

Высшее профессиональное образование
БАКАЛАВРИАТ

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

В двух томах

Том 2

УЧЕБНИК

*Допущено
Учебно-методическим объединением вузов
по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ)
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2012

УДК 621.9.06.002.2(075.8)

ББК 34.63-5я73

М54

Авторы:

А.М.Гаврилин, В.И.Сотников, А.Г.Схиртладзе, Г.А.Харламов

Рецензенты:

зав. кафедрой «МСИИ» Брянского государственного технического университета, доц., д-р техн. наук *А.В.Хандожко*;

зав. кафедрой «Автоматизированные станочные системы» ТулГУ, проф., д-р техн. наук *А.Н.Иноземцев*

М54 **Металлорежущие** станки. В 2 т. Т. 2 : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [А. М. Гаврилин, В. И. Сотников, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Харламов]. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 336 с. — (Сер. Бакалавриат).

ISBN 978-5-7695-6842-8

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (квалификация «бакалавр»).

Приведена классификация станочного оборудования и его основные технико-экономические показатели. Изложены особенности формообразования поверхностей, кинематической структуры и компоновки станков, их основных узлов и механизмов. Рассмотрены устройство, кинематика и настройка металлорежущих станков всех групп, включая многооперационные станки, станочные модули и станочные системы, а также вопросы эксплуатации станочного оборудования.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования. Может использоваться инженерно-техническими работниками промышленных предприятий.

УДК 621.9.06.002.2(075.8)

ББК 34.63-5я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым
способом без согласия правообладателя запрещается*

© Гаврилин А.М., Сотников В.И., Схиртладзе А.Г.,
Харламов Г.А., 2012

ISBN 978-5-7695-6842-8 (т. 2)
ISBN 978-5-7695-6841-1

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

Глава 9

СТРОГАЛЬНЫЕ, ДОЛБЕЖНЫЕ, ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

Характерной особенностью станков седьмой группы является прямолинейное главное движение, у большинства станков — возвратно-поступательное, которое кроме рабочего хода исполнительного узла станка содержит холостой ход возврата исполнительного узла в исходное положение.

В эту группу включены станки следующих типов:

- тип 1 — одностоечные продольно-строгальные станки;
- тип 2 — двухстоечные продольно-строгальные станки;
- тип 3 — поперечно-строгальные станки;
- тип 4 — долбежные станки;
- тип 5 — горизонтально-протяжные для внутреннего протягивания;
- тип 6 — вертикально-протяжные для внутреннего протягивания;
- тип 7 — вертикально-протяжные для наружного протягивания;
- тип 9 — разные строгальные станки.

По формообразованию эта группа станков подразделяется на две подгруппы.

1. Продольно-строгальные, поперечно-строгальные и долбежные станки обладают идентичным формообразованием: обработанная поверхность получается как след движения образующей линии по направляющей линии. Обе производящие линии получены методом

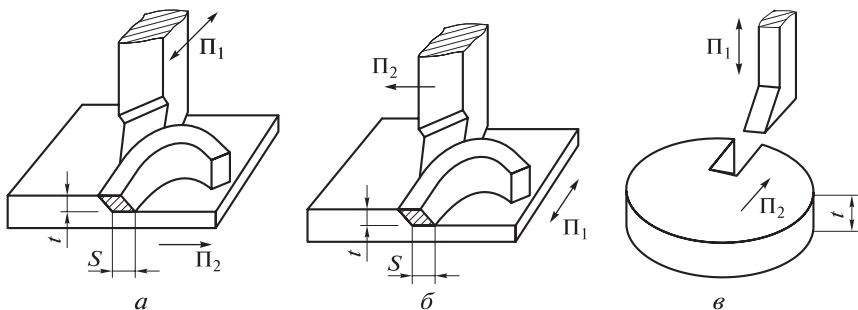


Рис. 9.1. Формообразование обработанной поверхности и движения формообразования:

a — поперечно-строгальных станков; *б* — продольно-строгальных станков; *в* — долбежных станков

следа. Каждая из них требует одного простого исполнительного движения (рис. 9.1): образующая линия получена движением P_1 , которое обеспечивает привод главного движения; направляющая линия P_2 , по терминологии академика Е. Г. Коновалова, получена кусочно, т. е. за каждый двойной ход стола или ползуна инструмент или обрабатываемая заготовка перемещается на величину подачи. Структура формообразующей части кинематики этих станков имеет две простые кинематические группы, обеспечивающие два элементарных движения (Э22).

2. Горизонтально-протяжные и вертикально-протяжные станки для внутреннего и наружного протягивания имеют наиболее простое формообразование с точки зрения кинематики процесса обработки. Во всех случаях протягивания образующая линия получена методом копирования и не требует движений формообразования, направляющая линия получена методом следа и требует одно исполнительное движение (в данном случае — простое исполнительное движение). В состав формообразующей части кинематики станка входит одна простая кинематическая группа, обеспечивающая одно элементарное движение (Э11).

9.1. Строгальные и долбежные станки

Станки имеют рабочий ход, во время которого происходит резание, и обратный ход, когда инструмент (или обрабатываемая заготовка) возвращается в исходное положение. В процессе холостого хода инструмент (или заготовка) смещается на величину подачи и остается неподвижным при выполнении рабочего хода (прерывистая подача сообщается у продольно-строгальных станков инструменту, у поперечно-строгальных — столу станка с заготовкой или инструменту, у долбежных станков — столу станка с заготовкой).

Продольно-строгальные станки. Предназначены для обработки плоских поверхностей различных деталей в условиях единичного и мелкосерийного производства. На них можно производить черновое, чистовое, а также отделочное (тонкое) строгание. Основной характеристикой продольно-строгальных станков являются наибольшие размеры обрабатываемых заготовок (ширина×длина×высота). Станкостроительная промышленность выпускает станки для обработки заготовок с максимальными размерами от $630 \times 2\,000 \times 550$ мм до $5\,000 \times 12\,500 \times 4\,500$ мм. Станки для заготовок с размерами до $1\,600 \times 6\,300 \times 1\,250$ мм включительно выпускаются в одностоечном исполнении.

У продольно-строгальных станков подвижной частью является стол с закрепленной на нем заготовкой. В зависимости от количества стоек они бывают одностоечные и двухстоечные.

На рис. 9.2 показан двухстоечный продольно-строгальный станок модели 7212. На нем можно строгать заготовки с наибольшими раз-

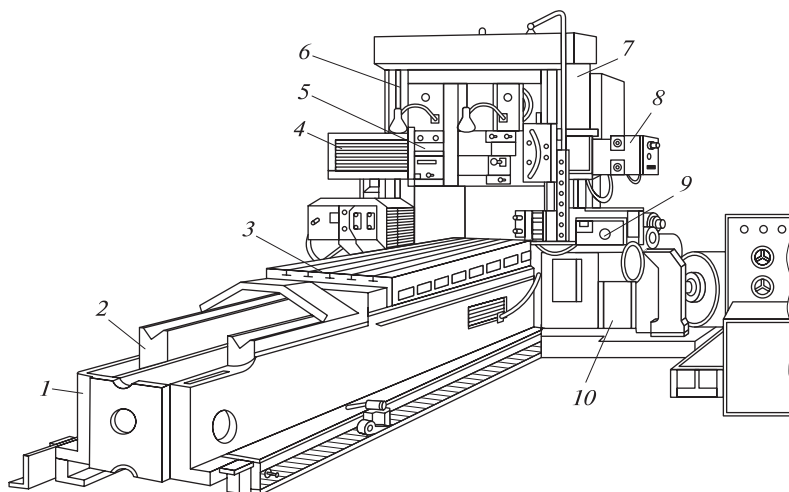


Рис. 9.2. Продольно-строгальный двухстоечный станок модели 7212:

1 — станина; 2 — направляющие; 3 — стол; 4 — траверса; 5 — суппорт; 6, 7 — стойки; 8, 9 — приводы подач суппортов; 10 — привод главного движения

мерами $1250 \times 4000 \times 1120$ мм. На направляющих 2 станины 1 помещен стол 3, на котором закрепляются обрабатываемые заготовки. Стол станка получает возвратно-поступательное движение. На двух порталах (стойках) 6 и 7 установлена траверса 4, несущая два вертикальных суппорта 5. По направляющим правого портала может перемещаться боковой суппорт. В коробке расположен привод 10 главного движения, приводы 8 и 9 вертикальных и бокового суппортов. Кинематическая схема станка представлена на рис. 9.3.

Главное движение осуществляется от регулируемого электродвигателя М1 постоянного тока. Рабочий ход передается через двухступенчатую коробку скоростей на передачу червяк-рейка $z = 10$, $m = 12$ по следующему циклу: медленное перемещение стола при врезании резца в заготовку, разгон стола до рабочей скорости, рабочий ход, уменьшение скорости перед выходом резца из заготовки, возврат стола в исходное положение. Для изменения скорости имеется специальный механизм, смонтированный в коробке скоростей. Реверсирование осуществляется электродвигателем М1.

Движение подачи осуществляется реверсивными электродвигателями М2 и М4, от которых вращение передается червячной парой $2/58$ на вал I коробки подач. На этом валу на шпонке смонтирован диск 1, на котором установлен фрикцион 2, связанный пальцем с диском 3, несущим собачку 6 храпового механизма. Собачка вращает храповое колесо 5 и связанное с ним колесо $z = 55$. От него вращение передается на раздаточный вал II и далее через зубчатые колеса 35-22 на колеса 22 с полумуфтами. Верхний III и нижний VI

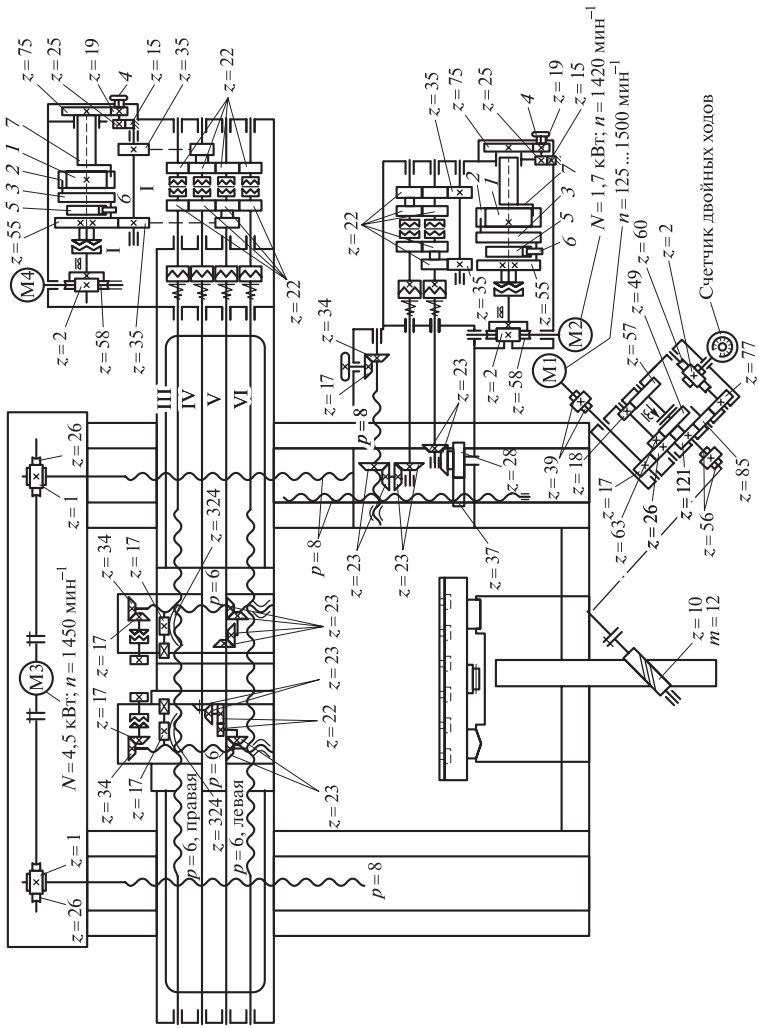


Рис. 9.3. Кинематическая схема продольно-строгального станка модели 7212:
 1, 3 — диск; 2 — фрикцион; 4 — рукоятка; 5 — храповое колесо; 6 — собачка; 7 — поводок

валы служат для горизонтального перемещения суппортов, а средние валы IV и V — для вертикального перемещения.

Периодическая подача суппортов осуществляется следующим образом. В момент реверсирования стола с обратного хода на рабочий подается команда электродвигателю М4. Вращение его происходит до тех пор, пока разжимная планка фрикциона 2 не упрется в неподвижный упор и не разожмет фрикцион. При нажатии кулачка на конечный выключатель реверса стола в начале рабочего хода электродвигатель отключается. Механизм подачи бокового суппорта устроен аналогичным образом. Установка подачи осуществляется храповым колесом 5. При его вращении приводится в движение подвижный упор. При этом изменяется угол между подвижным и неподвижным упорами и, тем самым, величина подачи.

Установочные перемещения заимствуют движение также от электродвигателя М4, который вращается в направлении рабочей подачи. Одновременно включается электромагнит, который сцепляет червячное колесо 58 с храповым колесом 5 при помощи кулачковой муфты. Далее движение следует по уже рассмотренной кинематической цепи. Кнопка установочного перемещения и другие кнопки управления располагаются на подвесном пульте управления.

Кроме того, на станке имеются средства ручного управления и наладочного перемещения суппортов.

На базе продольно-строгальных станков изготавливаются станки, у которых строгание сочетается с фрезерованием, шлифованием и другими видами обработки. Так, на базе продольно-строгального станка модели 7212 был изготовлен продольно-строгально-фрезерный станок модели 7212Г, который оснащен тремя строгальными суппортами и двумя фрезерными головками. Строгание и фрезерование производятся последовательно при одной установке заготовки (заготовок), что сокращает вспомогательное время. На станке можно производить черновое, получистовое и чистовое строгание и фрезерование горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей инструментами, оснащенными твердым сплавом или изготовленными из быстрорежущей стали.

В ремонтных цехах машиностроительных предприятий используются продольно-строгальные станки, оснащенные шлифовальными головками для строгания и шлифования изношенных направляющих станин станков, проходящих капитальный ремонт.

Поперечно-строгальные станки. Используются в единичном и серийном производстве для обработки деталей небольших размеров.

Основным размером поперечно-строгальных станков ГОСТ 1105 — 74 установил длину хода ползуна, которая оговорена в пределах 200 ... 2 400 мм. Станки всех размеров изготавливают с электромеханическим приводом главного движения, станки с длиной хода ползуна 700 и 1 000 мм выпускают также и с гидравлическим приводом.

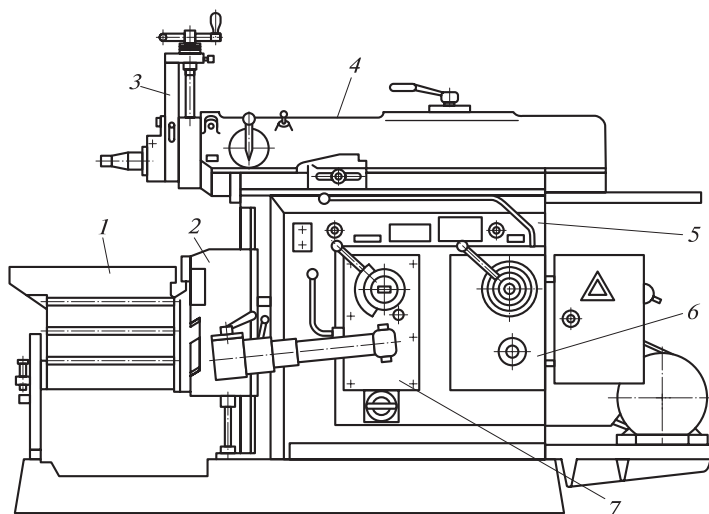


Рис. 9.4. Поперечно-строгальный станок модели 7Е35:

1 — стол станка; 2 — поперечина; 3 — суппорт; 4 — ползун; 5 — станина; 6 — коробка скоростей; 7 — коробка подач

Станки с длиной хода ползуна свыше 1500 мм имеют неподвижный стол, а все движения совершает режущий инструмент.

На рис. 9.4 представлен поперечно-строгальный станок модели 7Е35. Обрабатываемая заготовка закрепляется чаще всего в машинных тисках установленных на столе 1 станка. Стол 1 может перемещаться в поперечном направлении по направляющим поперечины 2 и вместе с ней в вертикальном направлении по вертикальным направляющим станины 5. По верхним горизонтальным направляющим станины 5 возвратно-поступательно перемещается ползун 4, на котором установлен поворотный суппорт 3 с резцедержателем. Движение ползуна 4 — главное движение: движение в сторону стола — рабочий ход, движение в обратную сторону — холостой ход. Холостой ход имеет большую скорость, чем рабочий ход. Перемещение стола 1 в поперечном направлении производится периодически при каждом обратном ходе ползуна 4. Также периодически можно перемещать суппорт с резцом. Эти прерывистые движения являются движениями подачи. Столу 1 и поперечине 2 в процессе наладки и при отводе стола в исходное положение можно сообщать ускоренные перемещения. Внутри станины размещены кулисный механизм, коробка скоростей 6, коробка подач 7 и другие механизмы станка.

Кинематическая схема станка модели 7Е35 представлена на рис. 9.5. От электродвигателя М1 ($N = 5,5$ кВт; $n = 1450$ мин⁻¹) через клиноремennую передачу 140/355, восьмиступенчатую коробку скоростей 6 вращение передается колесу $z = 102$ кулисы, в направляющих 9

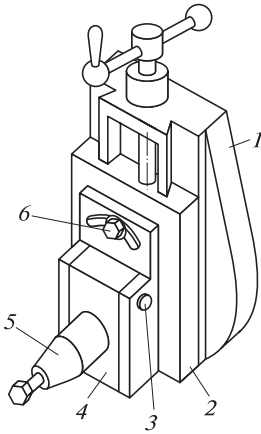


Рис. 9.6. Суппорт станка модели 7Е35:

1 — поворотный корпус; 2 — суппорт; 3 — палец; 4 — откидная планка; 5 — резцедержатель; 6 — болт

На рис. 9.6 показан суппорт станка. Он перемещается в направляющих корпуса 1, закрепленного на ползуне. В суппорте 2 смонтирована откидная планка 4 с резцедержателем 5. Во время рабочего хода (влево) планка упирается в опорную плоскость, при обратном ходе она свободно откидывается, качаясь вокруг пальца 3. Положение суппорта 2 относительно вертикали можно регулировать и закреплять суппорт в нужном угловом положении при помощи болта 6.

По особому заказу станок может быть изготовлен с универсальным поворотным столом.

Для автоматизации обработки на поперечно-строгальных станках применяют автоматические системы управления. Так, Гомельский станкозавод выпускает поперечно-строгальный станок с гидравлическим приводом и цикловым программным управлением модели 7Д36Ц.

Станок предназначен для обработки плоских горизонтальных поверхностей, подрезки вертикальных поверхностей и строжки канавок в автоматическом цикле по заданной программе. Он может работать так же, как обычный универсальный поперечно-строгальный станок.

Долбежные станки. Предназначены для обработки в основном внутренних плоских и фасонных поверхностей, пазов, канавок, шлицев в разнообразных деталях. Основным размером долбежных станков ГОСТ 1141—74 установил длину хода долбяка (ползуна). Станки с ходом долбяка 100, 200, 320 мм изготавливают с механическим приводом движений, с ходом 320 и 500 мм — с гидравлическим приводом, с ходом 1000 и 1400 мм на станках используется привод бесступенчатого регулирования скорости главного движения с двигателем постоянного тока.

Кинематическая схема долбежного станка модели 7Д430 представлена на рис. 9.7. Главное движение сообщается ползуну 8 с резцом 7 — сверху вниз по вертикальным направляющим салазок 9, закрепленным на станине 6. Заготовку закрепляют на столе 2, который неподвижен при рабочем ходе резца 7.

В конце хода резца вверх происходит движение подачи стола 2 (круговой, поперечной или продольной). Поворот стола осуществляется червячной парой 1/105, поперечное перемещение стола вместе

с верхними салазками 5 ходовым винтом IV, продольное перемещение нижних салазок 4 от винта VI, закрепленного на горизонтальной части станины 3.

Насосная установка 11 питает гидроцилиндр Ц1 ползуна и цилиндр подачи Ц2. Гидропанель 10 управляет потоками масла при реверсировании движений и может бесступенчато изменять скорость главного движения. Подачу регулируют изменением угла поворота храповых колес 60 в коробке подач 12.

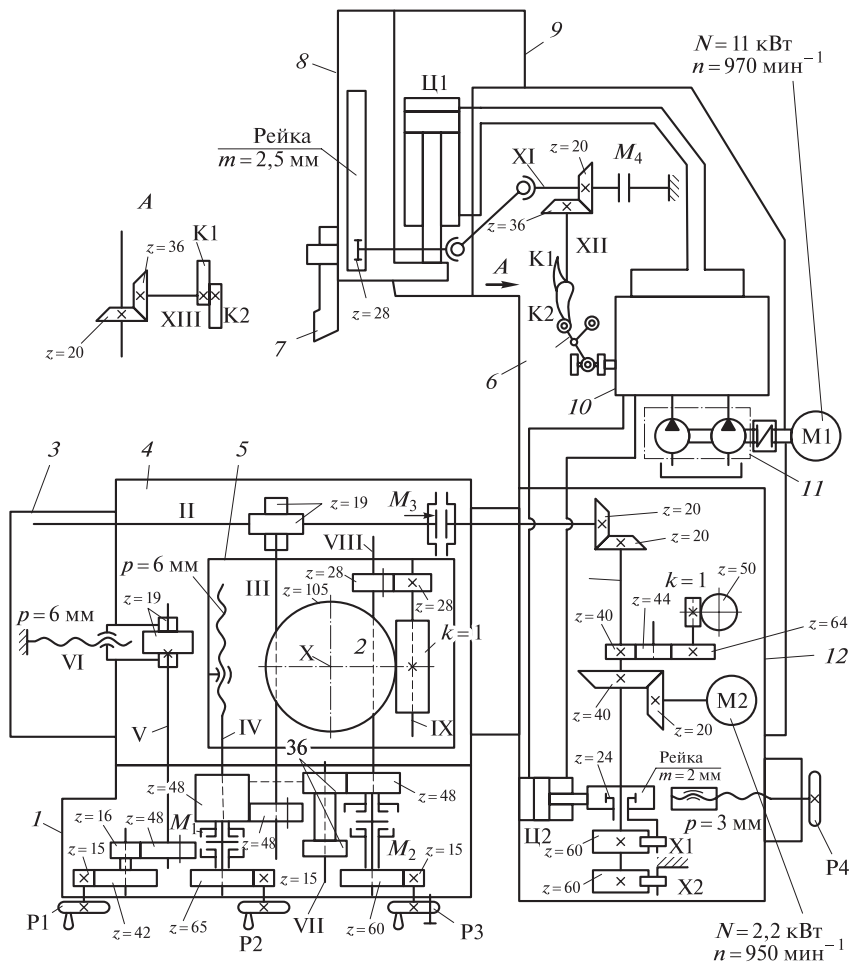


Рис. 9.7. Кинематическая схема долбежного станка модели 7Д430:

1 — коробка передач; 2 — стол; 3, 6 — станина; 4, 5 — нижние и верхние салазки соответственно; 7 — резец; 8 — ползун; 9 — салазки; 10 — гидропанель; 11 — насосная установка; 12 — коробка подач

Ползун 8 перемещается цилиндром Ц1. С ползуном соединена зубчатая рейка с $m = 2,5$ мм. Реечное колесо 28 через карданный вал передает движение валам XI...XIII и кулачкам К1, К2. От положения кулачков, воздействующих на золотник гидропанели через рычаг Р, зависят ход и исходное положение резца. В случае падения давления в гидросистеме, например при выключении станка, включается муфта М₄ и вал XI соединяется с валом, жестко закрепленным на станине 6, происходит торможение вала XI, в результате чего предотвращается падение ползуна 8. В ползуне расположен механизм для автоматического отвода резца от обработанной поверхности при обратном ходе (на рис. 9.7 не показан).

Привод подачи гидромеханический. От гидропанели 10 масло поступает в левую полость цилиндра Ц2, передвигая при холостом ходе ползуна поршень и рейку с $m = 2$ мм вправо. Реечное колесо 24 приводит в движение рычаг и собачку храпового механизма XI. Храповое колесо 60 закреплено на валу I и через коническую и винтовую зубчатые передачи передает движение валу III распределительной коробки 1.

Далее переключением муфт М₁ и М₂, зубчатых колес 48, сидящих на валах III и V, изменяется направление движений (вперед-назад, вправо-влево, по часовой или против часовой стрелки) стола 2.

Муфта М₁ соединяет вал IV с колесом 48 или колесом 65, что обеспечивает механическую подачу или ручное перемещение вращением маховичка Р2.

При включении муфты М₂ сообщается вращение столу станка по кинематической цепи: вал III — зацепления цилиндрическими колесами 48/36, 36/48, 28/28 — червячная пара 1/105 — стол 2. Поворот стола вручную осуществляется маховиком Р3.

При введении колеса 48, сидящего на валу V, в зацепление с колесом, свободно сидящем на валу IV, нижним салазкам 4 сообщается продольная механическая подача. При сцеплении этого колеса с колесом 16 (как показано на рис. 9.7) это движение можно осуществлять вручную от маховика Р1 по кинематической цепи: маховик Р1 — зубчатые передачи 15/42, 16/48, 19/19 — гайка, которая вращаясь, перемещается вместе с продольными (нижними) салазками 4.

Величина механической подачи регулируется маховичком Р4, вращением которого изменяется положение упора для рейки, что приводит к изменению хода рейки и соответственно меняет число зубьев a храпового колеса 60, сидящего на валу I, захватываемых собачкой.

Уравнение кинематического баланса цепи круговой подачи имеет вид

$$S = \frac{a}{60} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{48}{36} \cdot \frac{36}{48} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{1}{105} 360^\circ \text{ на двойной ход.}$$

Храповой механизм Х2 удерживает вал I от поворота при возврате собачки механизма Х1 в исходное положение.

Электродвигатель М2 ($N = 2,2$ кВт; $n = 950$ мин⁻¹) обеспечивает ускоренные перемещения стола в поперечном и продольном направлениях и его ускоренное вращение.

9.2. Протяжные станки

Протяжные станки предназначены для точной обработки внутренних и наружных поверхностей различной геометрической формы и размеров: круглых, шлицевых, квадратных и других форм отверстия, шпоночные пазы в отверстиях, наружные поверхности самой разнообразной формы в условиях серийного и крупносерийного производства.

Наибольшее распространение получили горизонтально-протяжные станки для внутреннего протягивания, вертикально-протяжные для наружного и внутреннего протягивания и горизонтально-протяжные для непрерывного протягивания. Главным движением у протяжных станков является движение протяжки. Механизм подачи у протяжных станков отсутствует, она заложена в конструкции инструмента — протяжек. Основными параметрами протяжных станков в соответствии с ГОСТ 16015—91 и ГОСТ 16025—91 являются наибольшая сила протягивания и максимальная длина хода протяжки. У средних станков эта сила составляет 290...390 кН, у крупных — 1200 кН, а максимальная длина хода протяжки — до 2500 мм. Станки снабжены гидравлическим приводом, однако в станках непрерывного действия применяют электромеханический привод.

Горизонтально-протяжные станки для внутреннего протягивания. Выпускаются с наибольшей тяговой силой 25...980 кН и наибольшим ходом каретки до 2000 мм. На рис. 9.8 показан станок

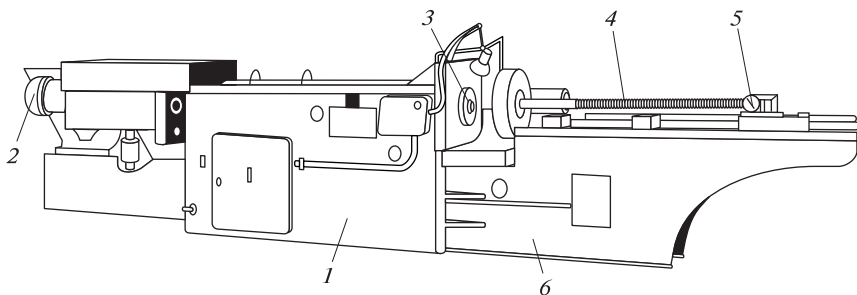


Рис. 9.8. Горизонтально-протяжной станок модели 7Б55:

1 — станина; 2 — силовой цилиндр; 3 — установочное приспособление; 4 — протяжка;
5 — вспомогательный патрон; 6 — станина вспомогательной каретки

модели 7Б55, предназначенный для протягивания сквозных отверстий.

Технические характеристики станка: номинальная тяговая сила станка — 100 кН; наименьшая и наибольшая скорости рабочего хода — 1,5... 11,5 м/мин, обратного хода 20... 25 м/мин; мощность электродвигателя главного привода — 17 кВт. При оснащении станка автоматической системой загрузки и выгрузки он может работать в автоматическом цикле.

В полый части станины 1 коробчатой формы смонтированы основные агрегаты гидравлического привода, являющегося основным агрегатом для этого вида станков. Слева расположен силовой цилиндр 2. Шток силового гидроцилиндра связан с рабочими салазками, которые, перемещаясь в направляющих вдоль оси станка, служат дополнительной опорой. На конце штока смонтирован автоматический патрон для захвата левого конца протяжки 4; правый конец ее зажат во вспомогательном патроне 5. Приспособление 3 для установки заготовки и сама заготовка упираются в лобовую поверхность станины.

Правая часть 6 станины приставная и служит для монтажа узлов автоматического подвода и отвода протяжки. Необходимые движения осуществляются вспомогательным силовым цилиндром, смонтированным в правой части станины. При рабочем ходе влево салазки вспомогательного патрона 5 сопровождают протяжку до тех пор, пока не коснутся жесткого упора. При этом связь между протяжкой и патроном прерывается с помощью подпружиненного кулачка. После этого происходит рабочий ход, осуществляемый силовым цилиндром 2. При обратном ходе задний хвостовик протяжки снова входит во вспомогательный патрон 5 и толкает его вправо в исходное положение.

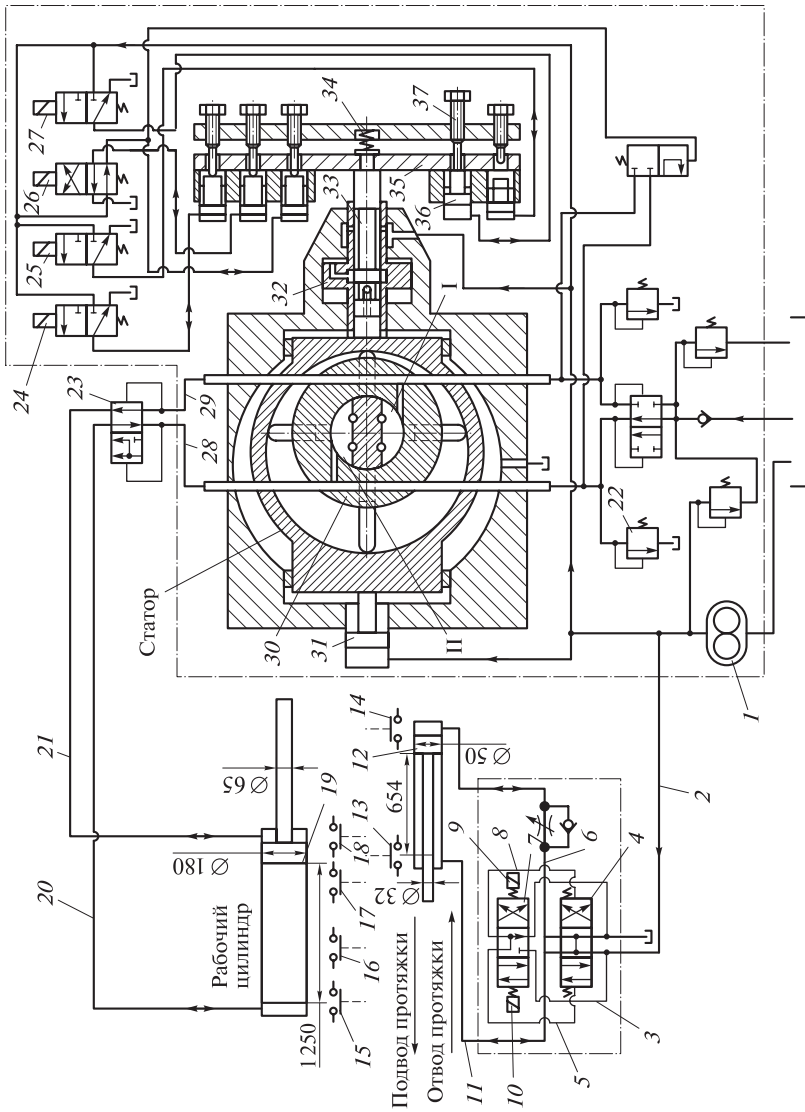
Станок работает с полным и простым циклом. При полном цикле осуществляется подвод протяжки — замедленный рабочий ход — настроенный рабочий ход — замедленный рабочий ход при работе калибрующих зубьев с последующей остановкой хода. При обратном ходе осуществляется замедленный ход и отвод протяжки. Простой цикл отличается от полного отсутствием подвода и отвода протяжки.

Принципиальная гидравлическая схема станка показана на рис. 9.9. Роторно-поршневой насос 30 высокого давления НП4М с регу-



Рис. 9.9. Гидравлическая схема горизонтально-протяжного станка модели 7Б55:

1, 30 — насос; 2, 3, 5, 6, 8, 11, 20, 21, 28, 29 — трубопровод; 4, 7, 23, 33 — золотник; 9, 10, 24, 25, 26, 27 — электромагнит; 12 — гидроцилиндр; 13, 14, 15, 16, 17, 18 — выключатель; 19 — рабочий цилиндр; 22 — клапан; 31 — подпорный цилиндр; 32, 36 — поршень; 34 — пружина; 35 — диск; 37 — винт



лируемой производительностью трубопроводом 28 забирает масло из бака и под давлением подает ее в нагнетательный трубопровод 29 и далее в рабочий цилиндр 19, поршень которого совершает рабочий ход с последующим возвратом в исходное положение. Шестеренный насос 1 забирает масло из того же бака и под давлением направляет по трубопроводу 2 во вспомогательный гидроцилиндр 12, осуществляющий подвод и отвод протяжки, и в систему управления роторно-поршневого насоса 30.

Масло от насоса 1 подается в подпорный цилиндр 31, к центральному золотнику 33 и механизму управления, в котором расположены четыре золотника-пилота, управляемые соленоидами 24—27. Центральный золотник 33 вместе с закрепленным на его конце диском 35 под действием пружины 34 отжимается влево. В диске имеется пять отверстий для прохода винтов 37, которыми регулируют величину смещения (эксцентриситет) статора относительно ротора насоса 30, а следовательно, и изменяют его производительность. При давлении под поршнем 36 последний упирается штоком в регулировочный винт 37 и ограничит продвижение влево диска 35 с золотником 33. Поршень 32 займет положение, соответствующее положению золотника 33, ограничивая смещение вправо ротора насоса 30 и тем самым ограничивая его производительность.

Рассмотрим работу гидросистемы для полного цикла. В исходной позиции рабочие салазки находятся в крайнем правом положении, протяжка — в отведенном положении. Нажатием кнопки «Пуск» на пульте управления включаются насосы. При этом все четыре электромагнита 24—27 выключены, а поршневой насос 30 не подает масло, так как ротор и статор концентричны (их центры совмещены).

Подвод протяжки осуществляется нажатием кнопки управления на пульте. При этом включается электромагнит 9, вспомогательный золотник 7 передвигается влево и соединяет трубопроводы 3 и 8. Масло от шестеренного насоса 1 по трубопроводу 2 через расточку в корпусе золотника, трубопроводы 3 и 8 поступает под правый торец основного золотника 4 и перемещает его в крайнее левое положение, соединяя трубопроводы 2 и 6. Масло поступает в бесштоковую полость вспомогательного цилиндра и перемещает протяжку. Далее срабатывает путевой выключатель 13, который выключает электромагнит 9 и включает электромагнит 27. В результате этого масло идет под поршень 36 и смещает влево статор насоса в положение, отрегулированное винтом 37. Одновременно с этим левый конец протяжки своим хвостовиком попадает в автоматический патрон, установленный на правом конце штока поршня рабочего цилиндра 19.

В этом положении золотника 33 ротор насоса 30 смещен относительно статора и полость I становится нагнетательной, полость II — всасывающей. Масло по трубопроводу 29 поступает под правый торец дифференциального золотника 23 и смещает его влево до упо-

ра, соединяя трубопровод 29 с трубопроводом 21, и направляет масло в штоковую полость рабочего цилиндра 19, смещая его поршень влево. Масло, вытесняемое из бесштоковой полости, по трубопроводам 20 и 28 поступает во всасывающую полость насоса 30. Излишки масла, обусловленные разностью объемов штоковой и бесштоковой полостей рабочего цилиндра, сливаются через подпорный клапан 22 в бак. Происходит медленный рабочий ход.

Быстрый рабочий ход осуществляется при нажатии кулачка на путевой выключатель 17. При этом включается электромагнит 25, происходит дальнейшее смещение поршня 32 вместе со статором насоса 30 влево, увеличиваются его производительность и соответственно скорость перемещения рабочих салазок. В конце быстрого рабочего хода при входе первых калибрующих зубьев протяжки в заготовку кулачок нажимает на путевой выключатель 16, который выключает электромагнит 25. Начинается медленный рабочий ход в результате снижения подачи насоса, так как эксцентриситет насоса уменьшается. В конце рабочего хода срабатывает путевой выключатель 15 и выключает электромагнит 27 — происходит остановка салазок.

Обратный ход салазок осуществляется при включении электромагнита 26. Статор поршневого насоса 30 смещается вправо, трасса 28 становится нагнетательной, а трасса 29 — всасывающей. Масло по трубопроводу 28 поступает под левый торец дифференциального золотника 23 и перемещает его в крайнее правое положение. Трубопровод 28 соединяется с трубопроводами 20, 21, и обе полости рабочего цилиндра 19 сообщаются с линией нагнетания насоса. Ввиду разности площадей, находящихся под давлением, поршень перемещается вправо. При дальнейшем перемещении рабочих салазок кулачок нажимает на путевой выключатель 17, который включает электромагнит 24. При этом начинается замедленный ход вследствие уменьшения подачи насоса. В конце обратного хода срабатывает путевой выключатель 18, выключающий электромагниты 26 и 24. Происходит остановка салазок, автоматический патрон освобождает левый конец протяжки, и одновременно происходит зажим ее правого конца в патроне вспомогательного цилиндра.

Нажатием кулачка на путевой выключатель 18 также включается электромагнит 10. Золотник, управляемый этим магнитом, занимает положение и соединяет трубопроводы 3 и 5. Масло от насоса 1 по трубопроводу 2 через расточку в корпусе золотника, трубопроводы 3 и 5 поступает под левый торец золотника 4 и перемещает его в крайнее правое положение, соединяя трубопроводы 2 и 11. По этим трубопроводам масло поступает в штоковую полость вспомогательного цилиндра 12 и перемещает протяжку влево до срабатывания путевого выключателя 14, который выключает электромагнит 10. Происходит остановка салазок вспомогательного патрона. После установки очередной заготовки в установочном приспособлении нажатием кнопки «Пуск» на пульте управления цикл повторяется.

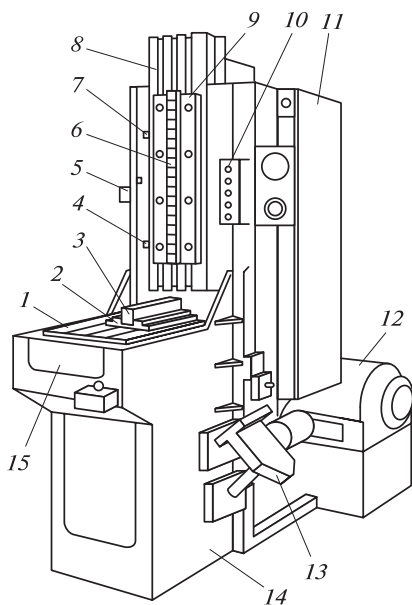


Рис. 9.10. Вертикально-протяжной станок для наружного протягивания:
 1 — верхняя плита; 2 — приспособление для установки заготовки; 3 — заготовка; 4, 7 — переставные кулачки; 5 — конечный выключатель; 6 — протяжка; 8 — каретка; 9 — приспособление для протяжки; 10 — пульт управления; 11 — шкаф электрооборудования; 12 — гидростанция; 13 — транспортер удаления стружки; 14 — станина; 15 — стол

Вертикально-протяжные станки для наружного протягивания.

Предназначены для обработки протягиванием наружных поверхностей различной геометрической формы и размеров в условиях крупносерийного и массового производства. Станки обеспечивают высокую производительность и точность обработки. Их изготавливают однопозиционными и многопозиционными.

На рис. 9.10 представлен вертикально-протяжной станок для наружного протягивания.

Станок вертикальной компоновки. На станине 14 имеются вертикальные направляющие, по которым перемещается рабочая каретка (салазки) 8 с приспособлением 9, несущим протяжку 6. Каретке сообщается возвратно-поступательное движение от гидроцилиндра. Движение каретки вниз — рабочий ход, вверх — холостой.

Верхняя плита 1 стола 15 с установленной и закрепленной в приспособлении 2 заготовкой перемещается в рабочую зону, где остается неподвижной во время рабочего хода, совершаемого кареткой 8 с закрепленным на ней комплектом протяжек. По окончании рабочего хода каретки плита 1 стола перемещается в позицию загрузки, где обрабатываемая заготовка снимается и на ее место устанавливается

и закрепляется новая заготовка, а каретка δ с протяжкой возвращается в верхнее исходное положение. Станок готов к выполнению следующего цикла обработки.

При оснащении станка автоматизированными загрузочными устройствами он может работать без участия оператора (превращается в станок-автомат) и может встраиваться в автоматические линии.

Привод станка гидравлический с роторно-поршневым насосом регулируемой производительности, что обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости рабочего хода. Станок оснащен устройством *ИЗ* удаления стружки за пределы станка, сигнализацией о затуплении протяжек (контроль по тяговому усилию). По особому заказу станок комплектуется подъемником для установки и снятия тяжелых обрабатываемых заготовок, инструментальных плит с комплектом протяжек и установочно-зажимных приспособлений.

Вертикально-протяжные станки для внутреннего протягивания. Предназначены для обработки методом протягивания сквозных отверстий разнообразной геометрической формы и размеров. Станки для внутреннего протягивания отличаются от станков для наружного протягивания конструкцией каретки и стола и наличием вспомогательной каретки. По принципу действия они идентичны горизонтально-протяжным станкам.

Отвод и подвод протяжки к рабочему патрону, а также ее сопровождение в процессе резания механизированы. Станок имеет механизированное удаление стружки и сигнализацию о состоянии режущего инструмента (электроконтактный манометр).

Эти станки имеют существенные преимущества перед горизонтально-протяжными:

- занимают значительно меньшие производственные площади;
- более приспособлены к наращиванию позиционности обработки, обладают более удобной загрузкой заготовок и их удалением со станка с позиции автоматизации этой операции.

Наиболее эффективно использование станка в крупносерийном и массовом производстве. При оснащении устройствами автоматизированной загрузки станок может работать в автоматическом цикле, а также встраиваться в автоматические линии.

Протяжные станки непрерывного действия. Используются для наружного протягивания в условиях крупносерийного и массового производства.

На рис. 9.11, *a* приведена схема работы станка непрерывного действия, на котором обрабатывается зубчатый венец конического колеса. Протяжка выполнена в виде диска большого диаметра, на котором расположены секции протяжки. Между последней калибрующей секцией и первой секцией оставлен промежуток, в котором зубчатое колесо делает делительное движение — поворачивается на один шаг зубьев в позицию прорезания следующей впадины между зубьями.

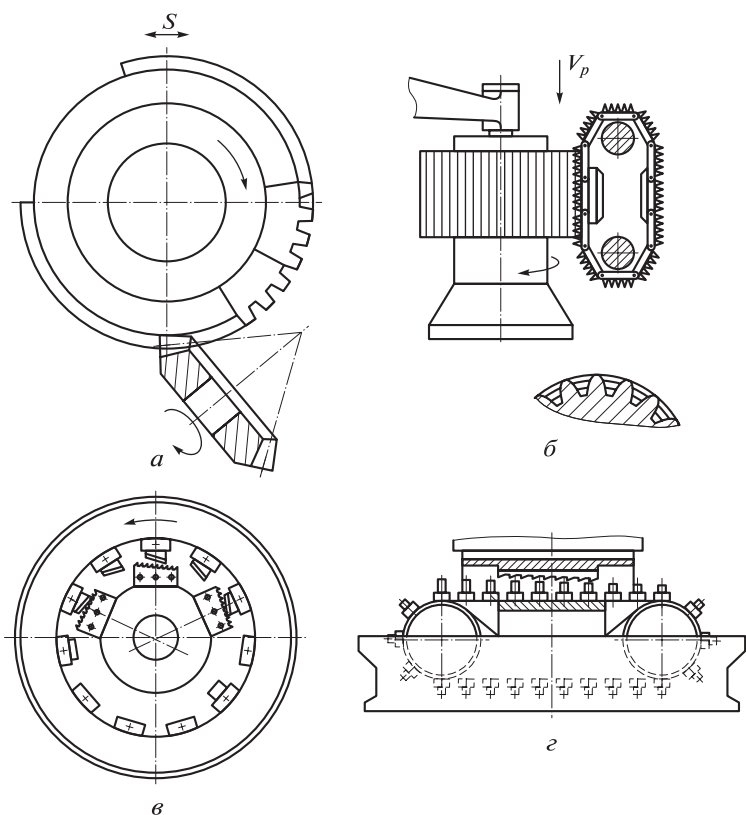


Рис. 9.11. Принцип работы протяжных станков непрерывного действия: *а* — работающих дисковой протяжкой; *б* — работающих гибкой протяжкой; *в* — с неподвижным комплектом протяжек и движущимися по круговой траектории обрабатываемыми деталями; *г* — с неподвижным комплектом протяжек и движущимися прямолинейно заготовками

Вариант использования гибкой протяжки (исследованный Д. М. Задуловским) изображен на рис. 9.11, *б*. Гибкая протяжка представляет собой бесконечную цепь, секции которой снабжены режущими зубьями. Для обеспечения прямолинейности движения режущих зубьев в зоне обработки на станке установлен направляющий аппарат. Движения резания гибкой протяжке сообщаются приводом главного движения и ведущей звездочкой цепной передачи, где цепью является гибкая протяжка.

В конструкции гибкой протяжки между ее первым зубом и калибрующими оставлен промежуток для того, чтобы повернуть нарезаемое колесо в позицию следующей прорезаемой впадины.

В протяжном станке непрерывного действия представлен на рис. 9.11, *в*. Главное движение (движение протягивания) сообщается об-

рабатываемым заготовкам. На кольцевом столе большого диаметра последовательно располагаются установочно-зажимные приспособления, в которых устанавливаются обрабатываемые заготовки. Замена обработанной детали на еще не обработанную заготовку производится в свободной зоне. Секции протяжки (на рис. 9.11, в изображены три секции) последовательно закреплены на неподвижном столе, который располагается внутри кольцевого вращающегося стола. Обработка деталей происходит в период их прохождения неподвижных секций протяжки.

Схема работы протяжного станка непрерывного действия, изображенная на рис. 9.11, г, предусматривает использование обычного комплекта протяжек для наружного протягивания, которые используются на вертикально-протяжных станках. Комплект протяжек устанавливается на станке и жестко закрепляется. Обрабатываемые заготовки устанавливаются в специальные зажимные приспособления, расположенные на бесконечной цепи. Проходя между протяжкой и направляющей плитой, они обрабатываются и после обработки автоматически освобождаются из зажимных приспособлений, а на их место устанавливаются новые заготовки.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение продольно-строгальных станков? Какие движения сообщаются обрабатываемой детали и какие режущему инструменту?
2. С какой целью продольно-строгальные станки оснащаются фрезерными и шлифовальными головками?
3. Какие системы управления используются для автоматизации цикла работы поперечно-строгальных станков?
4. Каково назначение долбежных станков? Какой привод главного движения имеют эти станки?
5. Какие протяжные станки используют предприятия машиностроения?
6. Какие протяжки используются при непрерывном протягивании цилиндрических и конических зубчатых колес?
7. Применяются ли в строгальных и долбежных станках системы программного управления?