе насоса ротор **1.5** вращается на валу **1.4** и ролики поршней **1.6** под действием центробежной силы и давления масла в полостях **1.8** и **1.7** прижимаются к обойме **1.3**, вращающейся на шарикоподшипниках внутри скользящего блока **1.2**.

Если центр скользящего блока (находящийся на линии $O—O$) смещен относительно центра вала **1.4** (лежащего на линии $O'—O'$) на величину эксцентриситета **е**, то за один оборот ротора **1.5** каждый поршень **1.6** совершает двойной ход, равный 2е мм. При этом поршни засасывают масло из полости всасывания **1.8** (или **1.7**) и вытесняют его в полость нагнетания **1.7** (или **1.8**).

В процессе каждого цикла работы станка вследствие переключений золотника **4** скользящий блок **1.2** последовательно устанавливается в следующие три положения:

1. **Нейтральное положение.** Электромагниты **4.1** и **4.2** золотника **4** выключены. Золотник **4** под действием пружин занимает среднее положение. Масло по трубопроводам **24**, **27** поступает в полость **2.7** цилиндра **2**, смещая влево поршень **2.2** до упора в гайку **2.3**. Одновременно из полости **2.6** масло по трубопроводам **28** и **29** уходит на слив. Во время работы насоса **10** масло по трубопроводу **25** поступает в цилиндр **3**, поэтому поршень **3.1** всегда прижимает скользящий блок **1.2** к поршню **2.1**.

Положение гаек **2.3** отрегулировано таким образом, что скользящий блок **1.2** находится в нейтральном положении, и его центр совпадает с центром распределительного вала **1.4**. Поэтому при среднем

положении золотника 4 поршневой насос 1 не нагнетает масло в цилиндр 5, и каретка 21 станка неподвижна.

2. **Левое положение.** При включении электромагнита 4.1 золотник 4 смещается влево (рис. 54). Масло, нагнетаемое насосом 10 по трубопроводам 24, 27 и 28, поступает в полости 2.7 и 2.6 цилиндра 2. Так как диаметр цилиндра 2 больше диаметра цилиндра 3, то поршень 2.1 смещает скользящий блок 1.2 влево до тех пор, пока поршень 3.1 не дойдет до упора 3.2.

Вращением маховичка 3.4 (на рис. 53 — маховичок 1) и винта 3.3 можно менять положение упора 3.2. При этом увеличивается или уменьшается эксцентриситет e и, как следствие, количество подаваемого насосом 1 масла и скорость движения каретки. Нужную скорость рабочего хода каретки устанавливают в пределах от 1,5 до 13 м/мин.

Так как центр скользящего блока 1.2 смещен влево относительно центра распределительного вала 1.4, то при вращении ротора 1.5 против часовой стрелки масло засасывается из полости 1.8 и канала 31 и нагнетается в полость 1.7 и канал 30, что необходимо для осуществления рабочего хода каретки.

3. **Правое положение.** При включении электромагнита 4.2 золотник 4 смещается вправо. Открывается слив масла из полостей 2.7 и 2.6 по трубопроводам 27, 28 и 29 в бак 17. Под давлением масла, поступающего от насоса 10 по трубопроводам 24, 25 в цилиндр 3, поршень 3.1 перемещает скользящий блок 1.2 вправо до упора поршня 2.1 в поршень 2.2, а штока поршня 2.2 — в винт 2.4. При этом центр скользящего блока 1.2 сместится вправо относительно центра вала 1.4. Поэтому поршни 1.6 вращающегося ротора 1.5 будут засасывать масло из полости 1.7 и канала 30 и нагнетать масло под давлением в полость 1.8 и канал 31. Осуществляется обратный ход каретки.

Вращением маховичка 2.5 (на рис. 53 маховичок 10) можно изменять положение выполняющего роль упора винта 2.4, изменяя таким образом эксцентриситет e и, следовательно, количество подаваемого насосом 1 масла и скорость обратного хода каретки (в пределах от 8,5 до 25 м/мин).

Принцип действия гидропривода рассмотрим в последовательности осуществления полного цикла работы станка.

Быстрый подвод ползушек 22 и 23 производится при включении электродвигателя, привода насосов 1 и 10 и электромагнита золотника 20. Электродвигатель вращает ротор 1.5 насоса 1 и ведущую шестерню насоса 10. Так как электромагниты 4.1 и 4.2 выключены, то скользящий блок 1.2 насоса 1 находится в нейтральном положении и каретка 21 не перемещается.

При включении электромагнита золотника 20 золотник 6 перемещается влево, масло, нагнетаемое насосом 10, поступает по трубопроводам 24, 26 и 32 в полость 7.3 цилиндра 7, перемещая поршень 7.2 со штоком и ползушки 22 и 23 влево — происходит быстрый подвод протяжки влево. Одновременно масло из полости 7.1 цилиндра 7 вытесняется через дроссель 18 по трубопроводам 33 и 34 на слив в бак 17.

Рабочий ход каретки 21. В конце хода ползушки 22 влево планка 5 (см. рис. 53, а) нажимает на переключатель В3, который отключает электромагнит золотника 20 (рис. 54) и включает электромагнит 4.1. Золотник 6 под действием пружин устанавливается в среднее положение и перекрывает поступление масла в цилиндр 7. Ползушка 22 останавливается в левом положении.

При включении электромагнита 4.1 золотник 4 перемещается влево. Так как при левом положении золотника 4 скользящий блок 1.2 занимает левое положение, насос 1 высокого давления нагнетает масло по каналу 30 и трубопроводу 35 в левую полость золотника 8, сме-

щая его вправо (рис. 54). При правом положении золотника 8 масло по каналам 30 и 36 нагнетается в полость 5.3, перемещая влево поршень 5.1 со штоком и каретку 21,— происходит рабочий ход каретки. Масло из полости 5.2 вытесняется по трубопроводу 37 в канал 31 и в полость всасывания 1.8 насоса 1.

В конце рабочего хода каретка нажимает на переключатель B1 (рис. 53, а), который отключает электромагнит 4.1 (рис. 54). Золотник 4 под действием пружин занимает среднее положение, скользящий блок переключается в нейтральное положение, насос 1 не подает масло в цилиндр 5 и движение каретки прекращается. Обработанная деталь снимается с планшайбы 16 (рис. 53, а).

Обратный ход каретки 21 (рис. 54) происходит при включении электромагнита 4.2, который перемещает золотник 4 вправо. При правом положении золотника 4 скользящий блок 1.2 перемещается в правое положение; насос 1 всасывает масло из канала 30 и нагнетает его под давлением в канал 31. Из канала 31 масло по трубопроводу 38 поступает в правую полость золотника 8, смещая его влево. Масло по каналам 31, 37 и 36 нагнетается в обе полости цилиндра 5. Но так как площадь поршня в полости 5.2 больше, чем в полости 5.3, то под давлением масла поршень 5.1 со штоком перемещает каретку 21 вправо; масло из полости 5.3 по трубопроводам 36 и 37 перетекает в полость 5.2, ускоряя движение каретки. Совершается быстрый обратный ход каретки.

В конце обратного хода каретка нажимает на переключатель B2 (рис. 53, а), который отключает электромагнит 4.2 (рис. 54) и включает электромагнит золотника 19. Золотник 4 устанавливается в среднее положение, а скользящий блок 1.2 — в нейтральное положение. Движение каретки прекращается.

Быстрый отвод ползушек 22 и 23. При включении электромагнита золотника 19 золотник 6 перемещается вправо. Масло от насоса 10 по трубопроводам 24, 26, 33 поступает в полость 7.1 цилиндра 7. Под давлением масла поршень 7.2 со штоком производит быстрый отвод ползушек 22 и 23 вправо. Масло из полости 7.3 вытесняется на слив по трубопроводам 32 и 34. В конце хода ползушек планка 5 (рис. 53, а) нажимает на переключатель B4, который отключает электромагнит золотника 19 (рис. 54). Золотник 6 под действием пружин устанавливается в среднее положение. Поступление масла в цилиндр 7 прекращается, ползушки 22 и 23 останавливаются. На этом заканчивается цикл движений в станке.

Простой цикл работы станка. Для работы этим способом сначала включается только рабочий, а при повторном нажатии — обратный ход каретки 21. Гидропривод для подвода и отвода ползушек 22 и 23 отключен. Рабочий ход каретки отключается автоматически переключателем B1 (рис. 53, а), обратный ход — переключателем B2.

Предохранительные клапаны сбрасывают масло на слив, если давление превышает допустимое. Клапан 12 (рис. 54) при рабочем ходе каретки сбрасывает масло из канала 30 при давлении 11,3 МПа (115 кгс/см^2). Клапан 13 при обратном ходе каретки сбрасывает масло из канала 31 при давлении 4,9 МПа (50 кгс/см^2). Клапан 15 сбрасывает масло из трубопроводов низкого давления при повышении давления свыше 0,8—1 МПа (8—10 кгс/см^2). Клапан 14 сбрасывает избыточное количество масла, поступающего из трубопровода 39 и каналов 30, 31.

Золотник 9 автоматически соединяет полость всасывания (1.8 или 1.7) насоса 1 с трубой всасывания 40. При рабочем ходе каретки масло из канала нагнетания 30 по трубопроводу 41 поступает в левую полость золотника 9 и перемещает его вправо. При этом открывается сообщение между трубой 40, каналом 31 и полостью всасывания 1.8. При обратном ходе каретки масло из канала нагнетания 31 по трубопроводу

42 поступает в правую полость золотника 9, перемещает его влево, открывая сообщение между всасывающей трубой 40, каналом 30 и полостью всасывания 1.7.

Золотник 11 исключает опасность перемещения каретки 21 в случаях неточной установки скользящего блока 1.2 в нейтральном положении.

При нейтральном положении золотника 4 масло под давлением поступает только в полость 2.7 цилиндра 2 и из нее по трубопроводу 43 в левую полость золотника 11. Под давлением масла золотник 11 смещается в правое положение, при котором сообщаются между собой трубопроводы 44 и 45, каналы 31 и 30 и полости 1.8 и 1.7; насос 1 перестает подавать масло, и каретка 21 не перемещается.

Если скользящий блок 1.2 находится в правом или в левом положении, то давление в полостях 2.7 и 2.6 одинаково, поэтому золотник 11 под действием пружины занимает левое положение, разъединяя трубопроводы 44 и 45; насос 1 подает масло в цилиндр 5.

ВЕРТИКАЛЬНО-ПРОТЯЖНОЙ СТАНОК МОДЕЛИ 7Б710

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для обработки изделий методом протягивания в условиях массового и крупносерийного производства. Наибольший ход каретки 1000 мм и тяговая сила 10 тс.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 55, а.

Основные узлы станка: основание 1, станина 6, тумба 2, каретка 7 и стол 4.

Для обработки каждого изделия должен совершаться следующий цикл движений: подвод стола, рабочий ход каретки, отвод стола и обратный ход каретки. Все движения в станке осуществляются от гидропривода.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Основание 1 выполнено сварным и имеет коробчатую форму. Внутри основания находятся бак 16 (рис. 55, б), электродвигатель 15 и насос 14, подающий охлаждающую жидкость на протяжку через сопла 11 (рис. 55, а). Осаждающуюся в баке металлическую стружку периодически удаляют через лотки 19. В правой части основания расположены бак 10 (рис. 55, б) для масла гидропривода и радиально-поршневой насос 8 с электродвигателем 11. Масло для смазки станка нагнетается в коллектор 6.

Станина 6 (рис. 55, а). На станине установлены стальные закаленные направляющие 15 для каретки, цилиндр 13 гидропривода (рис. 55, б), каретка 5, пульт управления 5 (рис. 55, а), шкаф с электрооборудованием, закрытый крышкой 8. Ходовые зазоры в направляющих каретки регулируют клином 13.

Тумба 2 жестко соединена с основанием и станиной. На ней укреплены направляющие для движения стола 4 и стойка с соплами 11 для подачи охлаждающей жидкости.

Каретка 7 сообщает закрепленной на ней протяжке рабочий ход (сверху—вниз) и обратный ход (снизу—вверх). На вертикальной передней поверхности каретки имеются Т-образные пазы, служащие для установки инструментальных плит, в которых закрепляют протяжки.

Кулачки, расположенные на боковых поверхностях, управляют движением протяжки. Кулачки слева, действуя на переключатель **10**, замедляют рабочий ход каретки: кулачок **9** — в начале хода и кулачок **12** — в конце хода. Справа расположены кулачки **14** и **17**; кулачок **14**, действуя на переключатель **16**, выключает рабочий ход каретки, а кулачок **17**, действуя на переключатель **18**, выключает обратный ход каретки.

Стол 4 станка (рис. 55, а) состоит из трех основных частей: нижней подвижной плиты **1** (рис. 55, в), корпуса **9** механизма передвижения стола и верхней плиты **2**.

Нижняя плита **1** вместе с корпусом **9** закреплена неподвижно на верхней части тумбы **2** (рис. 55, а). Плита **1** (рис. 55, в) имеет направляющие, по которым передвигается верхняя плита **2**, совершая подвод обрабатываемого изделия к каретке (перед началом рабочего хода) и отвод изделия от каретки (перед началом обратного хода).

На корпусе **9** закреплены цилиндры **7** и **8**, предназначенные для подвода и отвода верхней плиты. Под давлением масла поршни цилиндров перемещают зубчатую рейку **13**, вращающую реечную шестерню $z=14$ и кривошип **14**. Палец **6** кривошипа с помощью шатуна **12** и эксцентрика **11** перемещает верхнюю плиту стола, сообщая ей ход 125 мм. Крайнее рабочее положение верхней плиты регулируют, смещая стол эксцентрично расположенным пальцем **а** в пределах ± 7 мм. Смещение производят поворотом червячного колеса $z=36$, зубья которого профрезерованы на эксцентрике **11**.

Для точной установки стола поворотом шестигранной головки **4** освобождают эксцентрик **11** от зажима. Затем шестигранной головкой **5** поворачивают червяк, червячное колесо $z=36$ и эксцентрик **11** с пальцем **а**. Поворотом шестигранной головки **4** закрепляют эксцентрик **11** в установленном положении.

Для более точного фиксирования рабочего положения поворотной части стола **2** имеются два винта **3** и **6**, упирающиеся при его подводе в штифты **10**. Положение стола и винтов **3** и **6** регулируется совместно.

На поверхности стола **4** (рис. 55, а) имеются Т-образные канавки для головок болтов и шпоночные канавки для центрирования приспособлений, в которых закрепляют обрабатываемые изделия.

Гидропривод вертикально-протяжного станка. Гидравлический цилиндр **13** (рис. 55, б) закреплен неподвижно на станине **4**. Масло от радиально-поршневого насоса **8** поступает под давлением по трубопроводу **9** к золотниковой коробке **7**. От нее масло по трубопроводам подводится к цилиндру **13** в верхнюю камеру **2** (при рабочем ходе) или одновременно в камеры **2** и **12** (при обратном ходе) и, действуя на поршень **1** со штоком **3**, перемещает каретку **5**.

В конце хода поршня **1** вниз конический хвостовик **а** штока **3** входит в гнездо **б** на дне цилиндра. Создается гидравлический буфер, тормозящий движение поршня. От коллектора **6** масло по трубопроводам подается к местам смазки.

Устройство и работа гидропривода станка аналогичны рассмотренному выше гидроприводу горизонтально-протяжного станка модели 7А510.

Циклы работы станка. Заготовки на станке обрабатывают, пользуясь одним из циклов работы: полным, непрерывным или полуциклом.

Полный цикл. В начале цикла каретка **7** (рис. 55, а) находится в верхнем положении. При повороте рукоятки **3** «от себя» включается быстрый подвод стола **4**. При перемещении стола в рабочее положение автоматически включается рабочий ход каретки.

При рабочем ходе закрепленные на инструментальной плите протяжки обрабатывают боковую поверхность изделия. В конце рабочего хода кулачок **14** действует на путевой переключатель **16**, включающий

отвод стола. При отводе стола 4 назад автоматически включается обратный ход каретки 7.

При подъеме каретки в верхнее положение кулачок 17 действует на путевой переключатель, отключая обратный ход каретки. Изделие снимают с приспособления и на его место устанавливают новую заготовку. На этом заканчивается цикл обработки одного изделия.

Непрерывный цикл. Непрерывный цикл отличается от полного тем, что в конце обратного хода движение каретки не выключается, а автоматически включается следующий рабочий ход каретки. Поэтому работа по непрерывному циклу возможна только при установке на стол многопозиционного приспособления, в котором только одна заготовка расположена в рабочей зоне. Вне рабочей зоны закрепляют новые заготовки и снимают обработанные изделия.

При обратном ходе каретки 7 (при отведенном столе 4) рабочий поворачивает приспособление, устанавливая в рабочее положение следующую заготовку и отводя в зону загрузки позицию с обработанным изделием.

Полуцикл отличается от полного цикла тем, что каретка останавливается и после рабочего и после обратного хода.

При полуцикле движения в станке имеют такую последовательность: поворотом рукоятки 3 (рис. 55, а) «от себя» включают подвод стола 4; по окончании подвода включается рабочий ход каретки 7; в конце рабочего хода каретка останавливается в нижнем положении, рукояткой 3 включают отвод стола. После отвода совершается обратный ход и каретка останавливается в верхнем положении.

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Шлифовальные станки обеспечивают высокий класс шероховатости и точность обработанных поверхностей, возможность обработки закаленных заготовок. Точные заготовки с малыми припусками обрабатывают только шлифованием.

Характерные особенности шлифовальных станков:

1 — осуществление плавных возвратно-поступательных движений стола от гидропривода с аппаратурой, регулирующей точность движений в станке;

2 — конструктивные особенности, направленные на повышение точности работы станков: длинные направляющие стола, осциллирующие движения шпинделя, большая жесткость станины, особая конструкция подшипников шпинделя, устройства для устранения люфтов;

3 — возможность включения малых подач на врезание шлифовального круга (до 0,002 мм/ход) и осуществление нескольких чистовых проходов без поперечной подачи.

Виды шлифовальных станков:

круглошлифовальные — центровые общего назначения, бесцентровые, специализированные;

внутришлифовальные;

плоскошлифовальные — с горизонтальным шпинделем, с вертикальным шпинделем, с прямоугольным столом, с круглым столом;

станки для шлифования фасонных поверхностей — резьбошлифовальные, зубошлифовальные, шлицешлифовальные и др.

КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Наиболее распространены круглошлифовальные центровые станки моделей 3Б151, 3Б161, 3А151 и 3А161. Станки моделей 3Б151 и 3Б161 предназначены для работы с продольной подачей, имеют периодическую поперечную подачу, осуществляемую при реверсе стола. На этих станках можно выполнять и врезное шлифование с поперечной подачей вручную.

Станки моделей 3А151 и 3А161 предназначены также для врезного шлифования с полуавтоматическим циклом работы, но могут применяться и для шлифования с продольной подачей. Эти станки оборудованы дополнительными устройствами для гидравлической поперечной подачи шпиндельной бабки на врезание. В остальном конструкция, устройство и гидрокинематические схемы станков моделей 3Б151, 3Б161, 3А151 и 3А161 совпадают. На станках моделей 3Б161 и 3А161 обрабатывают изделия диаметром до 280 мм и длиной до 1000 мм.

КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3Б151

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для шлифования заготовок диаметром до 200 мм и длиной до 700 мм.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 56, а.

Основные узлы станка: станина **20**, стол **21**, передняя бабка **22**, шлифовальная бабка **8**, задняя бабка **9**, люнет **18**, приспособление **17** для правки круга.

Обрабатываемую деталь устанавливают в неподвижных центрах **5** и **7** передней и задней бабок и закрепляют в поводковом патроне **4**, вращающемся на центрах со скоростью круговой подачи.

Шлифуется поверхность вращающимся абразивным кругом **6**. Обработку производят либо с продольной подачей стола **21**, либо врезным шлифованием.

Кинематическая схема станка

Движения в станке. Главное движение — вращение шлифовального круга **33** (рис. 57); круговая подача — вращение заготовки в центрах **31** и **35**; продольная подача стола **32** (от гидропривода или вручную); поперечная подача шлифовальной бабки **34** (от гидропривода или вручную маховичком **71**). Вспомогательные движения — быстрый поперечный отвод и подвод шлифовальной бабки; отвод пиноли задней бабки **36** (от гидропривода или вручную); перегон стола (от гидропривода).

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шлифовального круга осуществляется от электродвигателя **М1**. Сменой шкивов на шпинделе (рис. 57) устанавливают частоту вращения шпинделя 1112 или 1272 об/мин. Частота вращения 1272 об/мин включается после износа круга до диаметра 525 мм.

Кинематическая цепь круговой подачи. При бесступенчатом изменении частоты вращения электродвигателя **М2** частота вращения заготовки устанавливается в пределах от n_{min} до n_{max}. Если установлен шкив диаметром $d_1'=60$ мм, то

$$n'_{min}=350\cdot\frac{60}{132}\cdot\frac{65}{166}=63 \text{ об/мин};$$

$$n'_{max}=2500\cdot\frac{60}{132}\cdot\frac{65}{166}=445 \text{ об/мин}.$$

При шкиве диаметром $d_1''=81$ мм

$$n''_{min}=350\cdot\frac{81}{132}\cdot\frac{65}{166}=84 \text{ об/мин};$$

$$n''_{max}=2500\cdot\frac{81}{132}\cdot\frac{65}{166}=600 \text{ об/мин}.$$

Кинематическая цепь продольного перемещения стола вручную. При продольной подаче стола вручную за один оборот маховичка **30** стол перемещается на величину

$$s_1=1\cdot\frac{14}{62}\cdot\frac{12}{48}\,(\text{Мф1})\,\pi\cdot10\cdot3=5{,}35 \text{ мм}$$

при маховичке, оттянутом «на себя», и

$$s_2 = 1 \cdot \frac{28}{29} \cdot \frac{12}{48} (\text{Мф1})\, \pi \cdot 10 \cdot 3 = 22{,}7 \text{ мм}$$

при маховичке, поданном «от себя».

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Стол **21** (рис. 56, **а**) станка состоит из двух основных частей — нижнего **3** и верхнего **2** столов. Нижний стол **3** при продольной подаче перемещается по направляющим станины **20**. В переднем Т-образном пазу установлены кулачки **12**, **13** и **16**, поворачивающие рукоятку **2** (рис. 56, **б**) реверса движения стола.

При шлифовании конических поверхностей верхний стол поворачивают относительно нижнего по часовой стрелке на угол до 3° и против часовой стрелки — на угол до 10°. Угол поворота отсчитывают по шкале с ценой деления 20 мин. Стол закрепляют в нужном положении зажимными планками **10** и **19** (рис. 56, **а**). На верхнем столе имеется направляющая Т-образная канавка для крепления на нем передней и задней бабок.

В передней бабке 22 расположен механизм круговых подач.

Шлифовальная бабка 8 служит для поперечного перемещения шлифовального круга **6**; в ней расположен механизм вращения шлифовального круга.

Ручная поперечная подача шлифовальной бабки осуществляется вращением маховичка **1** (рис. 56, **в**) и соединенных с ним храпового колеса **7** и вала **21**. Вращение с вала **21** через две пары конических колес (рис. 57) передается гайке, которая, перемещаясь по винту **IV**, подает шлифовальную бабку в поперечном направлении. За один оборот маховичка шлифовальная бабка перемещается на $s = 1 \cdot \frac{20}{60} \cdot \frac{21}{84} \cdot 6 = 0{,}5$ мм.

Вместе с маховичком **1** (рис. 56, **в**) вращается лимб **5**, имеющий 200 делений, и храповое колесо **7**, имеющее 200 зубьев. При повороте маховичка на одно деление лимба (и храпового колеса на один зуб) шлифовальная бабка перемещается на $\frac{1}{200} \cdot \frac{20}{60} \cdot \frac{21}{84} \cdot 6 = 0{,}0025$ мм. Диаметр шлифуемой поверхности изменяется на 0,005 мм. Величина подачи указывается на шкале лимба **5** указателем **6**.

Вручную осуществляют также толчковую подачу. При нажатии на рукоятку **14** храповое колесо **7** поворачивается на один зуб, шлифовальная бабка подается на 0,0025 мм. Винтами **13** и **15** можно устанавливать величину толчковой подачи при повороте храпового колеса **7** на два зуба.

Периодическая поперечная подача шлифовальной бабки происходит автоматически при реверсировании стола, вследствие поступления масла в левую полость цилиндра **9** (рис. 56, **в**). Под давлением масла поршень **10** перемещает вправо собачку **11**, которая поворачивает храповое колесо **7** на K зубьев. Совершается подача, равная $0{,}0025 \cdot K$ мм/ход. стола. Величина периодической поперечной подачи определяется числом зубьев K (от 1 до 12), на которое нужно повернуть храповое колесо **7**. Для этого поворачивают маховичок **18**, колеса **7** и **16**, диск **8** и щиток **12** в положение, при котором собачка **11** повернет храповое колесо на заданное число зубьев. Величина подачи устанавливается в пределах от 0,0025 до 0,03 мм/ход. стола.

В конце каждого хода шлифовальной бабки, когда на заготовке остается припуск 0,01 мм, помещенный на лимбе **5** отсекатель **19** поднимает собачку **11**, отключая автоматическую подачу. Дальнейшую по-

дачу осуществляют вручную, поворотом маховичка **1** до упора штифта **4** в откидной упор **20**.

Компенсация износа шлифовального круга при шлифовании до упора. Отводят откидной упор **20** вправо, шлифуют одну заготовку до заданного размера с поперечной подачей вручную. Затем переводят упор **20** влево (рис. 56, **в**) и вращают маховичок **3** сначала по часовой стрелке (чтобы штифт **4** переместился влево от упора **20**), затем против часовой стрелки (чтобы штифт **4** переместился вправо до упора **20**). При вращении маховичка через зубчатые колеса $z=40$, $z=60$, $z=10$ и $z=110$ поворачивается лимб **5**. Установленное положение лимба фиксируют, зажимая маховичком **2** колесо $z=60$. После такой наладки продолжают шлифование деталей с подачей до упора.

Задняя бабка 9 предназначена для поддержания вращающейся заготовки центром **1** (рис. 56, **г**). Корпус **13** задней бабки закрепляют болтами **12** в нужном положении на столе станка. Чтобы освободить деталь из центров, нужно с помощью рукоятки **10**, рычага **6** и тяги **5** повернуть на оси **4** рычаг **3** и пиноль **2** отойдет вправо.

Удобней производить гидравлический отвод пиноли. Для этого нажимают на педаль **15** (рис. 56, **а**) и подают масло в цилиндр **9** (рис. 56, **г**). Под давлением масла поршень **7** поворачивает рычаг **3**, который отводит пиноль **2** вправо. Для зажима заготовки рукоятку **10** или педаль опускают и пружина **8** перемещает пиноль **2** влево.

При обработке тяжелых деталей для большей надежности пиноль зажимают в корпусе **13** задней бабки поворотом рукоятки **11**.

Люнет **18** (рис. 56, **а**) применяется для поддержания тонких заготовок диаметром от 8 до 60 мм при шлифовании их в центрах.

Приспособление 17 для правки круга 6 служит для установки оправки с алмазом и крепится на задней бабке или на верхнем столе.

Гидропривод станка (рис. 57) предназначен для перемещений: стола **32** — в продольном направлении, бабки **34** — в поперечном направлении, для отвода пиноли задней бабки и для блокировки движений в станке.

Насос **1** нагнетает масло под давлением по трубопроводам **37, 38, 39, 40, 41** и **42**.

Продольные подачи стола 32 включают поворотом рукоятки **4** (рис. 56, **б**)* вправо. При этом кран **2** (рис. 57) устанавливается в положение **а**, при котором масло от насоса **1** по трубопроводам **37, 43**, через кран **2** и обратный клапан **26** поступает под давлением в проточки **3.9, 3.18** и **3.13**. Дальнейший путь движения масла зависит от положения золотников **3.1** и **3.2**. Золотники **3.1** и **3.2** в конце каждого хода стола переключаются поочередно то в правое, то в левое положение.

При правом положении золотников **3.1** и **3.2** масло через проточки **3.9, 3.10** и трубопровод **44** поступает в полость **4.3** цилиндра **4**, перемещая поршень **4.1** со штоком и стол **32** вправо. Из полости **4.2** масло вытесняется поршнем по трубопроводу **45** через проточки **3.8, 3.7, 3.17, 3.16** и **3.15** и трубопровод **46** на слив.

При левом положении золотников **3.1** и **3.2** масло через проточки **3.9, 3.8** по трубопроводу **45** поступает в полость **4.2**, перемещая поршень **4.1** со штоком и стол влево. Из полости **4.3** масло вытесняется поршнем на слив по трубопроводу **44** через проточки **3.10, 3.11, 3.14, 3.15** и трубопровод **46**.

Путь выпуска масла на слив из трубопровода **46** зависит от режима работы станка.

---

* На гидравлических схемах шлифовальных станков в прямых скобках указаны органы управления элементами схемы, изображенные на общем виде станка. Номер рисунка общего вида приводится на схеме один раз внизу в скобках в середине. В остальных случаях дается литера рисунка, где изображен орган управления, и его позиция.

Реверс стола происходит в конце каждого хода. При движении стола вправо кулачок [а, 16] повернет рычаг [б, 2] вправо. При этом рычаг переместит золотник управления 3.1 в левое положение. При движении стола влево кулачок [а, 13] повернет рычаг [б, 2] влево. При этом рычаг [б, 2] переместит золотник 3.1 в правое положение.

В гидроприводе данного станка так же, как в гидроприводах других станков, применены совместно действующие золотник управления и золотник реверса. При каждом переключении золотника управления 3.1 в правое положение с некоторой задержкой в правое положение перемещается и золотник реверса 3.2. При перемещении золотника 3.1 влево с некоторой задержкой перемещается влево и золотник 3.2. Задержка необходима для более плавного реверсирования стола и зависит от регулировки дросселей. В тексте к рис. 49 подробно изложено действие подобного гидропривода.

В рассматриваемом станке задержка реверса стола в левом положении регулируется дросселем 3.3 с помощью шестигранного хвостовика [б, 10], а в правом положении — дросселем 3.4 и хвостовиком [б, 5]. Дроссели 3.5 и 3.6 регулируют плавность разгона стола после реверса.

Скорость движения стола регулируется выпуском масла на слив через дроссели 10, 11 или кран 8. При шлифовании и правке круга кран 2 находится в положении а, трубопровод 47 через кран 2 и трубопровод 48 соединен со сливом. Золотник 5 под действием пружины занимает верхнее положение б, при котором масло по трубопроводам 46, 49 поступает к крану 6.

Кран 6 можно устанавливать в три положения. При положении б — шлифование — масло из трубопровода 49 идет на слив, через дроссель 10; при положении а — правка — масло на слив идет через дроссель 11. Регулируя маховичком [б, 6] дроссель 10, устанавливают нужную скорость движения стола при шлифовании (продольную подачу) в пределах от 100 до 6000 мм/мин. Регулируя шестигранным хвостовиком [б, 9] дроссель 11, устанавливают скорость движения стола, необходимую для правки шлифовального круга.

Подпорный клапан 12 создает на линии слива противодавление, способствующее более плавному движению стола. При повороте крана 6 в положение в открывается выход масла из трубопровода 42 на слив по трубопроводу 50, гидропривод отключается. Наличие крана 6 и двух независимых дросселей 10 и 11 позволяет быстро переключать движения стола на шлифование или правку.

Блокировка включения движений стола. При движении стола от гидропривода кран 2 устанавливается в положение а, масло по трубопроводам 37, 43, 51 через лыску ж крана 8 и трубопровод 52 поступает под давлением в цилиндр блокировки 13, выключая муфту **Мф1**. При включенной гидравлической подаче ручная подача всегда отключена и маховичок 30 не вращается.

Поворотом рукоятки [б, 4] влево отключается гидропривод перемещения стола. Кран 2 устанавливается в положение б и перекрывает проход масла по трубопроводам 37 и 43 и открывает сообщение между трубопроводами 53 и 47; 51 и 48 и 54 и 55. Так как трубопровод 43 перекрыт, продольная подача стола от гидропривода прекращается. При соединении трубопроводов 51 и 48 масло из цилиндра 13 по трубопроводам 52, 51, 48 уходит на слив. Под действием пружины муфта **Мф1** включается.

При выключенной гидравлической подаче можно перемещать стол 32 вручную, вращая маховичок 30. При этом масло свободно перегоняется из левой полости 4.3 по трубопроводам 44, 56, 55, 54, 45 в правую полость 4.2 цилиндра 4 или наоборот, не препятствуя перемещению стола вручную.

Быстрый отвод и подвод шлифовальной бабки 34. Отвод шлифовальной бабки от изделия включается поворотом рукоятки [**б, 4**] «от себя». Золотник **14** устанавливается в положение **б**, масло под давлением по трубопроводам **40, 57** поступает в переднюю полость **9.5** цилиндра **9**, отводя поршень **9.1**, шток **9.2**, винт **IV**, гайку и шлифовальную бабку **34** назад. Из полости **9.4** масло по трубопроводу **58** уходит на слив.

При отведенной задней бабке поршень **9.1** открывает проход масла под давлением в трубопровод **53**, что необходимо для отвода пиноли задней бабки и перегона стола.

Обратные клапаны **9.3** * замедляют движение бабки в конце каждого хода. Чтобы зазор в паре винт **IV** — гайка не отражался на точности поперечной подачи, его устраняют, создавая постоянное давление поршня цилиндра **15** на бабку.

Гидравлический отвод пиноли задней бабки 36 в целях безопасности осуществляют только тогда, когда бабка **34** отведена в заднее положение. Только при таком положении бабки масло под давлением поступает в трубопровод **53**.

Для отвода задней бабки нажимают ногой на педаль [**а, 15**], золотник **21** поднимается в положение **б**. Масло по трубопроводам **53** и **59** поступает в цилиндр **22**, перемещая поршень цилиндра влево. Пиноль задней бабки отводится вправо.

При снятии ноги с педали золотник **21** отпускается пружиной в положение **а**, открывая выход масла из цилиндра **22** по трубопроводу **59** на слив. Пиноль под действием пружины зажимает деталь в центрах.

Периодическая подача шлифовальной бабки 34 происходит автоматически при реверсировании продольной подачи стола. Подача необходима для врезания шлифовального круга в заготовку.

В зависимости от того, когда должна производиться периодическая подача, кран **16** устанавливают в одно из следующих положений: **а** — подача при левом реверсе стола; **б** — подача на каждый ход стола; **в** — подача при правом реверсе стола; **г** — подача выключена.

При левом реверсе стола кулачок [**а, 13**] поворачивает рычаг [**б, 2**] влево, перемещая золотник **3.1** в правое положение. Масло под давлением через проточки **3.13, 3.12**, трубопроводы **60, 61, 62** поступает в левую полость золотника **19**, сдвигая его в положение **а**. Золотник **19** открывает проход масла по трубопроводам **41, 63** в левую полость цилиндра **20**. Совершается ход поршня вправо, собачка поворачивает на K зубьев храповое колесо $z=200$. Происходит поперечная подача шлифовальной бабки.

В это время масло по трубопроводам **60, 64** поступает в правую полость золотника **17**. Из-за задержки масла, создаваемой дросселем **18**, золотник **17** переключается в положение **б** с опозданием, поршень цилиндра **20** успевает совершить ход вправо. Золотник **17** открывает проход масла из левой полости золотника **19** на слив по трубопроводам **62, 65, 66** через проточки **3.19** и **3.20**. Под действием пружины золотник **19** перемещается в положение **б**, при котором масло под давлением по трубопроводам **41, 67** поступает в правую полость цилиндра **20**. Происходит ход поршня и собачки вправо. Это является «зарядкой» механизма, нужной для осуществления следующей прерывистой подачи.

Аналогично совершается прерывистая подача при правом реверсе стола, только в этом случае масло под давлением поступает по трубопроводу **66** и уходит на слив по трубопроводу **60**.

---

* Клапаны **9.3** имеют канавки на седлах, по которым масло в конце хода поршня уходит на слив со значительным замедлением.

Перегон стола в любое нужное положение можно производить при выключенной продольной подаче стола и при отведенной назад шлифовальной бабке. Так как бабка отведена назад, то масло под давлением поступает в трубопровод **53**. При выключенной подаче кран **2** находится в положении **б**, масло по трубопроводам **53, 47** подводится к золотникам **5** и **7**, перемещая их в положение **а**. Вследствие этого отключается слив масла через золотник **5** и открывается проход масла по трубопроводам **38** и **68** и **46** и **69**.

Управление движениями стола можно производить поворотом крана **8**.

Для перегона стола рукоятку [**б**, **1**] поворачивают в сторону перемещения стола. Золотники **3.1** и **3.2** переключаются для движения стола в нужном направлении. Кроме того, при повороте крана **8** происходит следующее:

1) в сечении **а** перекрывается прямой проход масла по трубопроводам **55** и **56** из левой в правую полость цилиндра **4**;

2) через сечение **б** открывается проход масла по трубопроводам **39** и **52** в цилиндр **13**, который выключает муфту **Мф1** и механизм ручной подачи стола;

3) через сечение **в** открывается проход масла под давлением по трубопроводам **38, 68, 70** в полость **3.9**;

4) через сечение **г** открывается проход масла из трубопроводов **46, 69** на слив.

В остальном перемещение стола при перегоне осуществляется так же, как и при шлифовании, с той лишь разницей, что скорость движения стола зависит не от дросселей **11** и **10**, а от угла поворота рукоятки [**б**, **1**]. Чем больше поворот крана **8**, тем шире щели для прохода масла в сечениях **в** и **г** и тем больше скорость перемещения стола при перегоне.

Стол останавливают поворотом рукоятки [**б**, **1**] в вертикальное положение.

Насос **27** подает масло для смазывания направляющих стола.

Управление станком осуществляется с пультов **1**, **11** и **14** (рис. 56, **а**). С пульта **1** управляют вращением заготовки, с пульта **11** — электрооборудованием. Пульт **14** служит для управления гидроприводом станка.

Рукояткой **1** (рис. 56, **б**) включают перегон стола в направлении, указанном стрелкой. Рычаг **2**, поворачиваясь под действием кулачков **12**, **13** и **16** (рис. 56, **а**), реверсирует движения стола. Вытягивая «на себя» кнопку **3** (рис. 56, **б**) отключают поворот рычага **2** кулачками.

Рукояткой **4** включают: при повороте «на себя»—быстрый подвод, при повороте «от себя» — быстрый отвод шлифовальной бабки, при повороте вправо — продольные подачи стола. При вертикальном положении рукоятки **4** продольные подачи стола отключены.

Поворотом шестигранных головок **5** и **10** регулируют работу дросселей, увеличивая или уменьшая время задержки стола в крайних положениях. Время задержки при правом положении стола изменяют поворотом головки **5**, а при левом положении стола — поворотом головки **10**.

Скорость продольной подачи стола (в м/мин) при шлифовании устанавливают по шкале маховиком **6**, а шестигранной головкой **9** — скорость движения стола при правке круга.

Поворотом рукоятки **7** в нижнее положение переключают гидропривод станка на движения, нужные для правки круга.

Поворотом шестигранной головки **8** в одно из четырех положений (указаны у головки) переключают станок для осуществления периодической поперечной подачи шлифовальной бабки.

БЕСЦЕНТРОВО-ШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3184

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для шлифования цилиндрических, конических и фасонных поверхностей тел вращения диаметром от 3 до 75 мм.

Длина шлифуемой поверхности конических и фасонных изделий может быть не больше ширины кругов: нормальной 150 мм, наибольшей 200 мм.

При наличии специального приспособления на станке возможно шлифование длинных цилиндрических изделий методом сквозной подачи.

Станок обеспечивает первый и второй классы точности и высокий класс шероховатости шлифовальной поверхности.

Рассматриваемый станок и аналогичные ему станки моделей 3Г182 и 3Г185 имеют следующие преимущества:

— бесступенчатое регулирование частоты вращения ведущего круга в широких пределах;

— специальный механизм, осуществляющий балансировку шлифовального круга во время работы;

— специальное гидравлическое устройство, осуществляющее осциллирующие движения шлифовального круга и регулирующее величину продольного хода;

— автоматический цикл врезного шлифования;

— быстродействующий механизм компенсации износа шлифовального круга;

— сигнализацию, контролирующую давление в системе смазки станка.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 58, **а**. Основные узлы станка: станина **1**, бабка **6** шлифовального круга, бабка **12** ведущего круга, суппорт **13**.

Станок имеет два абразивных круга, вращающихся в одном направлении: шлифовальный **7** и ведущий **8**. Шлифуемая заготовка располагается между кругами и опирается на нож **10**. Ведущий круг сообщает заготовке вращение (круговую подачу), а шлифовальный круг **7** производит обработку поверхности.

Существуют следующие методы бесцентрового шлифования: шлифование со сквозной подачей (напроход), шлифование с поперечной подачей (на врезание), шлифование со сквозной подачей до упора и шлифование продвижным методом.

Шлифование со сквозной подачей (напроход). Для работы этим методом ось ведущего круга устанавливают в вертикальной плоскости относительно оси шлифовального круга под углом α до 4° (рис. 58, **б**).

В процессе шлифования оси обоих кругов и нож неподвижны. По мере износа кругов их перемещают относительно друг друга на величину износа.

Материал ведущего круга вследствие высокого коэффициента трения обеспечивает хорошее сцепление ведущего круга со шлифуемой заготовкой. Поэтому установленный под углом α и вращающийся с окружной скоростью v ведущий круг сообщает заготовке круговую подачу с окружной скоростью $v_0 = v \cos \alpha$ м/мин (рис. 58, **б**) и продольную подачу со скоростью $v_п = v \sin \alpha$ м/мин.

Действительная окружная скорость v_0 под влиянием дополнительного вращения заготовки шлифовальным кругом несколько больше теоретической v_0: $v_0 = (1{,}02 \div 1{,}07) v_0$ (в зависимости от угла α).

Процесс шлифования может быть непрерывным, поэтому бесцентрово-шлифовальные станки удобно использовать в поточных и автоматических линиях.

Шлифование с поперечной подачей (на врезание). Этим методом пользуются при шлифовании заготовок с фасонным, коническим или иным, отличным от цилиндрического профилем, а также при шлифовании цилиндрических заготовок с буртом или какой-либо выступающей частью, диаметр которой больше диаметра шлифуемой поверхности.

При работе методом врезания оси кругов располагают горизонтально, заготовку помещают между ножом и ведущим кругом. Шлифование поверхности ведется одновременно по всей длине за счет поперечной подачи шлифовального (или в некоторых станках ведущего) круга. В конце поперечной подачи изделие имеет заданный размер.

Профиль обоих кругов правится в соответствии с профилем шлифуемой заготовки. Длина обрабатываемой поверхности не может быть больше ширины шлифовального круга.

Шлифование со сквозной подачей до упора. Этим методом пользуются для шлифования цилиндрических поверхностей заготовок с буртом или конических поверхностей. Осевое перемещение заготовки ограничивается упором, который после окончания обработки выталкивает ее.

Шлифование продвижным методом. Характерной особенностью этого метода является движение опорного ножа вместе с заготовкой в процессе ее обработки. Для перемещения ножа используют специальное приспособление, которое устанавливают на опорный мостик 4 (рис. 59, г).

Этот метод применяют вместо шлифования со сквозной подачей до упора, когда продольную подачу и отвод изделия удобней осуществлять с помощью опорного ножа.

Кинематическая схема станка

Движения в станке: главное движение — вращение шлифовального круга 17 (рис. 59, а); подачи круговая и продольная создаются вращением ведущего круга 16; подача круга на врезание; осциллирующее движение шлифовального круга; вспомогательные движения — подачи инструментов, производящих правку обоих кругов.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение на шлифовальный круг 17 передается от электродвигателя М1 через клиноременную передачу, имеющую два комплекта сменных шкивов, которые определяют частоту вращения шпинделя I:

$$n_1' = 1460 \frac{D_1'}{D_2'} = 1460 \frac{221}{240} = 1340 \text{ об/мин}$$

и

$$n_1'' = 1460 \frac{D_1''}{D_2''} = 1460 \frac{264}{200} = 1940 \text{ об/мин.}$$

Диаметр нового круга $D_1 = 500$ мм. Допустимый износ круга до диаметра $D_2 = 400$ мм.

При установке нового круга $D_1 = 500$ мм устанавливают комплект с ведущим шкивом меньшего диаметра. Скорость резания

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1'}{60 \cdot 1000} = \frac{3{,}14 \cdot 500 \cdot 1340}{60 \cdot 1000} = 35 \text{ м/с.}$$

При износе кругов для повышения скорости резания устанавливают комплект шкивов с ведущим шкивом большего диаметра. Для круга диаметром $D_2=400$ мм скорость резания

$$v_2=\frac{\pi D_2 n_I''}{60\cdot 1000}=\frac{3{,}14\cdot 400\cdot 1940}{60\cdot 1000}=40{,}6 \text{ м/с}.$$

Кинематическая цепь круговой и продольной подачи. Окружная скорость заготовки v_0 и скорость продольной подачи $v_п$ зависят от окружной скорости v ведущего круга. Ведущий круг получает вращение от электродвигателя **М2** постоянного тока, частота вращения которого настраивается регулятором с пульта управления в пределах от 120 до 1500 об/мин.

Частота вращения ведущего круга

$$n_{III\,min}=n_{II\,min}\frac{2}{23}=120\cdot\frac{2}{23}=10{,}4 \text{ об/мин}$$

и

$$n_{III\,max}=n_{II\,max}\frac{2}{23}=1500\frac{2}{23}=130 \text{ об/мин}.$$

При новом ведущем круге диаметром 300 мм его окружная скорость

$$v_{min}=\frac{\pi D_1 n_{III\,min}}{1000}=\frac{3{,}14\cdot 300\cdot 10{,}4}{1000}=9{,}8 \text{ м/мин}$$

и

$$v_{max}=\frac{\pi D_1 n_{III\,max}}{1000}=\frac{3{,}14\cdot 300\cdot 130}{1000}=122 \text{ м/мин}.$$

Кинематическая цепь подачи шлифовального круга «на врезание». Быстрый подвод, подача «на врезание» и быстрый отвод бабки **18** (рис. 59, **а**) с шлифовальным кругом **17** производится гидроцилиндрами **9** и **11**. Исходному положению шлифовальной бабки соответствует левое положение поршня **10** и верхнее положение поршня **8**. При этом винт **VI** удерживает гайку, расположенную внутри червячного колеса $z=30$, и шлифовальную бабку **18** в левом (отведенном) положении.

При поступлении масла в левую полость цилиндра **11** поршень **10** производит быстрый подвод винта **VI**, гайки и шлифовальной бабки до упора ролика **5** в поверхность копира **7**. После этого автоматически включается медленное движение поршня **8** и копира **7** вниз. Величина продольной подачи зависит от профиля копира **7** и скорости его движения вниз. После упора копира в винт **4** включается обратный ход поршней **8** и **10**. При этом винт **VI** отводит шлифовальную бабку в исходное положение. Длина обратного хода винта **VI** регулируется винтом **6**.

Диаметр обрабатываемой поверхности определяется расстоянием между ведущим **16** и шлифовальным **17** кругами после окончания подачи «на врезание». Это расстояние устанавливается вручную поперечным перемещением шлифовальной бабки и бабки ведущего круга. За один оборот маховичка **12** винт **VII** перемещает бабку **14** ведущего круга на шаг $P=2$ мм. Маховичок имеет лимб **13** со 100 делениями. При повороте маховичка **12** на одно деление лимба бабка перемещается на $\frac{2}{100}=0{,}02$ мм.

Установочное перемещение шлифовальной бабки осуществляется маховичком **2** и грибком **1**. При вращении маховичка **2** вращается вал **V**, двухзаходный червяк $z=2$ и червячное колесо $z=30$. Гайка закрепленная внутри червячного колеса, перемещаясь по винту **VI**, перемещает шлифовальную бабку. За один оборот маховичка шлифовальная бабка перемещается на $s=1\cdot\frac{2}{30}\cdot 6=0{,}4$ мм.

Вместе с маховичком **2** вращается лимб **3**, имеющий 400 делений, цена каждого деления 0,001 мм. Дополнительное перемещение шлифовальной бабки осуществляют поворотом грибка **1**. При повороте грибка на один зуб лимб **3** поворачивается через зубчатую передачу $\frac{10}{100}$ относительно маховичка **2** на одно деление, что соответствует дополнительному перемещению шлифовальной бабки на 0,001 мм.

Осциллирующее движение шлифовального круга совершается за счет одновременного вращения и продольных возвратно-поступательных движений шлифовального круга **17**. Вал **I** имеет буртик, который входит в хомут **33** с двумя шаровыми головками **31** и **32**; головка **32** прижата пружиной **34** к корпусу бабки, а головка **31** получает продольные перемещения от поршней **26** гидропривода. Поршни **26** покачивают хомут **33** и осуществляют возвратно-поступательные движения вала **I**.

Кинематические цепи подачи инструментов 15 и 19 для правки кругов. Перемещение каретки с инструментом для правки шлифовального круга производится гидроцилиндром **27**. Поперечная подача инструмента производится вручную при вращении маховичка **21** и винта с шагом $P=1{,}5$ мм. Лимб маховичка имеет 150 делений, поэтому при повороте маховичка на одно деление каретка **20** подает инструмент **19** «на врезание» на 0,01 мм. Механизм правки ведущего круга **16** имеет аналогичное устройство.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 1 (рис. 58, а) выполнена в виде отливки коробчатого сечения с мостиком **18** для крепления суппорта, с прямоугольными роликовыми направляющими **15** для движения шлифовальной бабки **6** и такими же направляющими для движения бабки **12** ведущего круга. Точное перемещение каждой из бабок по направляющим регулируется клиньями **14** и болтами **4**.

На левом и правом торцах станины имеются ниши, закрытые крышками **16**, для размещения электрооборудования и гидропривода. В средней части станины за дверцей **19** расположены насос и резервуар системы смазки. Управление станком производится с пультов **2**, **5** и **17**.

Т-образные пазы **а** и **б** могут быть использованы для крепления загрузочных устройств или других приспособлений.

Шлифовальная бабка 6 выполнена в виде чугунной отливки со щитками, закрывающими ее левую сторону. Внутри бабки расположены шпиндель шлифовального круга, балансировочное приспособление, приспособление для осциллирования движений шлифовального круга **7**, приспособление для правки шлифовального круга и механизм поперечной подачи бабки.

Бабка ведущего круга состоит из двух основных частей: каретки **11** и поворотной части **9**. Винтом **3** по шкале **20** можно устанавливать поворотную часть **9** и шпиндель ведущего круга под углом (от $+4°$ до $-2°$) к шпинделю шлифовального круга, который обеспечивает нужную величину продольной подачи заготовки, и в этом положении закреплять четырьмя болтами (на схеме не показаны).

Внутри каретки **11** расположены приспособление для правки ведущего круга и механизм поперечной подачи ведущей бабки.

Суппорт 13 предназначен для крепления опорного ножа **10**, передних и задних направляющих щек. Нож служит опорой для заготовки

во время шлифования, а щеки — для направления заготовки при подводе к кругам и отводе от них. Суппорт крепится болтами в Т-образном пазу а мостика **18.**

Механизм поперечных подач (рис. 59, **в**) предназначен для поперечных перемещений шлифовальной бабки: ускоренного перемещения маховичком **2**, точного перемещения грибком **1** и подачи от гидропривода для компенсации износа шлифовальных кругов. Вращение от маховичка **2** передается через шпонку **11** на вал **20.** Откидной упор **5** на оси **6**, в который упирается планка **4** лимба **3**, ограничивает поворот маховичка **2.**

Если при шлифовании упор **5** ограничивает поворот маховичка **2** при диаметре шлифуемой поверхности, большем чем предусмотрено чертежом, то дополнительное перемещение шлифовальной бабки производится грибком **1** относительно зубьев **22** втулки **21.**

Подача от гидропривода для компенсации износа шлифовальных кругов производится при нагнетании масла в гидроцилиндр **19.** При этом поршень **18** перемещается до упора в штуцер **7**, поворачивая собачкой **15** храповое колесо $z=160$, соединенное с маховичком **2.** Обратный ход поршню **18** сообщается пружиной **12**, а ограничивается кольцом **13.** Головкой **8** устанавливают нужную величину обратного, а следовательно, и прямого хода поршня **18**, изменяя таким образом величину подачи при компенсации. Поворот храпового колеса $z=160$ на один зуб соответствует подаче $s=\frac{1}{160}\cdot\frac{2}{30}\cdot 6=\frac{1}{400}=0{,}0025$ мм.

Рукояткой **14** включают или отключают собачку **15.** В этих положениях собачка удерживается колпачком **16** и пружиной **17.** Пружины **9** и диск **10** удерживают маховичок **2** и храповое колесо $z=160$ от самопроизвольного поворота.

Механизм врезания (рис. 59, **б**) предназначен для поперечных перемещений шлифовальной бабки от гидропривода при шлифовании заготовок с подачей «на врезание». С помощью этого механизма автоматически осуществляются: быстрый подвод, подача «на врезание» и быстрый отвод шлифовальной бабки.

Гидроцилиндры **6** и **7** механизма закреплены неподвижно на кронштейне **10.** Быстрый подвод производится при перемещении поршнем **8** ходового винта **9** до упора ролика **3** в поверхность копира **4.** Перемещение копира **4** при подаче «на врезание» производится поршнем **5**, ход которого регулируется упором **1.** При одновременном перемещении поршней **8** и **5** происходит быстрый отвод шлифовальной бабки. Величина обратного хода регулируется упором **2.**

Механизмы подачи инструментов для правки кругов (рис. 59, **а**). Абразивные круги правятся инструментами **15** и **19** (обычно алмазными карандашами).

На основании **25** механизма правки шлифовального круга расположены цилиндр **27** и направляющие для движения нижней каретки **30.** При поступлении масла в цилиндр **27** поршень **28** перемещает шток **29** и нижнюю каретку **30** попеременно то в одну, то в другую сторону на 220 мм. Такое перемещение необходимо для правки круга по всей его ширине.

На каретке **30** расположена промежуточная каретка **22**, которая под действием пружины прижата пальцем **23** к шаблону **24.** Профиль шаблона **24** соответствует профилю шлифуемой заготовки и, следовательно, обеспечивает требуемый профиль при правке шлифовального круга **17.** При продольном перемещении нижней каретки **30** палец **23** движется по шаблону, перемещая промежуточную каретку **22** в поперечном направлении. На промежуточной каретке **22** расположена каретка **20** с алмазным карандашом, которая перемещается вручную маховичком **21.**

Устройство суппорта для шлифования «напроход». На рис. 59, г показаны основные детали суппорта и посадочные размеры для кругов. Корпус **3** суппорта закреплен болтами на мостике **4.**

Для установки ножа **8** на нужную высоту маховичком **1** поворачивают ось с двумя эксцентриками, перемещающими нож по вертикали в пределах 15 мм. Деления лимба **2** указывают величину перемещения ножа в мм. Поднимают и опускают нож **8** при наладке станка, чтобы ось шлифуемых заготовок находилась выше осей шлифовального **11** и ведущего **10** кругов на 0,15—0,25 диаметра шлифуемых изделий.

Для направления заготовок с обеих сторон шлифовальных кругов расположены четыре щеки: со стороны ведущего круга **10** — две передние щеки **9,** со стороны шлифовального круга **11** — две задние щеки **7.** Положения передних щек регулируют винтом **6,** задних — винтом **5.**

Гидропривод станка (рис. 60) осуществляет поперечные перемещения шлифовальной бабки, выталкивание изделия, подачу инструментов, производящих правку кругов, осциллирующее движение шлифовального круга и подачу смазки к подшипникам шпинделей кругов.

Насос **16** включают только на период работы с автоматическим или полуавтоматическим циклом шлифования «на врезание» и при правке шлифовального или ведущего кругов.

Насос **16** подает масло по трубопроводам **21, 22** в гидропанель **1,** к распределителю **12,** к цилиндру **6** и к кранам **14** и **15.**

Насос **17** подает масло по трубопроводу **23** в гидропанель **2** осциллирования и к распределителю **13,** а по трубопроводу **24, 25, 26** масло поступает для смазывания подшипников шпинделей. Максимальное давление масла создается: в трубопроводе **22** до 1—1,5 МПа (10 — 15 кгс/см^2) — напорным золотником **18(1);** в трубопроводе **23** до 0,5 МПа (5 кгс/см^2) — напорным золотником **18(2)** и в трубопроводе **25** до 0,02—0,05 МПа (0,2—0,5 кгс/см^2) — напорным золотником **18(3).**

Гидропанель **1** управляет автоматическим циклом движений шлифовальной бабки с помощью золотников **1.1, 1.2** и **1.3,** напорного золотника **11,** распределителя **12,** цилиндров **4** и **5.**

Гидропанель **2** через реверсивные золотники **2.1, 2.2** и толкатель **2.3** сообщает шпинделю шлифовального круга возвратно-поступательные осевые движения, необходимые для того, чтобы при вращении шлифовальный круг совершал осциллирующее движение.

При подготовке станка к пуску включается насос **17,** который нагнетает масло по трубопроводам **23, 24, 25, 26** в полости **2.11** и **27.** Из этих полостей масло подается для смазывания подшипников скольжения шпинделей кругов. Для лучшей циркуляции часть масла выпускается из полостей через демпферы **20(1), 20(2)** и сливные трубы. После заполнения полостей давление масла в них и в трубопроводе **28** повышается, и поршень реле давления **9(1)** включает нормально разомкнутые контакты микропереключателя **B1.** После этого становится возможным включение электродвигателя привода главного движения и рабочего цикла станка.

Полуавтоматический цикл шлифования «на врезание» включают кнопкой «Врезание» на пульте **5** (рис. 58, **а**). Включается электромагнит **12.1** (рис. 60), который перемещает распределитель **12** в положение **а.**

Быстрый подвод шлифовальной бабки. При положении **а** распределителя **12** масло от насоса **16** по трубопроводам **21, 22, 29, 30, 31, 32** поступает в левые полости **4.4** и **1.18** цилиндра **4** и золотника **1.3.** Одновременно из правых полостей **4.5** и **1.13** цилиндра **4** и золотника **1.3** масло уходит на слив по трубопроводам **33, 34** и **35.** Под давлением масла поршень **4.1** и золотник **1.3** перемещаются вправо.

Поршень 4.1 перемещает вправо шток 4.2, винт 36, червячное колесо $z=30$ и вместе с ним шлифовальную бабку. Происходит быстрый подвод шлифовального круга к изделию до положения, при котором ролик 4.3 упрется в копир 5.2.

Подача «на врезание». При перемещении поршня 4.1 вправо открывается проход масла из полости 4.4 по трубопроводу 37 в полость 5.5. Под давлением масла поршень 5.1 опускает копир 5.2. Освобождается путь для движения ролика 4.3. При этом под давлением масла в полости 4.4 поршень 4.1 производит подачу шлифовальной бабки «на врезание».

Скорость подачи «на врезание» зависит от скорости движения копира 5.2 вниз и регулируется скоростью выхода масла на слив из полости 5.4 по трубопроводу 38.

Так как при поступлении масла под давлением в трубопровод 32 и полость 1.18 золотник 1.3 перемещается вправо, то масло из трубопровода 38 через проточку 1.16, трубопровод 39 и дроссель 10(1) уходит на слив.

Скорость выхода масла на слив из полости 5.4 регулируют дросселем 10(1), устанавливая нужную скорость подачи «на врезание» в мм/мин.

Подача «на врезание» прекращается, когда копир 5.2 дойдет до упора 5.3.

При остановке поршня 5.1 давление в полости 5.5 и в трубопроводах 37, 32 и 40 повышается, вследствие чего напорный золотник 11 открывает проход масла из трубопровода 40 в трубопровод 41 и через демпфер 1.19 в полость 1.20. Под давлением масла золотник 1.2 перемещается вправо, вытесняя масло из полости 1.9 через демпфер 1.11, проточку 1.14 и трубопровод 42 на слив.

При правом положении золотника 1.2 открывается проход масла из полости 1.20 по каналу 1.22 в полость 1.24, и золотник 1.1 перемещается вправо, вытесняя масло из полости 1.4, через обратный клапан 1.7, демпфер 1.11, проточку 1.14 и трубопровод 42 на слив.

В указанной выше последовательности при движении шлифовальной бабки вправо золотники 1.3, 1.2 и 1.1 перемещаются из левого положения в правое.

При левом положении золотника 1.1 масло под давлением по трубопроводам 22, 43, каналам 1.8, 1.25 через проточку 1.26 поступает в реле давления 9(2). Под давлением масла реле 9(2) замыкает контакты микропереключателя В2, который включает электромагнит 12.1.

При перемещении золотника 1.1 в правое положение канал 1.25 соединяется с каналом 1.23, в котором при неподвижном поршне 5.1 давление отсутствует. Поэтому реле 9(2) размыкает контакты микропереключателя В2, включая электромагнит 12.1. В результате распределитель 12 под действием пружины перемещается в положение б.

Обратный ход шпинделей бабки. При положении б распределителя 12 масло по трубопроводам 30, 34, 33 поступает под давлением в полости 4.5 и 1.13 цилиндров 4 и золотника 1.3, перемещая их влево. Одновременно из полости 4.4 и 1.18 масло уходит на слив по трубопроводам 32, 31 и 35. При быстром движении поршень 4.1 перемещает влево винт 36, червячное колесо $z=30$ и шлифовальную бабку.

При левом положении золотника 1.3 масло из полости 1.13 по каналам 1.12, 1.17 и трубопроводу 38 поступает под давлением в полость 5.4, сообщая поршню 5.1 и копиру 5.2 движение вверх. Масло из полости 5.5 уходит на слив через трубопровод 37, обратный клапан 4.6 и трубопроводы 32, 31, 35. Одновременно из полости 1.13 масло под давлением по каналу 1.12 через демпфер 1.11 поступает в полость 1.9, перемещая золотник 1.2 в левое положение. Из полости 1.20

масло уходит на слив через демпфер 1.19, трубопровод 41, обратный клапан 11.1 и трубопроводы 40, 32, 31, 35.

Выталкивание обработанного изделия. При крайних положениях золотника 1.2 масло из трубопровода 43 через проточки золотника 1.2 по каналам 1.10, 1.5 и по трубопроводу 44 поступает в полость 6.3, удерживая поршень 6.1 и толкатель 6.4 в отведенном положении.

При перемещении влево золотник 1.2 перекрывает средним буртом канал 1.10, закрывая проход масла в трубопровод 44, и открывает выход масла из полости 6.3 по трубопроводу 45, каналам 1.5 и 1.15 через проточку 1.14 и трубопровод 42 на слив.

Так как в полость 6.2 масло всегда поступает под давлением по трубопроводам 22, 29, 46 и 47, то при выпуске масла из полости 6.3 на слив происходит быстрый ход поршня 6.1 вперед, при котором толкатель 6.2 выталкивает изделие.

При перемещении золотника 1.2 влево масло вновь поступает под давлением в полость 6.3, отводя поршень 6.1 и толкатель 6.2 назад.

Подготовка гидропривода к следующему циклу. При левом положении золотника 1.2 открывается проход масла из полости 1.9 по каналу 1.27 через дроссель 1.6 в полость 1.4. Под давлением масла золотник 1.1 перемещается влево, вытесняя масло из полости 1.24 через обратный клапан 1.21, демпфер 1.19, трубопровод 41, обратный клапан 11.1 и трубопроводы 40, 32, 31 и 35 на слив.

При левом положении золотника 1.1 открывается проход масла из трубопровода 43 по каналу 1.8, проточке 1.26, каналу 1.25 в реле 9(2). Под давлением масла реле замыкает контакты микропереключателя В2, который включает электромагнит 12.1 для осуществления цикла шлифования следующей заготовки.

Автоматический цикл отличается от полуавтоматического тем, что каждый следующий цикл включается автоматически с помощью реле давления 9(2). При автоматическом цикле нужно регулировать время выдержки шлифовальной бабки в левом положении. Это время зависит от скорости перемещения золотника 1.1, которую регулируют дросселем 1.6.

Время выдержки шлифовальной бабки в правом положении после окончания врезания изменяют, регулируя сжатие пружины напорного золотника 11. При увеличении сжатия пружины время выдержки увеличивается, при ослаблении — уменьшается.

Гидропривод осцилляции приводится в действие маслом, поступающим под давлением по трубопроводам 23, 48 и каналу 2.4 в золотник 2.1 к сечению а крана 2.18 и через дроссель 2.17 в золотник 2.2.

Для включения гидропривода проход масла из канала 2.4 через кран 2.18 должен быть перекрыт. При таком положении крана масло, поступающее в золотники 2.1 и 2.2, поочередно перемещает их и толкатель 2.3 в направлении, указанном стрелками А и Б.

При перемещении золотника 2.1 в направлении стрелки А масло из канала 2.4 через проточку 2.24 поступает в полость 2.14, перемещая золотник 2.2 в направлении стрелки А и вытесняя масло из полости 2.8 по каналам 2.7, 2.22 через проточку 2.6 на слив.

При положении А золотника 2.2 масло из канала 2.4 через дроссель 2.17, проточку 2.15 и канал 2.13 поступает в полость 2.12, передвигая толкатель 2.3 в направлении стрелки А. Масло из полости 2.10 по каналам 2.9, 2.16 уходит на слив. Следовательно, при перемещении золотника 2.1 в направлении стрелки А следом за ним в этом же направлении перемещаются золотник 2.2 и толкатель 2.3. Одновременно с движением толкателя масло из канала 2.13 через сечение б крана 2.18, канал 2.20 и дроссель 2.26 поступает в полость 2.5, сдвигая золотник 2.1 в направлении стрелки Б. При этом масло из полости 2.19 через дроссель 2.23 и каналы 2.21, 2.27, 2.9 и 2.16 уходит на слив.

После перемещения золотника **2.1** в положение **Б** происходят действия, аналогичные изложенным выше, вследствие чего золотник **2.2** и толкатель **2.3** перемещаются в направлении стрелки **Б**.

Величина хода толкателя **2.3** и шпинделя шлифовального круга зависит от времени переключения золотника **2.1**. Она регулируется дросселями **2.26** и **2.23**.

При повороте крана **2.18** открывается проход масла под давлением из канала **2.4** через сечение **а** крана **2.18** по каналам **2.21** и **2.27** в полость **2.10** толкателя. При этом толкатель удерживает шпиндель шлифовального круга от осевых перемещений.

Плунжер **2.25** под действием пружин находится в среднем положении. При увеличении усилия для перемещения толкателя **2.3** сверх нормального под действием повышенного давления масла плунжер **2.25** перемещается из среднего положения, перекрывая канал **2.20** или **2.27** и выключая этим осциллирующее движение.

Гидропривод подачи, компенсирующей износ шлифовального круга. Чтобы компенсировать износ шлифовальных кругов, влияющий на точность обрабатываемого изделия, нужно совершить подачу шлифовальной бабки. Для этого включают электромагнит **13.1**. Распределитель **13** занимает положение **а**. Масло под давлением поступает в цилиндр **3** и перемещает поршень. Собачка, закрепленная на поршне, поворачивает круговое колесо, осуществляющее перемещение бабки.

Гидропривод механизмов правки кругов. Поворотом крана **14** включают подачу масла из трубопровода **51** в штоковую (или поршневую) полость цилиндра **7** и слив масла из противоположной полости цилиндра через трубопровод **52** и дроссель **10(2)**. Поршень **7.1** сообщает каретке **7.2** и алмазному карандашу **7.3** продольную подачу для правки шлифовального круга.

Правка ведущего круга производится аналогично алмазным карандашом **8.3**. Масло на слив уходит через дроссель **10(3)**.

Скорость продольной подачи при правке регулируют дросселями **10(2)** и **10(3)**.

ВНУТРИШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3Б250

Назначение станка и общее устройство

Станок предназначен для шлифования цилиндрических и конических отверстий диаметром от 50 до 200 мм в заготовках длиной до 200 мм с наружным диаметром до 400 мм. Наибольший угол при вершине конических отверстий 60°.

Для высокопроизводительного шлифования отверстий небольшого диаметра (50—80 мм) станок по особому заказу оснащается дополнительным быстроходным шпинделем.

Станок имеет торцешлифовальное приспособление, что позволяет шлифовать с одной установки кроме отверстия и наружный торец изделия. Применяется станок в индивидуальном и серийном производстве.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 61.

Основные узлы станка: станина **1**, передняя бабка **5**, стол **24**, шлифовальная бабка **20**, торцешлифовальное приспособление **13**, аппарат правки **9**.

Обрабатываемую заготовку закрепляют в кулачках патрона передней бабки **5**. Для шлифования заготовки включают вращение шлифовального круга **16**, круговую подачу заготовки и продольное возвратно-

поступательное движение стола **24**. При автоматическом цикле в конце каждого двойного хода стола совершается поперечная подача бабки **20** для врезания шлифовального круга на заданную глубину.

При обработке отверстия до заданного диаметра поперечная подача шлифовального круга автоматически выключается. По мере надобности производят правку шлифовального круга, которая осуществляется автоматически алмазом, установленным в оправку аппарата **9**.

При необходимости можно производить вручную маховичком **19** грубую (ускоренную) или тонкую (замедленную) поперечную подачу шлифовальной бабки **13**, а маховичком **23** — продольную подачу стола **24**.

Кинематическая схема станка

Движения в станке: главное движение — вращение шлифовального круга **8** (рис. 62); круговая подача — вращение заготовки; продольная подача стола **16**; поперечная подача шлифовальной бабки **9**; вращение, продольное и осевое перемещения торцешлифовального круга **7**.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение на шпиндель **I** передается от электродвигателя **MI** через передачу со сменными шкивами D_1 и D_2. Со станком поставляется комплект шкивов: $D_1=125$, 155, 175, 188, 196, 212, 220, 235 мм и $D_2=45$, 60, 80 мм. Сменой шкивов устанавливают различные частоты вращения шпинделя **I**:

$$\text{от } n_{\text{I min}}=2870\,\frac{D_1}{D_2}=2870\,\frac{125}{80}=4500 \text{ об/мин}$$

$$\text{до } n_{\text{I max}}=2870\,\frac{235}{45}=15000 \text{ об/мин.}$$

Для шлифования отверстий небольшого диаметра устанавливают быстроходный шпиндель **III**, вращающийся от встроенного электродвигателя **M4** с частотой 18000 об/мин.

Кинематическая цепь круговой подачи заготовки. Вращение шпинделя **II** и закрепленной в патроне заготовки производится от электродвигателя **M2**, частоту вращения которого можно изменять в пределах от 130 до 1000 об/мин и соответственно частоту вращения шпинделя **II** в пределах от

$$n_{\text{II min}}=130\cdot\frac{120}{202}=80 \text{ об/мин} \quad \text{до } n_{\text{II max}}=1000\cdot\frac{120}{202}=600 \text{ об/мин.}$$

Для обработки конических поверхностей переднюю бабку **4** устанавливают на кольце **а** салазок **1** под нужным углом (в пределах до 30°) к оси шлифовального шпинделя вращением квадратного хвостовика **3**. Вращая квадратный хвостовик **2** вручную, можно перемещать салазки **1** и переднюю бабку **4** в поперечном направлении в пределах до 150 мм.

Кинематические цепи поперечной подачи шлифовальной бабки. Поперечная подача шлифовальной бабки осуществляется винтом **VI** вручную или автоматически и может быть грубой (ускоренной) или тонкой (замедленной).

Грубую подачу шлифовальной бабки вручную включают поворотом кнопки **19** на 90° против часовой стрелки. Эксцентриковый валик **20** выводит из зацепления зубчатые колеса z_1—z_2; z_3—z_4 и, поворачивая рычаг **21**, подводит собачку **22** к зубьям колеса z_1. Маховичок **18** соединяется собачкой с винтом **VI** и за один оборот маховичка бабка **9** перемещается на шаг винта $P=6$ мм. Лимб **24** имеет 200 делений. При повороте маховичка на одно деление лимба бабка перемещается на $\frac{6}{200}=0{,}03$ мм.

Тонкими подачами шлифовальной бабки вручную пользуются для врезания в заготовку шлифовального круга на заданную глубину. Так как в этом случае поперечное перемещение шлифовальной бабки должно производиться с большой точностью, то поворотом кнопки **19** на 90° по часовой стрелке отводят собачку **22** от колеса z_1 и вводят в зацепление зубчатые колеса z_1—z_2; z_3—z_4 — включается планетарная передача, замедляющая вращение винта **VI**. Планетарная передача расположена внутри маховичка **18**. При его вращении шестерни-сателлиты z_2 и z_3, обкатываясь по неподвижно закрепленному центральному колесу z_4, медленно вращают колесо z_1 и вал **VI**.

Соотношение между частотами вращения валов эпициклической передачи находят по формуле

$$\frac{n_1-n_0}{n_4-n_0}=\frac{z_2z_4}{z_1z_3}(-1)^m=\frac{22}{24}\cdot\frac{23}{23}(-1)^2=\frac{11}{12}.$$

Ведущим является маховичок **18** (водило), его частота n_0; ведомыми — колесо z_1 и винт **VI**, их частота n_1; колесо z_4 закреплено неподвижно, его частота $n_4=0$. Из предыдущего уравнения находим частоту вращения винта **VI**:

$$n_1-n_0=\frac{11}{12}(n_4-n_0)=\frac{11}{12}n_4-\frac{11}{12}n_0=-\frac{11}{12}n_0;\quad n_1=\frac{12}{12}n_0-\frac{11}{12}n_0=\frac{1}{12}n_0.$$

Передаточное отношение планетарной передачи равно отношению частоты вращения ведомого вала n_1 к частоте вращения ведущего вала n_0: $u=\frac{n_1}{n_0}=\frac{1}{12}$. При включении тонкой подачи за один оборот маховичка **18** шлифовальная бабка переместится на

$$s=uP=\frac{1}{12}\cdot 6=0{,}5 \text{ мм/об.}$$

На маховичке **18** установлен лимб **24**, который удерживается трением двух подпружиненных стаканчиков **23**. При повороте маховичка **18** на одно деление лимба совершается поперечная подача шлифовальной бабки: $s'=\frac{0{,}5}{200}=0{,}0025$ мм.

Для настройки станка на работу с **тонкой автоматической поперечной подачей** шлифовальной бабки нужно:

— повернуть эксцентриковый валик **20** кнопкой **19** на 90° по часовой стрелке;

— закрепить кулачок **32** на линейке **31** так, чтобы при крайнем левом положении стола ролик **30** поднимался по наклонной поверхности кулачка **32**, поворачивая рычаг **35** с собачкой **34** и осуществляя поперечную подачу;

— поворотом кнопки **25** установить нужную величину поперечной подачи.

Сначала собачка **34** скользит по щитку **33** и, перейдя на храповое колесо $z=200$, поворачивает его на K зубьев, т. е. на $\frac{K}{200}$ оборота. Храповое колесо $z=200$ соединено с корпусом маховичка **18** и через планетарную передачу с передаточным отношением $\frac{1}{12}$ приводит во вращение зубчатое колесо z_1 и винт **VI**.

При повороте храпового колеса на $\frac{K}{200}$ оборота совершается тонкая поперечная подача шлифовальной бабки

$$s''=\frac{K}{200}\cdot\frac{1}{12}\cdot 6=\frac{K}{400}=0{,}0025\ K \text{ мм/дв. ход.}$$

При движении стола вправо ролик **30** сходит с поверхности кулачка **32** на поверхность линейки **31**, при этом пружина **36** возвращает рычаг **35** и собачку **34** в правое положение.

Величина подачи регулируется поворотом щитка **33** на оси винта **VI** по (или против) часовой стрелки.

На оси кнопки **25** установлены шестерни **27** и диск **28** со штифтом **29**, который под действием пружины **26** заходит в одно из шести отверстий основания шлифовальной бабки. Штифт **29** удерживает в нужном положении шестерню **27**, зубчатый сектор **37** и щиток **33**. Чтобы повернуть кнопку **25**, ее оттягивают «на себя», сжимают пружину **26** и выводят штифт **29** из отверстия. Риска на кнопке должна находиться против одной из цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, обозначающей номер отверстия, в которое входит штифт **29**. Эти цифры указывают также, на какое число зубьев K повернет собачка **39** храповое колесо $z=200$ при крайнем левом положении стола **16**. Так как тонкая поперечная подача равна $s''=0{,}0025K$, то установкой кнопки **25** можно получать следующие поперечные подачи: 0,0025; 0,005; 0,0075; 0,01; 0,0125 мм/дв. ход.

Грубая автоматическая поперечная подача включается так же, как и тонкая, поворотом эксцентрикового валика 20 кнопкой **19** на 90° против часовой стрелки. Планетарная передача отключается и включается вращение винта **VI** непосредственно храповым колесом $z=200$ и маховичком **18**. Подача увеличивается в 12 раз и при повороте храпового колеса на один зуб равна 0,03 мм/дв. ход.

Дозированной поперечной подачей называется перемещение шлифовальной бабки на величину 0,0025 мм при каждом нажатии рукой на рычаг **10**, который поворачивает собачкой **39** храповое колесо $z=200$ на один зуб. Винтом **11** регулируют величину поворота рычага **10**.

Автоматическое отключение механизма поперечной подачи. Для ввода в действие устройства автоматического выключения подачи кнопку **17** вытягивают «на себя» и поворачивают на 90° против часовой стрелки, устанавливая рычаг **15** в левое положение (рис. 62). При этом храповое колесо $z=200$, маховичок **18** и лимб **24** механизмом поперечной подачи устанавливаются в положение, при котором штифт **14** лимба нажмет на рычаг **15** и повернет его и сидящий на одной оси с ним рычаг **13** против часовой стрелки. Рычаг **13** нажмет на палец **12** и повернет по часовой стрелке винт **VI**, хомутик **38** и щиток **33**. Щиток **33** перекроет все зубья храпового колеса $z=200$, расположенные на пути движения собачки **34**. Этим достигается автоматическое выключение поперечной подачи, которое всегда происходит при одном и том же положении лимба **24**.

Если поперечная подача выключается при меньшем диаметре d_1 обрабатываемой заготовки, чем заданный диаметр d_2, то по формуле

$$p=\frac{d_2-d_1}{2\cdot 0{,}0025}=\frac{d_2-d_1}{0{,}005}$$

определяют число делений p, на которые нужно сдвинуть назад лимб **24** относительно маховичка **18**, чтобы при следующем автоматическом выключении подачи получить точный размер шлифуемой поверхности.

Для отключения устройства автоматического выключения поперечной подачи кнопку **17** вытягивают «на себя» и поворачивают рычаг **15** на 90° по часовой стрелке в положение, изображенное на рис. 62 штриховой линией. В этом случае штифт **14** лимба **24** проходит в стороне от рычага **15** и автоматического выключения поперечной подачи не происходит.

Кинематические цепи продольной подачи стола. Для продольной подачи стола при обработке заготовок пользуются гидравлическим приводом. Масло под давлением поступает в гидроцилиндр **44** и шестерня $z=16$ выходит из зацепления с рейкой $m=3$ мм. Механизм продольной

ручной подачи отключен и маховичок **40** можно вращать только вхолостую.

Торцы изделия обычно обрабатывают шлифовальным кругом **7** торцешлифовального приспособления. Торцы можно также шлифовать шлифовальным кругом **8**.

Продольное перемещение стола для подачи круга **8** «на врезание», подвод и отвод круга осуществляют вращением маховичка **40** вручную при отключенном гидроприводе. При выключении гидропривода масло из цилиндра **44** уходит на слив, под действием пружины шток **43** вводит шестерню $z=16$ в зацепление с рейкой $m=3$ мм, прикрепленной к столу **16**.

Действие механизма, установленного внутри маховичка **40**, аналогично действию механизма внутри маховичка **18**. Поэтому при повороте кнопки **41** на 90° по часовой стрелке включается тонкая продольная подача, осуществляемая через планетарную передачу, а при повороте кнопки **41** на 90° против часовой стрелки собачка **42** входит в зацепление с зубчатым колесом z_1, включая грубую продольную подачу стола.

Тонкие продольные подачи стола вручную. Пользуясь методом, примененным при определении тонких поперечных подач шлифовальной бабки, находим передаточное отношение $u=\frac{n_1'}{n_0'\cdot 40}$ планетарного механизма, передающего движение от маховичка **40** к зубчатому колесу z_1'. Отношение частот вращения валов планетарной передачи

$$\frac{n_1'-n_0'}{n_4'-n_0'}=\frac{z_2'\,z_4'}{z_1'\,z_3'}(-1)^m=\frac{30}{32}\cdot\frac{31}{31}(-1)^2=\frac{15}{16}.$$

Колесо z_4' закреплено неподвижно, поэтому

$$n_4'=0 \text{ и } n_1'-n_0'=\frac{15}{16}(n_4'-n_0')=\frac{15}{16}\,n_4'-\frac{15}{16}\,n_0'=-\frac{15}{16}\,n_0',$$

откуда $n_1'=\frac{16}{16}\,n_0'-\frac{15}{16}\,n_0'=\frac{1}{16}\,n_0'$.

Передаточное отношение планетарной передачи $u=\frac{n_1'}{n_0'}=\frac{1}{16}$.

При включенной тонкой подаче за один оборот маховичка **40** стол переместится на $s_2'=1\cdot\frac{1}{16}\cdot\frac{17}{53}\cdot\frac{17}{53}\cdot\pi\cdot 16\cdot 3=1{,}02$ мм/об.

Вместе с маховичком **40** вращается лимб, который имеет 100 делений. При повороте маховичка на одно деление лимба стол переместится на $s_1'=\frac{1{,}02}{100}=0{,}0102\approx 0{,}01$ мм/дел.

Грубые продольные подачи стола вручную. При включении грубой подачи за один оборот маховичка **40** собачка **42** повернет зубчатое колесо z_1' тоже на один оборот, и продольная подача стола будет

$$s_3'=1\cdot\frac{17}{53}\cdot\frac{17}{53}\cdot\pi\cdot 16\cdot 3=16{,}3 \text{ мм/об.}$$

Величина грубой подачи в 16 раз больше тонкой.

Торцешлифовальное приспособление предназначено для шлифования торцов заготовки кругом **7**. Круг вращается от электродвигателя **М3** с частотой

$$n_V=2870\cdot\frac{111}{75}\cdot 0{,}985=4250 \text{ об/мин.}$$

Грубая осевая подача приспособления включается при отсоединенном от червячного колеса $z=66$ маховичке **5** и им можно непосред-

ственно вращать вал **VIII** и реечную шестерню $z=14$. За один оборот маховичка **5** торцешлифовальное приспособление и шлифовальный круг перемещаются на

$$s_1=1\cdot\pi zm=1\cdot\pi\cdot 14\cdot 1{,}5=66 \text{ мм}.$$

С маховичком соединен лимб с 66 делениями. При повороте маховичка на одно деление лимба совершается осевое перемещение шлифовального круга на

$$s_2=\frac{s_1}{66}=\frac{66}{66}=1 \text{ мм}.$$

Тонкая осевая подача приспособления включается при соединении червячного колеса $z=66$ с маховичком **5** и валом **VIII**. Поэтому вал **VIII** можно вращать только маховичком **6** через червячную передачу.

За один оборот маховичка шлифовальный круг перемещается на $s_3=\frac{1}{66}\pi\cdot 14\cdot 1{,}5=1$ мм. Маховичок **6** имеет лимб со 100 делениями.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 1 (рис. 61) служит основанием станка. На ее поверхности имеются комбинированные направляющие для продольного движения стола **24**. Сзади станины находится обработанная поверхность и Т-образный паз для крепления аппарата **9** правки. В нишах станины расположены: *под крышками 25, 27 и 33 гидропривод станка, под крышкой* **36** электроаппаратура.

Передняя бабка 5, несущая шпиндель с патроном, служит для крепления и вращения обрабатываемой заготовки. Передняя бабка установлена на мосту на левой стороне станины. Под пролетом моста свободно проходит левая часть стола **24**, для безопасности огражденная кожухом **4**. Расположение передней бабки на мосту позволяет удлинить направляющие стола, что повышает точность работы станка. На мосту имеются поперечные направляющие салазок **3**.

В корпусе передней бабки установлены: приводной электродвигатель, клиноременная передача и шпиндель с патроном.

Для предохранения от разбрызгиваемой охлаждающей жидкости патрон и заготовка закрыты кожухом.

Стол 24 служит для продольного перемещения шлифовальной бабки **20** от гидропривода или вручную — маховичком **23**. Длина хода стола и его реверс определяются переставными кулачками, закрепленными в переднем Т-образном пазу стола.

В шлифовальной бабке 20 (рис. 61) размещен механизм главного движения и перемещения шлифовального круга в продольном и поперечном направлениях.

Шлифовальная бабка состоит из двух основных частей: основания **22** и корпуса **21**. Основание устанавливают и закрепляют на столе в нужном для работы положении. Продольную подачу шлифовального круга **16** осуществляют перемещением стола **24** вместе с основанием. По поперечным направляющим основания **22** винтом с гайкой перемещается корпус **21** шлифовальной бабки.

Поперечные подачи шлифовального круга могут быть механическими, осуществляемыми в конце хода стола влево от кулачка на линейке **8**, и ручными, осуществляемыми вращением маховичка **19**.

В корпусе **21** шлифовальной бабки расположены электродвигатель привода главного движения и шпиндель.

Для повышения безопасности работы на станке шлифовальный круг **16** при выходе из шлифуемого отверстия автоматически закрывается кожухом **17**.

Для шлифования отверстий различных диаметров станок оснащен тремя сменными шпинделями **18**; один — для отверстий диаметром от 90 до 200 мм, второй — для отверстий диаметром от 65 до 105 мм и третий — для отверстий диаметром от 50 до 80 мм.

Торцешлифовальное приспособление (рис. 61) предназначено для шлифования торцов заготовки кругом **12**.

Шлифовальному кругу **12** сообщается три движения: движение резания — вращение круга, быстрый подвод и подача круга вдоль шлифуемой поверхности, подача круга в осевом направлении.

Вращение шлифовального круга включается и отключается кнопками кнопочной станции **6**. Правка торца круга производится алмазом, вставленным в оправку **10**. Оправка устанавливается в рабочее положение или отводится рукояткой **14**.

Продольная подача алмаза при правке осуществляется вручную вращением рукояткой **11** реечной шестерни (на рис. не показана), которая подает под углом 5° к торцовой поверхности круга **12** рейку и оправку **10** с инструментом. Вращением лимба **15** производят подачу «на врезание» инструмента для правки.

Быстрый подвод и подачу круга 12 вдоль шлифуемой поверхности осуществляют поворотом рукоятки **35** вниз вручную. В верхнем отведенном положении шлифовальный круг удерживается противовесом **34**.

Подача круга 12 в осевом направлении. Поворотом рукоятки **7** против часовой стрелки включается грубая, а по часовой стрелке — тонкая подача.

На торцовой поверхности червячного колеса $z=66$ (рис. 62) имеется кольцевая канавка **б**. В эту канавку входит головка болта, на резьбу которого навинчивается рукоятка **7** (рис. 61).

Гидропривод станка. От гидропривода в станке осуществляют:

1 — пуск, остановку и продольные возвратно-поступательные движения стола и разгрузку гидропривода;

2 — независимое бесступенчатое регулирование скорости движения стола на участке шлифования изделия и на участке правки шлифовального круга;

3 — автоматический возврат стола из зоны правки в зону шлифования после кратковременной правки и переключение движения стола на длительную правку;

4 — гидравлическое блокирование рукоятки [**а, 32**] при переводе стола в зону правки и при отводе стола в правое положение при выходе стола из зоны правки — автоматически отводится алмаз и прекращается подача охлаждающей жидкости; при включении гидравлического перемещения стола автоматически включается механизм для подачи стола вручную.

На схеме (рис. 63) положение элементов гидравлического привода соответствует периоду шлифования заготовки. Шестеренный насос **3** засасывает масло из бака **1** через фильтр **2** и трубопровод **22** и нагнетает его по трубопроводам **23, 24, 25** к крану **6** и золотникам **13** и **16**, а по трубопроводу **26** на смазку. Напорным золотником **5** регулируют максимальное давление масла в гидроприводе. На период шлифования кран **6** поворачивают рукояткой [**а, 29**] в положение **а** — «пуск». Масло поступает по трубопроводам **24, 27** к золотнику реверса **7.2** и золотнику управления **7.1**. Устройство золотниковой коробки аналогично коробке станка модели 3Б151 (рис. 57).

Действие золотников управления **7.1** и реверса **7.2** изложено в описании гидравлических приводов предыдущих станков; напомним лишь, что в конце каждого хода стола кулачки **28** и **29** поворачивают

рукоятку [а, 28], которая перемещает золотник управления 7.1 поочередно то в правое, то в левое положение. Следом за золотником управления 7.1 вправо или влево переключается и реверсивный золотник 7.2. Плавность реверса золотника 7.2 регулируется дросселями паузы 7.3 и 7.4, а плавность разгона стола — дросселями 7.5 и 7.6.

На рис. 63 золотники 7.1 и 7.2 изображены в правом положении, в которое они переместились в результате поворота рукоятки [а, 28] кулачком 28 в конце хода стола влево.

При правом положении золотников 7.1 и 7.2 масло из трубопровода 27 через проточки 7.9, 7.10 по трубопроводу 30 поступает в полость 8.3 цилиндра 8, перемещая поршень 8.1 со штоком и стол 31 вправо. Масло из полости 8.2 по трубопроводу 32 через проточку 7.8, канал 7.7, проточки 7.14, 7.13, канал 7.12, проточку 7.11 уходит на слив через трубопровод 33.

Аналогично, при левом положении золотников 7.1, 7.2 стол 31 перемещается влево. Масло из трубопровода 27 поступает в полость 8.2 и уходит на слив из полости 8.3 по трубопроводу 30 через золотниковую коробку в трубопровод 33. По трубопроводу 33 масло поступает к распределителю 11.1 и дросселю 10. В период шлифования распределитель 11.1 под действием пружин занимает среднее положение б при среднем положении рукоятки [а, 32]. Масло уходит на слив из трубопровода 33 двумя параллельными потоками: один — через распределитель 11.1 и дроссель 11.2 в трубопровод 34, другой — через дроссель 10 и трубопроводы 35 и 34. Из трубопровода 34 масло сливается через предохранительный клапан 12, который создает в трубопроводе противодавление, устраняющее воздушные подушки в гидросистеме.

Дросселем 11.2 и рукояткой [а, 31] регулируют скорость подачи стола при шлифовании, а дросселем 10 и рукояткой [а, 30] устанавливают скорость движений стола при правке шлифовального круга.

Процесс шлифования продолжается, пока рукоятка [а, 32] находится в среднем положении, а золотники 13 и 16 занимают среднее положение б. Поэтому масло из полостей 18.3 и 18.2 цилиндра по трубопроводам 36, 37, 38 и 39 уходит на слив. Поршень 18.1 под действием пружин находится в среднем положении, при котором кулачки 29 и 28, нажимая на хвостовик а, поворачивают рукоятку [а, 28]. При повороте рукоятки [а, 28] изменяется положение золотников 7.1 и 7.2 и совершается реверс движения стола. Станок работает с продольной подачей, пока станочник не повернет рукоятку [а, 32].

Правка шлифовального круга включается поворотом рукоятки [а, 32] влево. При этом коромысло рукоятки перемещает золотники 13 и 16 в положение в. Масло из трубопровода 25 поступает под давлением по трубопроводам 38 и 37 в полость 18.2 цилиндра 18, а из полости 18.3 уходит на слив по трубопроводам 36 и 39. Под давлением масла в полости 18.2 поршень опускается в нижнее положение, и хвостовик а рукоятки [а, 28] проходит под кулачком 28 в зону между кулачками 28 и 40. При перемещении стола в эту зону планка 17.2 нажимает на толкатель 17.1, опуская контрольный золотник 17 в положение а.

При положении в золотника 16 и положении а золотника 17 масло из трубопровода 25 по трубопроводам 41, 42, 43 поступает под давлением в правую полость распределителя 11.1, сдвигая его влево, и одновременно по трубопроводам 44, 45 в цилиндры 20 и 21. Из левой полости распределителя 11.1 масло вытесняется на слив по трубопроводам 46, 47 и 39 через сечение а золотника 17 и сечение в золотника 13.

Под давлением масла поршень цилиндра 20 поворачивает в рабочее (горизонтальное) положение оправку с алмазом, подводя алмаз к поверхности шлифовального круга. Поршень цилиндра 21 отводит клапан 21.1 от седла, открывая подачу охлаждающей жидкости на шлифо-

вальный круг при правке. Распределитель **11.1**, перемещаясь влево, в положение **в**, перекрывает проход масла через дроссель **11.2**. Масло из трубопровода **33** при правке круга идет на слив только через дроссель **10**. Поэтому стол при правке круга перемещается со скоростью, на которую дроссель **10** отрегулирован рукояткой [**а, 30**]. Эта скорость меньше скорости при шлифовании.

При положении **а** золотника **17** и положении **в** золотников **13** и **16** масло под давлением из трубопровода **25**, а также из трубопроводов **41** и **48** поступает в цилиндр блокировки **15** и уходит на слив из цилиндра **14** по трубопроводам **49**, **47** и **39**. Поэтому поршень цилиндра **15** при нажатом толкателе **17.1** золотника **17** удерживает рукоятку [**а, 32**] в левом положении после того, как она отпущена станочником.

Кратковременная правка производится каждый раз при повернутой влево рукоятке [**а, 32**]. При этом стол перемещается вправо до тех пор, пока кулачок **40**, повернув рычаг [**а, 28**], не включит ход стола влево. В конце двойного хода стола при правке планка **17.2** сходит с толкателя **17.1**, и он под действием пружины **17.3** перемещается в положение **б**, при котором трубопроводы **42**, **46**, **48**, **49** соединяются со сливом. Вследствие этого стол перемещается в зону шлифования, рукоятка [**а, 32**], респределитель **11.1** и золотники **13** и **16** под действием пружин устанавливаются в среднее положение **б**, поршни цилиндров **20** и **21** под действием пружин отводят алмаз от шлифовального круга и перекрывают клапаном **21.1** поступление охлаждающей жидкости. Поршень **18.1** перемещает рукоятку [**а, 28**] в среднее по высоте положение. Кратковременная правка шлифовального круга автоматически заканчивается после двойного прохода алмаза по поверхности шлифовального круга.

Длительная правка. Для перехода к такой правке после выхода стола и шлифовального круга в зону правки нужно рукояткой [**а, 26**] повернуть кран **19** в положение **б**. При этом откроется слив масла из полости **18.2** по трубопроводу **37**, поршень **18.1** под действием пружин займет среднее положение, при котором кулачки **28** и **40** реверсируют движение стола в зоне правки до тех пор, пока кран не будет повернут в положение **а**. При положении **а** крана **19** стол выйдет из зоны правки в зону шлифования.

Быстрый отвод стола 31 вправо производят после окончания шлифования для удаления изделия из патрона и установки следующей заготовки. Быстрый отвод стола включают поворотом рукоятки [**а, 32**] вправо, которая перемещает золотники **13** и **16** в положение **а**. Масло из трубопровода **25** через сечение **а** золотника **13** поступает под давлением в трубопроводы **36** и **47**. Так как при движении стола вправо планка **17.2**, нажимая на толкатель **17.1**, удерживает контрольный золотник **17** в положении **а**, масло под давлением из трубопровода **47** поступает через сечение **а** золотника **17** и трубопровод **46** в левую полость распределителя **11.1**, смещая его в положение **а**. Из правой полости распределителя **11.1** масло по трубопроводам **43**, **42**, **41** через сечение **а** золотника **16** и трубопровод **39** уходит на слив.

При положении **а** распределителя **11.1** масло из трубопровода **33**, минуя дроссели **10** и **11.2**, уходит на слив через сечение **а** распределителя **11.1**, канал **50** и трубопровод **34**. Стол **31** быстро перемещается в крайнее правое положение.

Одновременно, масло по трубопроводу **36** поступает под давлением в полость **18.3**, поднимая поршень **18.1** и рукоятку [**а, 28**] в верхнее положение, при котором хвостовик **а** рукоятки проходит выше кулачков стола, не реверсируя движение стола. Стол **31** быстро отходит в крайнее правое положение.

При подъеме поршня **18.1** масло из полости **18.2** уходит на слив

по трубопроводам **37**, **38** через сечение **а** золотника **16** и трубопровод **39**.

Из трубопровода **47** по каналам сечения **а** золотника **17** масло под давлением поступает по трубопроводу **49** в цилиндр **14**, поршень которого удерживает рукоятку [**а, 32**] в правом положении.

Быстрый подвод стола 31 влево, в зону шлифования, включают после снятия изделия и установки в патрон следующей заготовки поворотом рукоятки [**а , 28**] влево. При этом рукоятка перемещает золотник **7.1** влево, вследствие чего происходит движение стола влево. Так как рукоятка [**а, 32**] удерживается поршнем **14** в правом положении, а контрольный золотник **17** — планкой **17.2** в положении **а**, масло из трубопровода **33** по тем же трубопроводам, что и при быстром отводе стола, свободно уходит на слив, минуя дроссели **10** и **11.2**. Стол быстро перемещается в зону шлифования, планка **17.2** сходит с толкателя **17.1**; под действием пружины **17.3** золотник **17** поднимается в положение **б** и станок автоматически переключается на шлифование.

Назначение пускового крана 6. Рукояткой [**а, 29**] кран **6** можно устанавливать в три положения: «Пуск», «Стоп», «Разгрузка».

При положении «Пуск» масло под давлением через сечение **а** крана **6** поступает по трубопроводам **24** и **27** к золотникам **7.1** и **7.2**, приводя в действие гидропривод станка.

При положении «Стоп» каналы сечения **б** крана **6** открывают сообщение между трубопроводами **30** и **32** и **27** и **25**, вследствие чего гидропривод перемещения стола отключен.

При положении «Разгрузка» каналы сечения **в** крана **6** соединяют между собой трубопроводы **30** и **32** и **24** и **25**, вследствие чего все масло, нагнетаемое насосом **3** по трубопроводам **23**, **24**, **35** и **34**, уходит на слив в бак **1**.

Блокировка подачи стола вручную. При включенном гидроприводе под давлением масла на поршень **9.1** подача стола вручную маховичком [**а, 23**] выключена; при положениях **б** и **в** крана **6** подача вручную маховичком [**а, 23**] включается с помощью пружины **9.2**.

ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3Б722

Назначение полуавтомата и общее устройство

Станок предназначен для шлифования периферией круга плоскостей различных деталей и применяется в условиях единичного, серийного и крупносерийного производства.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 64.

Основные узлы станка: станина **14**, тумба **17**, стол **12**, колонка **15**, каретка **10**, шлифовальная бабка **11**.

Шлифуемые на станке изделия в зависимости от материала, формы и размеров закрепляют на электромагнитной плите **16**, непосредственно на поверхности стола **12** или в приспособлениях, устанавливаемых на столе.

При включении станка шлифовальному кругу **7** сообщается вращение — главное движение, а столу **12** — возвратно-поступательное движение — продольная подача.

В конце каждого хода стола, когда он переключается на обратный ход, совершается прерывистая поперечная подача шлифовальной бабки **11** с тем, чтобы при следующем ходе стола шлифовальный круг обрабатывал на поверхности детали следующую полосу, соседнюю с прошлифованной.

Величину поперечного перемещения шлифовальной бабки устанавливают двумя кулачками **8**. В конце каждого хода шлифовальной бабки

эти кулачки поворачивают рукоятку **9**. Меняется направление поперечной подачи шлифовальной бабки и включается вертикальная прерывистая подача шлифовального круга.

При вертикальной подаче шлифовальный круг врезается в поверхность детали на заданную глубину и при продольной подаче стола и прерывистой поперечной подаче шлифовальной бабки, последовательно, за несколько продольных ходов стола шлифует поверхность установленной на столе детали.

Кинематическая схема станка

Движения в станке: главное движение — вращение шлифовального круга **8** (рис. 65, **а**); продольная подача стола **9**; поперечные подачи шлифовальной бабки **7** — вручную, автоматические прерывистые и непрерывные; вертикальные перемещения каретки **1** и шлифовальной бабки **7** — вручную, автоматические прерывистые подачи, быстрый подъем или опускание.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **I** осуществляется от электродвигателя **М1** с постоянной частотой вращения $n=1460$ об/мин. Новый шлифовальный круг **8** имеет диаметр 450 мм. Допустимый износ круга по диаметру до 325 мм.

Поэтому скорость резания

$$v_{max}=\frac{\pi D_{max}\, n}{1000\cdot 60}=\frac{3{,}14\cdot 450\cdot 1460}{1000\cdot 60}=34{,}4 \text{ м/с};$$

$$v_{min}=\frac{\pi D_{min}\, n}{1000\cdot 60}=\frac{3{,}14\cdot 325\cdot 1460}{1000\cdot 60}=24{,}8 \text{ м/с}.$$

Продольная подача стола 9 осуществляется от гидропривода. Цилиндр **10** гидропривода соединен со столом, а шток поршня цилиндра закреплен кронштейнами **11** неподвижно на станине. При поступлении масла под давлением в левую полость цилиндр перемещается вместе со столом влево, а при поступлении масла в правую полость — цилиндр **10** и стол перемещаются вправо.

На столе установлены кулачки **5** и **13** (рис. 64), которые в конце каждого хода стола влево и вправо поворачивают влево и вправо рычаг **6**. Рычаг перемещает золотник управления, который, в свою очередь, переключает реверсивный золотник, изменяющий направление подачи стола.

Кинематическая цепь поперечной подачи шлифовальной бабки 7 (рис. 65, **а**). Поперечная подача шлифовальной бабки осуществляется вручную или автоматически от гидропривода.

Поперечная подача бабки вручную. На такую подачу станок переключают поворотом рукоятки **2** по часовой стрелке в нижнее положение. Рукоятка поворачивает эксцентриковую втулку **31**, вследствие чего вал **II** опускается и однозаходный червяк $z=1$ входит в зацепление с червячным колесом $z=32$. При этом рычаг **29** перемещает золотник **28**, запирающий поступление масла в гидрокоробку **26** реверса шлифовальной бабки. При включении червячной передачи $\frac{1}{32}$ автоматически отключается поперечная подача шлифовальной бабки от гидропривода.

Вращение от маховичка **3** через однозаходной червяк, червячное колесо $z=32$, вал **III**, реечную шестерню $z=23$ передается на зубчатую рейку с модулем $m=2$ мм, которая за один оборот маховичка и червяка перемещает шлифовальную бабку на $s=1\cdot\frac{1}{32}\cdot 23\cdot 2=4{,}5$ мм/об. На маховичке нанесена шкала с ценой деления 0,05 мм.

Автоматическая поперечная подача бабки. Сначала отключают подачу вручную. Для этого рукояткой **2** поворачивают эксцентриковую втулку **31** против часовой стрелки. Втулка поднимает вал **11** и выводит червяк $z=1$ из зацепления с червячным колесом $z=32$. Одновременно рычаг **29** отходит от золотника **28**, и масло от гидропривода поступает в гидрокоробку **26** реверса шпиндельной бабки. Включается автоматическая подача.

Поворотом рукоятки **2** (рис. 64) влево включают прерывистую, а вправо — непрерывную автоматическую подачу шлифовальной бабки. Рукоятка **2** переключает золотник, который управляет подачей масла к цилиндру **24** (рис. 65, **а**), осуществляющему поперечную подачу шлифовальной бабки.

Автоматическая прерывистая подача шлифовальной бабки совершается в конце каждого хода стола для перемещения шлифовального круга на обработку соседней полосы. Прерывистая подача осуществляется при каждом переключении золотников гидропривода, при реверсировании движения стола, когда «порционный» золотник подает под давлением в цилиндр **24** порцию масла. Под давлением масла поршень и шток цилиндра перемещают шлифовальную бабку на величину подачи, которая устанавливается в пределах от 1 до 30 мм на каждый ход стола. После этого шлифовальная бабка остается неподвижной до следующего реверсирования движения стола.

Автоматическая непрерывная подача шлифовальной бабки совершается при правом положении рукоятки **2** (рис. 64). Скорость непрерывной подачи шлифовальной бабки можно устанавливать в пределах от 0,5 до 3 м/мин.

Реверсирование движений шлифовальной бабки. При поперечном перемещении шлифовальной бабки закрепленный на ней палец **33** (рис. 65, **а**) скользит в спиральном пазу вала **IV**. Вал поворачивается и через колеса $z=57$ и $z=96$ поворачивает диск **6** с кулачками **4**. В конце каждого поперечного хода шлифовальной бабки кулачки **4** поворачивают рукоятку **5**, вал **V** и рычаг **27**, который через рычаг **25** поочередно воздействует на переключатели **30** и **32**, включающие автоматическую вертикальную подачу каретки **1**. Рычаг **25** переключает в гидрокоробке **26** золотник управления и реверса, вследствие чего включается перемещение шлифовальной бабки в обратную сторону.

Поперечный ход шлифовальной бабки в мм определяют по шкале на диске. Величину хода задают, устанавливая против соответствующих делений этой шкалы кулачки **4**.

Рукояткой **5** при необходимости осуществляют ручной реверс поперечного перемещения шлифовальной бабки.

Кинематическая цепь вертикальной подачи каретки 1 и шлифовальной бабки 7. Каретка и шлифовальная бабка могут подаваться вручную, автоматически или иметь ускоренное перемещение.

Подача вручную осуществляется вращением маховичка **14**, который поворачивает лимб **15**, зубчатые колеса $z=35$, $z=70$, $z=20$, $z=80$ и гайку **23**. Гайка перемещает в вертикальном направлении винт $P=8$ мм, каретку **1** и шлифовальную бабку **7**.

За каждый оборот маховичка **14** вертикальное перемещение равно

$$s'=1\cdot\frac{35}{70}\cdot\frac{20}{80}\cdot 8=1 \text{ мм/об.}$$

Шкала лимба **15** имеет 200 делений, поэтому при повороте маховичка на одно деление лимба происходит вертикальное перемещение шлифовальной бабки на $\frac{1}{200}=0{,}005$ мм/дел.

Автоматическая вертикальная подача. При каждом реверсировании поперечной подачи шлифовальной бабки переключатели **30** или

32 включают электромагниты, перемещающие реверсивный золотник вертикальной подачи. Золотник открывает поступление масла в цилиндр 22, который через реечную передачу 21 и систему рычагов с собачкой поворачивает храповое колесо $z=200$ и соединенный с ним маховичок 14. Далее автоматическая подача осуществляется так же, как вертикальная подача вручную.

Величина вертикальной подачи выбирается по таблице на станке (рис. 64) и устанавливается поворотом маховичка 12 (рис. 65, а), который через зубчатые колеса $z=27$, $z=53$ и $z=135$ поворачивают щиток 13, открывающий на пути движения собачки 16 от 1 до 40 зубьев храпового колеса, что позволяет устанавливать автоматическую вертикальную подачу в пределах от 0,005 до 0,1 мм за каждый ход шлифовальной бабки.

Для устранения зазора в передаче шестерни $z=27$ и $z=53$ выполнены сдвоенными.

Ускоренное вертикальное перемещение каретки 1. Чтобы включить ускоренное вертикальное перемещение каретки, рукояткой 18 выводят зубчатое колесо $z=70$ из зацепления с колесом $z=35$. Маховичок 14 отсоединяется от механизма вертикального перемещения каретки, а кулачок 19 нажимает на переключатель 20, который разблокировывает кнопочную станцию, делая возможным включение электродвигателя М2 и механизма ускоренного перемещения каретки. Скорость перемещения каретки

$$v=1430\cdot\frac{18}{25}\cdot\frac{17}{78}\cdot\frac{20}{80}\cdot 8=450 \text{ мм/мин}.$$

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина 14 (рис. 64) и соединенная с ней тумба 17 предназначены для крепления станка на фундаменте. В станке применена удлиненная станина, что устраняет свисание стола с направляющих. Это повышает точность работы станка и чистоту обрабатываемых поверхностей.

Чтобы избежать температурных влияний масла на станину, масляная ванна и насосная установка 18 гидропривода вынесены за пределы станины станка.

Направляющие станины надежно закрыты широкими прорезиненными лентами 19, что предохраняет направляющие от засорения абразивными частицами и увеличивает срок службы и точность работы станка.

Стол 12 жестко соединен с гидравлическим цилиндром, шток 20 и поршень которого закреплены на станине 14. Поэтому при поступлении масла от гидропривода под давлением поочередно в правую и левую полости цилиндра стол перемещается по направляющим станины.

Каретка 10 со шпиндельной бабкой 11 перемещается механизмом вертикальных подач по роликовым направляющим колонки 15. Применение роликовых направляющих обеспечивает высокую точность и стабильность вертикальных подач каретки и шлифовального круга.

Конструкция механизма вертикальных подач показана на рис. 65, б.

Вертикальная подача вручную производится при вращении маховичка 8. Автоматическая подача осуществляется от гидроцилиндра 12. Передвигаясь под давлением масла, плунжер-рейка 13 поворачивает шестерню $z=17$ и кривошип 1, который посредством шатуна 2 качает рычаг 3 с собачкой 4. Собачка поворачивает храповое колесо $z=200$ и маховичок 8. Число зубьев, захватываемое собачкой, устанавливается щитком 5. Для повышения долговечности механизма вертикальных по-

дач собачка 4 выполнена с шестью зубьями. При износе зубьев собачки ее можно 6 раз поворачивать.

Автоматическое выключение вертикальной подачи каретки. При наладке станка вращением маховичка 8 (рис. 65, б) производят вертикальную подачу каретки на высоту, указанную на чертеже. Затем нажимают на кнопку 9 и отводят фиксатор 10 от лимба 11. При неподвижном маховичке 8 устанавливают нулевое деление лимба против указателя а и отпускают кнопку 9, вследствие чего фиксатор 10 соединяет лимб 11 с маховичком 8. Вертикальная подача каретки будет автоматически выключаться каждый раз, когда нулевое деление лимба 11 окажется против указателя а. Это выключение осуществляется различными механизмами как при автоматической, так и при ручной подаче.

При автоматической вертикальной подаче, когда нулевое деление лимба 11 подходит к указателю а, закрепленный на лимбе сектор 6 поднимает собачку 4, отводя ее от храпового колеса $z=200$; вертикальная подача каретки выключается.

При вертикальной подаче, осуществляемой вращением маховичка 8 вручную, для автоматического выключения поворотом рукоятки 17 (рис. 65, а) против часовой стрелки устанавливают в рабочее положение жесткий упор 14 (рис. 65, б). Когда нулевое деление лимба 11 совпадет с указателем а, закрепленный на лимбе кулачок 7 дойдет до выступа упора 14, что ограничит дальнейший поворот лимба и маховичка 8. Вертикальная подача каретки прекратится.

При длительном шлифовании одинаковых деталей вследствие износа шлифовального круга высота обрабатываемых поверхностей может увеличиться. Тогда для уменьшения высоты прошлифованной поверхности нажимают кнопку 9 и поворачивают лимб 11 относительно маховичка 8. При повороте лимба на одно деление высота прошлифованной поверхности изменяется на 0,005 мм.

Шпиндельная бабка 11 (рис. 64) расположена на поперечных направляющих каретки, по которым в конце каждого хода стола 12 она передвигается автоматически, цилиндром 24 (рис. 65, а) или вручную вращением маховичка 3.

Гидропривод станка во многом аналогичен описанным ранее гидроприводам других шлифовальных станков.

От гидропривода масло поступает в цилиндр 10 (рис. 65, а) продольной подачи стола 9, в цилиндр 24 поперечного перемещения шпиндельной бабки 7, в цилиндр 22 автоматической прерывистой вертикальной подачи каретки 1 и шлифовальной бабки, на смазывание направляющих стола и подшипников шпинделя 1.

Управление станком производится с пульта 4. Панель 1 (рис. 64) служит для управления поперечными подачами шлифовальной бабки. Панель 3 предназначена для управления вертикальными подачами каретки и панель 22 гидрокоробкой продольных подач стола.

ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ

Зубообрабатывающие станки предназначены для черновой, чистовой и отделочной обработки различных зубчатых колес. Наиболее распространены зубофрезерные и зубодолбежные станки, а для обработки конических прямозубых колес — зубострогальные станки. Из зубофрезерных наибольшее применение имеют станки, предназначенные для обработки колес средних размеров,— это станки моделей 5К310, 5К320, 5К324А, 5К324, 5К324П, 5К32А, 5К32, 5К32П, 5К328, 5310, 5В310, 5Е32.

ЗУБОФРЕЗЕРНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 5К32А

Назначение полуавтомата и общее устройство

Станок служит для фрезерования зубьев цилиндрических прямозубых и косозубых, а также червячных колес методом обкатки зубьев червячной фрезы и обрабатываемой заготовки. Станок также может быть использован для фрезерования шлицев.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 66.

Основные узлы станка: станина **2**, суппортная стойка **9**, каретка **10**, суппорт **11**, контрподдержка **14**, панель управления **4**, коробка распределения движений **3**, коробка подач **19**, гидропривод **1** и электрошкаф **15**.

Кинематическая схема полуавтомата

Движения в станке. Главное движение — вращение фрезы **2** (рис. 67, а). Подачи: вертикальная — суппорта **3**, радиальная — стола **5**. Делительное вращение стола и заготовок. Ускоренные перемещения: суппорта, стола, передвижение фрезы, вращение стола **4**.

При обработке прямозубых колес в станке должны осуществляться следующие движения: главное движение, вертикальная подача суппорта, вращение стола и установочные перемещения суппорта. При автоматических циклах, кроме того, совершаются радиальная подача и установочные перемещения стола. При обработке косозубых колес необходимо еще дополнительное вращение стола для обработки зубьев, расположенных по винтовой линии.

При обработке червячных колес методом радиальной подачи в станке совершаются: главное движение, радиальная подача и установочные перемещения стола.

Кинематическая цепь привода главного движения. Вращение шпинделя **VI** и фрезы осуществляется от электродвигателя **М1.**

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1460 \cdot \frac{116}{234} \cdot 0{,}985 \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{17}{68} = n \text{ об/мин}.$$

Отсюда получаем формулу настройки $\frac{a}{b} = \frac{n}{181}$,

где a и b — числа зубьев сменных колес, установленных на валах **I** и **II.** Со станком поставляют шесть пар колес $\frac{a}{b}$, с помощью которых можно настраивать любую из девяти частот вращения шпинделя:

$\frac{a}{b}$	$\frac{20}{67}$	$\frac{23}{64}$	$\frac{27}{60}$	$\frac{31}{56}$	$\frac{36}{51}$	$\frac{41}{46}$	$\frac{46}{41}$	$\frac{51}{36}$	$\frac{56}{31}$
n, об/мин	50	63	80	100	125	160	200	250	310.

Кинематическая цепь вертикальной подачи суппорта. В зубофрезерных станках подачи имеют размерность, выраженную в миллиметрах на оборот обрабатываемого колеса.

Вертикальные подачи суппорта совершаются при включении электромагнитных муфты **Мф2** и одной из муфт **Мф4** или **Мф3.**

При включении муфты **Мф4** осуществляется подача суппорта вверх — «попутная».

Уравнение баланса данной кинематической цепи:

$$1 \text{ об.} \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{c}{d} (\text{Мф}4) \frac{39}{65} (\text{Мф}2) \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot 10 = s_в \text{ мм/об}.$$

Формула настройки $\frac{c}{d} = \frac{s_в}{2{,}05}$.

При включении муфты **Мф3** совершается подача суппорта вниз «встречная». Уравнение баланса кинематической цепи в этом случае:

$$1 \text{ об.} \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{40}{56} (\text{Мф}3) \frac{44}{52} (\text{Мф}2) \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot 10 = s'_в \text{ мм/об}.$$

Формула настройки $\frac{c}{d} = \frac{s'_в}{2{,}05}$.

Кинематическая цепь радиальной подачи стола. Радиальная подача стола совершается при включении муфт **Мф1** и **Мф4.** Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1 \text{ об.} \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{c}{d} (\text{Мф}4) \frac{39}{65} \cdot \frac{45}{50} (\text{Мф}1) \frac{34}{61} \cdot \frac{1}{36} \cdot 10 = s_р \text{ мм/об}.$$

Формула настройки $\frac{c}{d} = \frac{s_р}{0{,}613}$.

Указанные ниже скорости вертикальной и радиальной подач настраиваются одновременно сменными колесами $\frac{c}{d}$:

$\frac{c}{d}$	$\frac{28}{68}$	$\frac{32}{64}$	$\frac{43}{53}$	$\frac{48}{48}$	$\frac{53}{43}$	$\frac{64}{32}$	$\frac{68}{28}$
$s_в$, мм/об	0,8	1,0	1,67	2,00	2,52	4,10	5,00
$s_р$, мм/об	0,27	0,33	0,56	0,67	1,83	0,33	1,67.

Кинематическая цепь деления. Для обеспечения правильной обкатки необходимо, чтобы за каждый оборот фрезы обрабатываемое зубчатое колесо поворачивалось на K зубьев или на $\frac{K}{z}$ оборота, где K — число заходов винтовой линии червячной фрезы, z — число зубьев обрабатываемого зубчатого колеса.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1 \text{ об.} \frac{68}{17} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{58}{58} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{i}{j} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = \frac{K}{z} \text{ об/стола.}$$

При обработке прямозубых и червячных колес корпус дифференциала удерживается в неподвижном положении червяком $z=1$ и червячным колесом $z=45$ и стопорится винтом **20** (рис. 66). При этом передаточное отношение дифференциала $u_д = \frac{27}{27} \cdot \frac{27}{27} = 1$.

Из уравнения баланса получаем формулу настройки

$$\frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{i}{j} = \frac{24K}{z}.$$

Обычно устанавливают сменные колеса $\frac{e}{f} = \frac{54}{54} = 1$. В этом случае формула настройки $\frac{g}{h} \cdot \frac{i}{j} = \frac{24K}{z}$. Лучше числа зубьев сменных колес гитары деления брать из таблицы в паспорте станка.

При нарезании колес с определенными числами зубьев, особо отмеченными в таблице, на гитару деления устанавливают сменные колеса $\frac{e}{f} = \frac{36}{72}$. В этом случае формула настройки $\frac{g}{h} \cdot \frac{i}{j} = \frac{48K}{z}$.

Во избежание преждевременного износа червячной делительной пары стола выбранная частота вращения червяка не должна превышать 1200 об/мин. Для этого необходимо соблюдать неравенство

$$\frac{96\,nK}{z} \leqslant 1200 \text{ об/мин.}$$

Кинематические цепи ускоренных перемещений. Ускоренные перемещения суппорта и стола осуществляются электродвигателем **М2**. Направление движения изменяется реверсированием этого электродвигателя.

Вертикальное перемещение суппорта совершается при включении муфты **Мф2** со скоростью

$$v_в = 1430 \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{44}{52} \cdot (\text{Мф2}) \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{10}{1000} = 0{,}56 \text{ м/мин.}$$

Радиальное перемещение стола совершается при включении муфты **Мф1** со скоростью

$$v_р = 1430 \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{44}{52} \cdot \frac{45}{50} (\text{Мф1}) \frac{34}{61} \cdot \frac{1}{36} \cdot \frac{10}{1000} = 0{,}17 \text{ м/мин.}$$

Передвижение фрезы осуществляется при включении электродвигателя **М3** со скоростью

$$v_п = 1400 \cdot \frac{1}{20} \cdot \frac{1}{62} \cdot \frac{10}{1000} = 0{,}012 \text{ м/мин.}$$

Кинематическая цепь дополнительного вращения стола. У косозубых колес винтовые линии зубьев располагаются под углом $\beta_д$ к образующей (рис. 67, **в**). Так как механизмом подач суппорт с фрезой перемещается только вертикально, то перемещение фрезы под нужным углом $\beta_д$ в направлении зуба заготовки обеспечивается ускорением (или замедлением) вращения заготовки во время обработки.

Ускорение вращения заготовки достигается путем дополнительного вращения стола, скорость которого настраивается колесами k, l, m, n гитары дифференциала.

При настройке дополнительного вращения стола должно быть выдержано условие: за время перемещения суппорта на величину шага T

фрезеруемой винтовой линии (рис. 67, г) стол совершает один дополнительный оборот.

В кинематической цепи дополнительного вращения стола ведущим является винт **XVI**, который за время перемещения суппорта на величину T мм делает $\frac{T}{10}$ оборотов, а ведомым является стол станка, который за это время должен сделать один дополнительный оборот.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$\frac{T}{10}\cdot\frac{24}{1}\cdot\frac{33}{22}\cdot\frac{k}{l}\cdot\frac{m}{n}\cdot\frac{27}{27}\cdot\frac{1}{45}\,(u_д=2)\,\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}\cdot\frac{i}{j}\cdot\frac{33}{33}\cdot\frac{35}{35}\cdot\frac{1}{96}=1 \text{ доп.}$$

обороту стола.

В кинематической цепи червячное колесо $z=45$ вращает водило (корпус) дифференциала, которое передает вращение валу **XXI**, в связи с чем $u_д=2$.

Подставляя ранее найденное значение $\frac{e}{f}\cdot\frac{g}{h}\cdot\frac{i}{j}=\frac{24K}{z}$, находим формулу настройки этой цепи:

$$\frac{k}{l}\cdot\frac{m}{n}=\frac{25z}{TK}.$$

Так как у косозубых колес задается не шаг T, а угол $\beta_д$ наклона зубьев к образующей, то величину T в уравнении надо заменить.

Из рис. 67, г видно, что $\operatorname{tg}\beta_д=\frac{\pi z m_s}{T}$, где m_s — торцовый модуль косозубого колеса. Из схемы (рис. 67, в) имеем

$$\cos\beta_д=\frac{t_п}{t_s}=\frac{\pi m_п}{\pi m_s}=\frac{m_п}{m_s},$$

где $m_п$ — нормальный модуль, поэтому $m_s=\frac{m_п}{\cos\beta_д}$.

Подставляя значение m_s в предыдущее уравнение, получаем

$$\operatorname{tg}\beta_д=\frac{\pi z m_п}{T\cos\beta_д};\quad \frac{\sin\beta_д}{\cos\beta_д}=\frac{\pi z m_п}{T\cos\beta_д};\quad \sin\beta_д=\frac{\pi z m_п}{T}\quad \text{и}\quad T=\frac{\pi z m_п}{\sin\beta_д}\ \text{мм}.$$

Подставляя это значение T в формулу настройки, получаем

$$\frac{k}{l}\cdot\frac{m}{n}=\frac{25z}{TK}=\frac{25z\sin\beta_д}{\pi z m_п K}=\frac{25\sin\beta_д}{\pi m_п K}=\frac{7{,}95775\sin\beta_д}{m_п K}.$$

Пользуясь этой формулой, подбирают сменные колеса для гитары дифференциала.

Числа зубьев сменных колес, поставляемых со станком для установки на гитару деления и дифференциал: 24, 25 (2 шт.), 30, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 50, 53, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 98, 100.

В предыдущей формуле коэффициент 7,95775 и $\sin\beta_д$ — числа иррациональные, поэтому рассмотрим на примере, как в этих случаях следует подбирать сменные колеса.

Пример. Найти числа зубьев сменных колес, которые надо установить на гитару дифференциала для обработки однозаходной фрезой косозубого колеса с модулем $m_п=6$ мм и углом наклона винтовой линии зубьев $\beta_д=18°8'$. Передаточное отношение

$$u=\frac{k}{l}\cdot\frac{m}{n}=\frac{7{,}95775\cdot\sin 18°\,8'}{Km_п}=\frac{7{,}95775\cdot 0{,}3112294}{1\cdot 6}=\frac{2{,}4766558}{6}=0{,}4127759.$$

В таблицах для подбора зубчатых колес [3, с. 139] находим ближайшее по значению передаточное отношение

$$u'=\frac{41\cdot 61}{73\cdot 83}=0{,}4127744.$$

Для получения этого передаточного отношения надо установить на гитару дифференциала сменные колеса $\frac{k}{l} \cdot \frac{m}{n} = \frac{41}{73} \cdot \frac{61}{83}$.

Проверяем возможность установки выбранных колес, исходя из условия сцепляемости их. Сумма чисел зубьев колес первой пары $k+l=41+73=114$; второй пары $m+n=61+83=144$ зуба. Из рис. 2, с. 13 [3] видно, что условие сцепляемости выбранных колес соблюдено.

Определим погрешность настройки. Требовалось иметь передаточное отношение сменных колес гитары дифференциала $u=0{,}4127759$. Передаточное отношение выбранных колес $u=0{,}4127744$. Относительная погрешность $\delta = \frac{u-u'}{u} = \frac{0{,}4127759-0{,}4127744}{0{,}4127759} = \frac{0{,}0000015}{0{,}4127759} = 0{,}00000364$.

При такой погрешности отклонение винтовой линии изделия в направлении зуба происходит на $d\beta_д = 0{,}25''$, что в 16 раз меньше допустимой погрешности, указанной на с. 8 [3].

Стол **5** устанавливают в положение, обеспечивающее заданную толщину обрабатываемых зубьев, вращая вручную квадратный хвостовик **6**. Винт **XIX** ввинчивается в ступицу червячного колеса $z=36$ и перемещает стол в радиальном направлении. За один оборот хвостовика стол перемещается на $1 \cdot \frac{1}{20} \cdot 10 = 0{,}5$ мм.

Для того чтобы в дальнейшем при каждом цикле радиальная подача выключалась при установленном положении стола, поворотом хвостовика **7** по часовой стрелке винт **XXVII** доводят до упора **а**. За один оборот хвостовика **7** винт **XXVII** перемещается на $1 \cdot \frac{21}{21} \cdot 4 = 4$ мм. Хвостовик **7** фиксируется в нужном положении винтом **21** (рис. 66).

Установка суппорта. Ось фрезы устанавливают под углом φ к горизонтали, при этом направление зубьев червячной фрезы и обрабатываемого колеса должно совпадать. При одноименном направлении винтовых линий фрезы и колеса угол φ должен быть $\varphi = \beta_д - \beta_1$, а при разноименном — $\varphi = \beta_д + \beta_1$ (рис. 67, **б** и [6] с. 203, 204).

Суппорт поворачивают на угол φ хвостовиком **1** (рис. 67, **а**), который через передачу $\frac{16}{30} \cdot \frac{1}{48}$ вращает колесо $z=12$, заставляя его обкатываться по зубьям неподвижно закрепленного на каретке зубчатого венца $z=102$.

Конструкция и характеристика работы основных узлов полуавтомата

Станина 2 (рис. 66) является основанием станка. На ней неподвижно закреплена суппортная стойка **9** и имеются горизонтальные призматические направляющие, служащие для перемещения стола **18** в радиальном направлении.

Стол 18 состоит из корпуса и вращающейся части. Корпус стола перемещается по направляющим станины **2** и служит для подачи обрабатываемых заготовок в радиальном направлении. Вращающаяся часть **16** предназначена для установки обрабатываемых заготовок и сообщения им вращательного движения. Кулачок **22**, воздействуя на переключатель **23**, отключает ход стола влево, если не сработал переключатель **24**. Аналогично, кулачок **29** воздействует на переключатель **27**, отключая ход стола вправо, если не сработал переключатель **26**.

Контрподдержка 14 состоит из корпуса, салазок и откидного кронштейна. Корпус жестко соединен с корпусом стола **18**. Салазки **13** с помощью гидроцилиндра поднимают и опускают откидной кронштейн **12**, который центром (или люнетной втулкой) поддерживает верхний конец оправки и установленные на ней заготовки.

Суппорт 11 предназначен для установки фрезы и поворота ее оси под нужным углом φ к обрабатываемой заготовке.

Каретка 10 служит для перемещения суппорта **11** в вертикальном направлении.

Суппортная стойка 9 имеет направляющие для перемещения каретки **10**. На стойке расположены панель управления **4**, коробка **3** распределения движений, коробка подач **19** и электрошкаф **15**.

Гидропривод 1 состоит из лопастного насоса, напорного золотника, реле давления, манометра, двух цилиндров и гидромотора.

Один из цилиндров, управляемый краном **17**, служит для подъема и опускания салазок **13** и откидного кронштейна **12**. Второй цилиндр, расположенный в стойке **9**, предназначен для догрузки фрезерного суппорта с целью устранения зазоров в винтовой паре, осуществляющей вертикальную подачу каретки **10**. Это необходимо для повышения точности перемещения каретки, что особенно важно при «попутном» фрезеровании.

Работа станка в автоматическом цикле. На станке может осуществляться либо «попутный», либо «встречный» метод зубофрезерования.

«Попутный» метод зубофрезерования. При включении электродвигателя **М2** и муфты **Мф1** (рис. 67, **а**) совершается ускоренный подвод стола и заготовки к фрезе. По окончании подвода стола кулачок **24** (рис. 66) нажимает на переключатель **25**, отключается электродвигатель **М2** (рис. 67, **а**) и одновременно включается электродвигатель **М1** и муфта **Мф4**. Совершается радиальная подача стола (врезание фрезы в заготовку). После врезания винт **XXVII**, дойдя до упора **а** на станине, останавливает стол, и находящийся в коробке подач переключатель отключает муфты **Мф1** и **Мф4**. Радиальная подача прекращается. Одновременно включаются электромагнитные муфты **Мф2**, **Мф4** и совершается вертикальная подача суппорта вверх для обработки зубьев колеса с «попутной» подачей.

После окончания обработки зубьев кулачок **5** (рис. 66) нажимает на переключатель **6**, который отключает электродвигатель **М1** (рис. 67, **а**) и муфты **Мф2**, **Мф4**, прекращается вертикальная подача суппорта. Включаются электромагнитная муфта **Мф1** и электродвигатель **М2**; совершается ускоренный отвод стола вправо до положения, при котором кулачок **28** (рис. 66) нажмет на переключатель **26**. Переключатель **26** отключает муфту **Мф1** (рис. 67, **а**) и электродвигатель **М2**. Ускоренный отвод стола прекращается. Одновременно включаются муфта **Мф2** и двигатель **М2**. Совершается ускоренное перемещение суппорта вниз, при котором кулачок **8** (рис. 66) нажмет на переключатель **7**. Переключатель отключит электродвигатель **М2** (рис. 67, **а**) и муфту **Мф2**. В одном случае на этом цикл обработки заканчивается.

В другом случае при нижнем положении суппорта (рис. 66) под действием кулачка **8** переключатель **7** включает реле времени и электродвигатель **М3** (рис. 67, **а**). Совершается перемещение фрезы со скоростью 12 мм/мин. Величину перемещения устанавливают с помощью реле времени, регулируя его в пределах от 0,4 до 180 с. По окончании перемещения фрезы реле отключает электродвигатель **М3**. Цикл движений заканчивается.

«Встречный» метод зубофрезерования. При этом методе переключение движений в станке аналогично методу «попутного» фрезерования, только вертикальная подача суппорта совершается сверху вниз, а ускоренное перемещение — снизу вверх. Соответственно изменяется назначение кулачков и переключателей.

Радиальное врезание. При этом методе работы ускоренный подвод стола, радиальная подача и ее отключение под действием винта **XXVII**

(рис. 67, а) осуществляются так же, как и при «попутном» фрезеровании, с той лишь разницей, что после отключения радиальной подачи вертикальная подача не выключается, а фреза продолжает фрезеровать зубья по всей окружности червячного колеса.

После окончания фрезерования отключают электродвигатель **М1** и все движения в станке.

Вертикальная подача. При цикле фрезерования только с одной вертикальной подачей включают электродвигатель **М1** и муфту **Мф2**. Одновременно при «попутном» фрезеровании включается муфта **Мф4** и суппорт подается вверх. При «встречном» фрезеровании вместо муфты **Мф4** включается муфта **Мф3** и суппорт подается вниз.

По окончании фрезерования кулачок **5** (рис. 66), нажимая на переключатель **6** (или кулачок **8** на переключатель **7**), отключает электродвигатель **М1** (рис. 67, а) и муфты **Мф2, Мф4** (или **Мф3**). Подача суппорта отключается.

ЗУБОДОЛБЕЖНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 5140

Назначение полуавтомата и общее устройство

Полуавтомат предназначен для обработки цилиндрических прямозубых и косозубых колес с наружным и внутренним зацеплением, блоков зубчатых колес и зубчатых секторов.

Получение эвольвентного профиля зубьев обрабатываемых колес достигается методом обкатки двух цилиндрических колес. Профиль одного зубчатого колеса образуют кромки зубьев режущего инструмента — долбяка. Второе обрабатываемое колесо создается зубьями, нарезаемыми на заготовке.

Долбяк целесообразно считать ведущим колесом. Исходя из этого, его окружную скорость (круговую подачу) выбирают, руководствуясь только режимами резания. Вращение заготовки называется делительным движением. Для правильной обкатки колес скорость делительного движения заготовки должна строго совпадать с выбранной скоростью круговой подачи долбяка.

Общий вид и компоновка полуавтомата показаны на рис. 68.

Основные узлы полуавтомата: станина **1**, стойка **4**, стол **17**, суппорт **6**, коробка скоростей **19**, коробка подач **10**, гидропатрон **16**, электрошкаф **7**, пульт управления **14**, счетчик **9**, барабан **20** и гидропривод станка. В отличие от предыдущих моделей зубодолбежных станков в рассматриваемом полуавтомате применен гидравлический привод.

Кинематическая схема полуавтомата

Движения в станке. Основные: главное движение — возвратно-поступательное движение долбяка, радиальная подача стола, круговые подачи долбяка, делительное (вращательное) движение стола. Вспомогательные движения: быстрый отвод и подвод стола, быстрое вращение стола для проверки биения заготовки, вывод долбяка в верхнее положение при обработке колес с внутренним зацеплением, отвод долбяка от заготовки на время обратного (холостого) хода; перемещения стола при наладке вручную для установки нужного расстояния между центрами долбяка и заготовки; действие счетного механизма и барабана, выключающего движения стола.

Кинематическая цепь привода главного движения. Возвратно-поступательное перемещение штосселя **15** (рис. 69) с долбяком **16** осущест-

вляется от двухскоростного электродвигателя **М1** через клиноременную передачу со шкивами диаметром 100 и 160 мм, шестиступенчатую коробку скоростей, клиноременную передачу со шкивами диаметром 180 и 355 мм на вал **IV** привода штосселя. Число двойных ходов штосселя всегда равно числу оборотов вала **IV**.

При черновой обработке колес включается частота вращения электродвигателя 940 об/мин.

В зависимости от переключения двух- и трехступенчатого блоков коробки скоростей можно включать при черновой обработке любое из шести чисел двойных ходов штосселя в минуту:

$$n=940\cdot\frac{100}{160}\cdot 0{,}985\cdot\left|\begin{matrix}\frac{29}{59}\\ \frac{36}{52}\\ \frac{44}{44}\end{matrix}\right|\cdot\left|\begin{matrix}\frac{29}{65}\\ \frac{47}{47}\end{matrix}\right|\cdot\frac{180}{355}\cdot 0{,}985=n_1=65 \text{ дв. ход/мин}$$

$n_2=92$ То же
$n_3=132$ »
$n_4=145$ »
$n_5=206$ »
$n_6=296$ »

Для чистовой обработки зубьев колес электродвигатель **М1** переключается на частоту вращения 1420 об/мин, вследствие чего число двойных ходов штосселя увеличивается в 1,51 раза и соответственно равно

$n'_1=98$; $n'_2=140$; $n'_3=200$; $n'_4=220$; $n'_5=310$ и $n'_6=450$ дв. ход/мин.

Нужное для включения число двойных ходов штосселя определяют, исходя из средней скорости резания $v_{ср}$ и установленной длины хода L штосселя по формуле

$$n=\frac{500\,v_{ср}}{L} \text{ дв. ход/мин.}$$

Кинематическая цепь деления настраивается, исходя из условия, что при повороте долбяка на $\frac{1}{z_д}$ заготовка должна повернуться на $\frac{1}{z}$ оборота.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$\frac{1}{z_д}\cdot\frac{90}{1}\cdot\frac{56}{46}\cdot\frac{46}{54}\cdot\frac{54}{36}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}\,(\text{Мф})\,\frac{33}{33}\cdot\frac{32}{32}\cdot\frac{38}{56}\cdot\frac{1}{190}=\frac{1}{z} \text{ оборота стола.}$$

Из уравнения получаем формулу настройки $\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{2z_д}{z}$.

Для облегчения подбора обычно выбирают число зубьев колеса c, равное $z_д$, или $2z_д$, а числа зубьев остальных колес a, b, d находят по таблице в паспорте полуавтомата.

После установки на гитару деления сменных колес a, b, c, d и при включении рукояткой **5** (рис. 68) муфты **Мф** (рис. 69) всегда одновременно с включением главного движения включаются круговые подачи штосселя с долбяком и цепь деления.

При быстром вращении стола проверяют приспособление с установленной в нем заготовкой на отсутствие биения. Муфта **Мф** должна быть отключена, а стол с заготовкой отведен от штосселя и долбяка. Быстрое вращение стола с частотой

$$n_c=1350\cdot\frac{90}{140}\cdot\frac{38}{56}\cdot\frac{1}{90}=6{,}5 \text{ об/мин}$$

осуществляется от электродвигателя **М2**.

Кинематическая цепь круговой подачи долбяка. Величина круговой подачи исчисляется в миллиметрах дуги наружной окружности, которую описывает долбяк за каждый двойной ход.

Так как двойной ход долбяка совершается за один оборот вала **IV**, то круговые подачи (вращение долбяка) осуществляются от вала **IV**. Уравнение баланса этой кинематической цепи

$$1 \text{ об.} \frac{355}{180} \cdot 0{,}985 \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{44}{50} \cdot \frac{45}{40} \cdot \frac{40}{44} \cdot \left|\begin{matrix}\frac{36}{46}\\ \frac{46}{36}\end{matrix}\right| \left|\begin{matrix}\frac{27}{55}\\ \frac{46}{36}\end{matrix}\right| \cdot \left|\begin{matrix}\frac{41}{41}\\ \frac{46}{36}\end{matrix}\right| \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{46} \cdot \frac{46}{56} \times$$

$$\times \frac{1}{90} \pi \cdot 111 = s_{кр} \text{ мм/дв. ход.}$$

На полуавтомате применяют долбяки с номинальным диаметром начальной окружности 100 мм. Для вычисления скорости круговых подач принят долбяк с модулем 5 мм, наружный диаметр которого равен 111 мм.

Из указанной формулы получаем восемь скоростей круговых подач: 0,14; 0,18; 0,22; 0,29; 0,36; 0,45; 0,59 и 0,75 мм/дв. ход, каждая из которых автоматически включается от гидропривода переключением трех двухступенчатых блоков коробки круговых подач для осуществления черновых и чистового проходов. Радиальная подача стола совершается при наименьшей скорости круговой подачи (0,14 мм/дв. ход).

Штосель с долбяком поворачивают вручную хвостовиком **21** (рис. 69).

Стол в радиальном направлении перемещается от гидропривода цилиндрами **1** и **8**.

Быстрый подвод стола к долбяку совершается при поступлении масла под давлением в штоковую полость цилиндра **8**. Когда упор **7** дойдет до клиновидной ползушки **2**, быстрый подвод стола прекращается и масло начинает поступать в поршневую полость цилиндра **1**. Из штоковой полости цилиндра **1** масло уходит на слив через дроссель. Шток цилиндра **1** медленно перемещает ползушку **2**, вследствие чего цилиндр **8** медленно передвигает стол станка, осуществляя радиальную подачу. Величина этой подачи зависит от скорости перемещения ползушки **2**.

Дросселем **8** (рис. 68) можно устанавливать выход масла на слив из штоковой полости цилиндра **1** (рис. 69) в пределах от $Q_{min} = 0{,}07$ л/мин до $Q_{max} = 1{,}5$ л/мин. Площадь поршня в штоковой полости цилиндра **1** равна 70 см². Поэтому скорость движения ползушки можно устанавливать в пределах от $v_{min} = \frac{70 \text{ см}^3/\text{мин}}{70 \text{ см}^2} = 1$ см/мин до $v_{max} = \frac{1500 \text{ см}^3/\text{мин}}{70 \text{ см}^2} = 21$ см/мин.

При уклоне поверхности ползушки $k = 1{:}6$ скорость перемещения стола будет от $k \cdot v_{min} = \frac{1}{6} \cdot 1$ см/мин $= 1{,}66$ мм/мин до $k \cdot v_{max} = \frac{1}{6} \cdot 21$ см/мин $= 35$ мм/мин.

Радиальная подача стола зависит от числа n двойных ходов долбяка в минуту. Например, при наименьшем числе $n = 65$ дв. ход/мин радиальная подача стола может быть установлена дросселем **8** (рис. 68) в пределах

$$\text{от } s_{p\,min} = \frac{k v_{min}}{n} = \frac{1{,}66 \text{ мм/мин}}{65 \text{ дв. ход/мин.}} = 0{,}025 \text{ мм/дв. ход}$$

$$\text{до } s_{p\,max} = \frac{k v_{max}}{n} = \frac{35 \text{ мм/мин}}{65 \text{ дв. ход/мин}} = 0{,}54 \text{ мм/дв. ход.}$$

При увеличении числа двойных ходов штосселя и долбяка величина радиальной подачи пропорционально уменьшается.

Глубина радиального врезания долбяка перед каждым проходом обработки зубьев колеса зависит от величины перемещения ползушки **2**

(рис. 69). Вместе с ползушкой перемещается зубчатая рейка **6**, через зубчатое колесо вращающая барабан **4**. При настройке полуавтомата на барабане устанавливают кулачки **г, д, е**, которые, воздействуя на переключатель **5**, отключают движение ползушки (радиальную подачу), включают счетчик **9** (рис. 68) и следующий проход обработки. От числа установленных на барабане **4** (рис. 69) кулачков **г, д, е** зависит число включаемых проходов обработки. При каждом проходе счетчик отсчитывает полный оборот стола **20**, после чего он отключается, включая перемещение ползушки **2** и радиальную подачу стола.

Установка точного расстояния между центрами стола и долбяка. Наименьшее расстояние между центрами стола и долбяка устанавливается, когда упор **7** переместится с наклонной поверхности на плоскую поверхность ползушки **2**. Это расстояние при окончательной обработке на станке колес с наружным зацеплением должно быть равно полусумме начальных диаметров долбяка и обрабатываемого колеса. Если для последующей обработки колес на другом станке толщина зуба должна быть больше на Δs мм, то наименьшее расстояние между центрами долбяка и стола следует увеличить на $\Delta h = \frac{\Delta s}{2\operatorname{tg}\alpha}$ мм, где α — угол зацепления (см. [6] с. 214, 215).

При наладке станка наименьшее расстояние между центрами устанавливают по шкале **18** (рис. 68) перемещением стола при вращении вручную квадратного хвостовика **9** (рис. 69). Движение от хвостовика через червячную передачу $\frac{3}{24}$ передается на винт **XIX**, который, ввинчиваясь в гайку, смещает упор **7** относительно стола **20**. При этом изменяется расстояние между центрами стола и долбяка.

Конструкция и характеристика работы основных узлов полуавтомата

Станина 1 (рис. 68) является основанием станка и имеет горизонтальные направляющие для радиального перемещения стола **17**.

Стойка 4. В ней расположены механизмы станка, а на боковых стенках и панели **14** — органы управления станком.

Стол 17 состоит из двух основных частей: салазок **2**, перемещающихся по направляющим станины для отвода и подвода заготовки **15** к долбяку **13**, и верхней части **3** стола, которая сообщает заготовке вращательное движение.

Суппорт 6 состоит из корпуса **11**, червячного колеса $z = 90$ (рис. 69), каретки **17** и штосселя **15**.

На валу **IV** эксцентрично установлен палец **10** с камнем **18**, который при вращении вала, перемещаясь в горизонтально расположенном пазу каретки **17**, сообщает ей, штосселю **15** и долбяку **16** вертикальные возвратно-поступательные движения.

Чтобы установить заданную величину хода L долбяка, при наладке располагают ось пальца **10** на расстоянии $L/2$ мм от оси вала **IV**. Ползушку, палец и камень **18** перемещают винтом **19**. Предварительно винтом **31** (рис. 68) и клином **32** освобождают ползушку **33** от зажима. Винтом **36** устанавливают ползушку по делениям шкалы **37** так, чтобы ось пальца **35** и камня **34** располагалась на расстоянии $\frac{L}{2}$ мм от оси вала **IV** (рис. 69). Ползушку закрепляют. После этого при каждом обороте вала **IV** каретка **17** совершает ход вверх и вниз по направляющим стойки на величину L мм.

На валу **IV** установлен эксцентрик **30** (рис. 68). При ходе каретки и долбяка вверх эксцентрик нажимает на подшипник **38**, который через систему рычагов слегка поворачивает корпус **11** суппорта, отводя долбяк от заготовки при его обратном ходе.

Установка долбяка на нужном расстоянии от поверхности стола. Вращением хвостовика **12** поворачивают вал **IV** (рис. 69), при этом палец **10** и каретка **17** занимают нижнее положение. Затем освобождают планки, прижимающие кронштейн **14** к каретке **17**, и вращением хвостовика **11** и шестерни **12** перемещают зубчатую рейку **13** и кронштейн **14** относительно каретки **17** вверх или вниз, устанавливая долбяк **16** на нужном расстоянии от поверхности стола. В этом положении кронштейн **14** закрепляют планками и болтами на каретке **17**.

Счетчик 9 (рис. 68). По окончании врезания долбяка на заданную глубину в заготовку автоматически включается счетчик **9** и круговая подача.

Счетчик предназначен для автоматического переключения полуавтомата после поворота стола с заготовкой на один оборот. При каждом обороте вала **XIV** (рис. 69) кулачок (на рисунке не показан) сообщает рычагу **24** (рис. 68) качательное движение. Собачка **26**, соединенная с рычагом, поворачивает храповое колесо **21** на один зуб. При этом собачка **22** удерживает колесо **21** от поворота его в обратную сторону. Вращение храпового колеса через пару колес с передаточным отношением 1:2 передается на диск **28**. В паз **а** на диске **28** после каждого его оборота заходит шток переключателя **29**, и включается следующая радиальная подача — радиальный отвод стола. За один оборот диска **28** храповое колесо **21** делает два оборота, а так как оно имеет 140 зубьев, то рычаг **24** совершает 280 качательных движений. За 280 оборотов вала **XIV** (рис. 69) стол **20** поворачивается на

$$280 \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{1}{190} = 1 \text{ оборот.}$$

Собачкой **25** (рис. 68) отключаются качательные движения рычага **24** и выключается счетчик на время быстрого поворота стола или при наладке полуавтомата.

Во время радиальной подачи стола электромагнит **23** отводит собачку **26** от храпового колеса **21**. Поэтому счетчик включается в работу только после врезания долбяка в заготовку на заданную глубину.

Полуавтоматический цикл обработки колес с наружным зацеплением. После установки и закрепления заготовки на столе необходимо включить гидропривод полуавтомата и проверить, чтобы шток переключателя **29** (рис. 68) входил в паз **а** диска **28**. В противном случае маховичком **27** устанавливают колеса счетчика **9** в нужное положение.

После включения гидропривода открывается проход масла под давлением в штоковую полость цилиндра **8** (рис. 69), вследствие чего стол с заготовкой быстро перемещается к долбяку. Как только упор **7** дойдет до ползушки **2**, быстрый ход стола прекращается. Поршень цилиндра **8** останавливается, давление масла увеличивается, срабатывает реле, которое дает команду на включение электродвигателя **М1**, подачу охлаждающей жидкости на долбяк, подачу масла под давлением в цилиндр **1**.

Электродвигатель **М1** сообщает штосселю с долбяком главное движение и круговую подачу, а столу — делительное движение.

При поступлении масла в поршневую полость цилиндра **1** поршень его будет медленно с установленной скоростью поднимать ползушку **2** и рейку **6**. При этом поршень цилиндра **8** производит радиальную подачу стола **20**, а зубчатая рейка **6** поворачивает против часовой стрелки зубчатое колесо и соединенный с ним барабан **4**. Долбяк врезается в

заготовку. При повороте барабана **4** против часовой стрелки кулачки **г, д, е,** перемещаются по направлению к переключателю **5**. Когда кулачок **г** нажмет на переключатель **5**, подача масла в цилиндр **1** прекратится, радиальная подача отключится, включится счетчик **9** (рис. 68) и круговая подача для чернового прохода.

Пока счетчик отсчитывает полный оборот стола, происходит обработка зубьев при первом проходе. После полного оборота стола **17** счетчик **9** отключается переключателем **29**, который одновременно дает команду на следующее включение радиальной подачи. Радиальная подача для второго прохода обработки отключается так же, как и подача для первого прохода, но уже кулачком **д**. Снова включается в работу счетчик, отсчитывает полный оборот стола для второго прохода и отключается, включая радиальную подачу стола для следующего — третьего прохода. Число проходов обработки равно числу кулачков, установленных на барабане **4** (рис. 69), не считая постоянного кулачка **ж**. Глубина врезания долбяка перед каждым проходом обработки настраивается установкой кулачков на соответствующее деление миллиметровой шкалы барабана.

Полуавтомат может быть настроен так, что под воздействием кулачка **ж** на переключатель **3** перед последним чистовым проходом кроме счетчика включаются увеличенная в 1,5 раза скорость резания и круговая подача.

После завершения последнего в цикле обработки полного оборота стола переключатель **29** отключает счетчик **9** (рис. 68) и одновременно дает команду на отключение главного привода, охлаждения и на ускоренный отвод ползушки **2** (рис. 69) в нижнее исходное положение. Совершается медленный отвод стола. При исходном положении ползушки кулачок **ж** нажимает на переключатель **3**, включается быстрый отвод стола, по окончании которого полуавтомат останавливается.

ЗУБОСТРОГАЛЬНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ МОДЕЛИ 5А26

Назначение станка и общее устройство

Универсальный зубострогальный полуавтомат предназначен для чистового нарезания прямозубых конических колес с бочкообразным зубом.

Параметры обрабатываемых зубчатых колес: модуль до 8 мм, длина делительного конуса до 300 мм, угол $\varphi_в$ внутреннего конуса от 5°42′ до 105°, диаметр делительной окружности до 500 мм, нарезаемое число зубьев от 10 до 200.

Высокая производительность и точность станка способствуют широкому использованию его в условиях серийного производства, а большая универсальность позволяет применять его и в единичном производстве.

В условиях единичного и серийного производства на станке можно производить предварительное (черновое) нарезание зубьев на колесах с модулем не более 5 мм, длиной зуба до 50 мм и наружным диаметром до 450 мм.

Общий вид и компоновка станка показаны на рис. 70, **а**.

Основные узлы станка: станина **32**, стойка **7** люльки, люлька **1**, верхний суппорт **5**, нижний суппорт **6**, каретка **8**, поворотная плита **33**, делительная бабка **14**, коробка скоростей **24**, коробка подач **21**. Станок работает по полуавтоматическому циклу.

При чистовой обработке в станке осуществляется следующий цикл движений. Заготовка быстро подводится на резцы на полную глубину начерно прорезанной впадины между зубьями.

При повороте люльки с суппортами и резцами и одновременно заготовки снизу вверх резцы, совершающие возвратно-поступательные движения, обрабатывают профиль зуба (рис. 70, **в**, **г**, **д**).

После окончания обработки зуба заготовка быстро отводится от резцов, люлька и шпиндель с заготовкой ускоренно поворачиваются в обратную сторону (в исходное положение), а шпиндель с заготовкой дополнительно поворачиваются на один зуб относительно резцов. После окончания обработки всех зубьев колеса станок автоматически останавливается.

При черновой обработке цикл движений изменяется. Люлька не вращается, а шпиндель поворачивается только в момент деления. Заготовка, установленная на шпинделе, медленно подается на резцы, которые строгают в ней клиновидную впадину между зубьями. После окончания обработки зуба заготовка быстро отводится от резцов и шпиндель поворачивает заготовку на один или два зуба $\left(\frac{1}{z}\right.$ или $\left.\frac{2}{z}\right.$ оборота) для обработки следующего зуба.

По сравнению со станком более старой модели 526 полуавтомат модели 5А26 имеет следующие преимущества:

— быстродействующий гидравлический зажим заготовок;

— быстрый подвод и отвод заготовки от гидравлического привода;

— возможность обработки зубьев бочкообразной формы;

— отвод резцов от заготовки при обратном ходе, что увеличивает стойкость резцов и чистоту обрабатываемой поверхности зубьев;

— возможность обработки зубьев как от наружной к внутренней части (обычный способ обработки), так и наоборот. В первом случае сила резания стремится оторвать заготовку от оправки, во втором — прижать к ней.

При обычном способе обработки, если заготовка на оправке смещается, то увеличивается глубина резания, что может вызвать получение дробленой обработанной поверхности зубьев. При обработке зубьев от внутренней к наружной части при смещении заготовки на оправке глубина резания уменьшается, что позволяет получать чистую поверхность при снятии большего сечения стружки.

Кинематическая схема полуавтомата

Движения в станке: главное движение — возвратно-поступательное движение ползушек и резцов; возвратно-вращательное движение люльки с резцами; подача каретки на врезание (при черновой обработке зубьев); движение обкатки — возвратно-вращательное движение шпинделя; делительное движение — поворот заготовки на один зуб; подвод и отвод каретки.

Кинематическая цепь привода главного движения. При настройке этой цепи необходимо установить нужную длину L и участок хода резцов, а также число ходов в минуту. Длину L хода резцов устанавливают на 10% больше длины l зуба колеса: $L=1{,}1\,l$.

Исходя из выбранной длины хода и средней скорости резания, находят число двойных ходов резцов в минуту: $n=\frac{1000v}{2L}$ дв. ход/мин.

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1460\cdot\frac{12}{41}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{17}{38}=n \text{ дв. ход/мин.}$$

Отсюда имеем формулу настройки $\frac{a}{b}=\frac{n}{191{,}2}$.

Меняя колеса $\frac{a}{b}$, можно настраивать полуавтомат на любое из 14 указанных в табл. 19 (см. «Приложение») чисел двойных ходов резцов в минуту.

Установка величины хода резцов. На барабане **IV** (рис. 71, **а**) имеются поперечные направляющие для ползушки **5**, несущей палец **6**, который устанавливают эксцентрично к оси барабана.

При вращении барабана палец **6** качает шатун **7**, палец **8**, кривошип **9**, вал **V** и коромысло **10** с двумя пальцами **11**. На каждом пальце установлен камень **12**, расположенный в пазу ползушек **15**. За один оборот барабана **IV** совершается один двойной ход ползушек **15** и резцов **18**. Верхний резец обрабатывает верхнюю кромку зуба, а нижний — нижнюю (рис. 70, **в**, **г**, **д**).

Величина хода резцов устанавливается изменением эксцентриситета пальца **6** (рис. 71, **а**). Для этого ползушку **5** освобождают от зажима, отвинчивая зажимные винты **1**. Затем шестигранной головкой **2** вращают реечную шестерню **4**, перемещая ползушку **5** и палец **6** в положение, при котором лимб шестигранника **2** укажет нужный ход резцов. Ползушку **5** закрепляют на барабане **IV** затяжкой винтов **1**. Чтобы ход резцов совершался на участке, где расположены зубья на заготовке, *резцедержавки* **17** *устанавливают и закрепляют на ползушках* **15** в нужных положениях.

Установка поворотных секторов. Для получения правильной формы зуба необходимо, чтобы режущая кромка каждого резца была направлена по линии DO (рис. 71, **б**) к центру O станка, а каждый поворотный сектор был установлен под углом δ к поперечной оси (линия OM) люльки.

Величину угла легко определить из рис. 71, **б**:

$$\delta = \frac{\frac{s}{2} + h'' \operatorname{tg}\alpha}{L_e} \text{ рад} = \frac{28{,}648(s + 2h'' \operatorname{tg}\alpha)}{L_e} \text{ град}.$$

При $s = 1{,}5708\ m$; $h = f''m = 1{,}2\ m$; $\alpha = 20°$; $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}36397$;

$$\delta = 28{,}648 \cdot \left(\frac{1{,}5708}{f''}\frac{h''}{L_e} + 0{,}72794\,\frac{h''}{L_e}\right).$$

Ввиду того, что угол γ мал, можно считать $\frac{h}{L_e} = \frac{\gamma}{57{,}296}$. Подставив это выражение в предыдущее уравнение, получим $\delta = 1{,}02\gamma$.

Если при обработке зуба по толщине необходимо оставить припуск Δs, то угол δ следует увеличить на $\Delta\delta$:

$$\Delta\delta = \frac{28{,}648\,\Delta s}{L_e}.$$

Устройство для получения бочкообразного зуба (рис. 71, **а**). На барабане **IV** установлен плоский кулачок **3**, который при вращении перемещает ролики **13** и крестовины **14**. Крестовины перемещаются по роликовым направляющим основания суппортов. На крестовинах **14** закреплены направляющие **16**, по которым двигаются ползушки **15** с резцедержателями **17** и резцами **18**. Профиль кулачка **3** определяет движение резцов **18**: при рабочем ходе — по дуге (рис. 71, **г**), при обратном ходе — резцы отводятся влево на 1,5 мм и не касаются поверхности зубьев изделия. Движение резца по дуге обеспечивает получение бочкообразной формы зуба (рис. 71, **д**).

Кинематическая цепь вращения барабанов 21 и 22. Все движения, необходимые для обработки зуба колеса, совершаются за один оборот соединенных между собой барабанов управления **22** и подач **21**. Поэтому передаточное отношение сменных колес гитары подач выбира-

ется из расчета, чтобы за t секунд эти барабаны сделали совместно один оборот (где t — время обработки каждого зуба колеса).

Уравнение баланса этой кинематической цепи:

$$1460 \cdot \frac{12}{41} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} (\text{Мф1}) \frac{14}{37} \cdot \frac{33}{24} (\text{Мф2}) \frac{1}{44} = \frac{60}{t} \text{ оборотов барабана.}$$

Отсюда получаем формулу настройки $\frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = \frac{12}{t}$, пользуясь которой по табл. 19 (см. «Приложение») выбирают сменные колеса для гитары подач. С помощью сменных зубчатых колес можно настраивать станок на время обработки каждого зуба в пределах от 7,6 до 114 с.

Муфта **Мф1**, соединяющая валы **VIII** и **IX**, передает вращение только в одном направлении, что предохраняет механизмы станка от поломки при включении неправильного направления вращения вала **VIII**.

При обработке зуба от впадины к вершине включают обратное вращение электродвигателя станка. Для сохранения направления вращения вала **VIII** и последующих валов сменные колеса e и f устанавливают на место колес e' и f'. За время обработки каждого зуба — один оборот барабанов **21** и **22** — распределительный вал **X** делает $1 \cdot \frac{44}{1} \cdot \frac{24}{33} = 32$ оборота.

Вал **X** приводит в действие механизм качания люльки и механизм деления. За один оборот барабанов **21** и **22** срабатывает счетчик автоматического выключателя **19** (рис. 70, **а**). По лимбу выключателя устанавливают число зубьев обрабатываемого колеса. После обработки этого количества зубьев автоматический выключатель через систему рычагов действует на микропереключатель **20** (рис. 71, **а**), выключающий станок.

Кинематическая цепь качания люльки. Для правильной обкатки зубьев производящего зубчатого колеса по зубьям обрабатываемого (рис. 71, **г**) люлька совершает качательное движение на угол θ, который находят по формулам:

$$\text{при } \alpha = 20^\circ \quad \theta = 2\left[\frac{355{,}3\, f'' + 90}{z} - 0{,}8\right] \sin\varphi;$$

$$\text{при } \alpha = 15^\circ \quad \theta = 2\left[\frac{458{,}4\, f'' + 90}{z} - 0{,}4\right] \sin\varphi,$$

где $f'' = \frac{h''}{m}$ — отношение высоты ножки зуба к модулю; φ — половина угла начального конуса нарезаемого колеса (рис. 71, **в**); α — угол зацепления; z — число зубьев обрабатываемого колеса.

За время обработки каждого зуба вал **X** делает 32 оборота и сообщает валу **XIII** через реверсивную муфту **Мф6** по 10 оборотов в одну и другую сторону (12 оборотов вал **XIII** совершает за два переключения муфты **Мф6**).

Тогда уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$10 \text{ об. } (\text{Мф6}) \frac{g}{h} \cdot \frac{42}{42} (\text{Мф7}) \frac{27}{25} \cdot \frac{1}{162} = \frac{\theta^\circ}{360^\circ}.$$

Отсюда находим формулу настройки $\frac{g}{h} = \frac{\theta^\circ}{24^\circ}$; $g + h = 90$ зубьев.

Для настройки механизма качания люльки по табл. 19 (см. «Приложение») подбираем шесть пар сменных зубчатых колес с числом зубьев от $\frac{g_1}{h_1} = \frac{24}{66}$ до $\frac{g_6}{h_6} = \frac{42}{48}$. Угол качания люльки будет от 8,7 до 53°.

Кинематическая цепь деления. Эта цепь осуществляет поворот заготовки **19** (рис. 71, **а**) на один зуб, т. е. на $\frac{1}{z}$ оборота перед началом

обработки следующего зуба, где z — число зубьев на обрабатываемой заготовке. Из вышеизложенного известно, что за время обработки одного зуба барабаны **21** и **22** делают один оборот, а распределительный вал **X** — 32 оборота. За это же время вал **X** повернет вал **XIX** на два оборота через кинематическую цепь: $32 \cdot \frac{22}{32} \cdot \frac{21}{60} \cdot \frac{20}{77} = 2$.

Ролик, движущийся по канавке **г**, за один оборот барабана **22** повернет рычаг **23**, вал **XXV** и рычаг **24**, который через муфту **Мф5** повернет водилом мальтийский крест **25** на пол-оборота. Мальтийский крест через зубчатую передачу $\frac{58}{29}$ повернет корпус **XXI** дифференциала на один оборот: $\frac{1}{2} \cdot \frac{58}{29} = 1$ об.

За один оборот корпуса **XXI** дифференциала центральный вал **XVIII** совершает два дополнительных оборота $n_1 = 2n_0 - n_4 = 2 \cdot 1 = 2$ (эта формула выведена из общеизвестной формулы Виллиса $\frac{n_1 - n_0}{n_4 - n_0} = \frac{z_2 z_4}{z_1 z_3}(-1)^m$).

Вследствие этих двух дополнительных оборотов вала **XVIII** осуществляется дополнительный поворот заготовки **19** (деление) на $\frac{1}{z}$ оборота.

Уравнение баланса этой кинематической цепи запишется так:

$$2 \text{ об.} \frac{36}{27} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{36}{24} \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{o}{p} \text{ (Мф8) } \frac{1}{120} = \frac{1}{z} \text{ оборота.}$$

Отсюда находим формулу настройки $\frac{m}{n} \cdot \frac{o}{p} = \frac{30}{z}$.

По этой формуле подбирают сменные колеса с модулем 1,75 мм и числом зубьев по табл. 19 (см. «Приложение») и устанавливают при настройке станка на гитару деления.

На время поворота корпус дифференциала автоматически освобождается от фиксатора, а после поворота фиксируется.

Кинематическая цепь обкатки. Обкаткой называется качательное движение шпинделя **XXXIV** и заготовки **19**, строго согласованное с качательным движением люльки **26** (во время поворота люльки снизу вверх).

За время поворота люльки на один зуб воображаемого производящего колеса (на $\frac{1}{z_1}$ оборота) заготовка через кинематическую цепь обкатки должна повернуться также на один зуб (на $\frac{1}{z_1}$ оборота).

В рассматриваемом станке зубья воображаемого производящего колеса описываются в пространстве режущими кромками резцов (рис. 70, **в**, **г**, **д** и тонкая линия, рис. 71, **в**).

Из треугольника AOB (рис. 71, **в**) легко найти число зубьев z_1 воображаемого производящего колеса, что необходимо для вывода формулы передаточного отношения $\frac{t}{f} \cdot \frac{k}{l}$ сменных зубчатых колес гитары обкатки:

$$\sin\varphi = \frac{AB}{AO} = \frac{r}{R} = \frac{\frac{mz}{2}}{\frac{mz_1}{2}} = \frac{z}{z_1}.$$

Отсюда можно получить формулу для определения числа зубьев воображаемого производящего зубчатого колеса $z_1 = \frac{z}{\sin\varphi}$, где φ — половина угла начального конуса нарезаемого колеса.

Качательное движение заготовки, необходимое для правильной обкатки обрабатываемых зубьев заготовки с режущими кромками резцов (зубьями производящего зубчатого колеса), осуществляется от люльки **26**.

Уравнение баланса кинематической цепи запишется так:

$$\frac{1}{z}\cdot\frac{162}{1}\cdot\frac{25}{27}\,(\text{Мф7})\,\frac{i}{j}\cdot\frac{k}{l}\cdot\frac{30}{30}\cdot\frac{30}{30}\cdot\frac{36}{27}\cdot\frac{26}{26}\cdot\frac{26}{26}\cdot\frac{36}{24}\cdot\frac{m}{n}\cdot\frac{o}{p}\,(\text{Мф8})\times$$

$$\times\frac{1}{120}=\frac{1}{z}$$ оборота заготовки.

Подставляя полученное ранее значение $\frac{m}{n}\cdot\frac{o}{p}=\frac{30}{z}$ и $z_1=\frac{z}{\sin\varphi}$, получаем формулу настройки этой цепи: $\frac{i}{j}\cdot\frac{k}{l}=\frac{z}{75\sin\varphi}$.

Конструкция и характеристика работы основных узлов полуавтомата

Станина 32 (рис. 70, а) предназначена для крепления станка на фундаменте и является основанием, на котором монтируются все остальные узлы станка. Внутри станины расположены два резервуара: один — емкостью 0,07 м³ (70 л) для масла гидропривода, второй — емкостью 0,13 м³ (130 л) для охлаждающей жидкости. Указатель **34** показывает уровень охлаждающей жидкости, а указатель **26** — уровень масла. На верхней части станины имеются поперечные направляющие для перемещения каретки.

Стойка 7 люльки жестко закреплена на левой стороне станины, имеет роликовые направляющие, по которым совершаются качательные движения люльки. На правой части стойки закреплен трубопровод **11** для подачи охлаждающей жидкости на резцы. На верхней части стойки закреплен штатив лампы местного освещения и маслоуказатель **3** системы смазки люльки.

Люлька 1 является основанием двух суппортов, которым она сообщает качательные движения, необходимые для правильной обкатки режущих кромок резцов по нарезаемым на заготовке зубьям конического колеса.

Суппорты 5 и **6** предназначены для сообщения резцам главного (возвратно-поступательного) движения. Основания суппортов (на рисунке не видны) имеют форму секторов; они должны быть повернуты и закреплены на направляющих люльки для установки суппортов под углом δ (рис. 71, **б**), зависящим от конусности зуба нарезаемого колеса. Суппорты под углом δ устанавливают поворотом валика **2** (рис. 70, а), а закрепляют болтом **4**.

На основаниях на роликах установлены крестовины **14** (рис. 71, **а**) с роликами **13**, опирающимися на дисковый кулачок **3**. При вращении барабана **IV** кулачок **3** перемещает крестовины **14**, ползушки **15** и резцы **18** в направлении, параллельном оси люльки **26**. На торцовых поверхностях крестовин привернуты направляющие **16**, по которым перемещаются суппорты, несущие резцедержатели **17** и резцы **18**. Устройство верхнего **5** (рис. 70, **а**) и нижнего **6** суппортов аналогично.

Каретка 8 предназначена для поперечного перемещения поворотной плиты **33** делительной бабки **14** и шпинделя с обрабатываемой заготовкой. Движение каретки необходимо для подач, подвода и отвода заготовки к резцам. Каретка перемещается по роликовым направляющим.

Механизм перемещения каретки (рис. 71, **е**). Поворотом хвостовика **1** и шестерни **11** поднимают или опускают один из пальцев **2** или **12** и вводят в канавку барабана. Палец **2** вводят в канавку **а** при настройке станка на чистовую обработку, а палец **12** в канавку **б** — при черновой обработке зубьев.

Профиль канавки **а** обеспечивает быстрое врезание резцов на высоту зуба, а затем быстрый отвод заготовки от резцов. Профиль канав-

ки **6** обеспечивает медленную подачу каретки на врезание во время черновой обработки зубьев, а затем быстрый отвод заготовки. Во время вращения барабана палец, входящий в канавку, качает (относительно оси y—y) кулису **9** вместе с камнем **10** и цилиндром **5**. При этом цилиндр **5** перемещается, перемещая каретку **14** в поперечном направлении. Вместе с кареткой перемещаются поворотная плита **33** (рис. 70, **а**), делительная бабка **14** и шпиндель с заготовкой. Угол качания кулисы для каждого вида обработки, чистового и чернового, остается постоянным.

Вращая хвостовиком **3** винт **4** (рис. 71, **е**), устанавливают величину поперечного хода каретки. При этом винт **4** перемещает камень **10** и цилиндр **5** к оси y—y (ход уменьшается) или от оси y—y (ход увеличивается).

Глубина врезания резцов в заготовку и, следовательно, толщина обработанных зубьев зависят от крайнего левого положения каретки **14**. Для повышения точности движение каретки влево ограничивается упором муфты **7** в выступ станины **13**. Положение упора регулируется вставкой **8** таким образом, чтобы при левом положении поршня **6** между ним и дном цилиндра **5** оставался зазор 0,3—0,4 мм.

Быстрый подвод и отвод каретки и заготовки осуществляется поршнем **6** от гидропривода.

Поворотная плита 33 (рис. 70, **а**) служит для установки делительной бабки **14** и шпинделя с заготовкой под нужным углом $\varphi_в$ к плоскости $CEFH$ движения передних режущих кромок резцов (рис. 71, **б**). На поворотной плите имеются направляющие для перемещения делительной бабки.

Вначале производят приблизительный поворот плиты рукояткой, вставленной в гнездо **36** (рис. 70, **а**) в положение, при котором ось шпинделя с заготовкой расположится под углом $\varphi_в$ к плоскости $CEFH$ движения передних режущих кромок резцов (рис. 71, **б**). В этом положении приспособление **31** (рис. 70, **а**) для точной установки резцов закрепляют в Т-образном кольцевом пазу каретки гайкой **1** (рис. 70, **б**). Затем поворачивают эксцентриковую втулку **2** и шатун **3** сдвигает болт **6** и поворотную плиту **5** в нужное положение. В этом положении поворотную плиту закрепляют гайкой **4**.

Делительная бабка 14 (рис. 70, **а**) со шпинделем предназначена для установки заготовки в положение, при котором центр O пересечения (рис. 71, **б**) образующих поверхностей зубьев конического зубчатого колеса совпадает с центром станка.

В делительной бабке расположены также часть механизма обкатки и сменные колеса $\frac{m}{n} \cdot \frac{o}{p}$ механизма деления (под крышкой **15**) (рис. 70, **а**), калибр **12** для деления припуска с рукояткой **13** фиксатора.

Заготовка на шпинделе закрепляется гидрозажимом **17**. Давление масла в гидрозажиме регулируется редукционным клапаном **18**.

Перемещение делительной бабки по направляющим поворотной плиты осуществляется в направлении оси шпинделя валиком **30**, вращающим реечную шестерню, которая передвигает рейку, прикрепленную к делительной бабке **14**. Величина перемещения отсчитывается по шкале **29** с нониусом. В установленном положении делительная бабка закрепляется гайками **16**.

Коробка скоростей 24 расположена в чугунном корпусе, в котором находятся электродвигатель и часть механизма привода станка. Под крышкой **22** помещены сменные шестерни и гитары для настройки скоростей резания и подач.

В передней части коробки под крышкой **9** расположен электродвигатель гидропривода. За дверцей **23** расположены шестигранная головка **2** (рис. 71, **ж**) вала для установки длины хода резцов и головки **1**

винтов для крепления ползушки **5** с пальцем **6** в нужном положении. При вращении барабана **3** с плоским кулачком **4** палец **6** качает шатун **7**, палец **8**, кривошип **9** и коромысло **10**.

Коробка подач (рис. 70, **а**) чугунная. За дверцей **25** находится механизм обкатки со сменными колесами $\frac{l}{j} \cdot \frac{k}{l}$ (рис. 71, **а**) гитары обкатки и гитары с колесами $\frac{g}{h}$ для установки угла качания люльки. В коробке подач имеется: автоматический выключатель **19** (рис. 70, **а**) с лимбом для установки числа зубьев нарезаемого колеса; автодозатор **27**, регулирующий подачу смазки на направляющие суппортов; указатель **28**, показывающий установку барабана подач в нулевое положение. За дверцей **35** расположен гидропривод.

Управление полуавтоматом производится с пультов **10** и **20** (рис. 70, **а**).

АГРЕГАТНЫЕ СТАНКИ

Агрегатными называются специальные станки, изготовляемые из стандартных, нормализованных узлов с применением незначительного количества специальных узлов. Агрегатные станки работают по автоматическому циклу.

Наиболее широко агрегатные станки используют в массовом и крупносерийном производстве.

Большой эффект дает применение агрегатных станков в серийном производстве с небольшим выпуском изделий, если эти станки используются для выполнения трудоемких расточных операций и построены с учетом особенностей серийного производства.

Значительное повышение производительности труда и снижение себестоимости получается при обработке изделий на автоматических поточных линиях, состоящих из агрегатных станков, соединенных между собой автоматически действующими транспортными устройствами и механизмами для автоматического зажима заготовок в приспособлениях. Наиболее целесообразно применять агрегатные станки для обработки корпусных деталей.

Обрабатываемые заготовки, как правило, закрепляют в приспособлениях на столе, который периодически поворачивается, перемещая их из одной позиции в другую. Отверстия или поверхности заготовок обрабатываются одновременно во всех позициях, кроме загрузочной. Эта позиция используется для снятия обработанной детали и установки новой заготовки. Обработка нескольких поверхностей заготовок одновременно большим количеством инструментов обеспечивает высокую производительность и точное взаимное расположение этих поверхностей.

Агрегатные станки могут быть с вертикальным, горизонтальным или наклонным расположением шпинделей. Встречаются комбинированные агрегатные станки, имеющие несколько различно расположенных силовых головок.

На заводах с массовым и крупносерийным производством широко применяют малые агрегатные станки, изготавливаемые Харьковским заводом агрегатных станков.

АГРЕГАТНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ АМ279

Назначение станка и общее устройство

Данный агрегатный станок предназначен для обработки одновременно в четырех позициях двенадцатью шпинделями одной из деталей самоходного зерноуборочного комбайна.

Общий вид и компоновка станка показаны на (рис. 72, а).

Основные узлы станка: нормализованные — основание **28**, колонна **12**, силовая головка **20**, стол **1**, салазки **19**, линейка управления **11**

и пульт управления **17**; специальные — шпиндельная коробка **5**, кондукторная плита **3** и приспособления **18**.

Основание 28 станка закрепляется на фундаменте и обеспечивает правильное взаимное расположение колонны **12** и стола **1**. Внутренняя полость основания используется как резервуар для охлаждающей жидкости.

На колонне 12 крепятся салазки **19** силовой головки. Крышка **13** закрывает нишу с электрооборудованием. Внутри колонны установлены электронасос для подачи охлаждающей жидкости через шланг **26** к инструментам и противовес силовой головки.

Силовая головка 20 через механизмы шпиндельной коробки осуществляет подачу и вращение одновременно всех шпинделей **14**. Салазки **19** служат для быстрых перемещений головки **20** и шпиндельной коробки **5**. Устройство головки и салазок рассматривается ниже (рис. 73).

Стол 1 служит для установки приспособлений **18** и перемещения их и обрабатываемых заготовок каждый раз при повороте стола в следующие позиции обработки.

Линейка управления 11 предназначается для установки и крепления переставных кулачков **10** и **8**.

Кулачки действуют на ролики путевых переключателей **9** и **7**, которые переключают силовую головку с быстрого подвода на первую подачу, с первой подачи на вторую, затем на быстрый обратный ход и остановку в верхнем положении. Такая же линейка управления с кулачками и путевой переключатель расположены с другой стороны силовой головки.

Пульт управления 17 служит для управления станком.

Шпиндельная коробка 5. Разные частоты вращения, потребляемая мощность и расположение шпинделей определяют изготовление шпиндельной коробки как индивидуального узла, пригодного для конкретной модели агрегатного станка.

Однако шпиндельные коробки изготовляют из нормализованных узлов: шпинделей, промежуточных валиков и шестерен. Корпусные детали шпиндельной коробки в предварительно обработанном виде (до расточки отверстий под подшипники шпинделей и промежуточных валиков) также изготовляют нормализованными.

Корпусные детали шпиндельной коробки: передняя крышка **25** закрывает нижнюю часть шпиндельной коробки и служит резервуаром для смазочного масла; корпус **24** является опорой для нижних подшипников шпинделей и промежуточных валиков; промежуточная плита **22** является опорой для верхних подшипников шпинделей и промежуточных валиков; задняя крышка **21** закрывает верхнюю часть шпиндельной коробки; боковая крышка **23** служит для монтажа и осмотра механизмов коробки. Корпусные детали, шпиндели и промежуточные валики изготовляют нескольких нормализованных размеров. Положение инструментов по высоте регулируется гайками **15**. Нормализованные шестерни делаются с различными числами зубьев и различным модулем.

Кондукторная плита 3 служит для размещения кондукторных втулок **16**, обеспечивающих точное направление инструментов.

Кондукторная плита подвешена к шпиндельной коробке на тягах **4**. Нижнее положение плиты регулируется гайками **6**. Для смены инструмента (с хвостовиками больших диаметров, чем диаметры отверстий кондукторных втулок) кондукторную плиту освобождают фиксаторами **2** от подвески на тягах **4**.

Чтобы обеспечить правильное взаимное расположение втулок кондукторной плиты и изделий, закрепленных на поворотном столе, кондукторную плиту при опускании устанавливают на штифты стола **1**.

Приспособления 18. Конструкция и принцип действия приспособлений зависят от формы, размеров базовых поверхностей и технологии обработки изделий. Заготовки зажимают в приспособлениях и освобождают от зажима поворотом рукоятки **27.**

СИЛОВАЯ ГОЛОВКА МОДЕЛИ УМ2253 АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ

Назначение. Силовые головки агрегатных станков являются нормализованным узлом, предназначенным для сообщения вращательного движения шпинделям станка, а также для осуществления подачи режущего инструмента.

Силовые головки агрегатных станков, изготовляемых Минским заводом автоматических линий, имеют электромеханический привод, а силовые головки Московского завода им. Орджоникидзе — электрогидравлический привод подач и механический привод главного движения.

Рассмотрим устройство нормализованной силовой головки модели УМ2253, применяемой на агрегатных станках Минского завода. Остальные типоразмеры нормализованных силовых головок, изготовляемых этим заводом, устроены аналогично и отличаются от рассматриваемой модели только мощностью электродвигателя и размерами головки.

Наибольшая длина хода головки УМ2253 при установке ее на нормализованные салазки модели IУМ1555 — 500 мм, при установке на салазки IIУМ1555 — 800 мм.

Кинематическая схема (рис. 73, а). При включении электродвигатель **М1** через зубчатую передачу $\frac{19}{38}$ вращает вал **II** с ведущим зубчатым колесом (на рисунке колесо показано штрихпунктиром), являющимся первым элементом механизма шпиндельной коробки. Это колесо через механизмы шпиндельной коробки передает вращение одновременно всем шпинделям. Частота вращения шпинделей различна. Частота вращения вала **II** постоянна и равна $n_{II}=\frac{n_I}{2}$. Нужная частота вращения каждого из шпинделей получается за счет различных передаточных отношений кинематических цепей шпиндельной коробки.

Подачи шпиндельной коробки включаются муфтой **Мф1** и одной из муфт **Мф2** или **Мф3.**

При включении электродвигателя **М1** вал **III** свободно вращает стаканы муфт **Мф2** и **Мф3** с частотой $n_{III}=n_I\cdot\frac{2}{32}=\frac{n_I}{16}$ об/мин.

Электромагнитной муфтой **Мф2** включается первая минутная подача:

$$s'_м=n_I\cdot\frac{2}{32}\,(\text{Мф2})\,\frac{a}{b}\,(\text{Мф4})\,\frac{1}{29}\cdot 12\cdot 2=0{,}052\,\frac{a}{b}\,n_I\ \text{мм/мин}.$$

Электромагнитной муфтой **Мф3** включается вторая минутная подача:

$$s''_м=n_I\cdot\frac{2}{32}\,(\text{Мф3})\,\frac{c}{d}\,(\text{Мф4})\,\frac{1}{29}\cdot 12\cdot 2=0{,}052\,\frac{c}{d}\,n_I\ \text{мм/мин}.$$

Станок снабжен десятью комплектами сменных зубчатых колес $\frac{a}{b}\left(\frac{c}{d}\right)$ с числом зубьев от $\frac{a_1}{b_1}=\frac{20}{92}$ до $\frac{a_{10}}{b_{10}}=\frac{56}{56}$:

$$a+b=112\ \text{зубьев};\quad c+d=112\ \text{зубьев}.$$

Сменой комплектов зубчатых колес можно устанавливать любые из 19 первых и вторых минутных подач силовой головки.

При частоте вращения электродвигателя **М1** $n_1=1460$ об/мин подачи силовой головки устанавливают в пределах:

$$\text{от } s''_{м1}=0{,}052\cdot\frac{a_1}{b_1}\cdot n_1=0{,}052\cdot\frac{20}{92}\cdot 1460=16{,}4 \text{ мм/мин}$$

$$\text{до } s''_{м19}=0{,}052\cdot\frac{b_1}{a_1}\cdot n_1=0{,}052\cdot\frac{92}{20}\cdot 1460=349 \text{ мм/мин;}$$

при частоте вращения электродвигателя **М1** $n_1=950$ об/мин

$$\text{от } s'_{м1}=0{,}052\cdot\frac{a_1}{b_1}\cdot n_1=0{,}052\cdot\frac{20}{92}\cdot 950=10{,}7 \text{ мм/мин}$$

$$\text{до } s'_{м19}=0{,}052\cdot\frac{b_1}{a_1}\cdot n_1=0{,}052\cdot\frac{92}{20}\cdot 950=227 \text{ мм/мин.}$$

Быстрое перемещение силовой головки совершается при включении электродвигателя **М2** и одновременно электромагнита муфты **Мф1**. Скорость быстрого перемещения

$$v=1420\cdot\frac{20}{72}\cdot\frac{16}{30}\cdot\frac{12\cdot 2}{1000}=5{,}05 \text{ м/мин.}$$

Направление быстрого перемещения зависит от направления вращения электродвигателя **М2**.

Цикл движений силовой головки при обработке каждого изделия схематически изображен на рис. 73, **г**. На циклограмме указано, какие электромагнитные муфты включаются для осуществления этих движений.

Тормозная муфта Мф1 обеспечивает неподвижное положение ходового винта **XI** (рис. 73, **а**) при подачах силовой головки и свободное вращение его от электродвигателя **М2** при быстрых перемещениях силовой головки.

Вал электродвигателя **15** (рис. 73, **б**) втулкой **3** соединен с валом **11**, передающим вращение через зубчатые колеса $\frac{20}{72}$ и $\frac{16}{30}$ ходовому винту **XI** (рис. 73, **а**).

На шлицах вала **11** (рис. 73, **б**) установлены внутренние диски **7** муфты. Наружные диски **8** заходят выступами в пазы стакана **9** муфты. Стакан **9** *шпонкой* **10** *и болтами* **12** *соединен с корпусом салазок* станка, поэтому стакан и наружные диски **8** муфты не вращаются. Обычно электромагнит **5** выключен. Пружина **2** давит на диск **6**, сжимая наружные **8** и внутренние **7** диски. Валы **IX** (рис. 73, **а**), **X** и **XI** не вращаются. Корпус **13** (рис. 73, **б**) электромагнита **5** неподвижно закреплен на салазках станка болтами **14** и винтами **4**.

При включении электромагнит **5** притягивает диск **6**, перемещая его влево на величину зазора δ и растормаживая муфту. От электродвигателя **М2** осуществляются быстрые перемещения силовой головки. Внутренние диски **7** вращаются между неподвижными наружными дисками **8**. Общий зазор δ регулируют в пределах 1—1,3 мм. Давление пружины **2** на диск **6** регулируется гайкой **1**. При тормозном моменте муфты, равном примерно 98 Н·м (10 кгс·м) обеспечивается неподвижное положение ходового винта головки при силе подачи до $68\cdot10^3$ Н (7000 кгс).

Предохранительная муфта **Мф4** (рис. 73, **в**) регулирует максимальную силу подачи силовой головки. Стакан **2** муфты выполнен заодно с червяком $z=1$. В пазы стакана **2** входят выступы наружных дисков **4** муфты. Внутренние диски **3** муфты установлены на шлицах вала **10**. Тарельчатые пружины **6** через диск **5** поджимают внутренние диски **3** к наружным дискам **4**.

Вращение с вала **10** передается через внутренние диски **3** наружным дискам **4**, стакану **2**, червяку $z=1$ и червячному колесу $z=29$. Сила давления пружин **6** регулируется гайкой **9**. Момент трения между внутренними **3** и наружными **4** дисками муфты должен обеспечивать максимальную силу подачи силовой головки 63500 Н (6500 кгс). Эта сила при регулировке муфты заменяется динамометром. После регулировки муфты гайка **9** на валу фиксируется затяжкой болта **7**. При регулировке муфты вал **10** можно вращать вручную квадратным хвостовиком **8**. Осевая сила, действующая на червяк, воспринимается упорным шарикоподшипником **1**.

Противовес (рис. 72, **б**). Силовые головки модели УМ2253 с салазками могут ставиться на горизонтальные основания, на вертикальные колонны или на основания, наклоненные под любым углом.

При установке головки в вертикальное или наклонное (под углом более 30° к горизонтали) положение ее нужно уравновесить противовесом.

В агрегатных станках Минского завода автоматических линий для уравновешивания подвижных частей (силовой головки **13**, шпиндельной коробки **12**, кондукторной плиты **11** и инструментов) применяют пневматический противовес, который располагают внутри колонны. Через ролик **5**, вращающийся на оси **4**, перекинут трос **6**, соединенный одним концом с силовой головкой, другим — со штоком **9**. Воздух, находящийся в ресивере **3** и цилиндре **8**, давит на поршень **10**, уравновешивая массу подвижных частей. Давление воздуха выбирают исходя из массы подвижных частей и рабочей площади поршня 480 см^2.

Давление воздуха в ресивере **3** регулируют клапаном **2** по манометру **7**. Масса неуравновешенных подвижных частей не должна превышать 600 кг. Поступление воздуха из сети закрывается вентилем **1**.

ПОВОРОТНЫЙ СТОЛ МОДЕЛИ УМ4136 АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ

Назначение стола и общее устройство

Столы предназначены для установки приспособлений, в которых крепятся обрабатываемые заготовки, и для перемещения их из одной позиции обработки в другую.

Нормализованные столы моделей УМ4126, УМ4136, УМ4146 и УМ4156 имеют одинаковую гидрокинематическую схему и отличаются друг от друга только диаметром планшайбы и другими размерами.

Для перемещения заготовок из одной позиции обработки в другую планшайба стола должна при каждом цикле точно поворачиваться на $\frac{1}{z}$ оборота, где z — число позиций на столе. Столы изготовляют с числом позиций от 3 до 12. Число позиций зависит от выбранного передаточного отношения сменных зубчатых колес $\frac{a}{b}$ и количества фиксирующих пальцев **26** (рис. 74).

Цикл работы поворотного стола состоит из переходов: подъема планшайбы, поворота планшайбы, зарядки механизма поворота, фиксации планшайбы, зажима планшайбы, которые осуществляются механизмом подъема и зажима планшайбы, механизмом поворота, механизмом фиксации.

Поворотный стол состоит из чугунного основания — тумбы **17** (рис. 74), на кольцевой направляющей которого лежит планшайба **18**.

Все механизмы и гидропривод стола расположены в нише тумбы.

Гидрокинематическая схема стола (рис. 74). При включенном гидроприводе лопастной насос **2** засасывает масло по трубопроводу **31** из бака **1** и подает его под давлением по трубопроводу **32**.

Подъем планшайбы 18 производится для облегчения ее поворота. Каждый предыдущий цикл обработки заканчивается быстрым обратным ходом силовой головки в верхнее положение, в конце которого кулачок **8** (рис. 72, **а**), нажимая на ролик переключателя **7**, включает (до этого станочник должен нажать кнопку «Цикл») электромагнит **3.1** (рис. 74). Это является началом автоматического поворота планшайбы и всего полуавтоматического цикла обработки заготовок, установленных на планшайбу.

При включении электромагнита **3.1** распределитель **3** перемещается в положение **а**. Масло под давлением по трубопроводам **32, 33, 34** поступает в полость **4.3** цилиндра **4**, поднимая поршень **4.1** и планшайбу **18** вверх на 0,5—1 мм выше опорной поверхности тумбы **17**. Поршень **4.1** упирается в шарикоподшипник **4.2**, что облегчает поворот планшайбы.

При подъеме поршень **4.1** вытесняет масло из полости **4.4** по трубопроводу **35**, через обратный клапан **5.1**, напорный золотник **5** и трубопровод **36** к напорному золотнику **6**. Масло по трубопроводам **34, 37** поступает в левую полость золотника **6**, который открывает выход масла на слив по трубопроводам **36, 39** в бак **1**. Так как при правом положении золотника **6** масло из полости **7.2** по трубопроводам **38** и **39** свободно уходит на слив, то пружина **27** поворачивает рычаг **24** на оси **25** в положение, изображенное штрихпунктиром. При этом выступ **а** отходит от фиксирующего пальца **26** и не препятствует его движению при повороте планшайбы **18**.

Поворот планшайбы. При подъеме планшайбы масло поступает через обратный клапан **8(1)** по трубопроводам **34, 40, 41, 42** в полость **9.8** цилиндра **9** поворота планшайбы. Под давлением масла в полости **9.8** поршень **9.5** перемещается влево, поворачивая рейкой **9.9** зубчатое колесо **9.11**, вал **I**, диск **19** и палец **20** против часовой стрелки на угол α.

Дополнительной опорой поршня **9.5** является подшипник **9.2**. Палец **20** поворачивает кулису **21** в положение, изображенное штрихпунктиром. Одновременно собачка **23** поворачивает храповое колесо **22**, вал **II**, сменные зубчатые колеса $\frac{a}{b}$, вал **III** и планшайбу **18**.

Передаточное отношение сменных зубчатых колес выбирается из условия, чтобы планшайба поворачивалась на угол, несколько больший, чем $\beta = \frac{360^\circ}{z}$ (где z — число позиций), т. е. чтобы происходил небольшой «перебег» планшайбы, необходимый для последующей точной установки ее при фиксации.

Во время поворота планшайбы распределитель **10** под действием пружины занимает нижнее положение **а**, перекрывая выход масла из трубопровода **42** в трубопровод **43**. При движении поршня **9.5** влево масло из полости **9.10** вытесняется на слив по каналу **9.12** через трубопроводы **44, 45, 46** и дроссель **11.1** в нижнюю полость напорного золотника **11**. Так как площадь поршня **9.3** значительно меньше площади поршня **9.5**, то давление масла в полости **9.10** и трубопроводах **44, 45, 46** повышается, что заставляет золотник **11** подняться в верхнее положение, при котором масло из этих трубопроводов уходит на слив по трубопроводам **36** и **39**. В конце хода поршня **9.5** влево клапан **9.4** поджимается пружиной к торцу поршня **9.3**, перекрывая выход масла в канал **9.12**. Создается масляный буфер, замедляющий движение поршня **9.5** при окончании поворота планшайбы.

Зарядка механизма поворота. В конце поворота планшайбы пор-

шень **9.5** нажимает на стержень **9.1**, действующий на переключатель **В1**, который отключает электромагнит **3.1**. При выключении электромагнита **3.1** золотник **3** устанавливается пружиной в положение **б**, открывая сообщение между трубопроводами **33** и **45** и **34** и **47**. Масло от насоса **2** поступает под давлением по трубопроводам **32, 33, 45, 44** через канал **9.12** в полость **9.10**, перемещая поршень **9.5** в правое положение. Одновременно масло через дроссель **10.1** поступает под давлением в нижнюю полость распределителя **10**, перемещая его в положение **б**. Открывается выход масла из полости **9.8** по трубопроводам **42** и **43** на слив. В конце хода поршня **9.5** вправо демпфер **9.6** перекрывает свободный выход масла из полости **9.8** в трубопровод **42**, оставляя лишь замедленный выход масла по трубопроводу **48** через дроссель **9.7** и трубопроводы **42** и **43**. Во время движения поршня **9.5** вправо зубчатая рейка **9.9** поворачивает зубчатое колесо **9.11**, вал **I** и диск **19** по часовой стрелке на угол α, возвращая кулису **21** в исходное положение. Происходит зарядка механизма поворота стола. В это время собачка **23** скользит по зубьям храпового колеса **22**, не поворачивая валов **II** и **III**.

Фиксация планшайбы. Для точного положения планшайбы **18** после каждого поворота на $\frac{1}{z}$ оборота на нижней стороне планшайбы **18** по окружности на одинаковом расстоянии друг от друга закреплены z фиксирующих пальцев **26** и имеется механизм точной фиксации.

Механизм фиксации состоит из фиксатора **30** и цилиндра **7**, прижимающего поршнем **7.1** один из пальцев **26** к фиксатору **30**.

Во время поворота планшайбы **18** один из пальцев **г**, нажимая на скошенную поверхность выступа **б** фиксатора **30**, поворачивает его на оси **28** в положение, изображенное штрихпунктиром, а затем вследствие «перебега» палец выходит вперед фиксатора **30**. Пружина **29** возвращает фиксатор **30** в исходное положение. Заканчивается поворот планшайбы и зарядка механизма поворота.

В конце зарядки поршень **9.5** останавливается в крайнем правом положении, что вызывает повышение давления масла в полости **9.10** и в трубопроводах **44, 45, 46**. Напорный золотник **11** поднимается, открывая проход масла по трубопроводам **36, 38** в полость **7.2** цилиндра **7** фиксации.

Под давлением масла в полости **7.2** поршень **7.1** перемещается влево, поворачивая рычаг **24** на оси **25** из положения, указанного штрихпунктиром, в положение, изображенное сплошными линиями. Выступ **а** рычага **24** нажимает на левый палец **в**, поворачивая планшайбу **18** назад до упора правого пальца **г** в фиксатор **30**, что обеспечивает точную фиксацию планшайбы после поворота ее на $\frac{1}{z}$ оборота.

После того, как планшайба зафиксирована, палец **г** нажимает на путевой переключатель **В2** и замыкает его нормально открытые контакты. При включении переключателя **В2** и микропереключателей **В3** и **В4** силовая головка начинает опускаться. Так как во время зарядки, фиксации и зажима распределитель **3** находится в левом положении **б**, то масло из трубопроводов **37, 34** уходит по трубопроводу **47** на слив, а напорный золотник **6** под действием пружины перемещается в левое положение, закрывая выход масла из трубопроводов **36** и **38** в трубопровод **39**.

Зажим планшайбы. В момент окончания фиксации палец **г** упирается в выступ **б** фиксатора **30**, что вызывает дальнейшее повышение давления масла в полости **7.2** и трубопроводах **38** и **36**. При повышении давления масло, проходящее через дроссель **5.2**, перемещает золотник **5** вправо, открывая проход масла по трубопроводам **32, 33, 46, 36, 35** в полость **4.4**. Поршень **4.1** опускается, жестко прижимая планшай-

бу **18** к опорным поверхностям тумбы **17**. Из полости **4.3** масло уходит на слив по трубопроводам **34, 47**.

Сила зажима контролируется реле давления **12(1)**.

Только при достаточном давлении масла в полости **4.4** и трубопроводе **35** микропереключатель **В3** включится и силовая головка станка опустится.

Питание зажимных приспособлений. При включенном гидроприводе масло под давлением от насоса **2** по трубопроводам **32, 49** поступает к редукционному клапану **13**, который автоматически закрывает проход масла из трубопровода **49** в трубопровод **50** при повышении давления в клапане выше допустимого. Клапан **13** регулируют по манометру **13.2** сжатием пружины **13.1**.

Когда в трубопроводе **50** давление масла понижается, клапан **13** открывает проход масла по трубопроводам **49, 50, 51** в канал **52** и далее к цилиндрам приспособлений, установленным на планшайбе **18**.

При падении давления масла в сети пневмогидравлический аккумулятор **14** и обратный клапан **8(2)** поддерживают давление масла в трубопроводе **51** и в зажимных приспособлениях.

Реле давления **12(2)** и микропереключатель **В4** контролируют минимальное давление в трубопроводе **50**. Силовая головка начнет опускаться только при давлении масла в трубопроводе **50**, обеспечивающем надежный зажим обрабатываемых заготовок в приспособлениях.

Максимальное давление масла в гидроприводе контролируется предохранительным клапаном **15** с переливным золотником. Регулировка клапана **15** производится по манометру **15.2** сжатием пружины **15.1**. При давлении 2,5—3 МПа (25—30 кгс/см^2) клапан открывает выпуск масла на слив от насоса **2** в бак **1** по трубопроводам **32, 53, 54, 55**. При понижении давления масла до нормального клапан **15** закрывает проход масла на слив из трубопровода **53** в трубопровод **54**.

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

На машиностроительных заводах, работающих в условиях массового и крупносерийного производства, рост производительности достигается широким применением станков-автоматов, полуавтоматов и автоматических линий.

В условиях серийного и мелкосерийного производства применение таких станков нецелесообразно, так как их очень сложно перестраивать с обработки одних деталей на другие. В этих условиях для автоматизации процессов обработки применяют станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

На станках с ЧПУ программа управления задается в виде чисел, указывающих траекторию движения инструментов относительно обрабатываемых деталей. Сочетание этих чисел определяет ряд последовательных положений инструмента, так называемых опорных точек траектории.

В промежутках между этими точками инструмент может перемещаться по траектории, немного отличной от заданной. Но увеличивая количество опорных точек, можно обеспечить лучшее совпадение фактической траектории с заданной и обрабатывать деталь с необходимой точностью.

Кроме команд, обеспечивающих нужную траекторию движения исполнительных органов станка, числами передаются и все остальные команды, необходимые для автоматического осуществления технологического процесса обработки деталей.

В качестве программоносителя в этих станках применяют перфорированные ленты, магнитные ленты и реже перфокарты.

ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ МОДЕЛИ 16К20Ф3

Данный станок предназначен для обработки деталей с простым и криволинейным контуром как в патроне, так и в центрах в условиях серийного и мелкосерийного производства.

Станок оснащен контурной системой ЧПУ отечественного и зарубежного производства.

Токарный станок модели 16К20Ф3 изготовляется на основе серийного токарно-винторезного станка модели 16К20 с изменением некоторых узлов и с добавлением следующих устройств и механизмов:

— электронного устройства ЧПУ для управления работой станка;

— отдельных приводов по каждой координате: один — для движения суппорта в продольном, другой — в поперечном направлении;

— автоматической коробки скоростей (АКС), передачи в которой включаются электромагнитными муфтами при поступлении с перфоленты команды на изменение скорости, отключение или торможение вращения шпинделя станка;

— поворотной резцедержавки, в шести позициях которой можно устанавливать различные инструменты для обработки заготовки;

— безлюфтовых шариковых винтовых передач, обеспечивающих более точное перемещение суппорта как в продольном, так и в поперечном направлениях.

В зависимости от применяемой системы ЧПУ выпускают следующие модификации станка модели 16К20Ф3:

станок модели 16К20Ф3С1 с системой ЧПУ «Контур 2ПТ-71»;

станок модели 16К20Ф3С2 с системой ЧПУ «СС221-02Р» фирмы «Алькатель» (Франция);

станок модели 16К20Ф3С4 с системой ЧПУ «ЭМ907»;

станок модели 16К20Ф3С5 с системой ЧПУ «Н22-1М».

Кинематическая схема токарного станка с ЧПУ модели 16К20Ф3С1

Движения в станке. Основные — движение резания, продольные и поперечные подачи суппорта. Вспомогательные движения — быстрые перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях, поворот револьверной головки, перемещение пиноли задней бабки.

Кинематическая цепь привода главного движения (рис. 75, **а**).

Вращение от электродвигателя **М1** через две клиноременные передачи, автоматическую коробку скоростей (АКС) и двухступенчатую коробку скоростей, переключаемую зубчатым блоком **Б1**, передается на шпиндель **VI**.

Коробка с двухступенчатой передачей служит для включения вручную первого или второго диапазона частот вращения шпинделя (табл. 20 приложения).

В АКС имеется шесть электромагнитных муфт, которые по команде от устройства ЧПУ в любой момент цикла обработки автоматически включают одну из девяти частот вращения шпинделя, но только в первом или втором диапазоне, полученном при настройке станка блоком **Б1**.

Кинематические цепи приводов подач суппорта. Перемещение суппорта в продольном и поперечном направлениях осуществляется в точной зависимости от числа электрических импульсов, поступающих к приводу подач.

В качестве приводов подач в данном станке применены шаговые электрогидравлические приводы моделей Э32Г18-22 и Э32Г18-23, состоящие из шагового электродвигателя ШД5Д-1 и гидроусилителя. Гидроусилитель состоит из управляющего золотника и гидромотора.

Под действием поступающего импульса ротор шагового двигателя поворачивается на $\frac{1}{240}$ оборота. Но так как крутящий момент, возникающий под действием импульсов, незначителен, то шаговый двигатель вращает только распределительную втулку, открывающую проход масла от гидропривода станка к гидромотору, который приводит в действие механизм подач. Выходной вал гидроусилителя поворачивается синхронно с ротором шагового электродвигателя.

Продольные перемещения каретки суппорта осуществляются шаговым электрогидравлическим приводом Э32Г18-22, который через зуб-

чатые колеса $z=30$ и $z=125$ вращает шариковый ходовой винт с шагом $P=10$ мм. Винт перемещает гайку и каретку суппорта по направляющим станины.

Под действием каждого импульса команды, поступающей к шаговому электродвигателю, его ротор поворачивается на угол 1,5°. При этом каретка перемещается на $\frac{1}{240} \cdot \frac{30}{125} \cdot 10 = 0{,}01$ мм/импульс.

Поперечные перемещения салазок суппорта осуществляются аналогично продольным перемещениям от шагового электрогидравлического привода Э32Г18-23. Под действием каждого импульса происходит поперечное перемещение салазок суппорта на $\frac{1}{240} \cdot \frac{24}{100} \cdot 5 = 0{,}005$ мм/импульс.

Скорость перемещений суппорта изменяется в зависимости от изменения частоты управляющих электрических импульсов. Изменяя частоту, можно через ту же кинематическую цепь осуществлять с разной скоростью рабочие подачи или быстрые перемещения суппорта.

Для отключения движений суппорта на линейках с двумя продольными пазами установлены аварийные кулачки. В первом пазу установлены кулачки, отключающие движение суппорта за 5—8 мм до упора его в соседние узлы (или резца в кулачки патрона); во втором пазу установлен сдвоенный кулачок. Длинный кулачок второго паза действует на переключатель, замедляя движение каретки и салазок при отводе; короткий кулачок включает вторую ступень замедления и останавливает каретку и салазки суппорта в отведенном (нулевом) положении.

Кинематическая цепь поворота резцедержавки. Шестипозиционная резцедержавка с горизонтальной осью поворота предназначена для последовательной установки в рабочее положение находящихся на инструментальной головке **1** инструментов. Резцедержавка закреплена на поперечных салазках суппорта.

Резцы, необходимые для выполнения операции, должны быть установлены заранее в шести позициях съемной инструментальной головки, а их положение проверено на контрольных приспособлениях.

Головку **1** устанавливают на вал **VIII** и соединяют винтами с левой полумуфтой **2** муфты **Мф9**. Обычно вал **VIII** повернут так, что полумуфты муфты **Мф8** разомкнуты. При этом вал **VIII** сдвинут вправо, а муфта **Мф9** включена и удерживает инструментальную головку в нужном положении.

Каждый следующий поворот резцедержавки происходит при включении электродвигателя **М4**, который через зубчатую передачу, червяк и червячное колесо $z=38$ включает муфту **Мф8**. Вал **VIII** под действием пружины **3** сдвигается влево, а муфта **Мф9** выключается. При дальнейшем повороте червячного колеса $z=38$ при включенной муфте **Мф8** вал **VIII** и инструментальная головка **1** устанавливаются в следующую позицию обработки. Кулачок, находящийся в этой позиции, действует на переключатель, который включает обратное вращение электродвигателя **М4**.

Каждая позиция на инструментальной головке **1** имеет гнезда для фиксатора одностороннего действия, который удерживает инструментальную головку **1** в нужном положении и не позволяет головке, валу **VIII** и правой полумуфте муфты **Мф8** проворачиваться в обратную сторону. Поэтому при обратном вращении электродвигатель **М4** размыкает муфту **Мф8**. При выключенной муфте **Мф8** вал **VIII** переместится в осевом направлении вправо. Включается муфта **Мф9**, которая жестко фиксирует резцедержавку в установленном положении. При правом положении вал **VIII** нажимает на переключатель электродвигателя **М4**. Заканчивается автоматический поворот резцедержавки.

Система записи программы управления на перфоленте кодом БЦК-5

Токарный станок модели 16К20ФЗС1 оснащен устройством ЧПУ модели «Контур 2ПТ-71».

Программоносителем является пятидорожечная телеграфная лента шириной 17,5 мм. Программа управления пробивается на перфоленте в коде БЦК-5.

Программа управления — закодированное описание траектории перемещения режущего инструмента и других технологических команд, необходимых для изготовления деталей на станках с ЧПУ.

Кадр — часть программы, содержащая команды о перемещении режущего инструмента на одном участке обработки (между двумя опорными точками) и другие технологические команды. Кадр состоит из отдельных слов.

Слово делится на адрес и информацию. Буквенный символ характеризует адрес команды, а цифровой — ее содержание.

Программа управления в станках с ЧПУ задается в числовом виде и записывается на перфоленте закодированными цифрами.

Код каждой цифры состоит из отверстий, пробитых в строке перфоленты. Строки составляются из отверстий, расположенных поперек перфоленты, а дорожки — из отверстий, идущих вдоль перфоленты.

Запись цифровых команд. В строчках 14—23 рис. 75, **б** показано, как должны записываться цифры от 0 до 9. Основой для записи цифр является «вес» пробитых отверстий. «Вес» каждого пробитого отверстия обозначает передаваемую цифру. На пересечениях с дорожками 1, 2, 3 и 4 «вес» отверстий различен и изменяется по двоичной системе: на первой дорожке $2^0=1$; на второй — $2^1=2$; на третьей — $2^2=4$ и на четвертой — $2^3=8$. Каждая команда передается цифрой, записанной в строке. Она равна сумме «весов» всех пробитых в этой строке отверстий. Для каждой строки эти цифры написаны в правой колонке рис. 75, **б**. Отверстия, пробитые в пятой дорожке, в «вес» не засчитываются.

Запись адресных команд изображена в строках 1—9. Общим признаком этих команд является пробитое в пятой дорожке отверстие. «Вес» всех пробивок, сделанных в 1, 2, 3 и 4 дорожках адресных строк, показывает, куда должна быть направлена команда.

В строках 10—13 указано, какие отверстия надо пробивать в строке, указывающей признак координат, т. е. направление и знак перемещения суппорта по ведущей или ведомой координатам.

Ведущей координатой считается та, для движения по которой при выполнении программы надо посылать большее число импульсов, чем для движения по второй (ведомой) координате.

Определение числовых значений команд, передаваемых в кадре для перемещения суппорта.

Известно, что при обработке детали режущая кромка резца должна перемещаться по траектории, совпадающей с заданным на чертеже контуром детали.

За каждый кадр обработки резец должен переместиться из одной «опорной» точки в другую, например, из точки A_1 в точку A_2 (рис. 75). Для этого за время кадра суппорт надо переместить в направлении оси z на величину Δz, а в направлении оси x — на величину Δx. Предположим $\Delta z=-18{,}64$ мм, $\Delta x=+11{,}57$ мм.

Так как от программоносителя команда передается импульсами, то величину команды для перемещения суппорта нужно выражать в импульсах. Для разных станков цена импульсов различна. У станка модели 16К20ФЗС1 под действием каждого импульса суппорт перемещается в направлении оси z на 0,01 мм; оси x на 0,005 мм.

Следовательно, величина перемещения суппорта за время кадра должна быть записана на перфоленте числом передаваемых импульсов: для движения по оси x—11,57:0,005=2314 импульсов, для движения по оси z — 18,64:0,01=1864 импульса.

Программа работы станка, записанная на перфоленту в коде БЦК-5. Программа записывается на перфоленте и передается станку по каждому кадру отдельно. На рис. 75, **в** изображен пример записи на перфоленте команд, нужных для выполнения одного из кадров обработки детали.

При рассматриваемой системе программирования сумма «весов» всех пробивок на участке кадра перфоленты должна выражаться числом, кратным десяти. Поэтому в первой строке кадра пробивается цифра, дополняющая «вес» всех остальных пробивок кадра до числа, кратного десяти.

Подсчитаем (без строки 1) «вес» пробивок команд кадра, изображенного на рис. 75, **в**: $1\cdot10+2\cdot8+4\cdot8+8\cdot1=10+16+32+8=66$. Так как в числе 66 не хватает до числа 70 (ближайшего большего числа, кратного десяти) цифры 4, то в первой строке кадра для того, чтобы выдержать контроль по модулю десять, необходимо пробить отверстия с «весом» 4.

Во всех остальных строках перфоленты отверстия пробивают в соответствии с указанными на рис. 75, **б** кодами.

В строках 2 (и 8) пробит адрес, а в строках 3 (и 9) — признак направления (то есть знак + или —) перемещения суппорта по ведущей и ведомой координатам.

Следующие за признаком четыре строки 4, 5, 6, 7 используются для записи числа импульсов, которые передаются для перемещения суппорта на нужную величину в направлении ведущей координаты x, а при второй команде строки 10, 11, 12, 13 служат для записи команды перемещения суппорта в направлении ведомой координаты z. Каждая из числовых команд пишется на четырех строках перфоленты для того, чтобы можно было передать число импульсов до 999.

Числовая команда записывается в десятичном коде. Для нахождения закодированного количества импульсов числовой команды нужно «вес» пробитых отверстий в каждой строке умножить: на 1000 (10^3) для первой (верхней); на 100 (10^2) для второй; на 10 (10^1) для третьей и на 1 (10^0) для четвертой.

Следовательно, в строках 4, 5, 6 и 7 записана числовая команда для передачи: $2\cdot1000+3\cdot100+1\cdot10+4\cdot1=2314$ импульсов.

Аналогичным образом по отверстиям, пробитым в строках 10, 11, 12, 13 перфоленты (рис. 75, **в**) находим, что в них закодировано число 1864 импульса, которые передаются для перемещения суппорта в направлении оси z.

В результате передачи такого числа индексов суппорт переместится в направлении оси x на +11,57 мм и в направлении оси z на —18,64 мм, как это и требуется для выполнения кадра обработки.

Команда для автоматического включения нужной скорости подачи записана на рис. 75, **в** в строках 14, 15, 16 перфоленты.

В станке модели 16К20ФЗС1 при передаче одинакового числа импульсов скорость продольной подачи в 2 раза больше скорости поперечной подачи. Поэтому при определении допустимой скорости подачи исходим из оптимальных режимов продольной минутной подачи.

Например, если кадр обработки надо выполнять при частоте вращения шпинделя $n_{VI}=400$ об/мин с подачей $s_{пр}=0{,}4$ мм/об, то $s_{min}=$ $=400\cdot0{,}4=160$ мм/мин.

В табл. 21 приложения находим код П35 ближайшей продольной подачи $s_{min}=159$ мм/мин.

Адрес П этого кода (строка 4, рис. 75, **б**) пробиваем в строке 14 (рис. 75, **в**), а цифры 3 и 5 — соответственно в строках 15 и 16 перфоленты.

Команда для автоматического включения нужной частоты вращения шпинделя $n_{VI} = 400$ об/мин определяется по табл. 20. Если включен второй диапазон скоростей, то код команды будет Ш25.

В строке 17 (рис. 75, **в**) должен быть пробит адресный код Ш (строка 5, рис. 75, **б**), а код цифр 2 и 5 соответственно пробивается в строках 18 и 19 (рис. 75, **в**) перфоленты.

При необходимости, в строках перфоленты аналогичным способом могут быть пробиты коды других технологических команд (В, С или К).

Последняя строка кадра должна быть закодирована адресом Н, затем три незаполненные строчки разделяют кадры между собой, после чего на перфоленте записывается программа следующего кадра, и так до последнего кадра.

Последний кадр должен быть записан на перфоленте так, как изображено в строках 40—46 (рис. 75, **в**).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Локтев Д. А.** Металлорежущие станки инструментального производства.— М.: Машиностроение, 1968.
2. **Локтева С. Е.** Металлорежущие станки с числовым программным управлением.— М.: НИИМАШ, 1974.
3. **Петрик М. И., Шишков В. А.** Таблицы для подбора зубчатых колес.— М.: Машиностроение, 1973.
4. **Металлорежущие** станки. Учебник для вузов; Под ред. В. К. Тепинкичиева.— М.: Машиностроение, 1973.
5. **Трофимов А. М.** Альбом схем металлорежущих станков. М.— Киев: Машгиз, 1961. Ч. I.
6. **Трофимов А. М.** Альбом схем металлорежущих станков. М.— Киев: Машгиз, 1962. Ч. II.
7. **Чернов Н. Н.** Металлорежущие станки.— М.: Машиностроение, 1972.

Долгопрудненский авиационный техникум

Электронная библиотека

141702 Россия, Московская обл., г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat.ak@mail.ru
Site: gosdat.ru

Группы и типы металлорежущих станков

Группы станков		Шифр типа									
Наименование	Шифр	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы: специализированные	Автоматы и полуавтоматы: одношпиндельные	Автоматы и полуавтоматы: многошпиндельные	Револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцовые	Специализированные	Разные
Сверлильные и расточные	2	—	Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы: одношпиндельные	Полуавтоматы: многошпиндельные	Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные и расточные	„
Шлифовальные и полировальные	3	—	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные и полировальные	„
Комбинированные	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Резьбонарезные	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зубострогальные для конических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валиков	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	„
Фрезерные	6	—	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	—	Копировальные и гравировальные	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтально-фрезерные консольные	„
Строгальные, долбежные и протяжные	7	—	Продольно-строгальные: одностоечные	Продольно-строгальные: двухстоечные	Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	—	Протяжные вертикальные	—	„
Разрезные	8	—	Отрезные, работающие: резцом	Отрезные, работающие: шлифовальным кругом	Отрезные, работающие: фрикционным диском	Правильно-отрезные	Пилы: ленточные	Пилы: дисковые	Пилы: ножовочные	—	„
Разные	9	—	Опиловочные	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентровообдирочные	Правильные	Для испытания сверл и шлифовальных кругов	Делительные машины	Балансировочные	—	„

Таблица 2

Значения знаменателя ряда φ

φ	lgφ	$\varphi=\sqrt[E]{10}=\sqrt[E_1]{2}$	Наибольшая относительная потеря скорости $A=\frac{\varphi-1}{\varphi}\cdot 100\ \%$	Примечание
$\varphi_1=1{,}06$	0,025	$\sqrt[40]{10}=\sqrt[12]{2}$	5%	В таблице к стандартным значениям φ_1, φ_2, φ_4 и φ_8 добавлены значения φ_6, φ_{10} и φ_{12}, предусмотренные нормалью станкостроения. Они помещены в скобках, как менее рекомендуемые.
$\varphi_2=1{,}12$	0,05	$\sqrt[20]{10}=\sqrt[6]{2}$	10%	
$\varphi_4=1{,}26$	0,1	$\sqrt[10]{10}=\sqrt[3]{2}$	20%	
$(\varphi_6=1{,}41)$	0,15	$\sqrt[20]{10^3}=\sqrt[2]{2}$	30%	
$\varphi_8=1{,}58$	0,2	$\sqrt[5]{10}=\sqrt[3]{2^2}$	40%	
$(\varphi_{10}=1{,}78)$	0,25	$\sqrt[4]{10}=\sqrt[6]{2^5}$	45%	
$(\varphi_{12}=2)$	0,3	$\sqrt[10]{10^3}=\sqrt[1]{2}$	50%	

Таблица 3

Нормальные ряды чисел в станкостроении

№ по пор.	Значения знаменателя ряда φ				
	$\varphi_1=1{,}06$	$\varphi_2=1{,}12$	$\varphi_4=1{,}26$	$\varphi_8=1{,}58$	$(\varphi_{10}=1{,}78)$
1	1	1	1	1	1
2	1,06				
3	1,12	1,12			
4	1,18				
5	1,25	1,25	1,25		
6	1,32				
7	1,4	1,4			
8	1,5				
9	1,6	1,6	1,6	1,6	
10	1,7				
11	1,8	1,8			1,8
12	1,9				
13	2	2	2		
14	2,12				
15	2,24	2,24			
16	2,36				
17	2,5	2,5	2,5	2,5	
18	2,65				
19	2,8	2,8			
20	3				
21	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
22	3,35				
23	3,55	3,55			
24	3,75				
25	4	4	4		
26	4,25				
27	4,5	4,5			
28	4,75				
29	5	5	5	5	
30	5,3				
31	5,6	5,6			5,6
32	6				
33	6,3	6,3	6,3		
34	6,7				
35	7,1	7,1			
36	7,5				
37	8	8	8	8	
38	8,5				
39	9	9			
40	9,5				

Таблица 4

Данные для настройки цепи подач автомата 1Б140

Время для одного изделия в с	Число штук в ч	Число зубьев сменных колес гитары						Время для одного изделия в с	Число штук в ч	Число зубьев сменных колес гитары					
		c	*d*	*e*	*f*	*q*	*h*			*c*	*d*	*e*	*f*	*q*	*h*
10,1	356	55	45	60	40	73	27	80,1	45	73	27	35	65	30	70
11,1	324	60	40	75	25	50	50	86,9	41,5	70	30	40	60	27	73
12,1	300	65	35	73	27	45	55	94,2	38,2	65	35	40	60	30	70
13,2	272	70	30	75	25	35	65	100	36	60	40	50	50	25	75
14,1	255	65	35	70	30	45	55	105,1	34,2	75	25	30	70	27	73
15	240	60	40	73	27	45	55	110,1	32,7	60	40	45	55	27	73
17,3	208	65	35	70	30	40	60	121,1	29,7	65	35	40	60	25	75
17,9	200	60	40	65	35	50	50	129,4	27,8	73	27	30	70	25	75
20,3	177	75	25	50	50	45	55	139,3	25,9	50	50	40	60	35	65
20,9	172	65	35	75	25	30	70	143,2	25,2	55	45	40	60	30	70
22	163,5	55	45	65	35	50	50	165,2	21,8	50	50	45	55	27	73
23,2	155	65	35	73	27	30	70	175	20,6	50	50	40	60	30	70
24,2	148,5	65	35	75	25	27	73	188,5	19,1	65	35	30	70	25	75
25	144	75	25	50	50	40	60	205,4	17,5	55	45	35	65	27	73
26,2	137,5	70	30	50	50	45	55	216,6	16,6	50	50	35	65	30	70
27,3	132	55	45	60	40	50	50	227,9	15,8	55	45	35	65	25	75
28	128	55	45	73	27	35	65	247,8	14,5	45	55	40	60	27	73
30	120	60	40	75	25	27	73	258	13,95	55	45	30	70	27	73
32,1	111,6	70	30	50	50	40	60	270,4	13,3	60	40	27	73	25	75
33	109	55	45	65	35	40	60	278,6	12,9	50	50	35	65	25	75
35,3	102	55	45	73	27	30	70	286,3	12,6	55	45	30	70	25	75
36,9	97,7	55	45	75	25	27	73	306,8	11,7	45	55	35	65	27	73
38,6	93,3	60	40	70	30	27	73	325	11,1	40	60	35	65	30	70
40,4	89	65	35	50	50	40	60	340,5	10,6	45	55	35	65	25	75
42	86	73	27	45	55	35	65	350	10,3	50	50	30	70	25	75
45	80	75	25	50	50	27	73	376,6	9,6	40	60	35	65	27	73
48,5	74,2	60	40	65	35	27	73	385,5	9,35	45	55	30	70	27	73
50,6	71	55	45	60	40	35	65	405,5	8,9	50	50	27	73	25	75
55	65,5	75	25	45	55	27	73	427,7	8,4	45	55	30	70	25	75
57,9	62,2	70	30	50	50	27	73	495,6	7,25	45	55	27	73	25	75
61,4	58,7	55	45	50	50	40	60	525	6,85	40	60	30	70	25	75
64,7	55,7	73	27	40	60	30	70	585,8	6,15	35	65	30	70	27	73
70,8	50,8	70	30	45	55	27	73								
73,7	48,8	55	45	60	40	27	73	608,3	5,9	40	60	27	73	25	75

Таблица 5

Данные для настройки цепи главного движения полуавтомата 1А730

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число зубьев сменных колес $\frac{a}{b}$	$\frac{19}{67}$	$\frac{23}{63}$	$\frac{27}{59}$	$\frac{31}{55}$	$\frac{36}{50}$	$\frac{41}{45}$	$\frac{46}{40}$	$\frac{50}{36}$	$\frac{55}{31}$	$\frac{60}{26}$	$\frac{63}{23}$	$\frac{67}{19}$
Частота вращения шпинделя в об/мин	56	71	90	112	140	180	226	280	355	450	560	710
Наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе в кгс·м	192	148	118	96,2	75,6	59,5	47	30	30,5	25,4	19,5	15,2

Таблица 6

Данные для настройки цепи подач полуавтомата 1А730

№ ступени	Число зубьев сменных колес		Продольная подача переднего суппорта в мм/об	Поперечная подача суппорта 12 в мм/об при числах зубьев сменных колес				
	c	d		e=35	40	45	50	55
				f=55	50	45	40	35
1	25	65	0,125	0,04	0,05	0,063	0,08	0,1
2	30	60	0,16	0,05	0,063	0,08	0,1	0,125
3	35	55	0,2	0,063	0,08	0,1	0,125	0,16
4	40	50	0,25	0,08	0,1	0,125	0,16	0,2
5	45	45	0,315	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25
6	50	40	0,4	0,125	0,16	0,2	0,25	0,315
7	55	35	0,5	0,16	0,2	0,25	0,315	0,4
8	60	30	0,63	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5
9	65	25	0,8	0,25	0,315	0,4	0,5	0,63

Таблица 7

Данные для настройки цепи главного движения полуавтомата 1722

№ ступени	Органы настройки				Частота вращения шпинделя в об/мин	Наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе в кгс·м	Мощность на шпинделе в кВт		КПД	Наиболее слабое звено
	Число зубьев сменных колес		Положение блоков колес				по приводу	по слабому звену		
	a	b	левого	правого						
1	23	58			71	178,5			0,82	
2	27	54			90	140				
3	31	50	I	II	111	114				
4	36	45			143	88,5			0,81	
5	41	40			183	69	18			Ременная передача
6	45	36			223	57				
7	36	45	II	II	285	44,5		13		
8	31	50	I	I	352	36			0,80	
9	23	58			448	28				
10	27	54			565	22				
11	31	50	II	I	703	18			0,79	
12	36	45			905	14	17		0,78	
13	40	41			1110	11,5			0,77	
14	45	36			1410	9			0,75	

Таблица 8

Модели токарных многошпиндельных горизонтальных прутковых автоматов

Количество шпинделей	Наибольший диаметр (в мм) обрабатываемых в автомате											
	прутков								труб			
	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	160	200
4		1216-4		1A225-4		1A240-4		1265М-4		1A290-4		+
6	1216-6		1A225-6		1A240-6		1265М-6		1A290-6		+	
8		1A220-8		1A240-8		1265М-8		1A290-8		+		

Знаком + обозначены модели, подлежащие освоению.

Таблица 9

Данные для настройки цепи главного движения автомата 1A240-6

№ ступени		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Число зубьев сменных колес	$\frac{a}{b}$	$\frac{28}{56}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$		$\frac{32}{52}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{39}{45}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{28}{56}$	$\frac{37}{47}$		$\frac{39}{45}$	
	$\frac{c}{d}$			$\frac{22}{62}$			$\frac{28}{56}$		$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$		$\frac{35}{49}$	$\frac{45}{39}$	$\frac{52}{32}$	$\frac{45}{39}$		$\frac{49}{35}$	$\frac{52}{32}$
Частота вращения шпинделей V n в об/мин		201	248	288	316	349	406	447	500	550	640	704	808	925	1035	1255	1380	1600
Эффективная мощность в кВт			11,2			10,5				9,8				8,4			7,7	7
Суммарный крутящий момент на шпинделе в Н·м (кгс·м)		540 (55)	435 (44,5)	375 (38,4)	338 (34,5)	293 (30)	250 (25,5)	225 (23)	198 (20)	172 (17,5)	147 (15)	131 (13,4)	101 (10,3)	88 (9)	78 (8)	59 (6)	54 (5,5)	42 (4,3)

Таблица 10

Сменные зубчатые колеса, применяемые на автомате 1А240-6 при нарезании правых резьб

Коэффициент нарезания $K_н$		0,46	0,32	0,2	0,16	0,11
Число зубьев сменных колес гитары	$\frac{e}{f}$	$\frac{68}{41}$	$\frac{68}{41}$	$\frac{65}{44}$	$\frac{63}{46}$	$\frac{61}{48}$
	$\frac{g}{h}$	$\frac{30}{62}$	$\frac{35}{57}$	$\frac{41}{51}$	$\frac{44}{48}$	$\frac{47}{45}$
Коэффициент вывинчивания $K_в$		0,48	0,48	0,32	0,23	0,14

Таблица 11

Сменные зубчатые колеса, применяемые на автомате 1А240-6 при нарезании левых резьб

Коэффициент нарезания $K'_н$		0,48	0,32	0,18	0,14	0,11
Число зубьев сменных колес гитары	$\frac{e}{f}$	$\frac{68}{41}$	$\frac{65}{44}$	$\frac{62}{47}$	$\frac{61}{48}$	$\frac{60}{49}$
	$\frac{g}{h}$	$\frac{30}{62}$	$\frac{35}{57}$	$\frac{41}{51}$	$\frac{45}{47}$	$\frac{47}{45}$
Коэффициент вывинчивания $K'_в$		0,46	0,39	0,29	0,18	0,14

Таблица 12

Сменные зубчатые колеса гитары шпинделя XVII автомата 1А240-6

Схема зацепления	I			II			
Число зубьев колеса m	90	60	45	45	40	36	30
Коэффициент $K_с = \frac{n_{о.с}}{n}$	1,5	1,75	2	2,33	2,5	2,67	3

Таблица 13

Сменные зубчатые колеса гитары шпинделя XIX автомата 1А240-6

Число зубьев колеса p	45	56	60	66	75	90
Коэффициент $K_р = \frac{n_{о.р}}{n}$	0	0,196	0,25	0,318	0,4	0,5

Таблица 14

Данные для выбора сменных зубчатых колес гитары подач и длительности цикла автомата 1А240-6

Сменные колеса гитары подач			Частота вращения шпинделя за время поворота вала XII на 145° n_{145} в об/мин	Частота вращения шпинделей V n в об/мин															
				201	248	288	316	349	406	447	500	550	640	704	808	925	1035	1255	1380	1600
$\frac{k}{l}$	l	j		Длительность каждого цикла $t_ц$ в с																
	26	58	675	204	135	143	131	119	102	93	84	76	66	50	53	46	42	35	32	28
	30	54	548	165	166	116	103	96	83	76	68	62	54	49	43	38	34	29	26	23
	35	49	423	129	105	91	83	75	65	59	53	49	42	39	34	30	27	23	21	18
	40	44	332	102	83	72	66	60	52	47	42	39	34	31	27	24	22	18	17	15
27	44	40	275	85	69	60	55	50	43	39	36	33	28	26	23	20	19	16	15	13
57	49	35	216	67	55	48	44	40	34	31	28	26	23	21	19	17	15	13	12	11
	54	30	168	53	43	38	34	31	27	25	23	21	18	17	15	13	12	11	10	9
	58	26	135	43	35	31	28	26	22	21	19	17	15	14	13	11	10	9	8,5	7,6
	62	22	107	34	28	25	23	21	18	17	15	14	13	12	11	9,5	9	7,7		
	35	49	95	31	26	22	21	19	17	15	14	13	12	11	10	7,4				
	40	44	75	25	21	18	17	15	14	13	12	11	10	9	8,2	9	8,1			
	44	40	62	21	18	15	14	13	12	10,5	10	9	8,4	7,9						
57	49	35	48	17	14	12,5	12	11	9,5	9	8,3	7,8								
27	54	30	37	14	12	10,5	10	9	8,1	7,6										
	58	26	30	13	10	8,7	8,5	7,8												
	62	22	24	11	9	8,2	7,8													

Данные для настройки цепи главного

№ ступени		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число зубьев сменных колес	$\frac{a}{b}$	$\frac{28}{56}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$	$\frac{32}{52}$	
	$\frac{c}{d}$		$\frac{22}{62}$				$\frac{28}{56}$		$\frac{35}{49}$	$\frac{37}{47}$
Частота вращения шпинделей V n в об/мин		112	140	163	178	196	228	250	280	310
Эффективная мощность в кВт			13,6						13,5	
Суммарный крутящий момент на шпинделях в Н·м (кгс·м)		1150 (118)	925 (94,5)	800 (81,3)	730 (74,5)	660 (67,8)	562 (57,6)	515 (52,6)	460 (47)	415 (42,5)

Данные для выбора сменных зубчатых колес

Сменные колеса гитары подач			Частота вращения шпинделя за время поворота вала XII на 45° n_{45} в об/мин	Частота вращения								
				112	140	163	178	196	228	250	280	310
$\frac{k}{l}$	l	j		Длительность								
	26	58	675	365	292	251	230	210	181	165	148	134
	30	54	548	295	237	204	187	170	146	134	120	109
	35	49	423	230	184	159	146	133	114	105	94	85
$\frac{27}{57}$	40	44	332	181	145	125	115	105	90	83	74	67
	44	40	275	150	121	104	96	87	75	69	62	56
	49	35	216	119	96	83	76	69	60	55	49	45
	54	30	168	93	75	65	60	54	47	43	39	36
	58	26	135	75	61	53	49	44	39	35	32	29
	62	22	107	60	49	42	39	36	31	29	26	24
	35	49	95	54	44	38	35	32	28	26	23	21
	40	44	75	43	35	31	28	26	23	21	19	17,5
$\frac{57}{27}$	44	40	62	36	30	26	24	22	19	18	16,5	15
	49	35	48	29	24	21	19	18	16	14,5	13,5	12,5
	54	30	37	23	19	16,5	15,5	14,5	13	12	11	10,5
	58	26	30	19	16	14	13	12	11	10,5	9,5	
	62	22	24	16	13,5	12	11	10,5	9,5			

Таблица 15

движения полуавтомата 1А240П-6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$\frac{37}{47}$	$\frac{39}{45}$	$\frac{32}{52}$	$\frac{28}{56}$	$\frac{37}{47}$			$\frac{39}{45}$	$\frac{45}{39}$	$\frac{47}{37}$		$\frac{49}{35}$
$\frac{35}{49}$		$\frac{45}{39}$	$\frac{52}{32}$	$\frac{45}{39}$		$\frac{49}{35}$	$\frac{52}{32}$	$\frac{49}{35}$		$\frac{52}{32}$	
360	395	455	520	580	705	780	900	1030	1140	1310	1450
	13,4	13,3	13,2	13,1	12,8	12,7	12,5	12,2	11,9	11,5	11,2
356 (36,4)	320 (32,9)	280 (28,5)	242 (24,7)	216 (22)	174 (17,7)	156 (15,9)	131 (13,5)	113 (11,5)	100 (10,2)	84 (8,6)	73 (7,5)

Таблица 16

гитары подач и длительности цикла полуавтомата 1А240П-6

шпинделей V n в об/мин											
360	395	455	520	580	705	780	900	1030	1140	1310	1450
каждого цикла $t_ц$ в c											
116	106	92	81	73	60	55	48	42	39	34	31
94	86	75	66	59	49	45	39	35	32	28	26
74	67	59	52	47	39	36	31	28	25	22	20
58	53	47	41	37	31	29	25	22	21	18	17
49	45	39	35	31	26	24	21	19	18	16	14,5
39	36	32	28	25	21	20	17	16	14,5	13	12
31	29	25	22	20	17	16	14	13	12	11	10
26	24	21	19	17	14,5	13,5	12	11	10	9,5	
21	19	17	15,5	14	12	11,5	10	9,5			
19	17	15,5	14	13	11	10,5	9,5				
15,5	14,5	13	12	11	9,5						
13,5	12,5	11	10	9,5							
11	10,5	9,5									
9,5											

Таблица 17

Сменные зубчатые колеса гитары шпинделя XVII автомата 1А240-6

Схема зацепления	I			II			
Число зубьев колеса m	90	60	48	48	42	37	31
Коэффициент $K_c = \frac{n_{o.c}}{n}$	1,533	1,8	2	2,3	2,5	2,7	3,03

Коэффициент сверления определяется по формулам:
а) для схемы I

$$K_c = 1 + \frac{48}{m};$$

б) для схемы II

$$K_c = 1 + \frac{63}{m}.$$

Таблица 18

Сменные зубчатые колеса гитары шпинделя XIX полуавтомата 1А240П-6

Число зубьев колеса p	48	60	65	69	74	80	90
Коэффициент $K_p = \frac{n_{o.p}}{n}$	0	0,2	0,262	0,304	0,351	0,4	0,466

Коэффициент развертывания определяется по формуле

$$K_p = 1 - \frac{48}{p}.$$

Таблица 19

Сменные колеса гитар полуавтомата модели 5А26

Гитара движения резания

Число зубьев сменных колес $\frac{a}{b}$	$\frac{20}{70}$	$\frac{24}{66}$	$\frac{28}{62}$	$\frac{32}{58}$	$\frac{35}{55}$	$\frac{39}{51}$	$\frac{42}{48}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{48}{42}$	$\frac{51}{39}$	$\frac{55}{35}$	$\frac{58}{32}$	$\frac{62}{28}$	$\frac{64}{26}$
Скорость резания n, $\frac{\text{дв. ход}}{\text{мин}}$	54	69	86	105	120	145	166	190	216	250	300	345	420	470

Гитары движения резания, подачи и качения люльки

Число зубьев сменных колес с модулем 2,5 мм	20, 24, 26, 28, 32, 44, 58, 62, 66, 70	35, 39, 42, 48, 51, 55,	45, 26
Устанавливают в гитаре	по одному колесу	по два колеса	четыре колеса / всего колес

Гитары деления и обкатки

Число зубьев сменных колес с модулем 1,75 мм	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 86, 89, 90, 91, 97, 100
Всего колес	57

Таблица 20

Частота вращения шпинделя и код команды в станке модели 16К20ФЗС1

№ ступени	Включены в АКС				Передаточное отношение $u_{АКС}$	Код команды и частота вращения шпинделя VI при включении			
	электромагнитные муфты на валах		зубчатые передачи на валах			первого диапазона $\frac{z_1}{z_2}\frac{30}{60}$		второго диапазона $\frac{z_3}{z_4}\frac{65}{43}$	
	I	III	I–II	II–III		код	n_{VI}, об/мин	код	n_{VI}, об/мин
1	Мф1	Мф4	$\frac{24}{48}$	$\frac{14}{56}$	0,125	Ш11	35	Ш21	100
2	Мф2	Мф4	$\frac{30}{42}$	$\frac{14}{56}$	0,18	Ш12	50	Ш22	140
3	Мф3	Мф4	$\frac{36}{36}$	$\frac{14}{56}$	0,25	Ш13	70	Ш23	200
4	Мф1	Мф5	$\frac{24}{48}$	$\frac{30}{42}$	0,35	Ш14	100	Ш24	280
5	Мф2	Мф5	$\frac{30}{42}$	$\frac{30}{42}$	0,5	Ш15	140	Ш25	400
6	Мф3	Мф5	$\frac{36}{36}$	$\frac{30}{42}$	0,7	Ш16	200	Ш26	560
7	Мф1	Мф6	$\frac{24}{48}$	$\frac{48}{24}$	1	Ш17	280	Ш27	800
8	Мф2	Мф6	$\frac{30}{42}$	$\frac{48}{24}$	1,4	Ш18	400	Ш28	1120
9	Мф3	Мф6	$\frac{36}{36}$	$\frac{48}{24}$	2	Ш19	560	Ш29	1600
—	Мф4 и Мф6				Тормоз шпинделя				

Таблица 21

Частота и величина подач и код команды в станке модели 16К20ФЗС1

Код	Частота, Гц	Продольная подача, мм/мин	Поперечная подача, мм/мин	Код	Частота, Гц	Продольная подача, мм/мин	Поперечная подача, мм/мин
П 00	4,96	2,98	1,49	П 04	79,5	47,7	23,85
П 10	5,91	3,55	1,77	П 14	94,5	56,7	28,35
П 20	7,03	4,22	2,11	П 24	113,6	68	34
П 30	8,36	5	2,5	П 34	134	80,5	40,25
П 01	9,93	5,95	2,97	П 05	158	95	47,5
П 11	11,9	7,15	3,57	П 15	190	114	57
П 21	14,1	8,45	4,22	П 25	225	135	67,5
П 31	16,7	10	5	П 35	267	159	79,5
П 02	19,9	12	6	П 06	318	190	95
П 12	23,6	14,3	7,15	П 16	378	227	113,5
П 22	28,1	16,9	8,45	П 26	450	270	135
П 32	33,4	20	10	П 36	534	320	160
П 03	39,7	23,8	11,9	П 07	635	380	190
П 13	47,3	28,4	14,2	П 17	757	455	227,5
П 23	56,3	33,8	16,9	П 27	900	540	270
П 33	66,8	40	20	П 37	1070	645	322,5

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Классификация металлорежущих станков 5
Нумерация моделей станков . . 6
Токарные станки 7
Токарно-винторезный станок модели 1К62 (рис. 1—3) . . 7
Токарно-затыловочные станки . 13
Токарно-затыловочный станок модели 1811 (рис. 4—6) . . . 14
Токарно-карусельные станки . . 20
Токарно-карусельный станок модели 1531М (рис. 7, 8) . . . 20
Токарно-револьверные станки . 24
Токарно-револьверный станок модели 1П365 (рис. 9, 10) . . 25
Токарно-револьверный станок модели 1341 (рис. 11—14) . . 29
Токарные автоматы и полуавтоматы 37
Токарно-револьверные одношпиндельные автоматы . . . 37
Токарно-револьверный одношпиндельный автомат модели 1Б140 (рис. 15—18) 38
Токарный многорезцовый полуавтомат модели 1А730 (модернизированный) (рис. 19, 20) . . 46
Токарный гидрокопировальный полуавтомат модели 1722 (рис. 21, 22) 50
Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые автоматы 55
Токарный шестишпиндельный горизонтальный путковый автомат модели 1А240-6 (рис. 23—25) 55
Токарные многошпиндельные горизонтальные патронные полуавтоматы 63
Токарный шестишпиндельный горизонтальный полуавтомат модели 1А240П-6 (рис. 26) . . . 64
Токарный шестишпиндельный вертикальный полуавтомат модели 1284 (рис. 27, 28) . . . 66
Сверлильные станки 73
Вертикально-сверлильные станки 73
Вертикально-сверлильный станок модели 2Н153 (рис. 29) . . 73
Радиально-сверлильный станок модели 2А55 (рис. 30,31) . . 76
Расточные станки 81
Горизонтально-расточные станки 81
Горизонтально-расточный станок модели 2620 (рис. 32, 33) . 81
Координатно-расточные станки 88
Координатно-расточный станок модели 2А450 (рис. 34, 35) . . 89
Фрезерные станки 95
Универсально-фрезерный станок модели 6М82 (рис. 36, 37) . . 96
Вертикально-фрезерный станок модели 6560 с крестовым столом (рис. 38) 100
Карусельно-фрезерный станок модели 6М23В (рис. 38) . . . 101
Продольно-фрезерный станок модели 6610 (рис. 38) . . . 101
Шпоночно-фрезерный станок модели ДФ-82АМ (рис. 39) . . 102
Копировально-фрезерный полуавтомат модели 6441Б (рис. 40, 41) 105
Делительные головки 110
Универсальные делительные головки (рис. 42) 110
Настройка универсальной делительной головки и станка на фрезерование винтовых канавок (рис. 43) 114
Оптические делительные головки (рис. 43) 116
Резьбонарезные станки 118
Резьбофрезерный полуавтомат модели 5К63 (рис. 44, 45) . . 118
Гайконарезной автомат модели 5085А (рис. 46) 123
Строгальные станки 126
Поперечно - строгальный станок модели 7М36 (рис. 47, 48) . . 126
Продольно - строгальный станок модели 7212 (рис. 49, 50) . . 132
Долбежный станок модели 7М430 (рис. 51, 52) 137
Протяжные станки 143
Горизонтально-протяжной станок модели 7А510 (рис. 53, 54) . . 143
Вертикально-протяжной станок модели 7Б710 (рис. 55) . . . 148
Шлифовальные станки 151
Круглошлифовальные станки . . 151
Круглошлифовальный станок модели 3Б151 (рис. 56, 57) . . 152
Бесцентрово-шлифовальный станок модели 3184 (рис. 58—60) . 158
Внутришлифовальный станок модели 3Б250 (рис. 61—63) . . 166
Плоскошлифовальный станок модели 3Б722 (рис. 64, 65) . . . 175
Зубообрабатывающие станки . . 180
Зубофрезерный полуавтомат модели 5К32А (рис. 66, 67) . . 180
Зубодолбежный полуавтомат модели 5140 (рис. 68, 69) . . . 186
Зубострогальный полуавтомат модели 5А26 (рис. 70, 71) . . 191
Агрегатные станки 199
Агрегатный станок модели АМ279 (рис. 72) 199
Силовая головка модели УМ2253 агрегатных станков (рис. 73) . . 201
Поворотный стол модели УМ4136 агрегатных станков (рис. 74) . 203
Металлорежущие станки с числовым программным управлением . . . 207
Токарный станок с ЧПУ модели 16К20Ф3 (рис. 75) 207
Список литературы 212
Приложение 213

4 р. 70 к. с альбомом

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»