

А. Н. Ковшов

# Станочник— универсал сельско— хозяйственной мастерской

---

ПРОФЕССИОНАЛЬНО—  
ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ



ББК 34.63—5  
К56  
УДК 621.9.06

Рецензент — канд. техн. наук, доцент В. А. Тимирязев (Мосстанкин)

**Ковшов А. Н.**

К56

Станочник-универсал сельскохозяйственной мастерской: Учеб. для подгот. рабочих на пр-ве.—2-е изд., перераб. и доп.—М.: Высш. шк., 1985.— 239 с., ил.— (Профтехобразование).

В пер.: 70 к.

Приведены основные сведения о конструкции и наладке токарных, фрезерных и шлифовальных станков, изложены принципы организации технологических процессов обработки деталей на этих станках, выбора режима резания. Описаны типичные неполадки, возникающие при эксплуатации станков, и методы их устранения. Рассмотрены особенности механической обработки при восстановлении деталей сельхозмашин.

Второе издание (1-е в 1973 г. под названием «Учебная книга станочника-универсала сельскохозяйственной мастерской») дополнено описанием новых моделей станков и оборудования.

Для подготовки рабочих на производстве.

К 2704040000—336  
052(01)—85 50—85

ББК 34.63—5  
6ПЧ.6.08

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка материалов резанием известна с древних времен: деталь вращали вручную, обработка велась кремневым резцом. В XII в. появились токарные и сверлильные станки с ручным приводом, а в XIV в.—с приводом от водяных мельниц.

В 1711 г. в Россию из Флоренции привезли станок, сделанный мастером Зингером, приглашенным на службу Петром I. В придворной токарне были изготовлены станки, в разработке конструкций и создании которых принимал участие А. К. Нартов. Позднее Нартов построил другие станки (граверные, копировальные, гильотинные), ему же принадлежит создание в 1788 г. первого в мире токарно-винторезного станка с механическим суппортом и сменными зубчатыми колесами.

Основные промышленные типы металлорежущих станков разрабатывались позднее в Великобритании, первой вступившей на путь капиталистического развития.

Для массового производства в России в 1712—1714 гг. на Тульском оружейном заводе мастер Яков Батищев создал прототип современных агрегатных станков для одновременного сверления 24 ружейных стволов, в 1714 г. В. И. Геннин построил на Олонецких заводах многопозиционный станок.

Значительный вклад в развитие конструкций металлорежущих станков внес М. В. Ломоносов, который в XVIII в. построил и применил в своих мастерских оригинальные шлифовальные и другие станки. Вклад в создание новых конструкций внесли также русские инженеры и изобретатели И. Осипов, М. Сидоров, И. Ползунов, И. Кулибин, П. Захава (в 1810 г. первые автоматы для нарезания резьбы), В. Игнатов, Г. Горохов.

Но несмотря на отдельные выдающиеся изобретения, станкостроение, технология машиностроения в царской России развивались медленно. Только

после Великой Октябрьской социалистической революции в процессе индустриализации машиностроительные предприятия стали получать новые металлорежущие станки и технологию.

В 1929 г. Советом Труда и Обороны СССР был организован Государственный трест среднего станкостроения, что положило начало формированию и развитию специализированного производства металлорежущих станков. Для подготовки конструкторов, технологов и других специалистов-станкостроителей решением Советского правительства был создан Московский станкоинструментальный институт, организованы станкостроительные факультеты в МВТУ им. Баумана, ЛПИ им. Калинина и в других вузах страны.

В 1933 г. был создан Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС). ЭНИМСу принадлежит приоритет в создании принципиально новых процессов и оборудования, с деятельностью института связаны все этапы технического прогресса советского станкостроения.

В 1932 г. завод «Красный Пролетарий» (г. Москва) выпустил первый современный токарно-винторезный станок. В годы первой пятилетки вводятся в строй Московский станкостроительный завод им. С. Орджоникидзе, Горьковский завод фрезерных станков. В годы второй и третьей пятилеток станкостроение приступило к производству специальных и специализированных станков для развивающихся отраслей машиностроения. Вводятся в эксплуатацию Харьковский станкозавод им. С. В. Косиора, Киевский завод станкоавтоматов им. М. Горького и ряд других заводов. В 1939 г. вступил в строй Краматорский завод тяжелого станкостроения им. В. Я. Чубаря.

Большая заслуга в развитии станкостроения в СССР принадлежит советским ученым В. И. Дикушину, Н. С. Ачеркану, Д. Н. Решетову, Б. С. Балакшину, Г. А. Шаумяну, А. С. Проникову, А. С. Бриткину, В. С. Корсакову, а также новаторам производства лауреатам Государственной

премии Г. С. Борткевичу, П. Б. Быкову, Н. С. Чикиреву и др.

Большую роль станкостроение, технология машиностроения играют в сельскохозяйственном машиностроении — отрасли, осуществляющей техническое перевооружение сельского хозяйства.

В дореволюционной России подавляющая часть крестьянства пользовалась примитивным сельскохозяйственным инвентарем. Достаточно сказать, что в 1913 г. в России было изготовлено всего 180 паровых молотилок.

После Октябрьской революции 1917 г. началось планомерное развитие сельскохозяйственного машиностроения. Высокие темпы роста позволили к 1962 г. превзойти уровень производства сельхозтехники самой развитой капиталистической страны — США и выйти на первое место в мире.

В 1973 г. в СССР изготовлено зерноуборочных комбайнов в 3,4 раза больше, чем в США, тракторных плугов в 2,5, тракторных сеялок в 4,2 раза.

Выполняя решения XXVI съезда КПСС, выдвинувшего широкую программу социального развития и повышения народного благосостояния, майский (1982 г.) Пленум Центрального Комитета КПСС одобрил Продовольственную программу СССР на период до 1990 г.

Основой Продовольственной программы СССР являются дальнейший подъем сельского хозяйства, повышение эффективности использования земли, машин, удобрений, кормов, рост урожайности зерна и продуктивности животноводства.

Насыщение техникой сельскохо-

зяйственного производства важно не только для увеличения объемов производства, но и для решения крупнейшей социальной задачи, которая состоит в том, чтобы постепенно устранить существенные различия между городом и деревней, между индустриальным и сельскохозяйственным трудом. В предстоящее десятилетие основные производственные фонды агропромышленного комплекса значительно увеличатся и послужат основой завершения комплексной механизации земледелия и животноводства. Улучшатся качественные характеристики техники.

Направляющим ориентиром в сельскохозяйственном машиностроении служит разработанная научно-техническими и другими учреждениями система машин на 1981—1990 гг., которая предусматривает более 3 тыс. наименований. Эта система обеспечивает комплексную механизацию основных и вспомогательных работ, в том числе транспортных и погрузочно-разгрузочных, где особенно велика доля ручного труда. Сейчас производится около двух тысяч видов машин. Это определяет масштабы и рубежи развития сельскохозяйственного машиностроения.

Все советские люди ведут напряженную работу по претворению в жизнь Продовольственной программы СССР. Центральный Комитет КПСС уделяет этому важнейшему делу самое пристальное внимание.

Задача данного пособия — внести посильный вклад в систему подготовки кадров металлургов агропромышленного комплекса с целью интенсификации сельского хозяйства нашей страны.

# ГЛАВА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

## 1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Металлорежущий станок — это машина для обработки резанием металлических и других материалов, полуфабрикатов или заготовок с целью получения из них изделий путем снятия стружки металлорежущим инструментом.

Станкостроительная промышленность нашей страны выпускает огромное количество металлорежущих станков, различных по назначению, технологическим возможностям и размерам.

По степени специализации станки делятся на:

1) универсальные (общего назначения), используемые для выполнения разнообразных операций по обработке деталей широкой номенклатуры, как правило, в единичном и мелкосерийном производствах;

2) специализированные, предназначенные для обработки деталей, сходных по конфигурации, но отличающихся размерами;

3) специальные — для обработки одной определенной детали.

Применение специализированных и специальных станков характерно для крупносерийного и массового производства.

Для отечественных станков общесоюзными стандартами установлены основные параметры, характеризующие размеры обрабатываемых деталей или геометрические размеры станка. Например, для круглошлифовальных станков основным параметром является наибольший диаметр обрабатываемой детали, для фрезерных станков — габаритные размеры стола и т. д.

Целесообразно создавать станки по размерным рядам. Размерным рядом называют группу однотипных станков, подобных по кинематической схеме, конструкции, внешнему виду, но

имеющих разные основные параметры-размеры. Например, ГОСТ 2983—81 для круглошлифовальных станков предусматривает шесть размеров с диаметром устанавливаемой детали от 0,1 до 0,56 м с поворотной шлифовальной и передней бабками и до 0,8 м с неповоротной шлифовальной и передней бабками.

Станок, являющийся представителем размерного ряда, есть типоразмер. Конструкция станка конкретного типоразмера носит название модели.

Для обозначения моделей станков, выпускаемых в настоящее время серийно отечественным станкостроением, принята классификация, разработанная ЭНИМСом (Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР).

Все станки в зависимости от вида обработки делятся на девять групп, каждая группа — на девять типов (табл. 1.1).

В основу деления станков на типы приняты следующие основные признаки: технологическое назначение станка (круглошлифовальные, внутришлифовальные и т. д.); расположение их главных рабочих органов (вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные и т. д.); количество главных рабочих органов (одношпиндельные, многошпиндельные); степень автоматизации (автомат, полуавтомат).

По степени специализации металлорежущие станки подразделяются на универсальные, специализированные, специальные; по массе и габаритным размерам — на обычные, крупные, тяжелые и уникальные; по точности — на станки нормальной точности (Н), повышенной точности (П), высокой точности (В), особо высокой точности (А) и особо точные (прецизионные)

# 1.1. Классификация станков

Наименование	Группа	Тип								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Лоботокарные	Многорезцовые	Специализированные	Разные станки данной группы
		одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	Вертикально-сверлильные	Одношпиндельные полуавтоматы	Многошпиндельные полуавтоматы	Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	
Шлифовальные, полировальные, доводочные	3	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные и полировальные	
Комбинированные	4	Универсальные	Полуавтоматы	Автоматы	—	—	—	—	—	
Зубо- и резьбо-обрабатывающие	5	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валиков	Для нарезания червячных передач	Для обработки торцов зубьев	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные	Непрерывного действия	—	Копировальные и гравировальные	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтальные консольные	
Строгальные, долбежные и протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	—	Протяжные вертикальные	—	
		одностоечные	двухстоечные							
Разрезные	8	Отрезные, работающие			Правильно-отрезные	Пилы			—	
		токарным резцом	абразивным кругом	фрикционным диском		ленточные	дисковые	ножовочные		
Разные	9	Муфто- и трубообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	—	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	—	

(С), иначе мастер-станки (ГОСТ 8—82Е, СТ СЭВ 311—81, СТ СЭВ 3112—81, СТ СЭВ 31115—81).

По типоразмерам станки различают по основным параметрам для каждой группы: токарные — по наибольшему размеру обрабатываемой детали над станиной; сверлильные — по наибольшему диаметру сверления в сплошном материале средней твердости; фрезерные — по размерам стола; токарные автоматы — по максимальному диаметру обрабатываемых прутков и т. д.

Условное обозначение (модель) станка состоит из трех или четырех цифр. Первая цифра означает группу станка: 1 — токарные; 2 — сверлильные и расточные; 6 — фрезерные и т. д.; вторая цифра — его тип (разновидность): для сверлильных 1 — вертикально-сверлильный; для фрезерных 1 — вертикальный консольный и т. д. Третья или третья и четвертая цифры указывают типоразмер станка.

Цифры могут сочетаться с буквами. Буква, стоящая после первой цифры, указывает на различное исполнение и модернизацию основной базовой модели станка, а буква после основных трех или четырех цифр — на модификацию базовой модели.

Охарактеризуем модели станков, описанных в пособии, и расшифруем их обозначения.

Токарно-винторезный станок модели 16К20 — наиболее совершенная и рациональная модель, широко распространенная в нашей стране и за рубежом. Изготовитель — Московский станкостроительный завод «Красный пролетарий». Расшифровывается так: цифра 1 указывает, что станок относится к 1-й группе, т. е. токарной (см. 1-ю колонку табл. 1.1), цифра 6 — тип: станок токарного или лобового типа (в данном случае — токарный), буква К указывает на модернизацию основной модели станка, цифра 20 — наибольший размер обрабатываемой детали над станиной — 200 мм.

На базе модели 16К20 с максимальной унификацией, одинаковыми кинематическими схемами и унифицированными конструкциями созданы токарно-винторезные станки моделей

16К20П, 16К20Г, 16К25: 16К20 — базовый станок нормальной точности; 16К20П — станок повышенной точности; 16К20Г — станок нормальной точности с выемкой в станине; 16К25 — облегченный станок нормальной точности с увеличенным диаметром обработки.

Вертикальные (1-й тип) консольно-фрезерные (6-я группа) станки общего назначения моделей 6Р12 и 6Р12Б сходны по конструкции, широко унифицированы и являются самыми совершенными станками серии М. Станок модели 6Р12Б быстроходный, в отличие от станка модели 6Р12 имеет повышенный диапазон чисел оборотов шпинделя и подач стола, повышенную мощность двигателя главного движения.

Станки широкоуниверсальные (Ш) консольно-фрезерные (6-я группа) горизонтальные (8-й тип) моделей 6Р82Ш и 6Р83Ш унифицированы и совершеннее, чем станки серии М.

Универсальные вертикально-сверлильные (2-я группа, 1-й тип) станки моделей 2Н125 и 2Н135 имеют максимальный диаметр сверления по стали 25 и 35 мм соответственно.

Станок радиально-сверлильный (2-я группа, 5-й тип) облегченный модели 2П53У имеет наибольший диаметр сверления (в стали 45) — 35 мм.

Станки шлифовальные — круглошлифовальный (3-я группа, 1-й тип) модели 3М151 и плоскошлифовальный модели 3Е711В (3-я группа, 7-й тип) и отделочно-расточные станки моделей 2А78 и 2А78Н (2-я группа, 7-й тип — алмазно-расточные) унифицированы, но отличаются габаритами и размерами стола.

Для обозначения станков специальных и специализированных каждому станкостроительному заводу присвоен индекс из одной или двух букв, после которого ставится порядковый номер модели станка. Например, ЕЗ — Егорьевский станкостроительный завод «Комсомолец»; ВШ — Витебский станкостроительный завод им. Кирова; МК — Московский станкостроительный завод «Красный пролетарий» и т. д.

## 1.2. ОСНОВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ В СТАНКАХ

Чтобы на металлорежущем станке изготовить деталь с заданными размерами и с поверхностями заданного параметра шероховатости, необходимо инструмент перемещать относительно заготовки, снимая с нее припуск в виде стружки, или заготовку перемещать относительно инструмента, или одновременно сообщать движение и заготовке и инструменту, согласовывая их между собой.

В соответствии с этим станок должен иметь механизмы для осуществления этих двух основных (рабочих) движений: главного движения, называемого также движением резания, и движения подачи.

Скорость главного движения определяется рациональной скоростью резания, а величина подачи в основном зависит от заданного параметра шероховатости обработанной поверхности.

В металлорежущих станках встречаются два вида главного движения — вращательное и прямолинейное.

У станков токарной группы главным движением является вращение обрабатываемой заготовки, у фрезерных и шлифовальных — вращение инструмента.

В токарных станках (рис. 1.1) вращение заготовки 1 является главным движением  $v$  (движением резания), а прямолинейное движение суппорта с резцом 2 во время резания — движением подачи ( $S_1, S_2$ ). Быстрый подвод резца к заготовке, быстрый его отвод являются вспомогательными движениями.

Во фрезерных станках (рис. 1.2) главное движение ( $v$ ) сообщается фре-

зе 2, а движения продольной ( $S_1$ ), поперечной ( $S_2$ ) и вертикальной ( $S_3$ ) подачи осуществляются перемещением рабочего стола с заготовкой 1 в соответствующем направлении.

В круглошлифовальных станках (рис. 1.3) главным движением является вращение ( $v$ ) шлифовального круга 2. Обрабатываемая заготовка 1 получает одновременно два движения подачи: вращательное (круговая подача  $S_1$ ), позволяющее шлифовальному кругу обрабатывать заготовку по периферии, и прямолинейное возвратно-поступательное движение (продольная подача  $S_2$ ), позволяющее кругу обрабатывать заготовку по длине. Шлифовальный круг 2 получает поперечное перемещение (поперечная подача  $S_3$ ) в направлении детали.

На рис. 1.4 показаны основные движения в радиально-сверлильном станке.

Для рационального использования станка и для определения норм времени, а следовательно, и производительности при обработке на нем различных деталей необходимо уметь определять скорости основных (рабочих) движений.

Скорость главного движения металлорежущих станков есть скорость резания. Скоростью движения подачи называется величина подачи или просто подача.

Скорость главного движения измеряется в м/мин (в шлифовальных станках — в м/с), а подача — в мм/об шпинделя. Подача измеряется также в мм/мин (фрезерные станки) или в м/мин (шлифовальные станки).

Для станков с главным вращательным движением скорость главного движения (скорость резания) — это длина

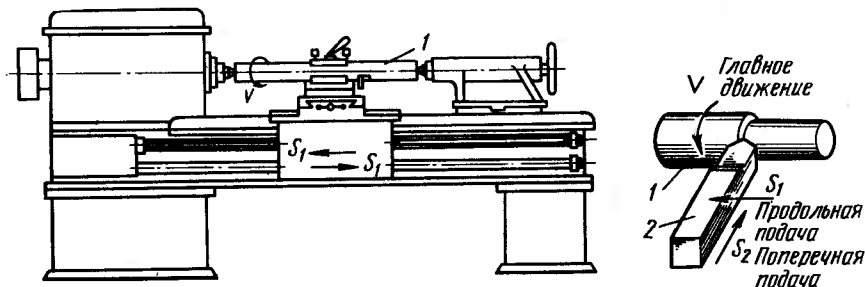


Рис. 1.1. Основные движения в токарном станке



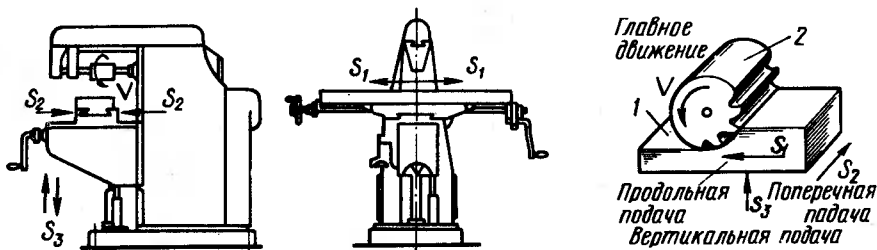


Рис. 1.2. Основные движения во фрезерном станке

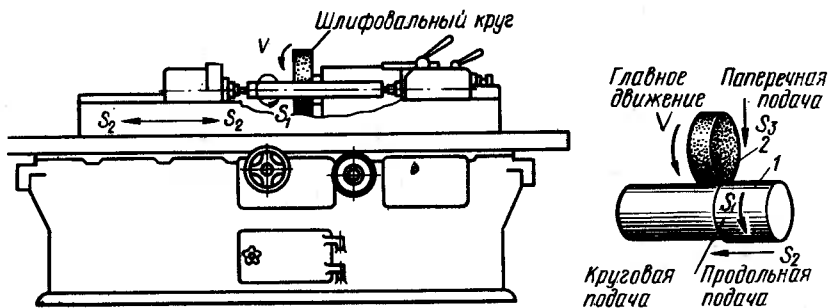


Рис. 1.3. Основные движения в круглошлифовальном станке

пути, которую проходит в 1 мин точка обрабатываемой поверхности детали:

$$v = \pi \cdot d \cdot n / 1000, \quad (1.1)$$

где  $v$  — скорость резания, м/мин;  $\pi$  — 3,14;  $d$  — диаметр обрабатываемой заготовки, мм;  $n$  — частота вращения детали, об/мин.

**Пример.** Определить скорость резания, если диаметр обрабатываемой заготовки равен 50 мм, а деталь делает 300 об/мин. По формуле (1.1)

находим  $v = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000 = (3,14 \cdot 50 \cdot 300) / 1000 = 47,1$  м/мин  $\approx 47$  м/мин.

Из уравнения (1.1) определяем частоту вращения  $n$  (об/мин) шпинделя станка:

$$n = (1000v) / (\pi \cdot d). \quad (1.2)$$

**Пример.** Определить частоту вращения детали при скорости резания, равной 47 м/мин, если диаметр обрабатываемой поверхности равен 50 мм.

По формуле (1.2)  $n = (1000v) / (\pi d) = (1000 \times 47) / (3,14 \cdot 50) = 300$  об/мин.

Для определения  $n$  при некоторых значениях  $d$  и  $v$  можно пользоваться таблицами.

Одновременно на станках применяются и различные подачи (инструмента или стола). Подачей называется путь перемещения инструмента или заготовки за время одного оборота заготовки или инструмента (на токарных и сверлильных станках).

При фрезеровании различают три вида подачи:  $S_m$  — минутная подача, м/мин;  $S_o$  — подача при повороте фрезы на 1 оборот;  $S_z$  — подача при повороте фрезы на 1 зуб.

На шлифовальных станках применяется минутная подача стола с заготовкой или минутная подача шлифо-

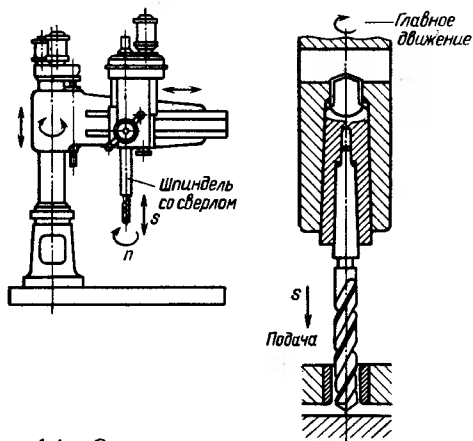


Рис. 1.4. Основные движения в радиально-сверлильном станке

вального круга. Максимальные  $S_{\max}$  и минимальные  $S_{\min}$  величины подачи, устанавливаются по таблицам режимов резания.

### 1.3. ПРИВОД МЕТАЛЛОРЕЗУЩИХ СТАНКОВ

**Типовые передачи.** В металлорежущих станках для передачи вращательного движения применяют ременные, цепные, зубчатые и фрикционные передачи; для поступательного движения — передачу винт — гайка, реечную передачу, кулачковые механизмы и др.

Ременная передача (рис. 1.5, а) применяется чаще всего для передачи движения от электродвигателя к шпиндельной бабке станка.

Передаточным отношением ременной передачи называется отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего вала (определение передаточного отношения относится ко всем видам передач в станках):

$$i = d_1/d_2 = n_2/n_1$$

(без учета скольжения ремня), откуда  $n_2 = n_1(d_1/d_2)$  и  $n_1 = n_2(d_2/d_1)$ .

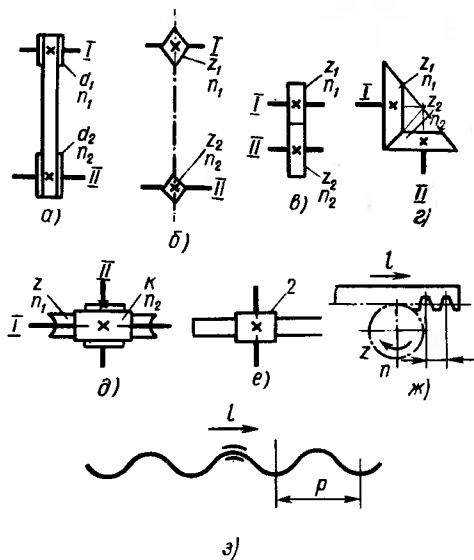


Рис. 1.5. Условные обозначения типовых передач: а — ременная (плоским ремнем), б — цепная (без уточнения типа зубьев), в — зубчатая цилиндрическая, г — зубчатая коническая, д — червячная с цилиндрическим червяком, е — реечная (без уточнения типа зубьев), ж — реечная (с зубчатой рейкой и червяком), з — иерархическая гайка на винте, передающем движение

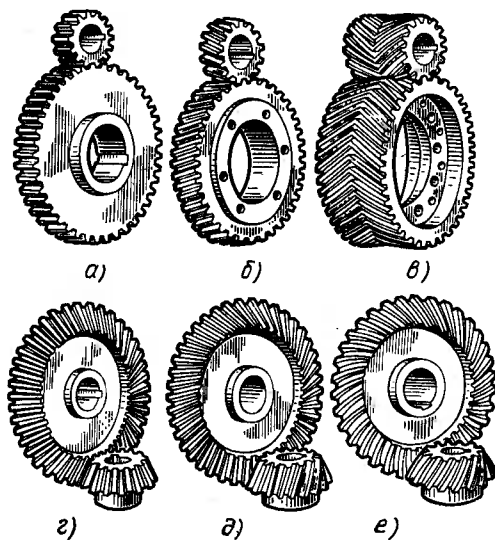


Рис. 1.6. Зубчатые передачи: а — цилиндрические с зубьями: а — прямыми, б — косыми, в — шевронными; конические с зубьями: г — прямыми, д — косыми, е — криволинейными

Цепные передачи (рис. 1.5, б) применяются для передачи движения от одного вала к другому, находящемуся на сравнительно большом расстоянии от первого.

В зависимости от взаимного расположения валов различают зубчатые передачи: цилиндрические, конические, червячные, реечные и винтовые.

Цилиндрические передачи и служат для передачи вращения от одного вала другому, параллельно расположенному, и применяются, например, в коробках скоростей, механизмах подачи. Зубья у колес таких передач могут быть прямые, косые или шевронные (рис. 1.6, а, б, в).

Конические передачи используют для передачи вращения валам, имеющим пересекающиеся оси. Зубья у колес таких передач могут быть прямые, косые или криволинейные (рис. 1.6, г, д, е).

Передаточное отношение  $i$  пары сцепляющихся колес цилиндрических или конических передач (см. рис. 1.5, в, г) определяют по формуле  $i = z_1/z_2 = n_2/n_1$ , а частоту вращения ведомого вала — по формуле  $n_2 = n_1(z_1/z_2)$ , где  $z_1$  и  $z_2$  — число зубьев, а  $n_1$  и  $n_2$  — частота вращения соответственно ведущего и ведомого колес.

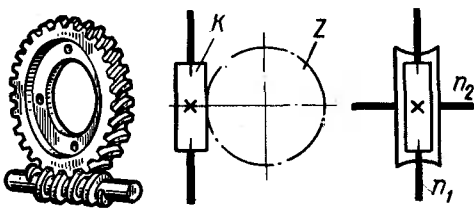


Рис. 1.7. Червячная передача

Червячные передачи служат для передачи вращения двум перекрещивающимся валам. В зависимости от форм червяка различают червячные передачи с цилиндрическим червяком (рис.1.7) и глобоидным.

Передаточное отношение

$$i = K/z = n_2/n_1.$$

Частота вращения червячного колеса  $n_2 = n_1 \cdot (K/z)$ ,

где  $K$  — число заходов червяка;  $z$  — число зубьев червячного колеса;  $n_1$  — частота вращения червяка.

Реечная передача применяется в станках, например, для перемещения кареток суппортов, столов. Зубья у колеса и рейки такой передачи могут быть прямые (рис. 1.8, а) косые (рис. 1.8, б) или шевронные.

Длина перемещения рейки за оборот зубчатого колеса определяется по формуле

$$S = n \cdot z \cdot t,$$

где  $t$  — шаг зуба рейки, мм;  $z$  — число зубьев колеса;  $n$  — частота вращения колеса в 1 мин;  $S$  — величина перемещения рейки, мм.

Передача винт — гайка (см. рис. 1.5,з) служит для перемещения столов, суппортов, салазок и других частей станка. Величину перемещений гайки (стола, суппорта, салазок) определяют по формуле

$$S = n \cdot t_v,$$

где  $t_v$  — шаг винта, мм;  $n$  — частота вращения винта или гайки.

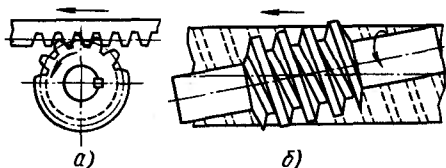


Рис. 1.8. Реечная передача:  
а — с прямыми зубьями, б — с косыми зубьями

Принципиальные схемы приводов движения. Комплекс механизмов с источником энергии, служащий для приведения в движение исполнительного органа станка, называется приводом.

В металлорежущих станках современного типа источником движения является индивидуальный электродвигатель. Движение от электродвигателя передается с помощью ступенчатых шкивов (рис.1.9). В этом случае изменение частоты вращения шпинделя происходит за счет перевода ремня в одно из четырех возможных положений.

Увеличение частоты вращения шпинделя достигается использованием дополнительной зубчатой передачи, которая называется перебором. Передаточное отношение перебора всегда меньше единицы.

Перебор представляет собой две пары зубчатых колес  $z_1/z_2$  и  $z_3/z_4$  (рис.1.9). Зубчатое колесо  $z_1$  жестко связано со ступенчатым шкивом и вместе с ним свободно вращается на шпинделе, с которым жестко связано колесо  $z_4$ . Зубчатые колеса  $z_2$  и  $z_3$  жестко закреплены на втулке 2, которая свободно вращается на валике 3. Поворотом рукоятки 4 можно зубчатые колеса  $z_2$  и  $z_3$  вводить в зацепление соответственно с колесами  $z_1$  и  $z_4$

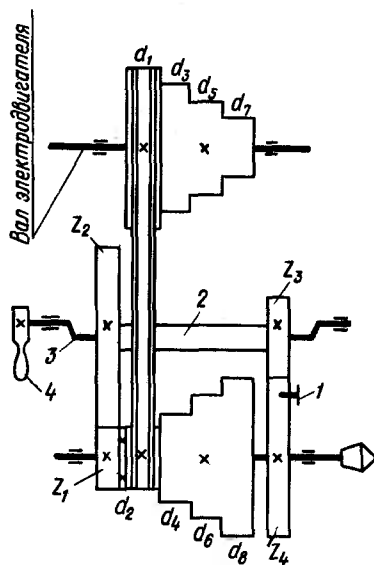


Рис. 1.9. Схема ступенчато-шкивной передачи

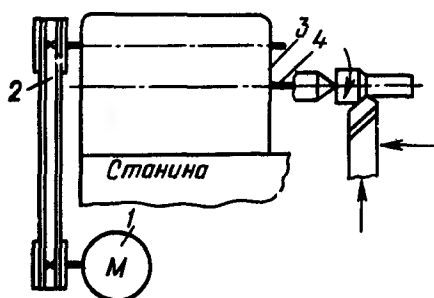


Рис. 1.10. Схема привода главного движения.

или разъединять их. При включенном переборе вращение шпинделя передается от ступенчатого шкива зубчатыми колесами  $z_1/z_2$  и  $z_3/z_4$ . При выключенном переборе колесо с помощью штифта 1 соединяют со ступенчатым шкивом и вращение шпинделю передается от ступенчатого шкива.

Привод главного движения (принципиальная схема на рис. 1.10) в станках с вращательным движением состоит из электродвигателя 1, ремной 2 или зубчатой передачи, механизма 3 изменения частоты вращения (коробка скоростей) и шпинделя 4.

Принципиальная схема привода движения подачи показана на рис. 1.11.

Зубчатые колеса 5 и 6 между шпинделем 4, коробкой скоростей 3 и реверсивным механизмом 7 являются связующим элементом (звеном) привода главного движения с приводом движения подачи.

Реверсивный механизм 7 служит для изменения направления вращения ходового винта 10 или ходового валика 11. В результате изменения направления

вращения ходового винта или ходового валика суппорт 12 получает перемещение справа налево или слева направо. Реверсивные механизмы могут быть различных конструкций.

Механизм сменных колес используется при настройке металлорежущих станков на различные подачи при точении на различный шаг при нарезании резьб. Изменяя передаточное отношение сменных колес в кинематической цепи движения подачи между валами II и III, можно получить различную частоту вращения ходового винта 10 и ходового валика 11 и, следовательно, различные величины шага нарезаемых резьб и подачи суппорта 12 с резцом 2.

2. Сменные колеса устанавливают в устройстве, называемом гитарой 8.

В практике существует три способа установки сменных колес. Между валами II и III могут быть установлены сменные колеса в виде однопарной, двупарной и трехпарной передач. Наиболее часто применяют однопарную и двупарную передачи.

Коробка подач 9 предназначена, как и сменные колеса гитары 8, для изменения подачи и шага нарезаемых резьб. Если в станках есть коробка подач, роль сменных колес снижается и количество их в наборе значительно уменьшается. Коробки подач состоят из набора колес; одни из них закреплены на валах, другие установлены на передвижных блоках. От вала IV вращение передается через пару колес ходовому винту 10 или ходовому валику 11.

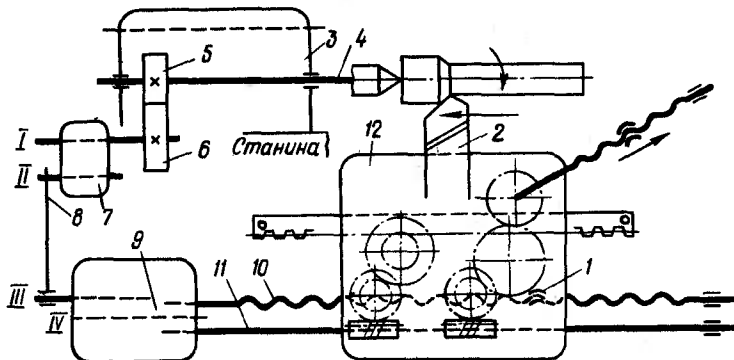


Рис. 1.11. Принципиальная схема привода движения подачи: 1 — разъемная гайка на винте, 2 — резец, 3 — коробка скоростей, 4 — шпиндель, 5, 6 — зубчатые колеса, 7 — реверсивный механизм, 8 — гитара, 9 — коробка подач, 10 — ходовой винт, 11 — ходовой валик, 12 — суппорт

Ходовой винт 10 сообщает подачи резцу при нарезании резьб. При вращении ходового винта 10 через разъемную гайку 1, состоящую из двух половин, осуществляется перемещение суппорта с резцом.

Ходовой валик 11 служит для передачи движения через колеса и суппорт 12 специальному механизму, который преобразует вращательное движение суппорта 12 в поступательное. Продольное перемещение суппорта 12 осуществляется с помощью реечного колеса и рейки, а поперечное — от ходового поперечного винта и гайки, прикрепленной к поперечному суппорту.

#### 1.4. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА



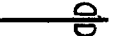

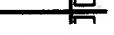



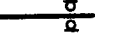

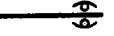

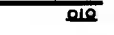




Кинематическая схема станка представляет собой условное изображение отдельных его элементов (звеньев) и механизмов, участвующих в передаче движений исполнительным органам. Зависимость движения связанных между собой элементов передач и механизмов определяется кинематической связью. Каждая связь состоит из механических, электрических, гидравлических и других кинематических цепей, по которым осуществляется передача движения. Кинематические цепи служат также для изменения скоростей и направления движения исполнительных органов с помощью соответствующих механизмов при неизменной скорости привода (электродвигателя), для преобразования и суммирования движений и т. п. Кинематические цепи состоят из отдельных звеньев.

Кинематическая связь исполнительных звеньев между собой, которая определяет только характер исполнительного движения, является внутренней кинематической связью. Связь между источником движения и подвижным исполнительным звеном, определяющая скоростные характеристики последнего, является внешней кинематической связью. В общем случае связи в станке состоят из разнообразных видов передач, в том числе механических, расположенных в определенной последовательности.

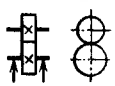



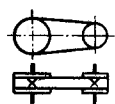
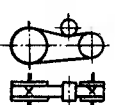
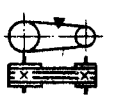
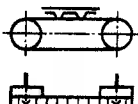
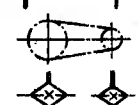





При малых расстояниях между осями валов передачи осуществляются непосредственным контактом, используя различные зубчатые передачи.




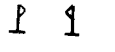
Для средних расстояний между осями валов широко используют разнообразные ременные и цепные передачи. Отдельные элементы кинематических цепей изображаются на схемах условными обозначениями (табл. 1.2).

1.2. Условные обозначения элементов кинематических схем (СТ СЭВ 2519—80)

Наименование	Обозначение
Вал, ось, стержень, шатун и т. д.	
Подшипники скольжения:	
радиальный	
радиальный самоустанавливающийся	
радиально-упорный	
односторонний	
двусторонний	
упорные:	
односторонний	
двусторонний	
Подшипники качения:	
радиальный	
радиальный роликовый	
радиальный самоустанавливающийся	
радиально-упорный:	
односторонний	
двусторонний	
радиально-упорный роликовый	
двусторонний упорные шариковые:	
одинарный	
двойной	

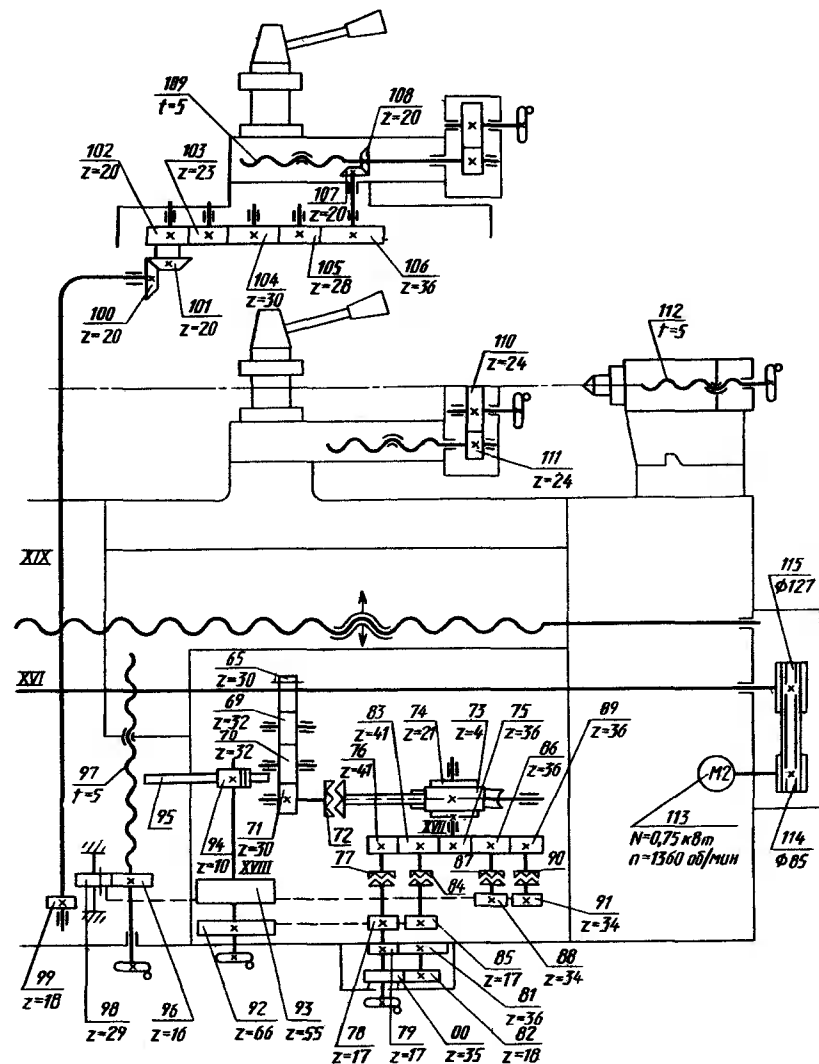
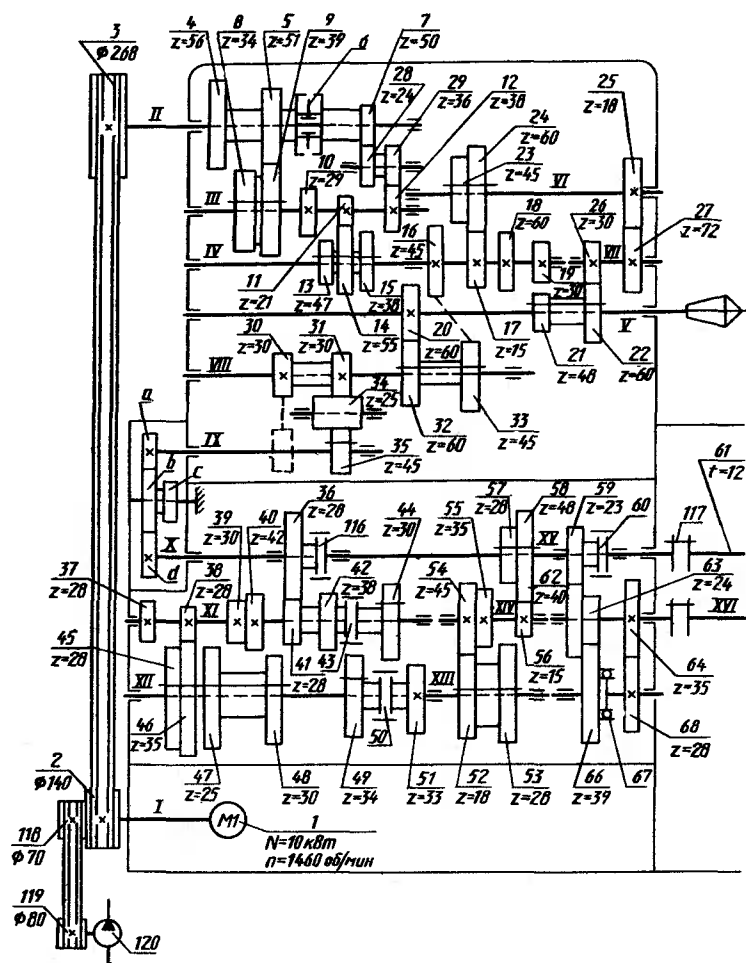
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Соединение детали с валом:		двусторонние электромагнитные (общее обозначение)	
свободное при вращении		конусные:	
подвижное без вращения		односторонние	
с помощью вытяжной шпонки		двусторонние	
глухое		дисковые:	
Соединение двух валов:		односторонние	
глухое		двусторонние	
глухое с предохранением от перегрузок		Тормоза:	
эластичное		конусные	
шарнирное		колодочные	
телескопическое		ленточные	
плавающей муфтой		дисковые	
зубчатой муфтой		Кулачки плоские:	
предохранительной муфтой		продольного перемещения	
Муфты сцепления:		дисковые	
односторонняя		Кулачки барабанные цилиндрические	
двусторонняя		Толкатели для кулачковых механизмов:	
Муфты сцепления фрикционные		пальцевые, тарельчатые, роликовые	
общее обозначение (без уточнения типа)		Храповые зубчатые механизмы с наружным зацеплением.	
то же, при необходимости указания крепления		односторонние	
односторонние (общее обозначение)		двусторонние	
односторонние электромагнитные (общее обозначение)		Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста с наружным зацеплением	
односторонние гидравлические или пневматические (общее обозначение)			
двусторонние (общее обозначение)			

Наименование	Обозначение
<b>Передачи фрикционные:</b>	
с цилиндрическими роликами	
торцовые (лобовые) регулируемые	
	
с коническими роликами регулируемые	
<b>Передачи плоским ремнем:</b>	
открытые	
	
открытые с натяжным роликом	
<b>Передача клиновидным ремнем</b>	
<b>Передача зубчатым ремнем</b>	
<b>Передача цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)</b>	
<b>Передача зубчатая:</b>	
цилиндрическая с внешним зацеплением (без уточнения типа зубьев)	
коническая с пересекающимися валами (без уточнения зубьев)	
червячная со скрещающимися валами	
с цилиндрическим червяком	

Наименование	Обозначение
винтовая со скрещающимися валами	
реечная (без уточнения типа зубьев)	
<b>Гайка на винте, передающем движение:</b>	
неразъемная	
неразъемная с шариками	
разъемная	
<b>Пружины:</b>	
цилиндрические сжатия	
цилиндрические растяжения	
тарельчатые	
<b>Рычаг переключения</b>	
<b>Конец вала под съемную рукоятку</b>	
<b>Маховичок</b>	
<b>Передвижные упоры</b>	

Кинематическая схема современного токарно-винторезного станка модели 16К20 представлена на рис. 1.12.

**Главное движение.** Главным движением в станке является вращение шпинделя, которое он получает от электродвигателя 1 через клиноременную передачу со шкивами 2—3 и коробку скоростей. На приемном валу II установлена двусторонняя фрикционная муфта 6. Для получения прямого вращения шпинделя муфту смещают влево, и привод вращения осуществляется по следующей цепи зубчатых колес: 4—8 или 5—9, 10—13 или 11—14, либо 12—15, вал IV, колеса 18—21 или 19—22, шпиндель V. От вала IV вращение можно передать через перебор 16—23 или 17—24, 25—27 и 26—27 при перемещении вправо блока 21—22 на шпинделе. Переключая блоки колес, можно получить 12 вариантов зацепления колес при передаче вращения с вала IV непосредственно на шпиндель и 12 ва-





риантов — при передаче вращения через перебор.

Реверсирование шпинделя выполняют перемещением муфты 6 вправо. Вращение с вала II на вал III передается через колеса 7—28, 29—12, и последний получает обратное вращение.

**Движение подачи.** Механизм подачи сообщает движение суппорту по четырем кинематическим цепям: винторезной, продольной и поперечной подач, быстрого перемещения. Вращение вала VIII от шпинделя V передается через зубчатые колеса 20—32, а при нарезании резьбы с увеличенным шагом — от шпинделя V через звено увеличения шага: колеса 22—26, 27—25, 23—16 или 24—17 и через колеса 16—33.

С вала VIII движение передается через реверсивный механизм с колесами 30—35 или 31—34—35 на вал IX, далее через сменные колеса  $a-b-d$  или  $a-b-c-d$  на входной вал X коробки подач. Переключением муфт 46, 60, 43 и 50, а также перестановкой блочных зубчатых колес 57 и 58, 45 и 46, 47 и 48, 52 и 53 осуществляются различные комбинации соединения колес 36—64 коробки подач. От выходного вала XV коробки подач вращение может быть сообщено либо ходовому винту 61, либо ходовому валу XVI. В первом случае — через муфту 60, во втором — через колеса 59—62, 63—66, муфту обгона 67 и колеса 68—64.

**Винторезная цепь.** При нарезании резьбы подача суппорта осуществляется от ходового винта 61 через маточную гайку, закрепленную в фартуке. Необходимый шаг резьбы можно получить переключением зубчатых колес и муфт в коробке подач или установкой сменных колес  $a, b, c, d$  на гитаре. В последнем случае муфтами 116 и 60 механизм коробки подач отключается. Для предупреждения поломок при перегрузках служит муфта 117.

**Продольная и поперечная подачи суппорта.** Для передачи движения механизму фартука служит ходовой вал XVI. По нему вдоль шпоночного паза скользит зубчатое колесо 65, передающее вращение через колеса 69, 70, 71 при выключенной муфте 72 и червячную пару 73—74 валу XVII.

Для получения продольной подачи суппорта и его реверсирования включают одну из кулачковых муфт — 77 или 84. Тогда вращение от вала XVII передается зубчатыми колесами 75—83—76 и 79—92 или 85—92 валу XVIII и далее реечному колесу 94, которое, перекачиваясь по неподвижно связанной со станиной станка рейке 95, осуществляет продольное перемещение суппорта.

Поперечная подача и ее реверсирование осуществляется включением муфт 87 или 90. В этом случае от вала XVII через передачи 75—86 и 88—93—98—96 или 75—86—89 и 91—93—98—96 вращение передается винту 97, который сообщает движение поперечной каретке суппорта.

**Установочные перемещения суппорта, резцовых салазок и пиноли задней бабки.** Для осуществления быстрого (установочного) перемещения суппорта ходовому валу XVI сообщается быстрое вращение от электродвигателя 113 через клиноременную передачу 114—115. Механизм подачи суппорта через коробку подач при этом можно не включать, так как в цепи привода ходового вала установлена муфта обгона 67. С помощью ходовых винтов 109 и 112 можно вручную через колеса 110—111 и непосредственно перемещать резцовые салазки и пиноль задней бабки. Станок может быть оснащен механическим приводом салазок. В этом случае от ходового вала XVI через механизм фартука, колеса 65—98 подключается колесо 99 вала XIX, а затем через колеса 100—108 движение передается винту 109 резцовых салазок. Через клиноременную передачу 118—119 от вала I подключен насос смазки 120.

#### 1.5. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ СТАНКОВ

**Станины и направляющие.** К основным элементам станка относятся станины и корпусные детали (поперечины, хоботы, ползуны, плиты, столы, суппорты и т. п.).

Станина служит для монтажа деталей и узлов станка, относительно нее ориентируются и перемещаются подвижные детали и узлы. Станина, так же как и другие элементы несущей

системы, должна обеспечивать в течение срока службы станка возможность обработки деталей с заданными режимами и точностью. Это достигается правильным выбором материала станины и технологии изготовления, соответствующей жесткостью и виброустойчивостью, износостойкостью направляющих.

Станины делят на горизонтальные и вертикальные (стойки). В целях повышения жесткости станины выполняют с двойными стенками или сплошного сечения, с замкнутым контуром, с увеличенным числом перегородок и ребер; с этой же целью исключают люки и окна или уменьшают их размеры.

Основным материалом для изготовления служат чугун — для литых станин, сталь — для сварных. Для изготовления станин тяжелых станков иногда применяется железобетон.

Направляющие являются опорами, обеспечивающими требуемое взаиморасположение и возможность относительного перемещения узлов, несущих инструмент и заготовку. Направляющие для перемещения узла должны допускать только одну степень свободы движения. Это достигается соответствующей конструкцией направляющих или путем силового замыкания (действия сил тяжести, подпружиненных элементов и т. п.).

Для регулирования начальных зазоров или натягов и восстановления начальных показателей в процессе эксплуатации (например, вследствие изнашивания поверхностей скольжения) предусматривают регулирующие элементы (рис. 1.13): клинья с продольным и поперечным перемещением; поджимные планки; накладные

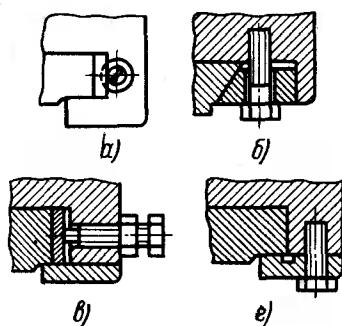


Рис. 1.13. Регулирующие элементы:

*а* — с продольным клином, *б* — с поперечным клином, *в* — с поджимной планкой, *г* — с накладной пригоняемой планкой

пригоняемые планки и другие устройства.

По назначению и конструктивному исполнению направляющие можно классифицировать по следующим основным признакам.

1. По виду движения: направляющие главного движения, например стол — станина продольно-строгального станка; движения подачи; перестановки сопряженных и вспомогательных деталей и узлов, неподвижных в процессе обработки.

2. По траектории движения: направляющие прямолинейного и кругового движения.

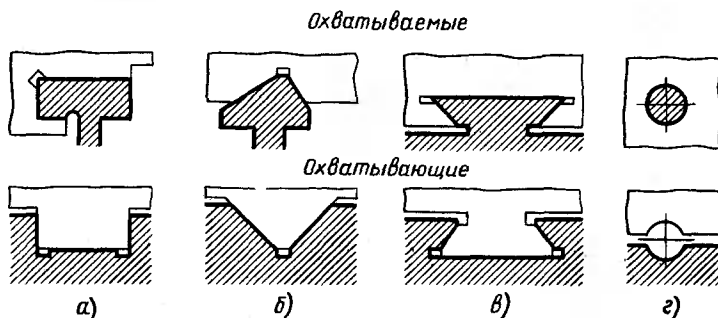
3. По направлению траектории перемещения узла в пространстве: горизонтальные, вертикальные и наклонные.

4. По геометрической форме: призматические, плоские, цилиндрические, конические (только для кругового движения) и их сочетания.

Кроме указанных можно отметить дополнительные признаки классификации направляющих: способность воспри-

Рис. 1.14. Основные формы направляющих скольжения:

*а* — плоская, *б* — призматическая, *в* — в форме «ласточкин хвост», *г* — цилиндрическая



риятия отрывающих сил и опрокидывающих моментов — замкнутые направляющие, способ выполнения направляющих — за одно целое с подвижным узлом или станиной либо накладные, прикрепленные к узлу или станине.

В станках получили наибольшее распространение направляющие скольжения (рис. 1.14) и направляющие качения с использованием в последних шариков и роликов в качестве промежуточных тел качения.

Наиболее распространенным материалом для направляющих скольжения является черный чугун. Он используется в тех случаях, когда направляющие изготовляются как одно целое со станиной и подвижным узлом. Износостойкость направляющих повышают поверхностной закалкой с твердостью HRC 40—55. Стальные направляющие выполняют накладными, обычно закаленными с твердостью HRC 52—62.

**Шпиндели и их опоры.** Шпиндели являются разновидностью валов и служат для закрепления и вращения режущего инструмента или приспособления, несущего заготовку.

Для обеспечения необходимой точности обработки в течение заданного срока службы шпиндели должны обладать жесткостью, стабильностью положения оси при вращении и поступательном движении, износостойкостью опорных, посадочных и базирующих поверхностей, виброустойчивостью.

Для удовлетворения указанных требований шпиндели, как правило, выполняют из стали. В зависимости от конструкции шпиндельного узла и точности станка марки применяемых сталей весьма разнообразны: 40X, 20X, 18XГТ, 40XФА, 38ХВФЮА и др., подвергаемые соответствующей термической обработке (цементации, азотированию, объемной и поверхностной закалке, отпуску). В отдельных случаях полые шпиндели большого диаметра, устанавливаемые в подшипниках жидкостного трения, могут изготавливаться из чугуна.

Для закрепления инструмента или приспособления передние концы шпинделей стандартизованы.

В качестве опор шпинделей применяют подшипники скольжения и качения. Конструктивная схема регулирую-

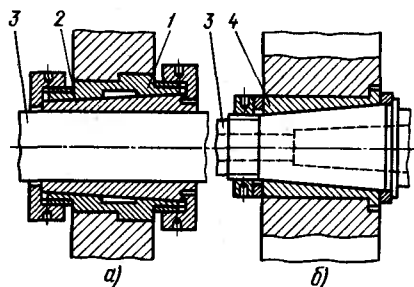


Рис. 1.15. Схемы регулирования подшипниками скольжения радиальных зазоров:

а — при цилиндрической шейке подшипника; б — при конической шейке подшипника

емых подшипников скольжения, выполняемых в виде бронзовых втулок-вкладышей, одна из поверхностей которых имеет коническую форму, приведена на рис. 1.15. Регулирование радиального зазора осуществляется за счет осевого перемещения разрезной втулки 2 относительно корпуса 1 при цилиндрической шейке шпинделя 3 (рис. 1.15, а) и цельной втулки 4 относительно шпинделя 3 при конической шейке (рис. 1.15, б). Осевое перемещение втулки производится гайками.

В современных станках опоры скольжения шпинделей конструируют с использованием смазочного материала (гидростатические и гидродинамические) и газовой смазки.

Гидродинамические подшипники выполняются одно- и многоклиновыми. Одноклиновые — наиболее просты по конструкции (втулка), но они не обеспечивают стабильного положения шпинделя при больших скоростях скольжения и малых нагрузках. Этот недостаток устранен в многоклиновых подшипниках, имеющих несколько несущих масляных слоев, охватывающих шейку шпинделя равномерно со всех сторон (рис. 1.16). У этого подшипника клиновые зазоры образуются самоустановкой вкладышей 1 при вращении шпинделя 2 с износостойкой обоймой 3 со скоростью, обеспечивающей создание в смазочном слое необходимого давления. Вкладыши могут самоустанавливаться также и в плоскости, проходящей вдоль вала. Самоустановка вкладышей осуществляется за счет сферы на опорном торце винтов 4.

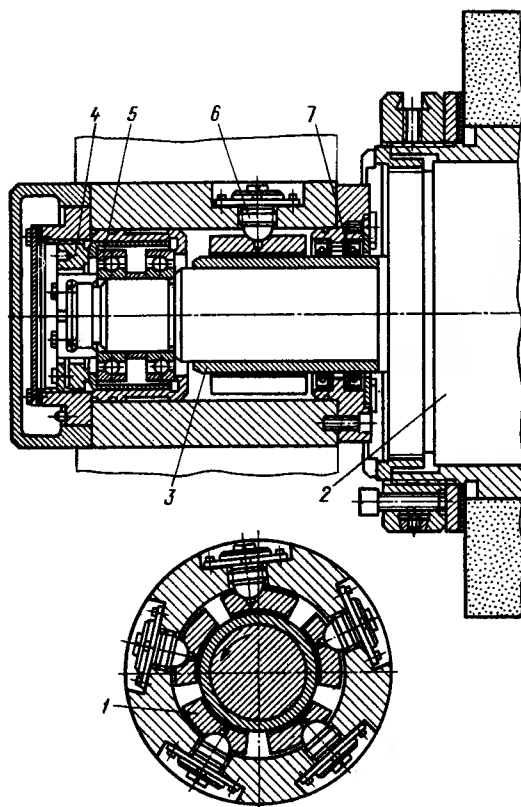


Рис. 1.16. Опора шпинделя шлифовального круга с гидродинамическим пятикладышным подшипником

Гидростатические подшипники обеспечивают высокую точность вращения шпинделя, имеют большую жесткость и обеспечивают режим трения смазочного материала при сколь угодно малых скоростях скольжения (рис. 1.17).

Подшипники с газовой смазкой (аэродинамические и аэроостатические) конструктивно подобны подшипникам гидравлическим, но отличаются от них меньшей жесткостью и малыми потерями на трение. Вторая особенность позволяет применять такие подшипники в опорах быстроходных шпинделей шлифовального круга на внутришлифовальных станках.

Для опор валов неотчетственных передач находят применение подшипники скольжения в виде двух вкладышей (располагаемых в корпусе и крышке, стягиваемых болтами) и втулок.

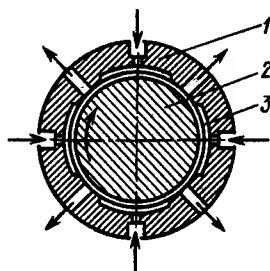


Рис. 1.17. Гидростатический подшипник:

1 — корпус подшипника; 2 — шейка шпинделя, 3 — карман, создающий несущую поверхность подшипника (стрелками показано направление подвода смазочного материала под давлением и отвод его)

Подшипники качения в качестве опор шпинделей широко применяются в станках разных типов. Повышенные требования к точности вращения шпинделей обуславливают применение в их опорах подшипников высоких классов точности, устанавливаемых с предварительным натягом. Предварительный натяг позволяет не только устранить вредное влияние зазоров, но и повысить жесткость опор. Натяг в радиально-упорных шариковых и конических роликовых подшипниках создается при их парной установке за счет осевого смещения внутренних и наружных колец. Это смещение осуществляется с помощью специальных элементов конструкции шпиндельного узла — проставочных колец определенного размера; пружин, обеспечивающих постоянство силы предварительного натяга; резьбовых соединений.

В роликоподшипниках с цилиндрическими роликами (рис. 1.18) предварительный натяг создается за счет деформации внутреннего кольца 6 при затяжке его на коническую шейку шпинделя 8 с помощью втулки 5, перемещаемой гайками 1.

Подшипники качения широко используются в качестве упорных, фиксирующих положение шпинделя в осевом направлении и воспринимающих возникающие в этом направлении нагрузки. Предварительный натяг шариковых упорных подшипников 4 создается пружинами 3. Регулировка пружин осуществляется гайками 2.

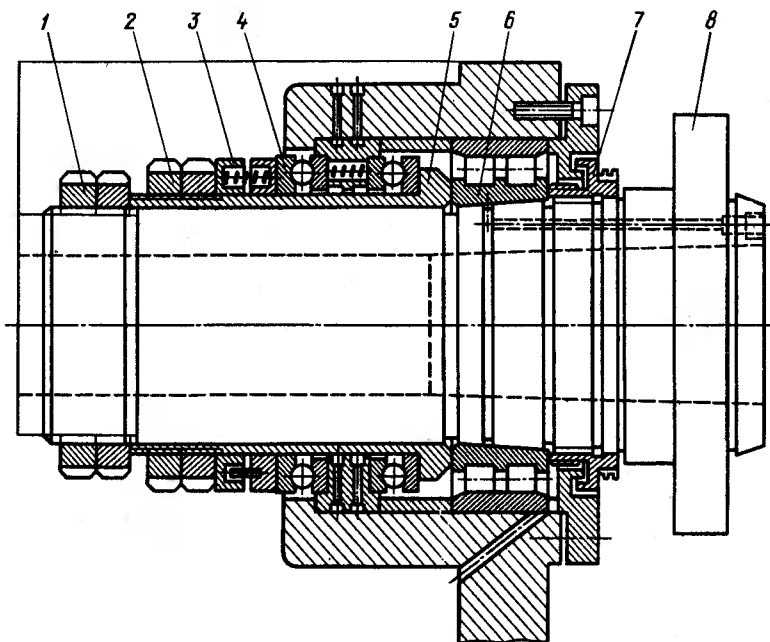


Рис. 1.18. Передняя опора шпинделя токарного станка на подшипниках качения

Пример использования радиально-упорных шариковых подшипников для восприятия осевых нагрузок приведен на рис. 1.16. Предварительный натяг создается регулировкой положения наружных колец подшипников 5 с помощью гайки 4. Подшипники шпиндельных опор надежно защищаются от загрязнения и вытекания смазки. Для защиты используются манжетные 7 (см. рис. 1.16) и лабиринтные 7 (см. рис. 1.18) уплотнения различных типов. Лабиринтные уплотнения не имеют трущихся поверхностей и могут применяться при высокой частоте вращения шпинделя.

**Приводы главного движения и движения подачи.** Современные металлорежущие станки оснащаются индивидуальным приводом; на многих станках главное движение, движение подачи, вспомогательные движения осуществляются от отдельных источников — электродвигателей и гидравлических устройств.

Привод с шестеренной коробкой скоростей является наиболее распространенным типом привода главного движения в современных металлорежущих станках. Коробки различаются по компоновке и способу

переключения скоростей. Компоновка коробки скоростей определяется назначением станка и его типоразмером.

Шестеренные коробки скоростей, встроенные в шпиндельную бабку, применяются в большинстве станков средних и крупных размеров. Их основными преимуществами являются компактность, концентрация управления и некоторое упрощение изготовления. К недостаткам относятся: возможность распространения вибраций на шпиндель, нагревание бабки теплом, выделяющимся в коробке скоростей.

Коробка скоростей с отдельным приводом свободна от недостатков, присущих встроенной коробке. Коробка скоростей соединяется со шпиндельной бабкой чаще всего ременной передачей.

Способ переключения передач в основном определяется назначением станка, частотой переключений и длительностью рабочих ходов. При большой частоте переключений и малой продолжительности перехода переключать следует быстро и на ходу.

Коробки скоростей со сменными колесами (рис. 1.19, а)

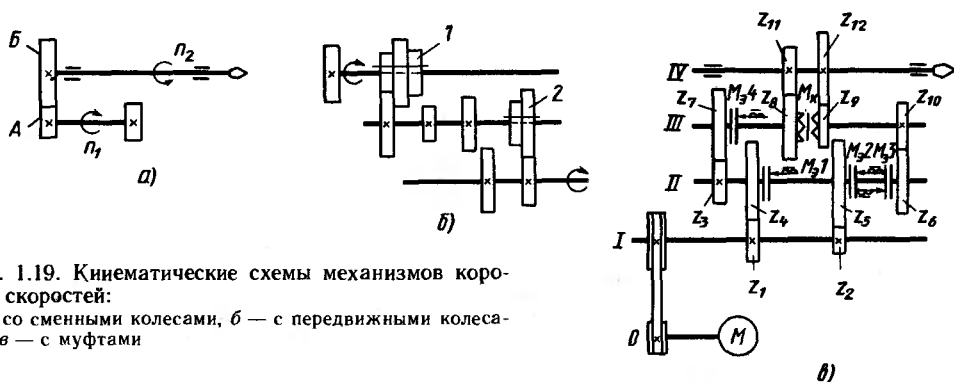


Рис. 1.19. Кинематические схемы механизмов коробок скоростей:

а — со сменными колесами, б — с передвижными колесами, в — с муфтами

используют при сравнительно редкой настройке привода на операцию в автоматах, специальных и других станках, применяемых в массовом и серийном производстве. Коробка отличается простотой конструкции, малыми габаритами.

Коробки скоростей с передвижными колесами (рис.1.19, б) получили широкое применение в станках, преимущественно универсальных. В этих коробках колеса, не участвующие в передаче мощности, не находятся в зацеплении и, следовательно, не изнашиваются. Колеса передвижных блоков 1 и 2 обычно прямозубые, монтируются на шлицевых валах. Передачи с неподвижными колесами могут передавать большие мощности и крутящие моменты при относительно малых радиальных размерах.

К недостаткам этих коробок относятся необходимость выключения привода перед переключением передач, возможность аварии при нарушении блокировки и одновременном включении между смежными валами двух передач одной группы, относительно большие размеры по оси.

Коробки скоростей с кулачковыми муфтами (рис.1.19, в) отличают малые осевые перемещения муфт при переключениях, возможность применения косозубых и шевронных колес, малые силы переключения. К недостаткам коробок относятся необходимость выключения и притормаживания привода при переключении скоростей или установки синхронизаторов для уравнивания скоростей половинок муфт, что

предотвращает аварии; дополнительные потери от трения в неработающих парах колес и их износ.

Коробки скоростей с фрикционными муфтами в отличие от коробок с кулачковыми муфтами обеспечивают плавное переключение передач на ходу. К указанным недостаткам, присущим коробкам с кулачковыми муфтами, добавляются такие, как ограниченная величина передаваемого крутящего момента, большие габариты, снижение КПД и выделение теплоты вследствие трения в выключенных муфтах, более тяжелые условия обслуживания при эксплуатации. Несмотря на это, коробки применяются в станках токарной, сверлильной и фрезерной групп.

При создании станков обычно используют различные способы переключения передач, обеспечивая наиболее оптимальные условия компоновки коробок скоростей и их обслуживания. Коробки скоростей с электромагнитными и другими муфтами, позволяющими применять дистанционное управление, применяются в различных автоматах и полуавтоматах, в том числе станках с ЧПУ.

Для унификации привода главного движения таких станков отечественным станкостроением выпускаются унифицированные автоматические коробки скоростей (АКС) семи габаритов, рассчитанные на мощность от 1,5 до 55 кВт число ступеней скоростей от 4 до 18.

Различные требования, предъявляемые к механизму подач (число ступеней и диапазон, характер движения, частота переключений,

накопленная погрешность и др.), влияют на структуру и конструкцию коробок подач.

Коробки подач различают по видам используемых механизмов с зубчатыми передачами, служащими для настройки подач: со сменными колесами при постоянном расстоянии между осями валов; с передвижными колесами и блоками колес; со встроенными ступенчатыми конусами (наборами) колес и вытяжными шпонками; с накидной шестерней; с гитарами сменных колес; с механизмом типа меандр.

Для получения коробок подач с заданными характеристиками их часто конструируют, используя одновременно несколько из перечисленных механизмов.

По конструкции, характеристикам и области применения коробки подач со сменными колесами с постоянным расстоянием между осями валов и коробки подач с передвижными колесами в основном аналогичны соответствующим коробкам скоростей.

Коробки подач со встроенными конусами колес и вытяжными шпонками (рис. 1.20, а) компактны, дают возможность расположить в одной группе до 10 передач, в том числе с косозубыми колесами, для получения более точных передаточных отношений. Управление переключениями всех передач пары конусов осуществляется одной рукояткой.

К недостаткам этих коробок относится невозможность передачи больших крутящих моментов вследствие возможностей перекоса вытяжной шпонки, недостаточной жесткости шпоночного валика и неудовлетворительного базирования узких зубчатых колес вследствие постоянного их вращения.

Коробки подач с вытяжными шпонками применяются в небольших, а иногда и средних по размеру сверлильных и токарно-револьверных станках.

Коробки с накидной шестерней (нортоновские) широко применяются в приводах подач винторезных станков благодаря возможности точного осуществления требуемых передаточных отношений. Это достигается с помощью накидного колеса, исключая условие постоянства суммы чисел зубьев.

При арифметическом ряде подач, удобном для нарезания стандартных резьб, число ступеней подачи достигает 10-11. Переключение передач производится одной рукояткой (рис. 1.20, б), перемещающей и фиксирующей каретку с накидным колесом.

Преимуществом коробок этого типа является малое число зубчатых колес (число колес на два больше числа передач); недостатки — низкая жесткость и точность сопряжения включенных колес, возможность засорения передач при наличии выреза в корпусе коробки.

Механизмы типа меандр составляют из ряда одинаковых блоков по два зубчатых колеса и передвижной каретки с накидной шестерней на третьем валу (рис. 1.20, в). Однорычажное управление механизмом, малые осевые размеры и большой диапазон регулирования делают его удобным для образования первой переборной группы в механизме подач токарно винторезных станков. Недостатком механизма является вращение всех блоков колес, в том числе и колес, не участвующих в передаче движения. Для увеличения жесткости конструкции накидное колесо заменяют передвижным (рис. 1.20, г), но так как передвижное колесо может сцепляться только с большими колесами блоков, то число

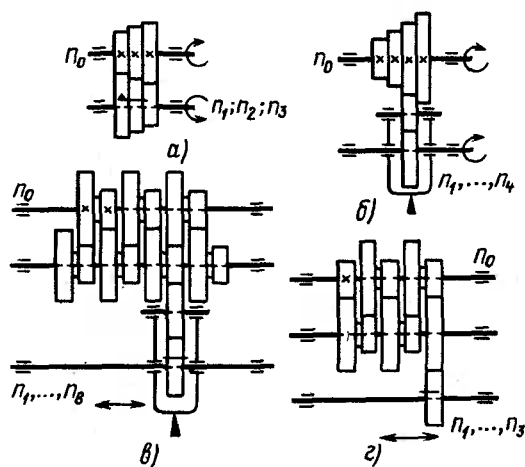


Рис. 1.20. Схемы коробок подач: а — с встречными конусами колес и вытяжными шпонками, б — с накидной шестерней, в — типа меандр, г — с передвижным колесом

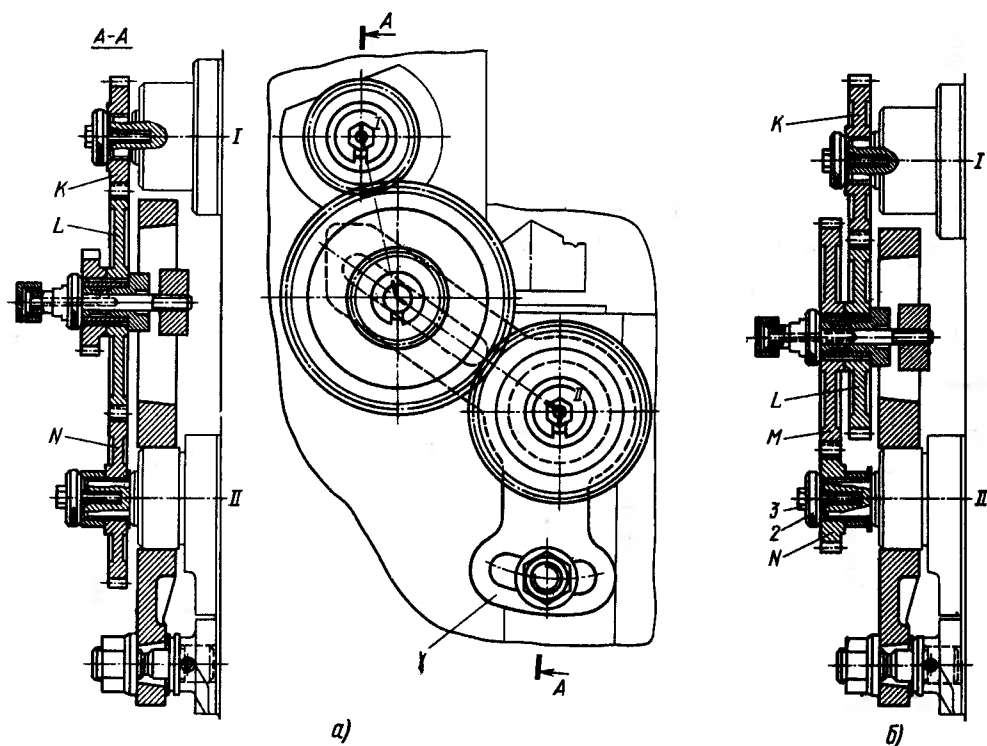


Рис. 1.21. Гитары сменных колес:  
а — однопарная, б — двухпарная

передаточных отношений (при тех же габаритах механизма) уменьшается.

Коробки подач в форме гитар сменных колес. Гитары сменных колес (рис. 1.21) дают возможность производить настройку подачи с любой степенью точности. Возможность применять передаточные отношения до  $i_{\min} = 1/8$  увеличивает диапазон настройки и упрощает структуру и конструкцию привода подач. Подвижная доска гитары (приклон) *I* позволяет компенсировать неточности в расположении осей соединяемых валов и применять передачи с непостоянным межцентровым расстоянием. Эти особенности гитар со сменными колесами делают их удобными для применения в станках различных типов, особенно в станках для серийного и массового производства.

В большинстве случаев для получения требуемых подач достаточно либо однопарная (колеса *K* и *N*, накидное *L*, рис. 1.21, а), либо двухпарная (колеса *K* — *L*, и *M* — *N*, рис. 1.21, б) ги-

тара. Трехпарная применяется редко: в случаях, когда необходимы малые передаточные отношения или требуется высокая точность настройки этих отношений. Сменные колеса крепятся на осях с помощью быстросменных шайб 2 и гаек 3.

## 1.6. СИСТЕМЫ СМАЗЫВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Система смазывания предназначена для подачи, дозирования и распределения смазочного материала, а также контроля и управления процессом смазывания. От эффективности действия системы смазывания зависят такие важнейшие показатели качества работы станков, как точность, долговечность, экономичность, бесшумность.

Подача смазочных масел и материалов к трущимся поверхностям осуществляется: самотеком — под действием сил тяжести (непрерывное смазывание); фитилями и пористыми втулками (фитильное смазывание), используя



ющими силы капиллярного давления; погружением вращающихся деталей в масляную ванну (смазывание погружением); принудительно (смазывание под давлением, создаваемым насосами, пружинами и мускульной силой); разбрызгиванием и распылением (например, масляным туманом, создаваемым сжатым воздухом).

В зависимости от вида и состояния смазочных материалов различают системы с жидким (пластичным) и газообразным смазочным материалом. Работа устройств подачи смазочных материалов может управляться индивидуально или централизованно. При индивидуальном управлении смазочный материал подается к каждому из смазочных объектов с помощью отдельных смазочных устройств; смазочный материал может быть различным.

В зависимости от характера поступления смазочного материала к местам смазывания различают системы непрерывного и периодического смазывания. Смазывание всех точек может осуществляться одновременно или последовательно. Во втором случае смазочный материал подается только периодически.

При подаче смазочного материала к трущимся парам или распределительным устройствам в результате действий обслуживающего персонала систему называют «ручной»; во всех других случаях, когда обслуживающий персонал только периодически пополняет резервуары системы и наблюдает за ее работой, систему относят к автоматической. Автоматизация системы повышает надежность подачи к местам определенного количества смазочного материала.

По условиям подачи и использования смазочного материала системы смазывания делят на проточные и циркуляционные. В проточных системах смазочный материал подается к трущимся поверхностям дозами (одиоразовое проточное смазывание); он используется в работе один раз и в резервуар системы не возвращается. В циркуляционных системах применяют только жидкие смазочные материалы, циркулирующие многократно между

объектом смазывания и резервуаром (циркуляционное смазывание). Смазочный материал, поступающий в резервуар для повторной подачи, подвергается тщательной очистке.

Контроль подачи смазочного материала осуществляется визуально, обычно с помощью «глазков», или автоматически, используя различные реле (контроля подачи, давления, уровня) и другие приборы. В современных станках все шире применяются централизованные смазочные системы для дозированной подачи в заданных количествах смазочных материалов (пластичных и жидких) к двум и более точкам трущихся пар узлов и механизмов. В состав системы входят: емкость со смазочным материалом, насосная установка, смазочные питатели, приборы управления и контроля, предохранительные и другие вспомогательные устройства.

Подача смазочного материала в проточной системе может осуществляться многоотводными насосами. В корпусе 6 насоса (рис. 1.22) расположены шесть плунжеров 1 и распределительный валик 5. На нем находится кулачок 4, приводящий плунжеры при вращении распределительного валика в возвратно-поступательное движение, в процессе которого они совершают всасывание и нагнетание смазочного материала. Ход плунжеров и, следовательно, подача смазочного материала регулируются винтами 2.

В насосах с ручным приводом (рис. 1.22, а) распределительный валик приводится во вращение рукояткой 3, в паз оси которой входит выступ распределительного валика.

В насосах с механическим приводом (рис. 1.22, б) распределительный валик соединяется с внешним приводом через червячную пару 8 и 7 с обгонной муфтой 9. Подпружиненная рукоятка 3 для ручной подкачки смазочного материала при неработающем приводе соединяется с распределительным валиком при нажатии на нее.

Система охлаждения применяется для подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) к режущим кромкам инструмента в процессе резания, что

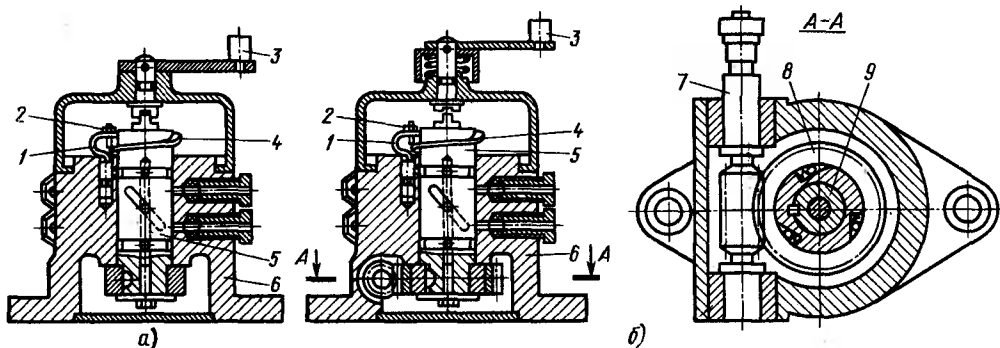


Рис. 1.22. Многоотводный плунжерный насос:  
а — с ручным приводом, б — с механическим приводом

способствует повышению производительности и точности обработки на станке. Система охлаждения состоит из резервуара-отстойника, насоса (обычно центробежного), фильтров, трубопровода, направляющих и отводящих устройств. Объем резервуара зависит от вида выполняемой операции и при обильном тепловыделении (например, при обдирочном, силовом шлифовании), когда количество подаваемой в единицу времени жидкости возрастает, объем достигает многих десятков и в ряде случаев сотен литров. Для станков, объединяемых в поточные и автомати-

ческие линии, применяются централизованные системы охлаждения.

Конструкция фильтров определяется требованиями к качеству обработанной поверхности и при необходимости, помимо отстойника, магнитного сепаратора и других устройств грубой очистки, применяют центробежные, бумажные и другие устройства тонкой очистки.

На станках, работающих с применением СОЖ, предусматриваются защитные устройства, предотвращающие попадание жидкости в механизмы, и разбрызгивание ее из рабочей зоны.

## ГЛАВА 2 ТОКАРНЫЕ СТАНКИ. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ 16К20 И ЕЕ МОДИФИКАЦИИ

### 2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Станки токарной группы могут быть: универсальные или общего назначения, которые можно разделить на токарно-винторезные и токарные (токарные не имеют ходового винта для нарезания резьбы резцами);

специализированные и специальные многорезцовые станки для обработки коленчатых валов, распределительных валиков, задней оси комбайна, колец подшипников качения и других деталей.

Универсальные токарные станки применяют в единичном и мелкосерий-

ном производстве, в механических, ремонтных, инструментальных цехах для изготовления режущего и измерительного инструмента, разных деталей, приспособлений и пресс-форм.

Токарные станки находят применение на предприятиях «Сельхозтехники», в экспериментальных цехах машиностроительных заводов и научно-исследовательских институтов, в учебных мастерских и в передвижных мастерских при изготовлении деталей в самых различных условиях.

Универсальные токарные станки характеризуются широкими технологическими возможностями и используются для выполнения обдирочных и от-

делочных операций, для нарезания метрических, дюймовых, модульных и питчевых резьб на деталях, изготовленных из углеродистых и легированных сталей различной твердости, чугуна, легких сплавов, пластмасс и других материалов.

Наиболее распространены универсальные токарно-винторезные станки. Основной параметр токарно-винторезного станка — высота центров над станиной.

Другим основным параметром станка является наибольшее расстояние между его центрами, которое определяет наибольшую длину обрабатываемой детали, причем это расстояние может быть разным. Так, у станков с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки 500 мм расстояние между центрами может быть 700, 1000, 1400 и 2000 мм.

Токарно-винторезные станки характеризуются также наибольшей частотой вращения шпинделя, наибольшим диаметром прутка, проходящего через отверстие шпинделя, и размером центра шпинделя.

## 2.2. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ БАЗОВЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 16К20

Токарно-винторезный станок модели 16К20 предназначен для выполнения разнообразных токарных работ (обточка и расточка цилиндрических и конических поверхностей, сверление, зенкерование, развертывание), а также для нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб.

На станке можно обрабатывать детали из стали, чугуна и цветных металлов, возможна обработка закаленных деталей, требующих особых режимов резания (например, жаропрочных и инструментальных сталей), а также обработка многогранников, при которой возникают ударные нагрузки, не влияющие на точность станка.

Мощность привода, жесткость и прочность звеньев кинематической цепи главного движения и цепи подачи, виброустойчивость станка, диапазоны скоростей и подачи позволяют производить на станке силовое и скоростное резание резцами с металлокерами-

ческими и твердосплавными пластинками.

На базе станка 16К20 создано большое количество модификаций: станок с выемкой в станине модели 16К20Г; станок с наибольшим диаметром изделия 500 мм модели 16К25; станок повышенной точности модели 16К20П.

### Технические и точностные характеристики станка 16К20 и его модификаций

Расстояние между центрами, мм . . . . .	710; 1000; 1400; 2000
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм . . . . .	400
Наибольший диаметр изделия, обрабатываемого над нижней частью суппорта, мм . . . . .	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм . . . . .	50
Наибольшая длина обтачивания (соответственно расстоянию между центрами), мм . . . . .	640; 930; 1330; 1930
Нарезание резьбы:	
метрической, шаг в мм . . . . .	0,5—112
дюймовой, число ниток на 1" . . . . .	56—0,25
модульной, в модулях . . . . .	0,5—112
питчевой, в питчах . . . . .	56—0,25
Габаритные размеры станка, мм:	
длина (соответственно расстоянию между центрами) . . . . .	2505; 2795; 3195; 3795
ширина×высота . . . . .	1190×1500
Масса станка (соответственно расстоянию между центрами 710, 1000, 1400); кг . . . . .	Около 2830; 3000; 3220

### Точностные характеристики станка 16К20

Радиальное биение центрирующей шейки шпинделя передней бабки, мм . . . . .	0,006
Радиальное биение оси отверстия шпинделя передней бабки, мм:	
у торца шпинделя . . . . .	0,006
на расстоянии 300 мм от торца шпинделя . . . . .	0,012
Осевое биение шпинделя передней бабки, мм . . . . .	0,006
Осевое биение ходового винта, мм . . . . .	0,006
Правильность геометрической формы цилиндрической поверхности образца после его чистовой обработки, мм:	
овальность . . . . .	0,006
конусность на длине 100 мм . . . . .	0,006

Плоскостность торцевой поверхности образца после чистовой обточки на диаметре 300 мм (допускается только вогнутость), мм . . . . . 0,012

Стабильность положения резцовой головки при ее повороте . . . . . 0,005

#### Технические и точностные характеристики модели 16К20Г

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над выемкой станки, мм . . . . . 630

Наибольшая длина обтачивания в выемке, мм . . . . . 290

Общая длина выемки, мм . . . . . 300

Длина выемки до фланца шпинделя, мм . . . . . 295

#### Точностные характеристики

Радиальное биение центрирующей шейки шпинделя передней бабки, мм . . . . . 0,003

Радиальное биение оси отверстия шпинделя передней бабки, мм:

у торца шпинделя . . . . . 0,004

на расстоянии 200 мм от торца шпинделя . . . . . 0,006

Осевое биение шпинделя передней бабки, мм . . . . . 0,003

Осевое биение ходового винта, мм . . . . . 0,004

Правильность геометрической формы цилиндрической поверхности образца после его чистовой обработки, мм:

овальность . . . . . 0,003

конусность на длине 150 мм . . . . . 0,006

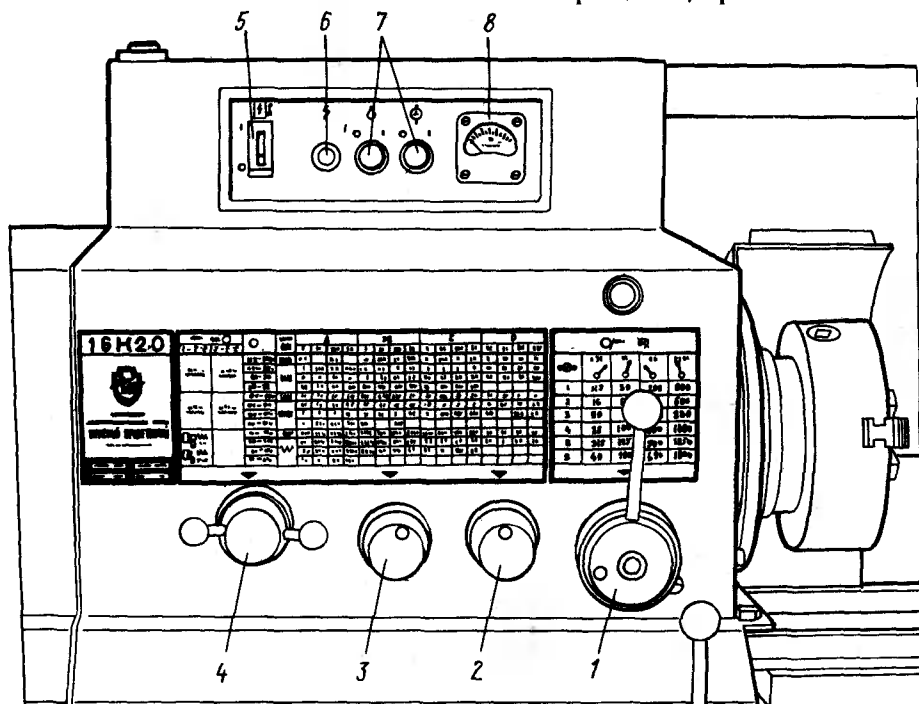
Плоскостность торцевой поверхности образца после чистовой обточки на диаметре 200 мм (допускается только вогнутость), мм . . . . . 0,006

Станок устанавливается на фундаменте. Глубина фундамента не менее 150 мм. При наличии прочного бетонного пола или бетонной подушки станок может быть установлен без фундамента.

#### 2.3. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОМ 16К20

Общий вид токарно-винторезного станка и органы его управления показаны на рис. 2.1.

Для установки частоты вращения шпинделя служат рукоятки 1 и 4. Рукоятка 1 — для установки ряда частоты вращения, при этом имеется четы-



а)

Рис. 2.1. Органы управления станком:

а — передняя стенка шпиндельной бабки с таблицей скоростей и подач, б — вид справа, в — общий вид, г — суппортная группа

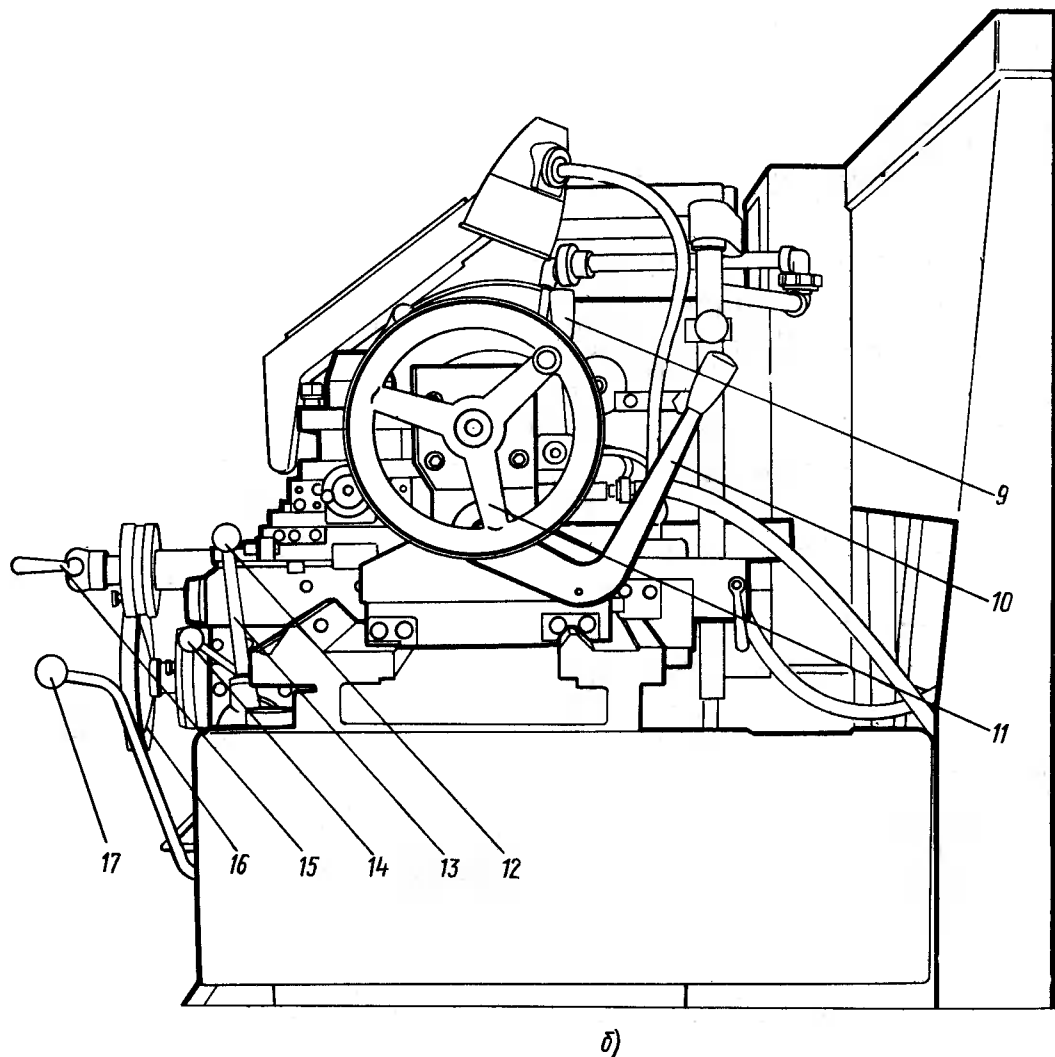


Рис. 2.1. Продолжение

ре фиксированных положения для установки ряда и три промежуточных положения для деления многозаходных резьб. Рукоятка 4 имеет шесть фиксированных положений и служит для установки частоты вращения шпинделя.

Рукоятки 2, 3, 21, 22 и 23 предназначены для нарезания резьб: рукоятка 2 — для установки правой и левой резьб, имеет два фиксированных положения, рукоятка 3 — для установки нормального и увеличенного шага в двух фиксированных положениях и одном промежуточном положении для деления многозаходных резьб; рукоят-

ки 21 — для установки величины подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач при нарезании резьб напрямую, 22 — для установки вида работ типа нарезаемой резьбы, 23 — для установки величины подачи и шага резьбы. Рукоятки 21, 22, 23 имеют четыре фиксированных положения, а рукоятка 21 — еще два промежуточных положения, обозначенных стрелками.

Необходимо отметить, что переключать рукоятку 1 можно, когда рукоятки 17 и 20 установлены в средних положениях. При затруднении включения слегка повернуть вручную шпиндель.

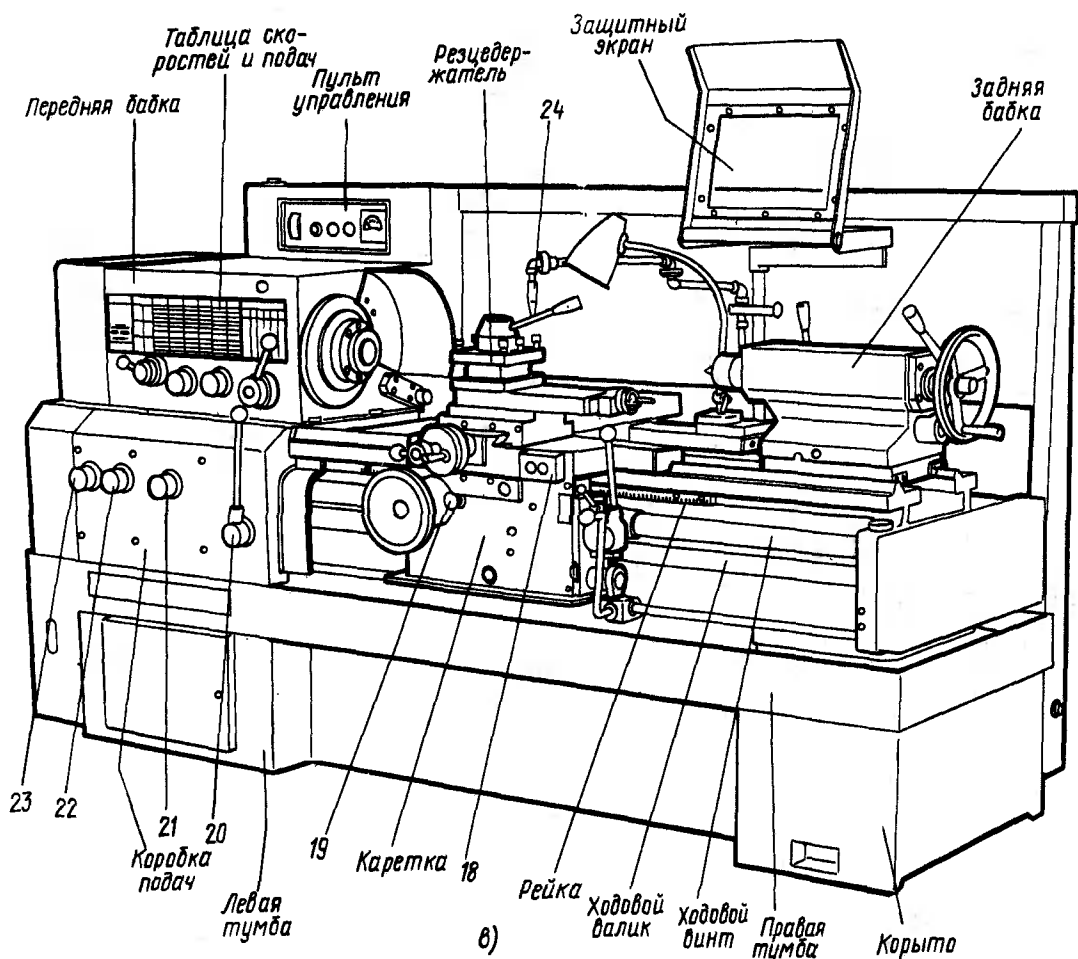


Рис. 2.1. Продолжение

Рукоятки 2, 3, 4, 21, 22 и 23 переключаются при нахождении рукоятки 1 в любом левом положении, при затруднении их включения повернуть вручную шпиндель, предварительно выключив электродвигатель и установив рукоятку 20 в одно из крайних положений.

Рукоятки 17 и 20 заблокированы между собой и служат для управления фрикционной муфтой главного привода. Каждая из них имеет три фиксированных положения: среднее положение — муфта выключена, тормоз включен; нажатие рукоятки 17 влево и поворот вверх обеспечат включение прямого вращения шпинделя; нажатие влево и поворот вниз — включение обратного вращения шпинделя; перемещение ру-

коятки 20 на себя и поворот вправо — включение прямого вращения шпинделя; перемещение на себя и поворот влево — включение обратного вращения шпинделя. Пользоваться рукоятками 17 и 20 можно при включенном выключателе 5 (сигнальная лампа 6 светится) и после нажатия черной кнопки «Пуск» на кнопочной станции 18.

С помощью маховика 16 вручную перемещается каретка. При необходимости переместить каретку влево маховик надо вращать против часовой стрелки, для перемещения каретки вправо — по часовой стрелке. При этом отворачивается болт крепления каретки, включается рукоятка 19 при выключенных рукоятках 15 и 20.

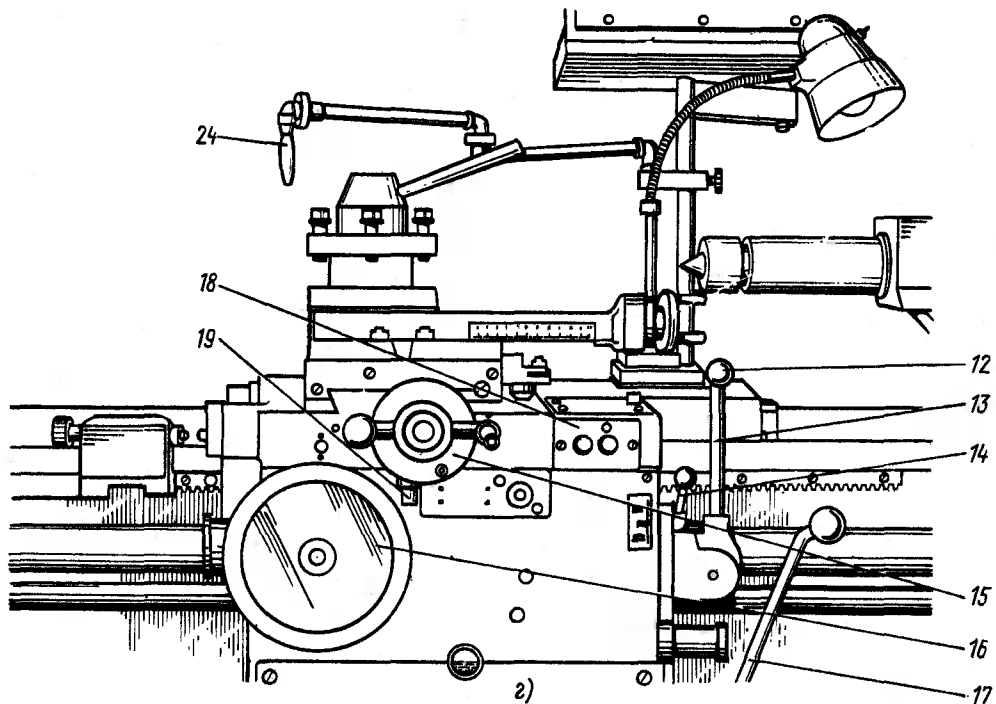


Рис. 2.1. Продолжение

Рукоятка 19 предназначена для включения и выключения реечной шестерни. Перемещая рукоятку 19 от себя, сцепляем шестерню с рейкой, перемещая на себя, разъединяем шестерню с рейкой. При включении (сцеплении шестерни с рейкой) рукоятка 15 должна быть выключена. При затруднении включения слегка повернуть маховик 16. Необходимо знать, что при нарезании точных резьб реечная шестерня должна быть выключена.

18 — это кнопочная станция. При нажатии черной кнопки электродвигатель включается, нажатием красной кнопки двигатель выключается, грибовидная кнопка служит для аварийного останова станка в экстренных случаях. Пользоваться черной кнопкой необходимо при включенном выключателе 5.

Для включения (поворот вниз) и выключения (поворот вверх) гайки ходового винта служит рукоятка 14. При нарезании резьб рукоятку 13 необходимо выключить. При затруднении включения гайки слегка переместить каретку и после включения рекомендуется рукояткой 19 выключить реечную шестерню.

Для управления механическими перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта имеется рукоятка 13. Включив рукоятку 19 и выключив рукоятку 14, поворачивая рукоятку 13 влево, перемещаем каретку влево, вправо — перемещаем каретку вправо, от себя — включаем перемещения поперечных салазок вперед, на себя — перемещение поперечных салазок назад.

Задняя бабка станка должна постоянно находиться в закрепленном состоянии. Открепление ее производится только при установочных перемещениях задней бабки по станине, для чего и служит рукоятка 10. Поворачивая рукоятку 10 от себя, заднюю бабку закрепляем, поворот на себя — заднюю бабку открепляем.

Маховик 11 служит для перемещения пиноли задней бабки, а рукоятка 9 — для зажима пиноли. Вращение по часовой стрелке маховика перемещает пиноль влево, вращение против часовой стрелки перемещает пиноль вправо, при этом рукоятка 9 находится в левом положении, когда пиноль разжата, при положении рукоятки 9 в правом положении пиноль задней бабки зажата.

Для быстрых холостых перемещений суппорта при включенной рукоятке 13 и поперечных салазок суппорта необходимо нажать кнопку 12, тем самым включится электродвигатель быстрых перемещений каретки и салазок суппорта.

Поворачивая по часовой стрелке регулируемое сопло 24 подачи охлаждающей жидкости, уменьшаем подачу охлаждающей жидкости, против часовой стрелки — увеличиваем подачу жидкости. При этом выключатель 7 должен быть включен.

Выключатель электронасоса подачи охлаждающей жидкости 7 и вводный автоматический выключатель 5 включаются и выключаются в соответствии с символами на панели электрошкафа.

Указатель нагрузки станка 8 служит для определения нагрузки на электродвигатель главного привода при обработке деталей. Правая граница закрашенной зоны является предельной.

Сигнальная лампа 6 загорается при подаче электропитания и включении выключателя 5.

## 2.4. УСТРОЙСТВО, НАЛАДКА И НАСТРОЙКА СТАНКА 16К20

**Станина и направляющие.** Станина станка литая чугунная, жесткой коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами. Она имеет две призматические и две плоские направляющие. По плоской передней и призматической задней направляющим перемещается задняя бабка, по передней призматической и задней плоской направляющим — каретка.

Верхние и нижние направляющие закалены и отшлифованы, предусмотрена защита направляющих от стружки и механических повреждений.

Форма призмы направляющих станины выбрана с углами, создающими такое расположение сил, которое обеспечивает равномерный износ каретки, снижение потери точности, увеличивает срок службы станка.

В нише правого торца станины установлен электродвигатель быстрых перемещений суппорта.

**Основание.** Основание станка литое

чугунное выполнено за одно целое с корпусом.

В нише левой части основания помещен электродвигатель главного движения, укрепленный на поворотной плите, что обеспечивает удобный доступ к электродвигателю при монтаже.

На той же плите крепится бак для масла, питающего систему централизованной смазки шпиндельной бабки и коробки подач.

В правой нише основания помещены резервуар с отстойником для эмульсии и насос системы охлаждения.

На поворотной крышке передней стенки основания укреплен магазин с ячейками для хранения сменных шестерен и инструментальных ключей.

Монолитная рамная конструкция основания улучшила динамические качества упругой системы станка, позволив значительно увеличить режимы резания.

**Шпиндельная бабка.** Шпиндельная бабка выполнена как самостоятельный узел и смонтирована на станине в левой ее части. Кинематика шпиндельной бабки позволяет получить на шпинделе четыре ряда скоростей: два с пределами 12,5—40 и 50—160 об/мин при использовании переборов 1:32 и 1:8 и два с пределами 200—630 и 500—1600 при использовании переборов 1:2 и 1,25:1.

Установка нужной частоты вращения шпинделя в соответствии с выбранным рядом, включение и выключение прямого и обратного хода вращения шпинделя осуществляются рукоятками.

Шпиндель станка монтируется на прецизионных роликоподшипниках с предварительным зазором. Применение такого рода подшипников повышает точность геометрии обрабатываемого изделия и на станке 16К20 находится в пределах 1,6—1,8 мкм.

Передний конец шпинделя имеет фланец с отверстиями, выполненными по ГОСТу, что обеспечивает быструю смену патрона.

Конусное отверстие в переднем конце шпинделя . . . . .	Морзе 6
Диаметр отверстия, мм . . . . .	52
Диаметр фланца, мм . . . . .	170
Количество рядов скоростей шпинделя . . . . .	23
Пределы частоты вращения шпинделя, об/мин . . . . .	12,5—1600



Отверстие в шпинделе дает возможность обрабатывать прутковый материал диаметром до 50 мм.

На фланце шпинделя крепится патрон, защищенный щитком, который может занимать два положения. При поднятом щитке вращение шпинделя невозможно.

Все шестерни шпиндельной бабки выполнены из хромистой стали, закалены, шлифованы и имеют закругленные торцы, что облегчает их переключение. Шлицевые валы также закалены и шлифованы.

Механизм шпиндельной бабки позволяет нарезать: резьбы с шагом, увеличенным в 2,8 и 3,2 раза; правые и левые резьбы; многозаходные резьбы с числом заходов 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60 при работе с переборами 1:2; 1:8; 1:32.

Шпиндельная бабка жестко сбалансирована на станине при сборке станка. Для регулировки шпиндельной бабки в горизонтальной плоскости необходимо снять облицовку коробки подачи, ослабить винты, крепящие переднюю бабку, и специальным регулировочным винтом отрегулировать положение оси шпинделя по пробным проточкам до необходимой точности. Крутящий момент на шпинделе должен соответствовать данным, приведенным в табл. 2.1.

При снижении крутящего момента необходимо в первую очередь проверить натяжение ремней передачи главного привода. Если натяжение ремней достаточное, следует отрегулировать фрикционную муфту главного привода, расположенную в шпиндельной бабке. Для этого надо открыть крышку шпиндельной бабки и снять маслораспределительный лоток.

Поворотом гайки левого фрикциона по часовой стрелке поднять муфту прямого вращения шпинделя, поворотом гайки правого фрикциона против часовой стрелки — муфту обратного вращения. Для облегчения регулирования муфт прямого вращения шпинделя рукоятку 20 (см, рис. 2.1) повернуть влево, для облегчения регулирования муфты обратного вращения шпинделя — вправо.

Обычно достаточно повернуть гайки на 1/16 оборота, т. е. на один зубец. При

повороте гаек более чем на 1/16 оборота обязательно проверить (по табл. 2.1), не превышает ли крутящий момент на шпинделе допустимый. Если при максимальной частоте вращения шпинделя без изделия и патрона время его торможения превышает 1,5 с, то с помощью гаек следует подтянуть ленту тормоза.

Шпиндельные подшипники отрегулированы на заводе и не требуют дополнительного регулирования. В случае необходимости можно прибегнуть к регулированию шпиндельных опор. Однако перед этим необходимо проверить жесткость шпиндельного узла. Для этого на станине под фланцем шпинделя устанавливают домкрат с динамометром и через прокладку, предохраняющую шпиндель от повреждений, к его фланцу прилагают усилие, направленное вертикально снизу вверх. Смещение шпинделя контролируется индикатором с ценой деления не более 0,001 мм, устанавливаемым на шпиндельной бабке и касающимся своим измерительным наконечником верхней части фланца шпинделя. Отклонение шпинделя на 0,001 мм должно происходить при приложенном усилии не менее 450—500 Н. Если величина нагрузки при смещении на 0,001 мм значительно ниже указанной, целесообразнее всего обратиться к изготовителю станка.

В случае, когда фрикционная муфта работает не полностью замкнутой, необходимо произвести регулировку цепи ее управления в следующем порядке (регулировку производить только при отключенном электропитании станка):

снять крышку шпиндельной бабки и маслораспределительный лоток;







установить рукоятки 10 и 17 (см, рис. 2.1) в нейтральное положение;

отвернуть гайки фрикциона 13; винт блокировки защитного ограждения патрона вывести из зацепления с деталью, ослабля контргайку и отворачивая винт;

установить рейку и сектор относительно друг друга по нулевым отметкам, нанесенным на них;

установить концевую муфту симметрично относительно коромысла; проверить ход концевой муфты при правом и левом включении рукоятки 20 (величина перемещения муфты

## 2.1. Наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе и наибольшая допустимая мощность

Положение рукоятки		Прямое вращение шпинделя			Обратное вращение шпинделя			
		частота вращения, об/мин	наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе, Н·м	наибольшая допустимая мощность по указателю нагрузки $\delta$ (рис. 2.1), кВт	частота вращения, об/мин	наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе, Н·м	наибольшая допустимая мощность по указателю нагрузки $\delta$ (рис. 2.1), кВт	
	1 : 32	1 2	12,5 16	1000 1000	1,7 2,1	19	1000	2,7
		3 4	20 25	1000 1000	2,7 3,4	30	1000	4,2
		5 6	31,5 40	1000 1000	4,2 5,4	48	1000	6,7
	1 : 8	1 2	80 63	1000 1000	6,7 8,5	75	1000	10,5
		3 4	80 100	1000 820	10,7 11	120	655	11
		5 6	125 160	656 512	11 11	190	414	11
	1 : 2	1 2	200 250	439 351	11 11	300	281	11
		3 4	315 400	279 220	11 11	476	177	11
		5 6	500 630	176 139	11 11	753	112	11
	1,25 : 1	1 2	500 630	176 139	11 11	—	—	11
		3 4	800 1000	110 88	11 11	—	—	11
		5 6	1250 1600	7 55	11 11	—	—	11

должна быть в обе стороны не менее 16 мм);

при включенном левом и правом положениях рукоятки 20 завернуть гайки до полного сцепления дисков правого и левого фрикционов;

при включенном правом положении фрикциона закрыть кожух патрона и вращением винта блокировки опустить блокировочный штырь до соприкосновения с валом — рейкой;

поставить маслораспределительный лоток и закрыть крышку шпиндельной бабки.

**Задняя бабка.** Задняя бабка перемещается по направляющим станины и крепится к ней с помощью рукоятки, через систему рычагов и эксцентрик. Задняя бабка снабжена механизмом пневморазгрузки, что уменьшает усилие, необходимое для ее перемещения, и износ направляющей станины, тем самым увеличивая срок службы станка и снижая утомляемость рабочего. При включенной аэростатике усилие, необходимое для перемещения задней бабки, 30—50 кН.

Перемещение пиноли осуществля-

ется вращением маховика, через винтовую пару. Закрепление пиноли производится рукояткой, расположенной на задней стенке бабки. Пиноль закалена и на ней нанесены деления с цифрами, позволяющие легко и быстро определить величину ее перемещения.

Поперечное смещение корпуса задней бабки по плите осуществляется специальными винтами, что дает возможность обрабатывать на станке пологие конуса.

Конусное отверстие в пиноли . . . Морзе	5
Наибольшее перемещение пиноли, мм	150
Поперечное смещение бабки, мм	$\pm 15$

Если рукоятка 9, отведенная в крайнее заднее положение, не обеспечивает достаточного прижима задней бабки к станине, то, изменяя положение прижимной планки регулированием винтов при отпущенных контргайках, установить необходимое усилие прижима.

Для установки задней бабки соосно со шпинделем с помощью винтов совмещают в одну плоскость поверхности платиков, расположенных на опорной плите и корпусе.

**Коробка подач.** Коробка подач выполнена как самостоятельный узел и размещена слева на передней стенке станины под шпиндельной бабкой.

Движение от шпиндельной бабки через сменные шестерни коробки передается механизму коробки подач. Механизм коробки подач дает возможность нарезать все виды резьбы и обеспечивает подачи для обработки деталей методами обычного, скоростного и силового резания.

Механизм коробки подач в сочетании со звеном увеличения шага и набором сменных шестерен коробки передач позволяет получить 24 продольные и 24 поперечные подачи. Для нарезания резьбы повышенной точности в коробке подач предусмотрено положение, при котором ходовой винт включается, минуя механизм коробки подач.

Для осуществления быстрых перемещений каретки и суппорта в коробке подач смонтирована муфта свободного хода, которая при включении электродвигателя быстрых перемещений авто-

матически отключает ходовой вал от механизма коробки подач.

С целью повышения коэффициента полезного действия станка и увеличения долговечности все валы коробки подач установлены на подшипниках качения.

При ремонте станка особое внимание следует обратить на правильность монтажа механизма переключения зубчатых колес, смонтированного на плите, которая крепится к корпусу коробки подач. Во избежание нарушения порядка сцепления зубчатых колес коробки подач при сборке совместить риски, нанесенные на шестернях.

**Фартук.** Кинематика фартука включает четыре пары кулачковых муфт, позволяющих осуществить прямой и обратный ходы каретки и суппорта.

Направление перемещения каретки и суппорта совпадает с направлением включения mnemonicеской рукоятки, расположенной на фартуке. Включение быстрых перемещений во всех четырех направлениях осуществляется дополнительным нажатием кнопки, встроенной в ту же рукоятку. При нажатии кнопки включается электродвигатель быстрых перемещений, который через клиноременную передачу сообщает движение ходовому валу. В корпусе фартука смонтирована маточная гайка, включаемая рукояткой при нарезании резьб.

Оригинальная конструкция механизма выключения подач дает возможность работы по жесткому упору ограничения продольного перемещения каретки, снабженному винтом тонкой регулировки. Точность выключения по упору на станке — 0,05 мм.

В фартуке предусмотрены блокировки, предохраняющие от одновременного включения ходового винта и ходового вала, а также от одновременного включения продольного и поперечной подач.

Регулирование усилия, развиваемого механизмом подач, производится поворотом гайки. Величина усилий определяется динамометром, который необходимо установить между жестким упором и кареткой. Следует следить за тем, чтобы величина усилия не превышала допустимую.

**Суппортная группа.** Суппорт станка крестовой конструкции может перемещаться в продольном направлении по направляющим станины и в поперечном — по направляющим каретки. Оба эти перемещения осуществляются от механического привода прямо и с реверсом как на рабочей подаче, так и на быстром ходу, а также вручную.

При включенном механическом приводе и приводе быстрых перемещений поперечных салазок суппорта рукоятка винта поперечной подачи выключается.

Верхняя часть суппорта, несущая на себе поворотный четырехгранный резцедержатель, имеет независимое ручное перемещение по направляющим поворотной части суппорта и может быть повернута на угол  $\pm 90^\circ$ .

Разжим резцедержателя, поворот его в нужное положение и фиксирование осуществляются рукояткой. Конструкция резцедержателя обеспечивает высокую точность фиксации — 0,005 мм и стабильность его работы. Нажатием кнопки, встроенной в рукоятку управления ходами каретки и суппорта, включается электродвигатель быстрых перемещений суппорта, который расположен в нише правой части станины. Электродвигатель сообщает движения ходовому валу через клиноременную передачу. Для определения величины перемещения верхних и поперечных салазок в суппорте предусмотрены масштабные линейки с визирами:

на салазках верхней части суппорта установлена линейка со 150 делениями (цена деления 1 мм) с визиром на поворотной части суппорта;

на каретке справа установлена линейка с 22 делениями (цена деления 10 мм на диаметр) с визиром, укрепленным на правой боковой стенке салазок, и жестким упором для поперечного точения. На поперечных салазках суппорта может быть установлен дополнительно задний резцедержатель.

Рабочая зона станка оснащена ограждающим устройством для защиты оператора от стружки и эмульсии. Ограждающее устройство представляет собой прозрачный поворотный экран, удобно устанавливаемый на шарнирной опоре в нужное положение и легко от-

водимый из зоны резания при загрузке или наладке станка.

Ходовой винт и ходовой валик защищены полукруглыми ограждающими щитками из листовой стали, надежно предохраняющими от стружки и загрязнения.

Наибольшее перемещение суппорта, мм:		
продольное (соответственно расстоянию между центрами)	640; 930; 1330; 1930	
поперечное	300	
Наибольшее перемещение верхних резцовых салазок, мм	150	
Наибольший угол поворота резцовых салазок, град	$\pm 90$	
Наибольшее расстояние от оси центров до кромки резцедержателя, мм	225	
Количество позиций у резцедержателя	4	
Наибольшие размеры державки резца, мм	25×25	

Мертвый ход винта привода поперечных салазок, возникающий при износе гаек, устраняется следующим образом.

Снимается крышка с помощью выколотки (бородки) из мягкого металла, отворачивается контргайка. Выборка зазора в винтовой паре осуществляется вращением гайки. Величина зазора определяется по лимбу при легком поворачивании рукоятки. Оптимальная величина зазора в винтовой паре соответствует свободному ходу в пределах одного деления лимба. Затем контргайка затягивается и устанавливается крышка.

Если по мере износа рукоятка 4 (см. рис. 2.1) в зажатом положении останавливается в неудобном для токаря месте, то подшлифовыванием или заменой проставочного кольца можно установить рукоятку в требуемое положение.

При понижении точности фиксации резцедержателя следует разобрать резцовую головку и произвести тщательную очистку рабочих поверхностей сопрягаемых деталей. При дроблении резцедержателя необходимо провести притирку конусов.

Установку оптимального зазора между кареткой и планками осуществляют шлифованием последних.

Выборку зазора в направляющих

поперечных салазок и резцовых салазок производят подтягиванием соответствующих клиньев с помощью винтов, головки которых расположены в отверстиях протекторов.

Для удобства определения величин перемещения резцовых и поперечных салазок при обработке деталей суппорт снабжен масштабными линейками. На резцовых салазках установлена линейка с ценой деления 1 мм. Отсчет производится по визиру, закрепленному на поворотной части суппорта.

На каретке установлена линейка с ценой деления 10 мм на диаметр изделия, по которой осуществляется контроль величины перемещения поперечных салазок с помощью закрепленного на них визира.

Конструкция линейки, закрепленной на каретке, предусматривает установку жесткого упора поперечных перемещений. Жесткий микрометрический упор ограничения продольных перемещений крепится на передней полке станины двумя винтами.

Станок модели 16К20П комплектует-ся суппортом с механическим приводом резцовых салазок, который также может быть поставлен и со станком модели 16К20. Включение механического перемещения резцовых салазок осуществляется вытягиванием на себя кнопки при зажатой рукоятке. Величина подачи резцовых салазок равна 1/4 величины продольной подачи суппорта.

**Коробка передач.** Коробка передач включает в себя набор сменных шестерен. Она служит для передачи движения от выходного вала шпиндельной бабки к приводному валу коробки подач с переменными отношениями шестерен с помощью установки комбинации сменных шестерен в соответствии со схемами табл. 2.2. Станок можно налаживать на нарезание различных резьб.

Сменные шестерни  $K$  и  $N$  монтируются на шлицевых валах и закрепляются болтами через шайбы. На торцах сменных шестерен нанесены число зубьев  $z$  и модуль  $m$ .

Промежуточные шестерни устанавливаются на шлицевой втулке, закрепляемой с помощью ключа в требуемом месте паза кронштейна, который фиксируется гайкой.

При закреплении кронштейна и оси нужно установить сменные шестерни с минимальным радиальным зазором.

**Механизм главного движения.** Шпиндель станка приводится во вращение от электродвигателя главного движения, расположенного на поворотной плите, через клиноременную передачу и ряд блоков шестерен.

Частоту вращения шпинделя изменяют переключением блоков шестерен, скользящих на шлицевых валах.

Установка частоты вращения шпинделя осуществляется двумя рукоятками 1 и 4 (см. рис. 2.1) по таблице, помещенной на шпиндельной бабке (табл. 2.2). В правой части таблицы даны ряды частоты вращения шпинделя при прямом вращении и указаны положения рукояток для установки требуемой частоты вращения.

Рукояткой 1 устанавливается один из четырех рядов частоты вращения шпинделя в соответствии с обозначением положения рукоятки, показанным в табл. 2.2.

Рукояткой 4, на ступице которой нанесены цифры 1—6, устанавливается требуемая частота вращения из выбранного ряда.

Для этого цифру, обозначающую требуемую частоту вращения по таблице, нужно совместить с вертикальной стрелкой, изображенной над рукояткой.

**Цепь подач.** Ходовой винт и ходовой вал получают движение от шпиндельной бабки через сменные шестерни коробки передач и механизм коробки подач, состоящий из скользящих блоков шестерен.

Установка величин подач осуществляется рукоятками 23 и 21 (см. рис. 2.1) в соответствии со значениями, указанными в средней верхней части таблицы.

В табл. 2.2 даны значения величин продольных подач. Величина поперечной подачи составляет 1/2 продольной.

Табличные значения величин подач могут быть получены только при установке сменных шестерен

$$t = \frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64}$$

на станках моделей 16К20, 16К20П, 16К20Г и сменных шестерен

[illegible]

$$t = \frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{45}{86} \cdot \frac{86}{72}$$

на станке модели 16K25.

**Нарезание резьб.** При отправке с завода на станках моделей 16K20, 16K20П, 16K20Г устанавливаются сменные шестерни с числом зубьев  $z=40$ ,  $z=86$ ,  $z=64$  и шестерня  $z=36$ , выполняющая в данной комбинации функции пристановки, а на станке модели 16K25 — сменные шестерни с  $z=45$ ,  $z=86$ ,  $z=72$  и сменная шестерня с  $z=73$ , служащая проставкой.

### Комбинация сменных шестерен

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64}$$

(на станках моделей 16К20, 16К20П, 16К20Г) и

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{45}{86} \cdot \frac{86}{72}$$

(на станке модели 16K25) обеспечивает нарезание метрических и дюймовых резьб с шагами, величины которых указаны в средней нижней части табл. 2.2. Для этого рукояткой 22 надо установить необходимый тип нарезаемой резьбы, а рукоятками 23 и 21 выбрать требуемый шаг.

Установив на станках моделей 16К20, 16К20П и 16К20Г комбинацию входящих в основной набор сменных

шестерен

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36}$$

на станке модели 16K25 — комбина-  
цию,

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{80}{73} \cdot \frac{86}{48}$$

можно нарезать модульные и питчевые резьбы, величины шагов которых устанавливаются рукоятками 23 и 21. При этом рукоятку 22 следует переключать на соответствующий тип резьбы (см. рис. 2.1).

Установкой входящих в основной набор сменных шестерен комбинации

$$2t = \frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{60}{86} \cdot \frac{86}{48}$$

(на станках моделей 16K20, 16K20П, 16K20Г) или комбинации  $2t = \frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{60}{90} \cdot \frac{90}{48}$  (на станке модели 16K25) создается возможность нарезания метрических и дюймовых резьб с шагами, равными удвоенным величинам, указанным в табл. 2.2.

С помощью этих комбинаций сменных шестерен, аналогично описанному, можно получить величины подач, равные удвоенным табличным значениям.

Кроме вышеуказанных в основные наборы входят сменные шестерни, обеспечивающие нарезание дюймовых резьб с числом ниток на 1" 11 и 19.

С помощью дополнительного набора сменных шестерен и шестерен основного набора на станках через механизм коробки подач можно нарезать целый ряд резьб, шаги  $t$  которых приведены в левой части табл. 2.2.

Настройка станка для нарезания этих резьб осуществляется с помощью сменных шестерен, указанных в левой части табл. 2.2.

Так же, как и в описанных выше случаях, рукояткой 22 устанавливается тип резьбы. Затем в зависимости от выбранного шага  $t$  соответствующими рукоятками устанавливается табличное значение, указанное в средней нижней части табл. 2.2.

**Пример.** Для нарезания питчевой резьбы с шагом 11 питчей рукоятку 22 нужно поставить в положение, соответствующее нарезанию этой резьбы, рукоятку 21 — в положение *D* и рукоятку 23 — в положение *III*, что соответствует шагу 6 питчей по табл. 2.2.

На станках моделей 16K20, 16K20П, 16K20Г следует установить комбинацию сменных шестерен  $\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{66}$ , а на станке модели 16K25 — комбинацию  $\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{66} \cdot \frac{86}{73}$ .

**Пример.** При необходимости нарезания метрической резьбы с шагом  $t=18$  нужно воспользоваться формулами, приведенными в табл. 2.3.

По табл. 2.3 в ряду метрических резьб находим значение шага резьбы, ближайшее к нарезаемому.

Таковыми являются  $t=16$  и  $t=20$ . В нашем случае выберем, например, шаг  $t=20$  и подставим значения в формулу для нахождения числа зубьев шестерен, которые необходимо изготовить для нарезания этой резьбы  $t_{\text{нар}}=18$ ,  $t_{\text{табл}}=20$ .

Для станков моделей 16K20, 16K20П и 16K20Г  $\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \cdot \frac{t_{\text{нар}}}{t_{\text{табл}}} = \frac{5}{8} \cdot \frac{18}{20} =$

$$= \frac{90}{160} = \frac{9}{16} = \frac{9 \cdot 4}{16 \cdot 4} = \frac{36}{64} = \frac{36}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot L = M. \quad (2.1)$$

Для станков модели 16K25

$$\begin{aligned} \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} &= \frac{5}{8} \cdot \frac{t_{\text{нар}}}{t_{\text{табл}}} = \frac{5}{8} \cdot \frac{18}{20} = \\ &= \frac{5}{8} \cdot \frac{9}{10} = \frac{5 \cdot 9}{8 \cdot 9} \cdot \frac{9 \cdot 9}{10 \cdot 9} = \frac{45}{72} \times \\ &\times \frac{81}{90} = \frac{45}{90} \cdot \frac{81}{72}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

При вычислении чисел зубьев сменных шестерен, требуемых для нарезания резьбы, шаг которой отсутствует в табл. 2.2, следует подбирать такие коэффициенты, которые позволили бы максимально использовать шестерни, поставляемые со станками.

Так, в расчетах (2.1) целесообразно принять коэффициент, равный 4, дающий возможность использовать сменные шестерни основного набора с числом зубьев  $z=36$  и  $z=64$ , а в качестве промежуточной взята шестерня основного набора с числом зубьев  $z=86$ .

В расчетах (2.2) целесообразно принять коэффициент, равный 9, позволяющий использовать шестерни основного набора с числом зубьев  $z=45$ ,  $z=72$ ,  $z=90$ .

Как показывают получившиеся комбинации

### 2.3. Формулы для нарезания метрической резьбы

Станки моделей 16K20, 16K20П и 16K20Г

Метрическая	Дюймовая	Модульная	Питчевая
$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \cdot \frac{t_{\text{нар}}}{t_{\text{табл}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \cdot \frac{n_{\text{табл}}}{n_{\text{нар}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} \cdot \frac{m_{\text{нар}}}{m_{\text{табл}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} \cdot \frac{P_{\text{табл}}}{P_{\text{нар}}}$

Станок 16K25

$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \cdot \frac{t_{\text{нар}}}{t_{\text{табл}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{5}{8} \cdot \frac{n_{\text{табл}}}{n_{\text{нар}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{80}{73} \cdot \frac{86}{48} \cdot \frac{m_{\text{нар}}}{m_{\text{табл}}}$	$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{80}{73} \cdot \frac{86}{48} \cdot \frac{P_{\text{табл}}}{P_{\text{нар}}}$
--	--	--	--

$t_{\text{нар}}$ — шаг нарезаемой резьбы, мм;	$n_{\text{нар}}$ — число ниток на 1 дюйм нарезаемой резьбы	$m_{\text{нар}}$ — модуль нарезаемой резьбы;	$P_{\text{нар}}$ — шаг нарезаемой резьбы, питч;
$t_{\text{табл}}$ — табличное значение шага резьбы ближайшее к нарезаемому	$n_{\text{табл}}$ — табличное значение резьбы, ближайшее к $n_{\text{нар}}$	$m_{\text{табл}}$ — табличное значение резьбы, ближайшее к $m_{\text{нар}}$	$P_{\text{табл}}$ — табличное значение шага резьбы, ближайшее к нарезаемому

сменных шестерен. для нарезания метрической резьбы с шагом  $t=18$  на станках моделей 16K20, 16K20П и 16K20Г необходимо воспользоваться сменными шестернями основного набора.

При настройке станка для нарезания метрической резьбы с шагом  $t=18$  мм следует установить комбинацию сменных шестерен

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{36}{86} \cdot \frac{86}{64} \quad \text{или} \quad \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{45}{90} \cdot \frac{81}{72}$$

(на станке 16K25) и рукоятки 23 и 21 поставить соответственно в положение II и A или II и C, т. е. для нарезания метрической резьбы с шагом  $t=20$  по табл. 2.2, рукояткой I установить соответствующий ряд частоты вращения шпинделя.

Для нарезания резьб повышенной точности при непосредственном соединении ходового винта со шпинделем через сменные шестерни с отключением механизма коробки подач следует рукояткой 22 установить соответствующий вид резьбы, а рукоятку 21 поставить в нейтральное положение, обозначенное стрелкой (для исключения холостого вращения механизма коробки подач).

Подбор сменных шестерен для нарезания определенного шага резьбы повышенной точности производится по формуле

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{t}{8}$$

Для нарезания этих резьб с помощью комплекта сменных шестерен, поставляемых заводом, следует воспользоваться данными, приведенными в левой средней части табл. 2.2. Как видно из табл. 2.2, с помощью шестерен основного набора можно нарезать метрические резьбы повышенной точности с шагом  $t=5$  мм,  $t=10$  мм,  $t=12$  мм.

Остальные шаги метрических резьб и дюймовые резьбы, указанные в табл. 2.2, могут быть нарезаны при использовании дополнительного набора сменных шестерен.

При нарезании многозаходных резьб:

рукоятки 20 и 17 должны находиться в средних положениях;

рукояткой 13 включить гайку ходового винта;

рукоятками 1 и 4 по таблице, помещенной на шпиндельной бабке, установить требуемую частоту вращения шпинделя, а рукоятками 23 и 21 — необходимое значение шага нарезаемой резьбы;

поворачивая вручную фланец, совместить нанесенный на нем указатель-стрелку с одной из рисок делительного кольца шпинделя, обозначенной каким-либо числом;



при нарезании резьб с шагами в пределах метрических и модульных от 0,5 до 7, дюймовых и питчевых от 56 до 4 расцепление шпинделя с кинематической цепью станка для деления на число заходов производить посредством установки рукоятки 3 в положение, отмеченное специальным символом, обозначающим отключение шпинделя. Для остальных шагов резьб расцепление осуществлять поворотом рукоятки 1 из фиксированного в ближайшее промежуточное положение, отмеченное аналогичным символом;

деление на число заходов производить поворотом вручную шпинделя на число рисок, соответствующее числу заходов нарезаемой резьбы (при двух заходах) — на 30 рисок, при трех — на 20, при четырех — на 15 и т. д.); рукоятку 1 или 3 установить в исходное положение;

прорезать нитку резьбы.

## 2.5. СИСТЕМА СМАЗКИ СТАНКА 16K20

Смазка шпиндельной бабки и коробки подач — автоматическая централизованная.

Масло из резервуара подается в сетчатый фильтр тонкой очистки, обеспечивающий автоматическую очистку фильтрующего пакета от загрязнения. шестеренным насосом, приводимым в движение электродвигателем главного привода. При каждом останове электродвигателя главного привода фильтрующие щели промываются обратным потоком отфильтрованной жидкости. Из фильтра тонкой очистки масло поступает в шпиндельную бабку и коробку подач.

Слив масла из системы в резервуар осуществляется через сетчатый фильтр грубой очистки с магнитным патроном.

Смазка фартука, направляющих станины, каретки суппорта, а также поперечных салазок также автоматическая осуществляется от плунжерного насоса, расположенного в фартуке.

Стрелка глазка, установленного на

передней стенке шпиндельной бабки, вращается только при поступлении масла к самой дальней точке системы.

Обильная смазка снижает температурные деформации станка, а следовательно, повышает точность обработки изделий.

Правильная и регулярная смазка станка имеет большое значение для нормальной его эксплуатации и долговечности. Поэтому необходимо строго придерживаться рекомендаций, приведенных ниже.

При подготовке станка к пуску необходимо промыть сетку фильтра в керосине, затем в соответствии с картой смазки (табл. 2.4) и схемой смазки (рис. 2.2) заполнить резервуары смазкой и смазать указанные в карте механизмы.

Смазку производить смазочными материалами, указанными в карте смазки или их заменителями.

Шестеренный насос, приводимый в действие от электродвигателя главного привода через ременную передачу, засасывает масло из резервуара и подает его через сетчатый фильтр 7 (рис. 2.2) к подшипникам шпинделя и на маслораспределительные лотки. Примерно через 1 мин после включения электродвигателя начинает вращаться диск маслоуказателя 1 на шпиндельной бабке. Его постоянное вращение свидетельствует о нормальной работе системы смазки. Из шпиндельной бабки и коробки подач масло через заливной сетчатый фильтр 8 с магнитным вкладышем сливается в резервуар.

В процессе работы необходимо следить за вращением маслоуказателя 1 на шпиндельной бабке. При его остановке необходимо тут же выключить станок и очистить сетчатый фильтр 7. Для этого его надо вынуть из корпуса резервуара, предварительно отсоединив трубы, отвернуть гайку, расположенную в нижней части, снять фильтрующие сетчатые элементы в пластмассовой оправе. Каждый элемент промыть в керосине до полной очистки. Нельзя продувать фильтрующие элементы сжатым воздухом, так как это может привести к повреждению

## 2.4. Карта смазки

Смазываемые механизмы	Тип смазки	Марка смазочного материала	Периодичность смазки или замена масла	Номер смазываемой точки по схеме смазки (рис. 2.2)	Количество заливаемого масла, л
Шпиндельная бабка и коробка подач	Автоматическая централизованная	И-20А, ГОСТ 20799—75	1 раз в 6 месяцев	Заливка—6 Слив—4	17
Фартук	Автоматическая	И-30А, ГОСТ 20799—75	Замена масла при плановых осмотрах и ремонтах	Заливка—6 Слив—4	1,5
Каретка и поперечные салазки суппорта	Полуавтоматическая от насоса фартука	И-30А, ГОСТ 20799—75	2 раза в смену	2	Из резервуара фартука
Задние опоры ходового винта и ходового вала	Ручная	И-30А, ГОСТ 20799—75	Еженедельно	6	0,03
Резиновые салазки суппорта и опоры винта при вводе поперечных салазок	»	И-30А, ГОСТ 20799—75	Еженедельно	6	0,03
Задняя бабка	»	И-30А, ГОСТ 20799—75	1 раз в смену	3	0,02
Сменные шестерни	»	И-30А, ГОСТ 20799—75	Еженедельно	3	0,2
Резцедержатель	»	Солидол С, ГОСТ 4366—76	Ежедневно	9	0,1 кг
	»	И-30А, ГОСТ 20799—75	1 раз в смену		0,01

мелкой сетки. После очистки фильтр собрать, установить в резервуар и подсоединить трубы.

В новом станке целесообразно в течение первых двух недель чистить сетчатый фильтр 7 не реже двух раз в неделю, а затем — раз в месяц.

Для очистки заливного фильтра 8 с магнитным вкладышем его нужно удалить из резервуара, снять крышку, вынуть из стакана магнитный вкладыш и промыть в керосине все поверхности. Заливной фильтр 8 нужно чистить один раз в месяц. Фильтры 7 и 8 необходимо обязательно чистить перед и после каждой замены масла.

Ежедневно перед началом работы нужно проверять по указателю уровень масла в резервуаре и при необходимости доливать его через отверстие заливного фильтра 8. При замене масла слив из резервуара осуществляется через отверстие 4. Перед тем как запол-

нить резервуар маслом, его надо очистить и промыть керосином.

Смазка механизма фартука автоматическая, осуществляется от индивидуального плунжерного насоса 5. Масло заливается в корпус через отверстие 6, закрываемое пробкой, а сливается через отверстие 4. Уровень масла контролируется по маслоуказателю 1 на лицевой стороне фартука.

Смазку направляющих каретки поперечных салазок производят в начале и середине смены до появления масляной пленки на направляющих. При винторезных работах смазка направляющих, а также опорных втулок ходового винта, размещенных в фартуке, производится описанным выше способом.

Смазка опор ходового вала, ходового винта и задней бабки осуществляется фитилями из резервуаров, в которые масло заливается через от-

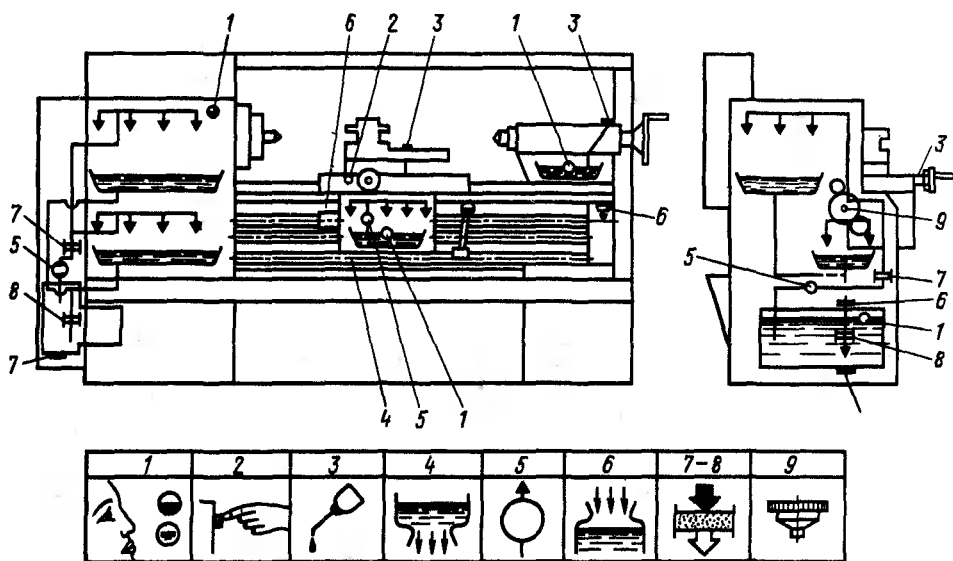


Рис. 2.2. Схема смазки станка 16K20

верстие 6, закрываемое пробкой. При этом резервуар задней бабки заполняется до вытекания масла через отверстие на лицевой стороне корпуса.

Ежедневно в конце смены нужно снять резцовую головку, очистить ее рабочие поверхности и смазать конусную ось резцедержателя.

Сменные шестерни и ось промежуточной сменной шестерни смазываются вручную консистентной смазкой. Остальные точки смазываются вручную с помощью масленки, поставляемой со станком.

Первую замену масла следует производить через месяц после пуска станка в эксплуатацию, вторую — через три месяца, а далее — строго руководствуясь указаниями карты смазки.

## 2.6. ПУСК СТАНКА И ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

При первоначальном пуске станка необходимо путем внешнего осмотра проверить надежность заземления и качество монтажа электрооборудования. После осмотра отключить провода питания всех электродвигателей и с помощью вводного автоматического выключателя станок подключить к цеховой сети.

Проверить действие всех блокировочных устройств. С помощью органов

ручного управления проверить четкость срабатывания магнитных пускателей и реле. При достижении четкой работы всех электроаппаратов, расположенных в шкафу управления, подсоединить ранее отключенные провода к зажимам. Поочередным включением электродвигателей проверить правильность направления их вращения, которое должно быть, если смотреть со стороны вала, у главного привода и охлаждения — против часовой стрелки, а у привода быстрых перемещений каретки и суппорта — по часовой стрелке.

Убедившись в правильности вращения электродвигателей, можно приступить к опробованию станка в работе. В течение первых 50—60 ч для приработки станка следует работать только на средних скоростях с нагрузкой, особое внимание уделяя контролю функционирования системы смазки.

Станки предназначены для использования преимущественно в инструментальных и ремонтных цехах в условиях мелкосерийного и единичного производства на разнообразных чистовых и получистовых работах. Температура в помещении, где они устанавливаются, должна быть 10—30° С, относительная влажность — не более 80% при 10° С или 60% при 30° С.

## 2.5. Неисправности и их устранение

Характер неисправности	Причины возникновения	Методы устранения
Станок не запускается	Срабатывают блокировочные устройства	Проверить надежность закрытия двери шкафа, кожуха коробки передач
Невозможно переключение блока шестерен рукояткой 4 (см. рис. 2.1) (характерный звук проскальзывающих шестерен)	Падение или отсутствие напряжения в питающей сети	Проверить наличие и величину напряжения в сети
Произвольное отключение электродвигателя во время работы	Блок шестерен не выходит из нейтрального положения	Включить электродвигатель и на «выбеге» произвести переключение
Крутящий момент шпинделя меньше указанного в руководстве	Срабатывание теплового реле от перегрузки двигателя	Уменьшить скорость резания или подачу
Торможение происходит слишком медленно	Недостаточное натяжение ремней	Увеличить напряжение ремней
Не вращается диск маслоуказателя	Слабо затянута фрикционная муфта	Увеличить затяжку муфты
Усилие подачи суппорта меньше указанного в руководстве	Слабое натяжение тормозной ленты	Увеличить натяжение тормозной ленты
Насос охлаждения не работает	Нет масла в системе	Залить масло
Станок вибрирует	Засорился один из фильтров	Очистить фильтр
	Недостаточно затянута пружина перегрузочного устройства	Подтянуть пружину
	Недостаток жидкости	Долить
	Перегорели предохранители	Заменить
	Неправильная установка станка на фундаменте по уровню	Выверить станок
	Износ стыка направляющих суппорта	Подтянуть прижимные планки и клинья
	Неправильно выбраны режимы резания, неправильно заточен резец	Изменить скорость резания, подачу, заточку резца
Станок не обеспечивает точность обработки	Поперечное смещение задней бабки при обработке в центрах	Отрегулировать положение задней бабки
	Деталь, закрепленная в патроне, имеет большой вылет	Деталь поддержать люнетом или поджать центром
	Нежесткое крепление резцедержателя	Подтянуть рукоятку резцедержателя
	Нежесткое крепление патрона на шпинделе	Подтянуть крепежные винты патрона

Период сохранения первоначальной точности и долговечности станка зависит от окружающей среды, поэтому недопустимо устанавливать станки в помещениях с высокой концентрацией абразивной пыли, окалины.

Обработка чугунных деталей способствует повышенному износу трущихся частей, поэтому при обработке таких деталей нужно несколько раз в смену особенно тщательно удалять стружку и пыль с направляющих станины и каретки и смазывать их.

Для длительного сохранения первоначальной точности не рекомендуется совмещать на одном станке и чистовые и обдирочные операции (как отмечалось выше), что в особенности относится к станку 16К20П. Нужно избегать обработки изделий с ударом.

Минимальная рекомендуемая скорость перемещения каретки — 10 мм/мин. Диаметр сверла при сверлении чугунных деталей не должен превышать 28 мм, при сверлении стальных деталей — 25 мм.

В станках могут быть различного рода неисправности. Многие из них возникают из-за несоблюдения инструкций по уходу и обслуживанию.

В любом случае, прежде чем приступить к устранению неисправности,

нужно ознакомиться с перечнем основных возможных неисправностей. При идентичности характера возникшей неисправности с описанной нужно воспользоваться предлагаемыми методами устранения (табл. 2.5).

## ГЛАВА 3 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

На токарных станках можно выполнять различные виды работ (рис. 3.1): обточку (а), расточку (б), обработку торцевой плоскости (в), подрезание торцов, уступов, буртиков (г); обработку наружных и внутренних поверхностей вращения (д, е), расточку канавок различного профиля (ж), отрезку (з), сверление (и), развертывание (к), нарезание резьбы (л).

### 3.1. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

При установке заготовки на станке и в процессе всей обработки необходимо обеспечить правильное и неизменное расположение ее относительно инструмента. Установка заготовок производится с выверкой их на станке или в

приспособлениях, предварительно настроенных для данной обработки. При обработке партии одинаковых деталей принятый метод установки должен обеспечить одинаковое расположение всех заготовок данной партии деталей относительно инструмента. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы колебания размеров заготовок в пределах допуска не влияли на точность расположения деталей при их обработке.

Эти требования обеспечиваются правильным выбором установочных баз. Базами называют совокупность поверхностей, линий или точек детали, ориентирующих ее по отношению к другим деталям в машине или по отношению инструмента на станке. Базами, кроме того, называют те поверхности, от которых производится контроль размеров деталей.

Соответственно этому различают следующие основные виды баз: конструктивные, установочные и измерительные.

Конструкторская или основная базой называются поверхности деталей, посредством которых они координируются в машине относительно других деталей (опорные шейки валов, осевые отверстия шестерен, колес и шкивов, призматические и плоские направляющие задней бабки и каретки токарного станка и т. д.).

Установочной или технологической базой называется поверхность, на которую деталь устанавливается в процессе обработки на станке.

В качестве установочной базы может быть использована и конструк-

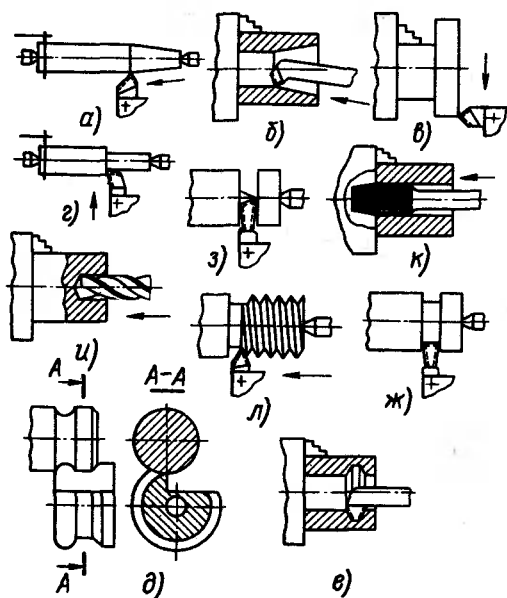


Рис. 3.1. Виды токарных работ

тивная база. Например, отверстие шестерни, которым она насаживается на валик при сборке, может служить для установки ее на оправке при нарезании зуба. Технологическими базами могут быть специально созданные поверхности, не требующиеся по условиям работы детали, но служащие только для ее установки в процессе обработки. Такими базами являются центровые отверстия для обтачивания и шлифования валиков, а также специальные приливы для установки блоков цилиндров автомобильных двигателей или блоков цилиндров поршневых насосов и т. д.

Измерительной базой называется поверхность, от которой производится контроль размеров детали. В качестве измерительных баз могут быть использованы основные конструкторские или технологические базы.

### 3.2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Токарные станки снабжаются рядом приспособлений, которые служат для повышения точности производимых работ, увеличивают производительность и облегчают труд станочника.

**Резцедержатели и установка инструмента в них.** Наиболее распространены поворотные четырехпозиционные резцедержатели (рис. 3.2).

В корпусе 3 резцедержателя можно установить четыре инструмента. Их крепят винтами 2 с квадратными головками под торцовый ключ. Для смены инструмента поворачивают рукоятку 1

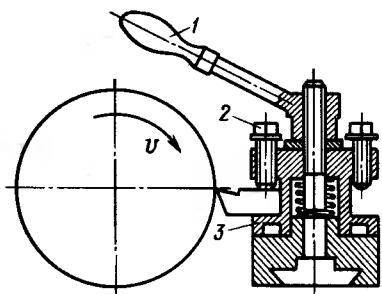


Рис. 3.2. Четырехпозиционный резцедержатель токарного станка и установка инструмента в нем

на пол-оборота против часовой стрелки. При обратном вращении рукоятки резцедержатель опускается, фиксируется в требуемом положении и зажимается. Для тяжелых работ применяют однопозиционные резцедержатели. Крепят резцедержатели на опорной поверхности верхней части суппорта.

При установке резца в резцедержателе (рис. 3.2) необходимо соблюдать следующие требования:

выступающая часть резца должна быть как можно короче, не более 1,5—2 высот его стержня;

вершина резца должна быть на высоте центров стальных пластинок-подкладок, помещенных под опорную поверхность резца;

резец должен быть закреплен для надежности и прочности не менее чем двумя болтами, равномерно и туго затянутыми.

### Центры и обработка в центрах.

Центры устанавливают в конических отверстиях шпинделя и задней бабки. На рис. 3.3 показаны различные виды центров. Для обычных работ конус переднего конца центра изготавливают под углом  $60^\circ$ , а для тяжелых работ —  $90^\circ$ . Центры передней и задней бабок устанавливают строго соосно. В про-

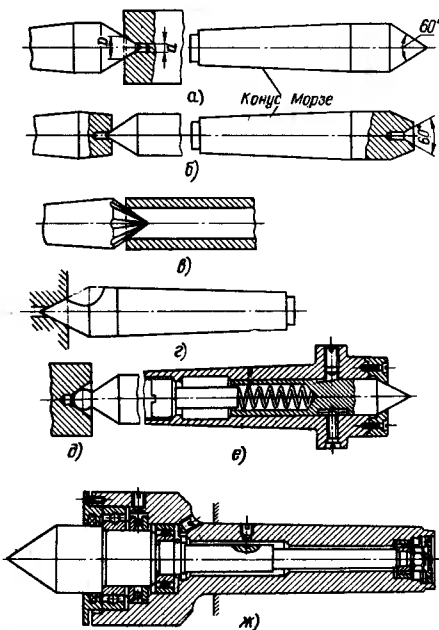


Рис. 3.3. Центры токарных станков

тивном случае деталь не получится цилиндрической.

Передний и задний центры, применяемые при обычных работах, показаны на рис. 3.3, *а*. Применяют также задние центры, как гладкие (рис. 3.3, *б*), так и рифленые обычного и чашечного типов. При обработке пустотелых деталей на проход центры делают рифлеными (рис. 3.3, *в*), для подрезных работ — с выточкой (рис. 3.3, *г*) для прохода резца.

При obtачивании конусных деталей с большим смещением центров задней бабки обычные центры непригодны, так как не прилегают всей поверхностью к коническому отверстию детали. Для таких работ применяют центры с шаровыми концами (рис. 3.3, *д*).

Для точной фиксации заготовок по торцу применяют «плавающие» (подпружиненные) центры (рис. 3.3, *е*).

При больших усилиях резания и высоких скоростях необходимо жесткое крепление заготовки, но обычные центры быстро изнашиваются из-за увеличенной силы трения. Такие работы производят с вращающимися центрами (рис. 3.3, *ж*). Центр вращается легко даже при больших нагрузках в подшипниках качения.

Самым распространенным способом обработки деталей типа валов является обработка в центрах (рис. 3.4), при этом на торцовых поверхностях заготовки делают центровые отверстия. При установке заготовки на станок в центровые отверстия вводят передний 2 и задний 4 центры. Для передачи за-

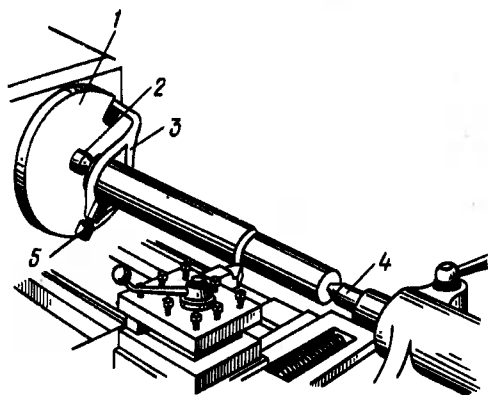


Рис. 3.4. Обработка в центрах

готовке вращения служат поводковый патрон 1 и хомутик 3, закрепляемый винтом 5 на конце заготовки. Свободный конец хомутика с помощью паза поводкового патрона приводит деталь во вращение.

Преимуществом обработки в центрах является то, что при установке детали отпадает какая-либо необходимость в ее выверке.

**Планшайбы и патроны. Обработка в патронах.** Планшайбы и патроны применяют для зажима самых разнообразных заготовок. Передний конец шпинделя снабжен резьбой или коротким конусом для установки сменных патронов, планшайб и других приспособлений.

Громоздкие несимметричные детали крепят в четырехкулачковом патроне, называемом универсальной планшайбой (рис. 3.5, *а*). Кулачки 1, 2, 3, 5 патрона получают при вращении винтов 4 радиальное независимое перемещение. Детали сложной формы, кроме кулачков, крепят планками и болтами сквозь прорези планшайбы 6. Ее торцовая поверхность снабжена круговыми рисками для облегчения центрирования концентричных деталей.

Наиболее распространены самоцентрирующие трехкулачковые патроны (рис. 3.5, *б*). Они предназначены для крепления деталей с цилиндрической формой зажимаемой поверхности. В корпусе 1 помещен диск 2, на котором с обратной стороны нарезана коническая шестерня. С ней сцепляются три конические шестерни 3 с квадратными отверстиями под торцовый ключ. На лицевой стороне диска 2 изготовлена торцовая резьба (спираль Архимеда). Кулачки 4 входят в прорези корпуса и имеют в нижней части пазы, входящие в резьбу диска. При вращении шестерен ключом диск, поворачиваясь, перемещает одновременно все кулачки на одну и ту же величину.

Для обработки прутковых материалов применяют цанговые патроны (рис. 3.5, *в*). Пруток 1 зажимается при затягивании цанги 2 в коническом отверстии шпинделя 3.

В станках для крепления заготовок широко применяют пневматические,

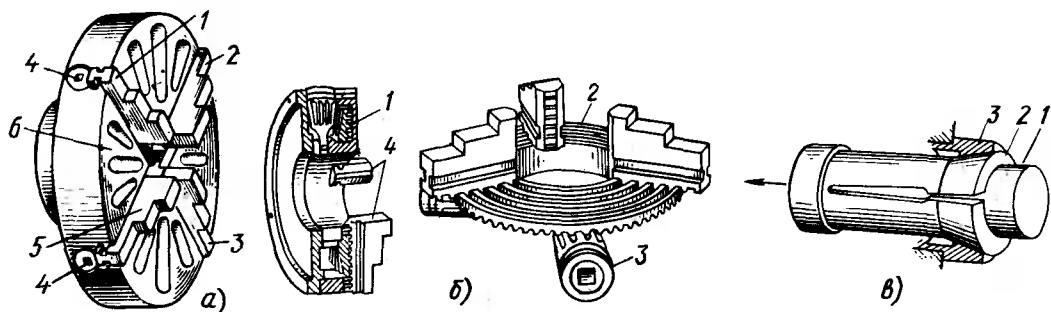


Рис. 3.5. Токарные патроны:

а — простой четырехкулачковый, б — самоцентрирующий трехкулачковый, в — цанговый

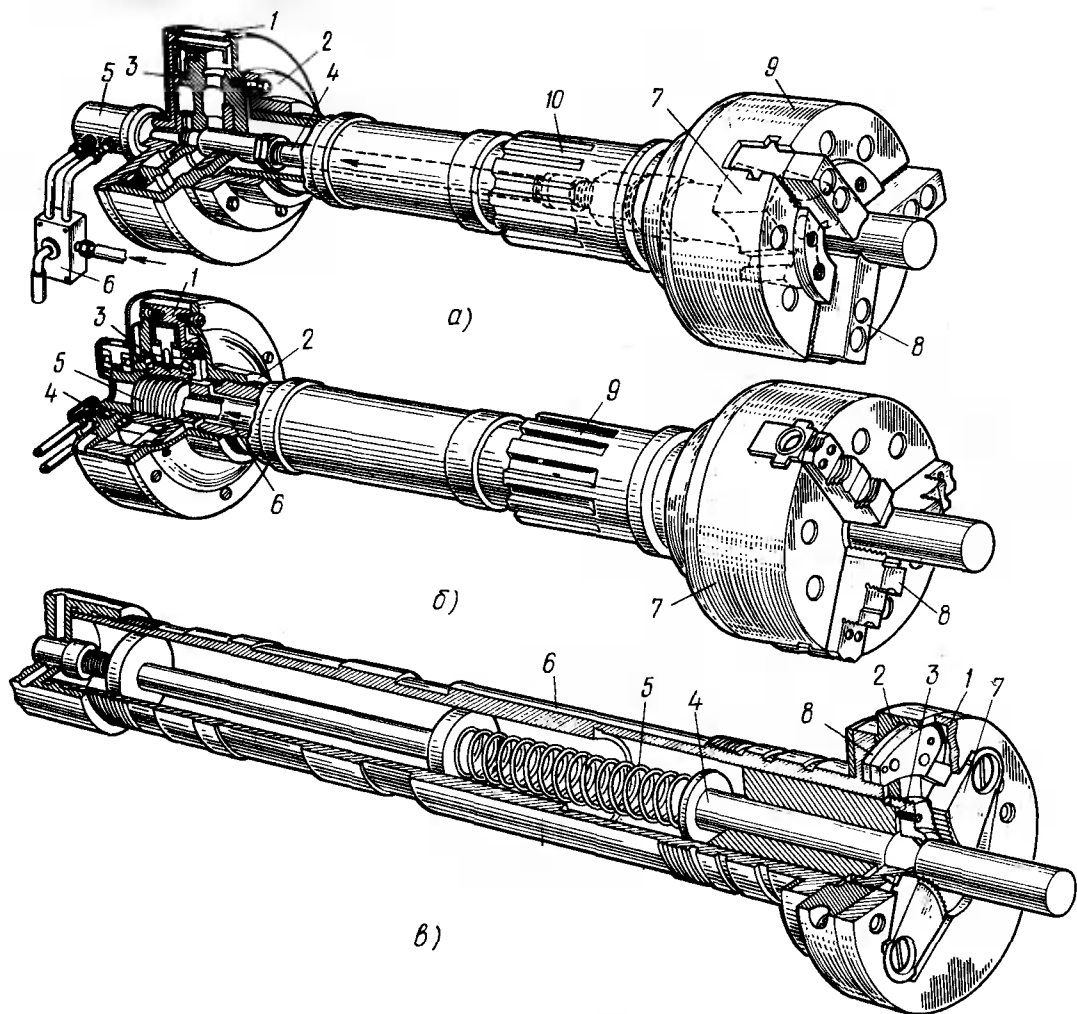


Рис. 3.6. Патроны, применяемые для закрепления заготовок:

а — клиновой пневматический: 1 — цилиндр, 2 — переходной фланец, 3 — поршень, 4 — шток, 5 — коллектор, 6 — распределительный кран, 7 — головка, 8 — кулачок, 9 — корпус патрона, 10 — шпиндель;  
 б — рычажный гидравлический: 1 — цилиндр, 2 — переходной фланец, 3 — гайка, 4 — коллектор, 5 — полый винт, 6 — полая тяга, 7 — корпус патрона, 8 — кулачок, 9 — шпиндель;  
 в — самозажимной двухкулачковый центробежный с плавающим центром: 1 — корпус, 2 — фланец, 3 — упорная гайка, 4 — центр, 5 — пружина, 6 — шпиндель, 7 — кулачок, 8 — противовес



гидравлические, центробежные и другие патроны (рис. 3.6).

Самозажимной поводковый патрон с двумя эксцентриковыми кулачками и плавающим центром показан на рис. 3.6, в. Заготовка центрируется по центру 4 и зажимается двумя эксцентриковыми кулачками 7. Зажимная поверхность кулачков имеет насечку для лучшего сцепления с заготовкой.

При обработке под действием усилия резания от резца деталь стремится повернуться в сторону, противоположную вращению патрона. Поэтому кулачки, поворачиваясь, вдавливаются насечкой в деталь. Таким образом, величина зажима устанавливается автоматически в зависимости от крутящего момента резания. В таком патроне зажимают детали диаметром от 1,5 до 90 мм. Патрон снабжен комплектом зажимных кулачков.

В патронах обрабатывают, как правило, жесткие и короткие детали. В единичном производстве при обработке деталей сложной и несимметричной или некруглой формы применяют четырехкулачковые патроны с индивидуальным и независимым ручным приводом. Независимое перемещение каждого кулачка позволяет иногда использовать четырехкулачковые патроны при точной обработке деталей тел вращения.

В производстве широко распространены самоцентрирующие патроны. Они пригодны для установки деталей с базовыми поверхностями любой формы. Для этого достаточно к основным кулачкам патрона прикрепить специальные губки или дополнительные кулачки.

Примеры использования самоцентрирующих патронов с дополнительными кулачками приведены на рис. 3.7. Дополнительные кулачки 1 для закрепления длинных деталей и деталей большого диаметра показаны на рис. 3.7, а, б. Возможно закрепление детали за обработанную коническую поверхность (рис. 3.7, в), если угол конуса не превышает  $4-6^\circ$ . Если на дополнительные кулачки нанести насечку, то закрепление деталей за необработанную поверхность может быть надежным и при боль-

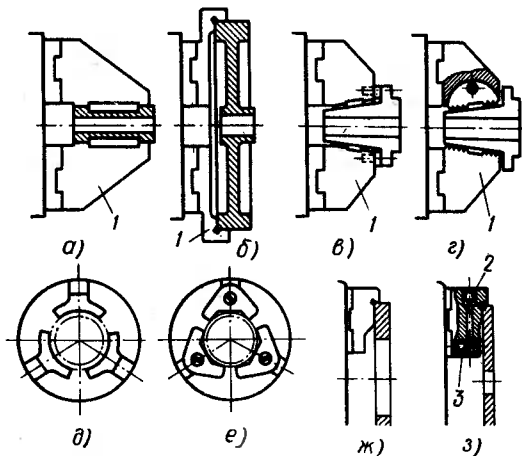


Рис. 3.7. Обработка в патронах;

а — закрепление дополнительными кулачками длинных деталей, б — то же, деталей большого диаметра, в — закрепление детали за обработанную коническую поверхность, г — то же, за необработанную коническую поверхность, д — закрепление дополнительными кулачками с увеличенными рабочими поверхностями, е — то же, жесткими дополнительными кулачками, ж, з — закрепление тонких дисков дополнительными кулачками

шем угле уклона конуса. При необработанных конических поверхностях детали только один из трех кулачков патрона может быть жестким, а остальные два должны быть снабжены качающимися губками (рис. 3.7, г).

Для закрепления тонкостенных втулок с обработанными наружными поверхностями применяют дополнительные кулачки с увеличенными рабочими поверхностями (рис. 3.7, д). Нежесткие дополнительные кулачки (рис. 3.7, е) можно использовать для закрепления тонкостенных втулок с необработанной наружной поверхностью. Примеры закрепления тонкостенных дисков в патроне с дополнительными кулачками показаны на рис. 3.7, ж, з. Очень тонкий диск с обрабатываемым в нем отверстием небольшого диаметра (рис. 3.7, з) поддерживается пружинными подпорками 3, расположенными в дополнительных кулачках. Закреплены подпорки 3 винтами 2.

Основным недостатком самоцентрирующих патронов является невысокая точность центрирования: 0,06—0,12 мм у патронов со спиральным диском и 0,03—0,08 мм — у клиновых и рычажных патронов.

Для установки тонких дисков при



батываемого материала, тем прочнее должен быть резец, и соответственно угол  $\gamma$  должен быть небольшим. При обработке высокопрочных и твердых материалов передний угол должен быть отрицательным. Величина переднего угла может быть в пределах 10—30°.

Задний угол  $\alpha$  предназначен для уменьшения трения между задней поверхностью резца и обрабатываемой деталью; обычно у резцов  $\alpha = 6 \div 12^\circ$ .

Главный угол в плане  $\phi$  определяет длину главной режущей кромки, находящуюся в контакте с обрабатываемой заготовкой; от него зависят толщина и ширина среза. У проходных токарных резцов угол  $\phi = 45 \div 60^\circ$ .

**Классификация резцов.** Резцы классифицируют по направлению подачи, по форме и расположению головки, по роду выполняемой работы.

В зависимости от направления подачи различают правые и левые резцы. Метод определения резцов по подаче показан на рис. 3.10. Если при наложении руки на резец большой палец правой руки направлен к главной режущей кромке, то такой резец называется правым, если к главной режущей кромке направлен большой палец левой руки, то это будет левый резец. На токарных станках правыми резцами работают справа налево (по направлению к передней бабке станка), а левыми — слева направо (по направлению к задней бабке станка).

В зависимости от характера обработки различают резцы черновые (обдирочные) и чистовые (для тон-

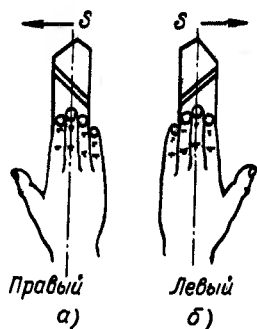


Рис. 3.10. Определение правого (а) и левого (б) резца

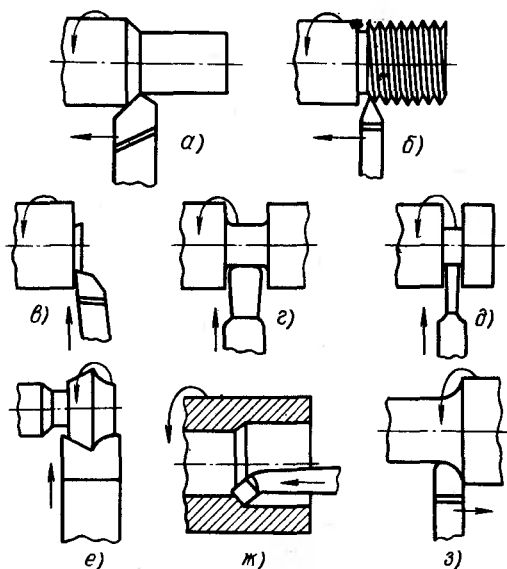


Рис. 3.11. Типы токарных резцов по виду выполняемых работ:

а — проходной, б — резьбовой, в — подрезной, г — прорезной, д — отрезной, е — фасонный, ж — расточной, з — галтельный

кого точения). По виду выполняемых работ токарные резцы делят на проходные, резьбовые, подрезные, отрезные, фасонные, расточные, галтельные (рис. 3.11).

Проходные резцы применяют для обработки цилиндрических и конических наружных поверхностей. Резьбовые резцы служат для нарезания резьбы. Подрезные резцы применяют для получения поверхностей, перпендикулярных оси вращения обрабатываемой заготовки (торцовые поверхности). Прорезные резцы служат для выточки различных канавок, как наружных, так и внутренних. Отрезные резцы используют для отрезки заготовок и прорезания канавок. Фасонные резцы имеют сложный профиль режущей кромки, их применяют для обработки наружных, внутренних и торцовых фасонных поверхностей. Расточные резцы служат для обработки цилиндрических и конических отверстий, как сквозных, так и глухих (на рис. 3.11, ж показана конструкция головки расточного резца для сквозных отверстий). Галтельные (радиусные) резцы применяют для выта-

чивания закругленных канавок и переходных поверхностей.

**Инструментальные материалы.** Твердость режущего инструмента должна превышать твердость обрабатываемого металла. Для изготовления режущих инструментов применяют углеродистые, легированные быстрорежущие стали, а также твердые сплавы и минералокерамику.

Инструмент из быстрорежущей стали отличается большим сопротивлением износу и допускает скорости резания в два раза больше, чем инструмент из углеродистой стали.

Низколегированная быстрорежущая сталь применяется для изготовления инструментов с большим сопротивлением изнашиванию. Инструмент, изготовленный из такой стали, сохраняет режущие свойства при нагреве до  $600^{\circ}\text{C}$ .

Высоколегированная быстрорежущая сталь применяется для изготовления инструмента, работающего в сложных напряженных режимных условиях (фасонных резцов, протяжек, зуборезного инструмента и т. д.).

Твердые сплавы используют для изготовления режущих инструментов, предназначенных для обработки металлов с высокими скоростями резания (от 100 до 200 м/мин и более). Их получают спеканием вольфрама, титана, кобальта и угля при температуре  $1500\text{--}1550^{\circ}$ . Пластинки из твердого сплава обладают твердостью HRC 870—900 Н/мм<sup>2</sup>, малой теплопроводностью и низким коэффициентом при нагреве.

Твердые сплавы вольфрамовой группы предназначены для обработки хрупких металлов (чугуна, бронзы). Сплавы этой группы обозначают буквами ВК (вольфрам, кобальт), цифра указывает процентное содержание кобальта (ВК2, ВК3, ВК6, ВК8 и ВК11).

Твердые сплавы вольфрамо-титановой группы применяют для обработки стали и обозначают буквами Т, К (Т5К10, Т15К6, Т14К8, Т15К6Т, Т30К6Т, Т30К4, Т60К6), цифра после букв указывает процентное содержание в сплаве карбида титана и кобальта.

### 3.4. МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Точность обработки на станке зависит от точности установки заготовки, предварительной настройки станка, расположения режущей кромки инструмента относительно направляющих станка и других факторов.

Для замера точности изготовления деталей используют мерительные инструменты — штангенинструменты, предельные калибры и микрометрический инструмент и др.

**Штангенинструменты.** Штангенинструменты находят широкое применение в единичном и мелкосерийном производстве для измерения деталей невысокой точности. Универсальность и простота отсчета позволяют использовать штангенинструменты для различных работ. Повышение точности отсчета штангенинструментов достигается благодаря специальному устройству — нониусу.

К штангенинструментам относятся штангенциркуль, штангенрейсмас, штангенглубиномер.

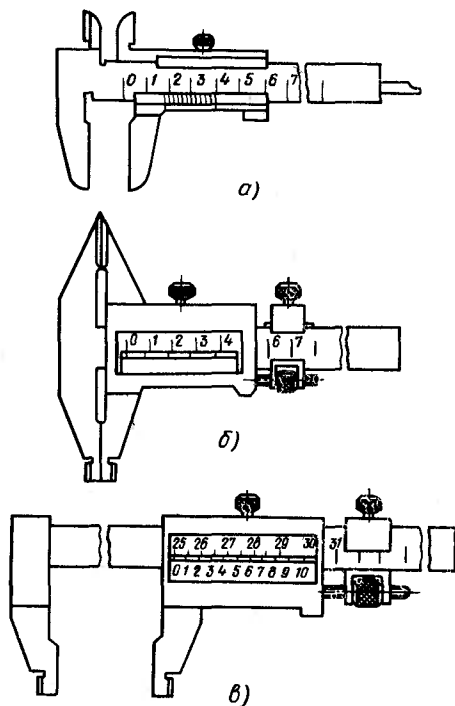


Рис. 3.12. Штангенциркули:  
а — ШЦ-I, б — ШЦ-II, в — ШЦ-III

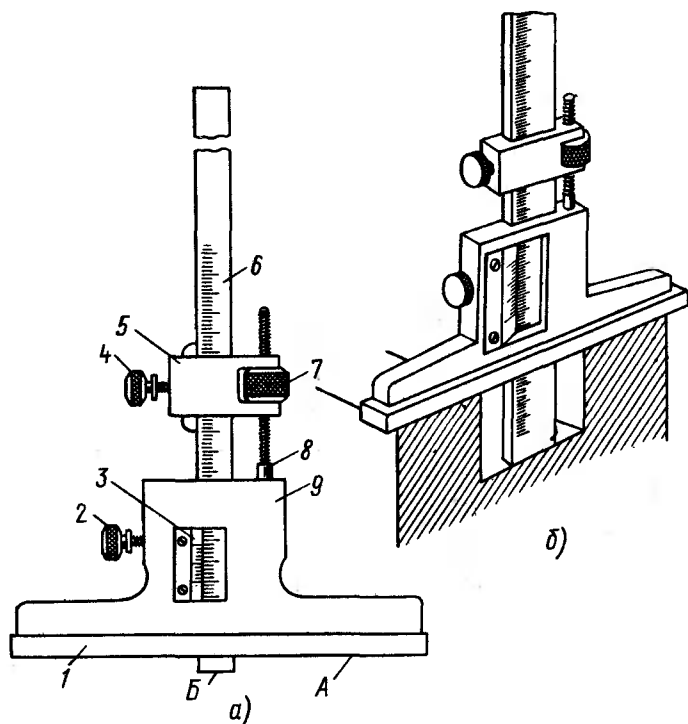


Рис. 3.13. Штангенглубиномер:  
а — штангенглубиномер, б — схема замера

**Штангенциркуль** предназначен для измерения наружных и внутренних размеров, прочерчивания окружностей и параллельных линий при разметке деления окружностей и прямых линий на части и т. п.

Отечественная промышленность выпускает штангенциркули ШЦ-I с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин (рис. 3.12, а) — точность отсчета по нониусу 0,1 мм, предел измерений 0—125 мм; штангенциркули ШЦ-II с двусторонним расположением губок для измерения и для разметки (рис. 3.12, б) — точность отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм, предел измерений 0—200 и 0—320 мм; штангенциркуль ШЦ-III с односторонними губками (рис. 3.12, в) — точность отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм, пределы измерений 0—500 мм и с точностью отсчета по нониусу 0,1 мм и пределами измерения 250—710, 320—1000, 500—1400, 800—2000 мм.

**Штангенглубиномер** предназначен для измерения высот и глубин различных деталей. Он построен по

принципу штангенциркуля, но штанга не имеет губок. Рабочими (измерительными) поверхностями являются нижняя плоскость А основания 1 (рис. 3.13) и торцовая поверхность Б штанги 6. Штангенглубиномер состоит, кроме того, из микрометрического устройства 8 для доводки штанги, винта 4 для зажима движка 5 микрометрической подачи, микрометрической гайки 7, нониуса 3, винта 2 для зажима рамки 9.

Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерения 0—150, 0—200, 0—300 и 0—500 мм с точностью отсчета по нониусу 0,1, 0,05, 0,02 мм. Погрешности показаний штангенинструментов приведены в табл. 3.1.

**Предельные калибры.** Калибрами называются бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки размеров, форм и взаимного расположения поверхностей детали. Калибрами не определяют числового значения измеряемой величины.

В машиностроении, как правило, конструктор задает размер с двумя предельными отклонениями (верхним и нижним), и задача контроля таких

### 3.1. Допустимые погрешности показаний штангенциркулей

Пределы измерения, мм	Точность отсчета по нониусу, мм		
	0,02	0,05	0,1
	Погрешность, не более, мм		

#### Штангенциркули

До 300	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
Свыше 300 до 500	—	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
Свыше 500 до 1000	—	—	$\pm 0,1$
Свыше 1000 до 2000	—	—	$\pm 0,2$

#### Штангенглубиномеры

До 200	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
Свыше 200 до 300	—	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
Свыше 300 до 500	—	—	$\pm 0,15$

размеров сводится не к определению их действительных размеров, а лишь к определению, находится ли действительный размер детали в пределах отклонений. Этот контроль производится предельными калибрами. Предельный калибр-пробка для контроля отверстий имеет с одного конца пробку с наименьшим предельным размером — проходная сторона (ПР), а с другого конца пробку с наибольшим предельным размером отверстия — непроходная сторона (НЕ). Для контроля деталей типа валов применяют предельную скобу, которая

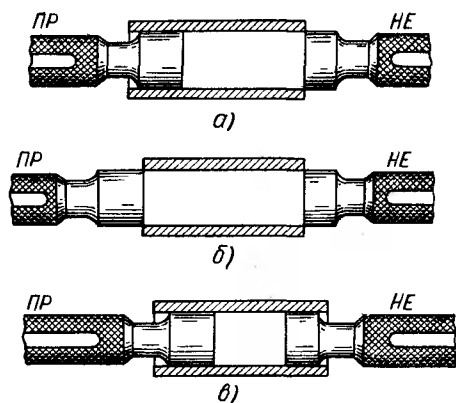


Рис. 3.14. Измерение двусторонней предельной пробкой

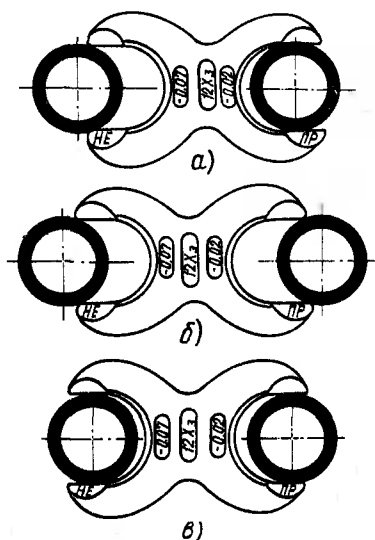


Рис. 3.15. Применение двусторонней предельной скобы

также имеет проходную и непроходную стороны.

При контроле предельными калибрами проходная сторона скобы или пробки должна, а непроходная не должна проходить на измеряемый размер под действием собственного веса (если масса калибра более 100 г).

Применение двусторонней предельной пробки показано на рис. 3.14. На рис. 3.14, а диаметр отверстия соответствует заданному размеру, на рис. 3.14, б диаметр отверстия меньше наименьшего предельного размера и на рис. 3.14, в диаметр отверстия больше наибольшего предельного размера. В случаях б и в деталь бракуется.

Применение двусторонней предельной скобы показано на рис. 3.15. На рис. 3.15, а диаметр вала соответствует заданному размеру, на рис. 3.15, б диаметр вала превышает наибольший предельный размер и на рис. 3.15, в диаметр вала меньше наименьшего предельного. В случаях б и в вал бракуется.

По назначению калибры делятся на рабочие, предназначенные для контроля деталей контролером, и контрольные — для проверки рабочих и приемных калибров в процессе их изготовления и эксплуатации.

Установлены следующие буквенные обозначения гладких калибров. Рабочие калибры обозначаются Р-ПР для проходной и Р-НЕ для непроходной стороны калибра; приемные калибры — П—ПР, П—НЕ и контрольные калибры К-ПР и К-НЕ. Износ рабочих калибров, находящихся в эксплуатации, контролируют контрольными калибрами К-И.

В машиностроении находят большое применение листовые калибры, называемые шаблонами. Предельные листовые калибры для измерения длины обозначаются буквами Б и М. Стороны этих калибров, находящихся в эксплуатации, контролируют контрольными калибрами К-И.

Контрольные листовые калибры (контршаблоны) условно обозначаются К-Б и К-М.

В зависимости от проверяемых элементов деталей предельные калибры подразделяются на: а) калибры для проверки отверстий; б) калибры для проверки валов; в) калибры для проверки наружных и внутренних резьб; г) калибры для проверки шлицевых валов и втулок; д) калибры для проверки уступов, длин и высот (плоские шаблоны); е) калибры для проверки взаимного расположения элементов детали (пространственные калибры); ж) калибры для конусных отверстий и наружных конусов.

Листовые калибры с рисками предназначаются для измерения различных проточек, канавок и прорезей при расстоянии между рисками (предельными размерами) не менее 0,5 мм.

**Микрометрические инструменты.** К микрометрическим инструментам относятся микрометры для наружных и внутренних измерений, микрометрический глубиномер и микрометрический нутромер.

Устройство микрометрических инструментов основано на использовании принципа винтовой пары (гайка — винт). В одних инструментах винт вращается по внутренней резьбе неподвижной гайки, в других — гайка вращается по винту, который остается неподвижным относительно гайки.

Вращательное движение винта связано одновременно с поступательным

перемещением его относительно гайки. При полном обороте винта его продольное перемещение будет равно шагу резьбы. Во всех микрометрических инструментах шаг резьбы равен 0,5 мм.

Точность микрометрических инструментов зависит от точности изготовления резьбы винтовой пары.

По ГОСТ 6507—78 (СТ СЭВ 344—76 и СТ СЭВ 352—76) выпускают микрометры с ценой деления 0,01 мм следующих типов: МК — микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий (рис. 3.16 а); МЛ — микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент (рис. 3.16, б); МТ — микрометры трубные для измерения толщины стенок труб (рис. 3.16, в).

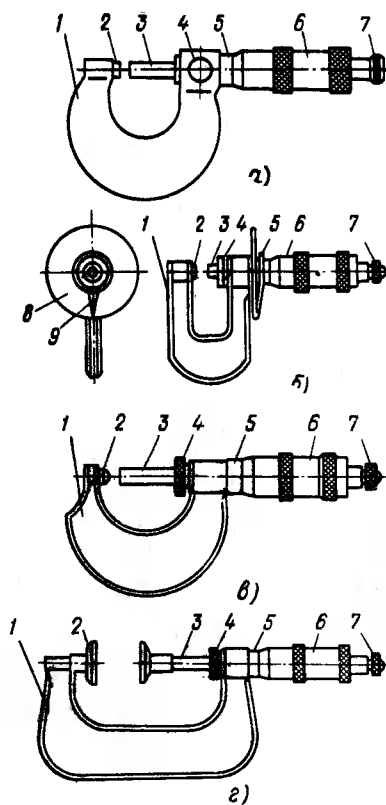


Рис. 3.16. Микрометры с ценой деления 0,01 мм:

1 — скоба, 2 — пятка, 3 — микрометрический винт, 4 — стопор, 5 — стержень, 6 — барабан, 7 — трещотка, 8 — шкала, 9 — стрелка

Микрометры МК имеют следующие пределы измерений: 0—25, 25—50, 50—75...до 275—300 мм, и 300—400, 500—600 мм; микрометры МЛ—0—5; 0—10, 0—25 мм; микрометры МТ—0—10 (по требованию заказчика), 0—25 мм.

Выпускаются микрометры с пределами измерения до 35 мм и с ценой деления 0,01 мм; со вставками для измерения метрических, дюймовых и трапецеидальных резьб, а также с плоскими и шаровыми вставками (рис. 3.16, з).

Изготавливают рычажные микрометры МР с пределом измерений до 2000 мм (ГОСТ 4381—80), оснащенные отсчетным устройством, с ценой деления 0,002; 0,005 и 0,01 мм трех типов. Микрометры МР имеют следующие пределы измерений: 0—25 и 25—50 мм с ценой деления 0,002 мм.

Нутромеры микрометрические (ГОСТ 10—75) выпускаются с ценой деления 0,01 мм для измерения внутренних размеров от 50 до 10000 мм. Нутромеры с пределами измерений 1250—4000 мм и более изготавливаются с двумя головками — микрометрической и микрометрической с индикатором.

Глубиномеры микрометрические с ценой деления 0,01 мм предназначены для измерения глубины пазов отверстий и высоты уступов до 100 мм. Глубиномеры изготавливаются со сменными измерительными стержнями для измерения в пределах 0—25; 25—50; 50—75; 75—100 мм.

### 3.5. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХАХ

Социалистическое государство, оберегая самое ценное — здоровье и жизнь рабочего, принимает все меры к тому, чтобы сделать труд рабочего безопасным.

Количество несчастных случаев на заводах непрерывно снижается, что является результатом проведения следующих мероприятий:

1) непрерывного улучшения конструкции машин, станков, механизмов с целью предохранения работающего от ранений;

2) непрерывного усовершенствования защитных приспособлений и улучшения условий работы (вентиляция, отсосы и т. п.);

3) правильно организованного ознакомления вновь поступающих на работу с правилами безопасности труда;

4) систематического обучения и проверки знаний рабочими правил безопасности труда;

5) обеспечения работающих отпечатанными правилами внутреннего распорядка и инструкциями по безопасности труда, плакатами, наглядно показывающими безопасные приемы работы, и т. п.;

6) повседневного надзора и контроля со стороны административно-технического персонала за проведением мероприятий по безопасности труда и за выполнением рабочими правил безопасной работы.

Каждый рабочий должен твердо усвоить эти правила, чтобы уберечься от несчастного случая.

Несчастные случаи в механических цехах могут произойти по ряду причин. Основными из них являются неисправность электропроводки, станка, инструмента и станочных приспособлений, отсутствие ограждения открытых механизмов станка, недостаточный инструктаж со стороны администрации, незнание рабочим правил, а также неосторожность самого рабочего.

При работе на станке с отдельным электродвигателем причиной несчастного случая может быть неисправность проводки. Электрический ток, проходя через тело человека, может привести к ожогам и даже смерти. Прикосновение к незащищенным или плохо изолированным проводам электродвигателя или к его пусковой электроаппаратуре смертельно, так как они находятся под напряжением 220 В и выше. Смертельные случаи возможны и при меньшем напряжении (до 40—50 В).

Вследствие повреждения или плохого качества изоляции станков, электродвигатель и электроаппаратура могут оказаться под электрическим напряжением. Вполне безопасны лишь те металлические части, которые заземлены. Поэтому согласно правилам безопас-



ности труда станки должны быть обязательно заземлены.

При обнаружении неисправности электродвигателя или осветительной аппаратуры, а также при повреждении изоляции электропроводов необходимо немедленно сообщить об этом мастеру и дежурному электромонтеру.

Часто несчастные случаи при работе на токарных станках происходят от неправильного и невнимательного обращения токаря с обрабатываемой деталью или вращающимися частями станка — валами, шкивами, ремнями, зубчатыми колесами и др. Несчастные случаи при токарных работах возможны также от порезов стружкой.

Во избежание несчастных случаев при работе на станках необходимо строго выполнять правила:

1) применять предохранительные и оградительные устройства станков; следить за их исправным состоянием и никогда при работе не снимать их со станка;

2) не работать на станке без применения приспособлений, защищающих от стружки;

3) применять безопасные приемы работы.

Освещение цехов имеет важное значение для безопасности работы. Отсутствие достаточного освещения часто является причиной несчастного случая. Освещение должно быть равномерным, не ослепляющим, но достаточным.

Загрязненный воздух в цехе может явиться причиной заболеваний. В цехах применяют искусственную вентиляцию, с помощью которой удаляют загрязненный воздух и подают чистый. Применяют также естественную вентиляцию (проветривание помещения через фонари или окна).

Порядок и чистота на рабочем месте имеют важное значение для безопасности работы. На рабочем месте, не загроможденном заготовками, деталями, приспособлениями и инструментами, где все находится на своем месте, токарь в нужный момент быстро сможет предотвратить аварию. Пол должен быть чистым и сухим, чтобы рабочий не мог поскользнуться, упасть или попасть рукой или одеждой в движущуюся часть станка.

Причиной несчастных случаев может быть попадание незавязанных обшлагов рукавов, концов тесемок от спецодежды, незавязанных концов косынки во вращающиеся детали станка. Опрятность в одежде — необходимое условие работы. Токарь должен быть одет так, чтобы его одежда не могла быть захвачена движущимися частями станка. Рабочий костюм надо плотно и полностью застегивать.

Одной из причин несчастных случаев является попадание стружки в глаза. При обработке чугуна, бронзы, латуни и других металлов со стружкой надлома, особенно при больших скоростях, можно засорить глаза. Не только ранение глаза, но даже мелкое его повреждение — царапина или укол — могут вызвать заболевание глаза, ухудшение зрения и даже слепоту. Для защиты глаз рекомендуется применять очки.

При попадании в глаз стружки, пыли и т. п. нельзя ни извлекать их самому, ни прибегать к помощи товарища, необходимо обратиться к врачу или к медицинской сестре.

Каждый рабочий должен строго соблюдать следующие правила безопасности труда:

1. Не приступать к новой работе до получения инструктажа.

2. При обработке деталей массой более 20 кг не поднимать и не устанавливать их вручную, а пользоваться подъемными устройствами или прибегать к помощи подручного рабочего.

3. Надежно закреплять обрабатываемую деталь и режущий инструмент.

4. Перед включением электродвигателя включать все рычаги управления, установив их в нерабочее положение.

5. Во время работы не оставлять станок без надзора.

6. При всяком, хотя бы временном прекращении работы останавливать станок, выключая электродвигатель.

7. Останавливать станок при установке и снятии обрабатываемой детали, при смене режущего инструмента, чистке и смазке станка, а также при уборке стружки.

8. Не удалять стружку во время работы станка руками, а пользоваться

специальным крючком, щеткой или скребком.

9. Соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте.

10. Не измерять обрабатываемую деталь на ходу станка.

11. Не тормозить руками вращающийся патрон.

12. О всех неисправностях станка, приспособления, инструмента сообщать мастеру.

**Правила пожарной безопасности.** Необходимо строго выполнять правила по противопожарным мероприятиям.

Концы для обтирки станков и промасленные тряпки нельзя оставлять у станка, так как они могут загореться даже от случайной искры. По окончании смены надо аккуратно собрать все концы и тряпки и сложить их в железный ящик с закрывающейся крышкой. По окончании или при перерывах в работе обязательно выключить электродвигатель станка.

Курить следует только в отведенном для этого месте.

О сгорании предохранителей у электрооборудования станка и сильном перегревании электродвигателя необходимо немедленно сообщить мастеру.

При возникновении загорания следует выключить электродвигатель и по сигналу или по телефону вызвать пожарную команду. До прибытия пожарной команды надо пытаться тушить пожар собственными средствами, пользуясь огнетушителем, песком, брезентом и т. п.

### 3.6. ОБТАЧИВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Черновая обработка цилиндрических поверхностей.** Закрепление детали при черновой обработке производится в зависимости от формы, размеров и назначения детали. Закрепление детали должно быть особенно прочным, так как при черновом обтачивании деталей резцы снимают стружку больших сечений и при этом возникают значительные силы резания, которые могут вырвать деталь.

Резцы для чернового обтачивания (рис. 3.17) работают при большом се-

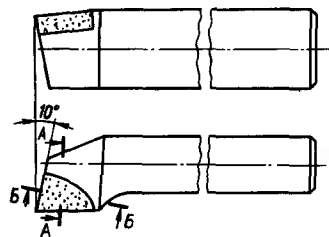


Рис. 3.17. Черновые резцы

чении стружки и при высокой скорости резания. Поэтому резец должен быть прочным. Форма резца должна быть такой, чтобы отделение стружки происходило с возможно большей легкостью. Этим требованиям отвечают твердосплавные резцы, как прямые проходные, так и отогнутые. Отогнутые резцы применяют также при обработке поверхностей, труднодоступных для прямого резца, и ими можно производить не только продольное, но и поперечное протачивание.

Проходные упорные резцы применяют для обработки деталей с уступами небольших размеров, протачиваемыми этим же резцом. Главный угол в плане этих резцов равен  $90^\circ$ , что способствует уменьшению вибраций в процессе работы. Для нежестких деталей необходимо применять упорные резцы.

Проходные резцы, используемые при обработке стальных и чугунных деталей, изготавливают из быстрорежущей стали, а также из твердого сплава. Для черновой обработки стали по корке с неравномерным припуском и переменной нагрузкой, а также при работе с ударами и при обработке заготовок после автогенной резки применяют резцы из сплава марки Т5К10. Черновую обработку стали по корке с небольшой глубиной резания с относительно равномерным припуском, а также обработку без корки и ударов производят резцами из сплава марок Т14К8, Т15К6 и Т15К6Т.

Для черновой обработки чугуна по корке с неравномерным припуском и переменной нагрузкой, а также при работе с ударами используют резцы из твердого сплава марок ВК2 и ВК4, а при отсутствии ударов — ВК4, ВК6 и ВК8.

Величина переднего угла  $\gamma$  у быстрорежущих проходных резцов выбирается

в зависимости от обрабатываемого материала, формы передней поверхности.

Задний угол  $\alpha$  делается равным  $12^\circ$  при подачах до  $0,2 \text{ мм/об}$  и  $8^\circ$  — при больших подачах.

Главный угол в плане  $\phi$  у резцов для обтачивания ступенчатых деталей большой длины и малого диаметра принимается равным  $90^\circ$ . При обработке деталей малой жесткости  $\phi$  равен  $65-70^\circ$ , жестких деталей  $30-60^\circ$ . Вершина резца при подаче до  $0,2 \text{ мм/об}$  закругляется радиусом  $0,5-5 \text{ мм}$ , а при подаче свыше  $0,2 \text{ мм/об}$  — радиусом  $1-3 \text{ мм}$ .

**Чистовая обработка цилиндрических поверхностей.** Закрепление детали при чистовой обработке должно быть прочным, чтобы не могло получиться смещения детали во время обработки.

При закреплении детали в самоцентрирующем патроне за обработанную поверхность при требовании соосности обработанной и обрабатываемой поверхности следует учитывать неточность патрона.

Резцы для чистового обтачивания должны давать чистую поверхность. В соответствии с этим требованием и выбирают их форму.

На рис. 3.18, а показан чистовой резец, применяемый при чистовом обтачи-

вании с малой подачей и называемый иногда остроносом.

Резцы эти работают в обе стороны как правый и как левый. При чистовом обтачивании с крупной подачей пользуются резцами, показанными на рис. 3.18, б и называемыми лопаточными или широкими.

При выборе формы передней поверхности, передних и других углов чистовых быстрорежущих резцов можно пользоваться рекомендациями для черновых резцов. Необходимо знать, что чем меньше должна быть шероховатость обрабатываемой поверхности, тем больше должен быть и передний угол резца. При увеличении переднего угла резца заедание и дрожание детали уменьшается, поэтому обрабатываемая поверхность получается более чистой.

Задний угол  $\alpha$  чистовых резцов при обтачивании стали равен  $12^\circ$ , а при обработке серого чугуна  $10^\circ$ .

**Методы, способы и приемы точения наружных цилиндрических поверхностей.** Точение цилиндрических наружных поверхностей деталей в центрах (рис. 3.19) является распространенным способом обработки на токарных станках. При этом способе деталь б с предварительно засверленными центровыми отверстиями на торце устанавливают между центром 2 передней бабки и центром 7 задней бабки. На деталь надевают и зажимают болтом 1 хомут 5. Вращение хомутика передается от поводковой планшайбы 3 через палец 4. Планшайба 3 навинчивается на передний конец шпинделя.

При точении деталей большой длины ( $l \geq 12d$ ) применяют люнеты.

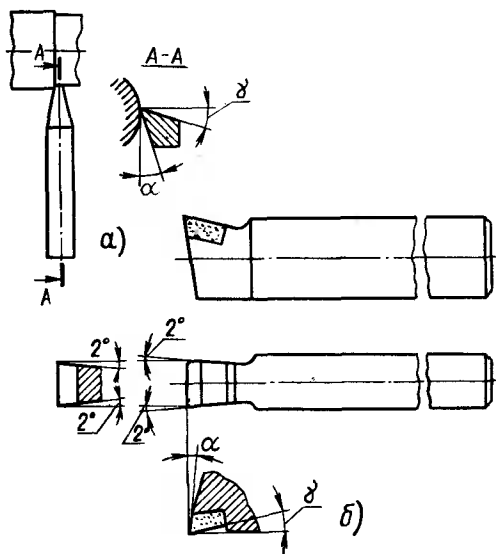


Рис. 3.18. Чистовые резцы:  
а — остроносый, б — широкий

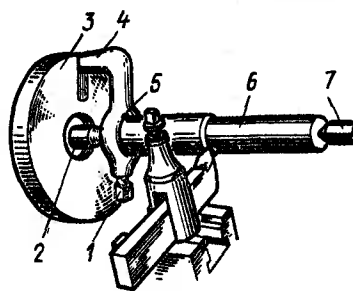


Рис. 3.19. Точение цилиндрических наружных поверхностей

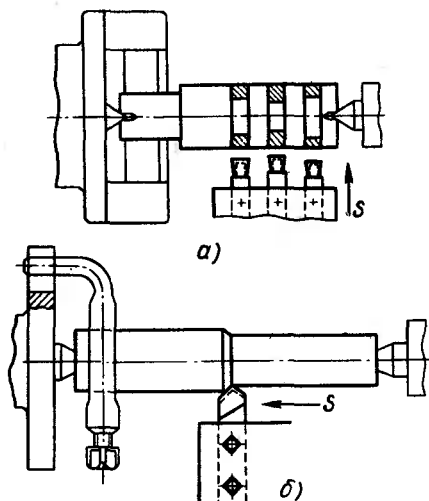


Рис. 3.20. Методы обтачивания цилиндрических поверхностей

Несимметричные и сложные по конфигурации детали крепят на планшайбах.

Существует два метода обточки цилиндрических поверхностей.

Обтачивание методом радиальной подачи применяют при обработке коротких цилиндрических шеек канавочными и широкими резцами (рис. 3.20, а).

Обтачивание методом продольной подачи (рис. 3.20, б) является наиболее распространенным методом обработки. Обрабатываемая деталь, закрепленная в центрах или в патроне, вращается, а резцу сообщается движение подачи.

Цилиндрические поверхности обычно обтачивают в два или несколько рабочих ходов: сначала снимают начерно большую часть припуска (до 6 мм на диаметр), а затем оставшуюся часть (до 1 мм на диаметр).

Для получения необходимых диаметров вала пользуются лимбом поперечной подачи и устанавливают резец на заданный размер по методу пробных рабочих ходов. Обработка по лимбу обеспечивает получение изделий по 9-му качеству, а при особо тщательной работе токаря высокой квалификации — по 8-му качеству. У большинства современных токарных станков имеется также продольный лимб, который облегчает получение продольных размеров с

точностью до 0,2 мм. Однако пользование им при работе на современных режимах резания требует особой внимательности токаря.

Производительность и точность обработки повышаются, если для получения точных продольных размеров применяют регулируемые упоры с самовыключением суппорта. При этом достигается точность в пределах 0,08—0,15 мм.

Точность обрабатываемых валов по длине зависит от размеров передних центровых гнезд: если у валов партии размеры гнезд неодинаковы, торцы их во время обработки окажутся на разных расстояниях от торца шпинделя и, следовательно, ступени валов после обработки будут неодинаковы по длине. Поэтому необходимо либо строго соблюдать размеры гнезд, пользуясь при центровке специальным упором, либо применять плавающий передний центр.

При работе на скоростных режимах задние центры должны быть вращающимися. На универсальных станках применяют вставные центры, на операционных и многорезцовых станках вращающиеся центры встраивают в пиноли задних бабок, что значительно увеличивает жесткость центров.

Во время обработки партии заготовок за один рабочий ход резец, заранее установленный на размер  $d$ , не перемещают в поперечном направлении. После обтачивания детали на длине  $l$  ее снимают, а резец отводят в исходное положение (рис. 3.21, а).

По этой схеме выполняют черновую, а иногда и получистовую обработку

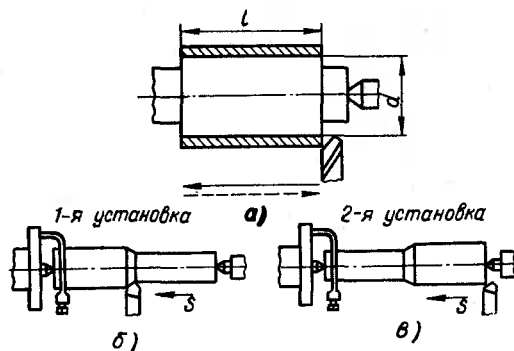


Рис. 3.21. Обработка за один рабочий ход

небольших партий деталей за две установки. После обтачивания одной половины детали до заданного диаметра (рис. 3.21, б) ее переустанавливают в центрах и обрабатывают вторую половину детали (рис. 3.21, в).

**Обработка наружных поверхностей ступенчатых деталей.** При черновой обработке ступенчатых деталей, если в качестве заготовки взят прокат, важно правильно выбрать последовательность обработки отдельных ступеней.

Рассмотрим черновую обработку одного конца ступенчатого вала из проката диаметром 100 мм (рис. 3.22, а). Возможные варианты обработки ступеней этого вала показаны на рис. 3.22, б—д.

По первой схеме (рис. 3.22, б) каждая последующая ступень обрабатывается отдельно после получения предшествующей ступени, при этом общая длина рабочего хода резца  $L_p$  будет составлять 400 мм, длина холостых перемещений  $L_x = 400$  мм, глубина резания — от 11 до 3,5 мм. При обработке по второй схеме  $L_p = 550$  мм и  $L_x = 550$  мм; по третьей схеме  $L_p = 650$  мм и  $L_x = 650$  мм; по четвертой схеме  $L_p = 800$  мм и  $L_x = 800$  мм.

Наименьшая длина как рабочего хода, так и холостых перемещений резца получается при обработке по первой схеме. Следовательно, эта схема обеспечивает наибольшую производительность. Однако при недостаточной мощ-

ности станка работа с большой глубиной резания, равной 3,5—11 мм, невозможна. В этом случае наибольшая производительность будет иметь место при работе по четвертой схеме (рис. 3.22, д).

На рациональный выбор той или иной схемы обработки ступенчатых деталей оказывает влияние и жесткость технологической системы.

Часто при обработке ступенчатых валиков необходимо подрезать уступы после продольного точения. В этих случаях чистовую обработку уступов чаще всего проводят после обработки всех цилиндрических участков ступенчатой детали (рис. 3.23, а).

Чистовую обработку ступенчатых деталей целесообразно производить комбинированными резцами, пригодными как для обработки цилиндрических поверхностей, так и для подрезания уступов и прорезания канавок по схеме, приведенной на рис. 3.23, б.

Получение требуемых диаметров ступенчатых поверхностей и точного расположения уступов по длине связано со значительной затратой вспомогательного времени.

При обработке валов в центрах величина погрешностей от повторных установок вала мала. При обработке в трехкулачковом патроне кулачки последнего для уменьшения биения необходимо проточить непосредственно на станке, для чего твердость каменных кулачков не должна превышать HRC 350—400 Н/мм<sup>2</sup>.

В единичном производстве осевые размеры у ступенчатых валов получают

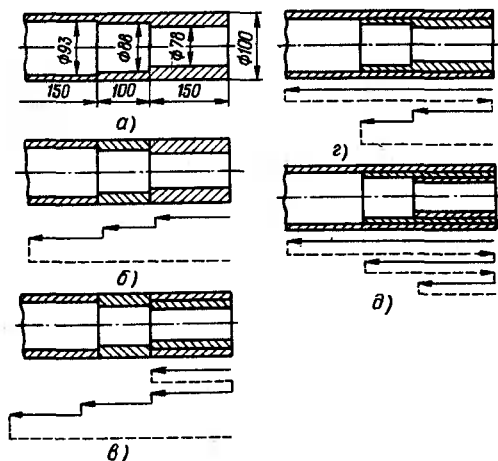


Рис. 3.22. Схемы черновой обработки ступенчатых валов

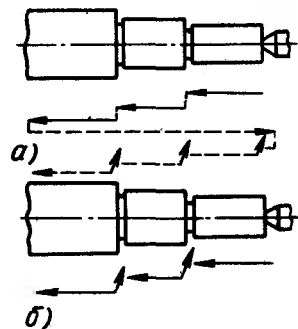


Рис. 3.23. Схемы чистовой обработки ступенчатых валов

настройкой станка на каждый из них методом пробных рабочих ходов, каждый размер длины после обработки проверяют измерительным инструментом. Пробные рабочие ходы тогда приходится производить только при обработке первой детали партии. Остальные детали обрабатывают по соответствующим делениям лимбов или по установленным упорам.

**Точение по лимбам.** Современные токарные станки выпускаются промышленностью с лимбами для настройки как поперечной, так и продольной подачи. В последнее время стали пристраивать лимбы поперечной и продольной подачи и на старых действующих станках.

Лимб поперечной подачи расположен у рукоятки винта, лимб продольной подачи — на передней стенке фартука за маховичком продольной подачи. Лимб — это втулка с нанесенными делениями. Предположим, что лимб разделен на 100 равных частей, а винт поперечной подачи имеет резьбу с шагом 5 мм. При полном обороте рукоятки винта, т. е. 100 делений лимба, резец переместится в поперечном направлении на 5 мм. Если же повернуть рукоятку на одно деление, перемещение резца составит  $5:100 = 0,05$  мм.

Таким образом, чтобы проточить деталь диаметром с 50,2 до 48,4 мм, т. е. на 1,8 мм, необходимо переместить резец вперед на величину 0,9 мм. На окружности лимба продольной подачи нанесены деления (цена каждого деления 0,1 мм). Таким образом, если в начале резания лимб установить на нулевое деление, то определенному продольному перемещению суппорта с резцом соответствует поворот лимба на длину обрабатываемого участка детали. Токарь, не прибегая к измерению, может определить, на какое число делений должен повернуться лимб относительно риски. Такой способ значительно сокращает время обработки, особенно деталей ступенчатой формы (рис. 3.24).

**Обтачивание по упору и мерным плиткам.** Продольное перемещение резца при обработке больших партий деталей ограничивают продольными упорами, устанавливаемыми на станине станка. Один упор ставят по первой

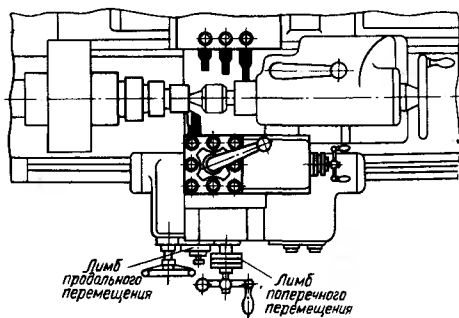


Рис. 3.24. Обтачивание по лимбам

детали партии вплотную к каретке суппорта, второй — на расстоянии длины обтачиваемого участка. При обработке каждой следующей детали нет необходимости измерять ее длину; достаточно подвести суппорт к упору так, чтобы его коснулась каретка суппорта. Необходимо время от времени проверять, не произошло ли смещение упора или резца.

Упорами можно ограничивать перемещение резца также в поперечном направлении; их устанавливают на поперечных направляющих суппорта или рядом с ними.

Применение упоров позволяет обходиться без пробных рабочих ходов и способствует ускоренному подводу инструмента к обрабатываемой детали.

При обработке деталей последовательно несколькими инструментами иногда пользуются плитками-ограничителями различной длины в сочетании с упором (рис. 3.25). Сначала устанавливают упор для проведения обточки на длине  $a_1$  до первого уступа. Когда этот уступ получен, помещают между

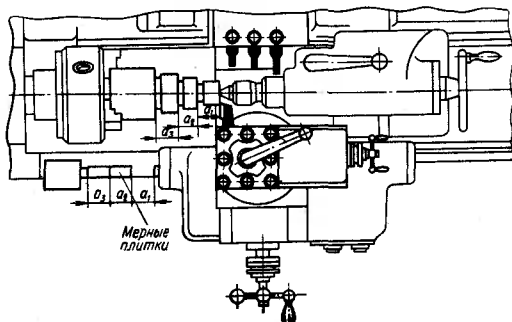


Рис. 3.25. Обтачивание по упору и мерным плиткам

упором и кареткой плитку-ограничитель длиной, равной длине  $a_2$  второго уступа, и обтачивают поверхность до этого второго уступа. Закончив обточку, устанавливают вторую плитку, длина которой равна длине  $a_3$  третьего уступа, и обрабатывают поверхность до этого уступа.

**Обтачивание по шаблону.** Для увеличения производительности труда в мелкосерийном производстве ступенчатые валы можно обрабатывать с помощью копиров или шаблонов. Существуют самые различные механические копировальные устройства; наиболее известны конструкции В. К. Семинского.

Копир представляет собой закаленную оправку с лысками на рабочей поверхности. Профиль рабочей поверхности соответствует профилю обрабатываемой детали.

Точение ступенчатых валиков с помощью копировального приспособления осуществляется следующим образом (рис. 3.26.).

В центрах станка закрепляют и включают продольную подачу. Резец 1 обтачивает первую ступень вала 2, при этом сухарь 3 скользит по копиру 4. Встретив на своем пути ступеньку копира, сухарь соскальзывает на нее; резец вместе с пинолью под действием

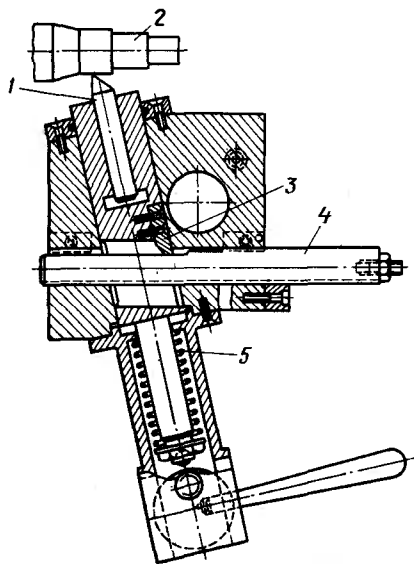


Рис. 3.26. Принцип обработки по копиру

пружины 5 отходит на расстояние, равное глубине ступеньки копира, и начинает обтачивать вторую ступень валика. Это повторяется при обработке каждой следующей ступени. Отход резца совершается очень быстро, значительно опережая движение суппорта.

Производительно вести обработку с помощью гидрокопировального устройства.

### 3.7. СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОБТАЧИВАНИИ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Охлаждение при точении стали способствует повышению стойкости резца, сохранению твердости, уменьшению износа резца, влияющему на точность размеров обрабатываемой детали. Применение охлаждающей жидкости, содержащей маслянистые вещества, например эмульсии, облегчает отделение стружки, вследствие чего обрабатываемая поверхность получается чистой. При охлаждении уменьшается также нагрев детали, что дает возможность измерять деталь, не ожидая, пока она охладиться, и понижает опасность деформации детали.

При обработке чугуна охлаждение, как правило, не применяют.

Для охлаждения при обработке низколегированной, инструментальной, легированной стали и стальных отливок используют эмульсию и сульфифрезол, а также для легированной стали — суспензию. Бронзу и алюминий обрабатывают без охлаждения, а также обрабатывают, охлаждая эмульсией и керосином.

Количество СОЖ, подводимое к месту резания при обдирочных работах, должно быть не менее 10—12 л/мин. При чистовых работах количество подаваемой к месту резания эмульсии должно быть не менее 10—12 л/мин, а сульфифрезола 3—4 л/мин.

### 3.8. РАСТАЧИВАНИЕ И ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

**Растачивание отверстий.** Несмотря на то, что растачивание на станках токарной группы является малопроизводи-

тельным способом обработки отверстий, тем не менее оно широко применяется при обработке деталей на токарных станках. Это объясняется тем, что при растачивании отверстий резцом можно достигнуть большей точности и более высокого параметра шероховатости поверхности, чем при обработке сверлением и зенкерованием. При обработке резцом удастся выправить ось отверстия и придать ему заданное положение, обработать короткие глухие отверстия и отверстия больших диаметров.

При обработке отверстий применяют расточные быстрорежущие и твердосплавные резцы.

Схемы обработки различных отверстий стандартными расточными резцами приведены на рис. 3.27.

Схема растачивания сквозных отверстий диаметром до 100—150 мм показана на рис. 3.27, а; схема обработки ступенчатых и глухих отверстий — на рис. 3.27, б, в и г. При растачивании отверстий подрезают и внутренние уступы. Эту операцию можно производить как с поперечной (см. рис. 3.27, в), так и с продоль-

ной (см. рис. 3.27, а) подачей. При подрезании с продольной подачей державку резца поворачивают на угол, равный  $5^\circ$ .

Сквозные и глухие отверстия глубиной более 100—150 мм растачивают державочными резцами. При растачивании сквозных отверстий стержень резца устанавливают перпендикулярно оси державки (рис. 3.27, д), а при обработке глухих отверстий — под углом 45 или  $60^\circ$  (рис. 3.27, е).

Наиболее простая и распространенная схема растачивания — обработка отверстий резцом, консольно закрепленным в суппорте. При этом создаются наиболее благоприятные условия для получения прямолинейной оси отверстия, совпадающей с осью вращения шпинделя станка. Поэтому, чтобы обеспечить требуемое положение оси, растачивают отверстия в заготовках, полученных литьем, штамповкой или сверлением. Для уменьшения отжата резца при недостаточной жесткости станка применяют резцы с большими углами в плане, достигающими до  $90^\circ$ .

**Сверление отверстий.** Сверло является более сложным инструментом, чем резец. Оно имеет пять лезвий: два главных  $a-b$  и  $c-d$ , два вспомогательных  $b-e$ ,  $d-f$  и лезвие перемычки  $a-c$  (рис. 3.28). Вспомогательные лезвия представляют собой винтовую кромку, идущую вдоль всей рабочей поверхности сверла. Передняя поверхность является винтовой. Задняя поверхность, в зависимости от способа заточки, может быть конической, винтовой, цилиндрической или плоской. В главной

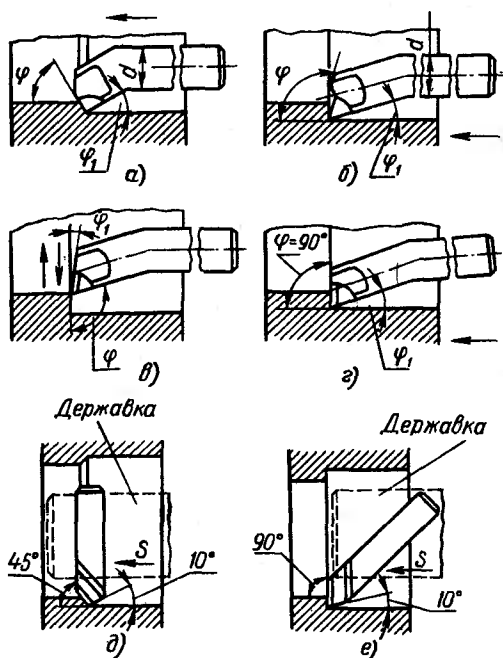


Рис. 3.27. Обработка отверстий расточными резцами

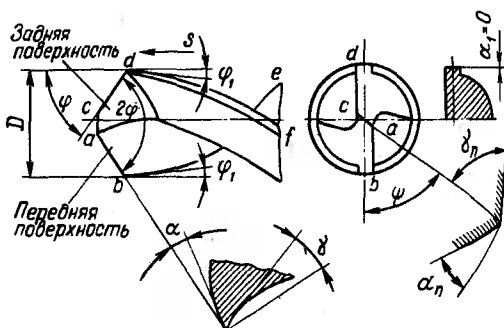


Рис. 3.28. Геометрические параметры режущей части сверла



секущей плоскости сверло имеет форму резца с присущими ему геометрическими параметрами.

Главный угол в плане  $\varphi$  — угол между проекцией главного лезвия на осевую плоскость и направлением подачи. Угол вершины сверла равен  $2\varphi$ . Величина этого угла зависит от свойств обрабатываемого материала и колеблется в пределах  $80—140^\circ$ . Для хрупких материалов берут меньшие значения, а для вязких — большие. Например, при обработке стали и чугуна  $2\varphi = 116 \div 120^\circ$ .

Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$  образуется за счет обратной конусности сверла. У сверла из инструментальной стали в среднем  $\varphi_1 = 2 \div 4^\circ$ .

Угол наклона перемычки  $\psi$  — угол между проекциями лезвия перемычки и главного лезвия на плоскость, перпендикулярную оси сверла. Обычно  $\psi = 55^\circ$ . Вспомогательный задний угол  $\alpha_1 = 0^\circ$ , так как вспомогательная задняя поверхность представляет собой цилиндрическую поверхность (ленточку). Лезвие перемычки имеет угол резания более  $90^\circ$ , поэтому оно не режет, а скоблит.

На стойкость сверл большое влияние оказывает геометрия их режущей части. На рис. 3.29 схематично изображены различные способы заточки сверл, направленные на улучшение их геометрии.

У сверл с двойной заточкой (рис. 3.29, а) главное лезвие состоит из двух участков. Короткая часть лезвия, равная  $0,2 D$ , заточена под углом

$\varphi_0 = 35^\circ$ , для сверл с углом у вершины  $2\varphi = 116 \div 120^\circ$ . Сверла с двойной заточкой обладают стойкостью в 2—4 раза большей, чем сверла с обычной заточкой. Это объясняется тем, что толщина среза, приходящаяся на короткую часть лезвия, меньше, что снижает удельную силовую и тепловую нагрузки. Кроме того, наиболее уязвимое место сверла имеет повышенную износостойкость, так как в этом месте увеличивается масса металла.

Целесообразно делать двойную заточку сверл из инструментальной стали. У твердосплавных сверл с двойной заточкой при обработке чугуна наблюдается снижение стойкости. При обработке жаропрочных сплавов двойная заточка сверл также нецелесообразна.

Стремление обеспечить нормальные условия резания на всех лезвиях привело к созданию бесперемычного сверла (рис. 3.29, б). Два сердцевидных лезвия на месте перемычки образуют как бы три пары лезвий. Отсутствие у лезвия перемычки приводит к резкому снижению (в 2—3 раза) осевой силы. Такими сверлами можно работать с повышенными подачами. Однако бесперемычные сверла имеют существенные недостатки: сложная заточка, неточное направление сверла в начале работы, частые поломки.

Для сверления высокопрочного чугуна рекомендуются твердосплавные сверла, имеющие вспомогательные лезвия с  $\varphi_1 = 0^\circ$  (рис. 3.29, в). Эти сверла обладают большой долговечностью вследствие увеличения числа возможных переточек. Кроме того, наличие участка вспомогательного лезвия с  $\varphi_1 = 0^\circ$  приводит к увеличению активной длины лезвия, что улучшает теплоотвод и повышает стойкость сверла. Эти участки лезвия производят зачистку неровностей на обработанной поверхности, в результате чего уменьшаются шероховатость поверхности и точность размеров отверстия.

Специальная заточка сверл, при которой образуются криволинейные лезвия (рис. 3.29, г), повышает стойкость сверл в 2—4 раза. При работе сверл с криволинейными лезвиями уменьшаются шероховатость поверхности и точ-

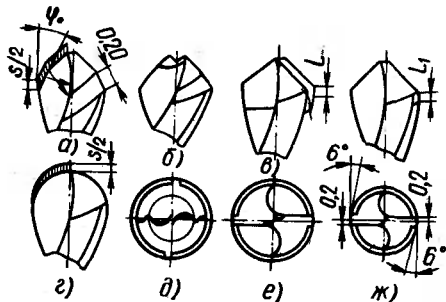


Рис. 3.29. Способы заточки сверла

ность размеров отверстия. Существенным недостатком таких сверл является сложность заточки.

Сверла с радиальным расположением лезвий и стружколомающими уступами (рис. 3.29, *д*) позволяют повысить производительность работы на 20—30%. Радиальное расположение лезвий улучшает геометрию сверла в зоне перемычки. Стружколомающие уступы, расположенные по всей длине канавки сверла, улучшают отвод стружки и повышают безопасность работы. При работе этими сверлами можно увеличить подачу в два раза по сравнению с нормативными данными, не снижая качества обработки.

В целях улучшения условий работы перемычки у сверл из инструментальной стали диаметром свыше 10 мм целесообразно производить подточку перемычки (рис. 3.29, *е*), в результате чего уменьшается ее длина. Стойкость этих сверл выше стойкости сверл без подточки.

Сверла с подточенной ленточкой (рис. 3.29, *ж*) также обладают повышенной стойкостью. У этих сверл на вспомогательных лезвиях создается положительный задний угол, благодаря которому уменьшается трение и увеличивается стойкость сверл. Для лучшего направления сверла оставляют цилиндрическую ленточку шириной 0,2 мм.

**Зенкерование отверстий.** Для увеличения диаметра просверленных отверстий, а также для обработки отверстий, полученных отливкой или штамповкой, применяют зенкер цельный или насадной.

Насадные зенкеры применяют для обработки отверстий диаметром от 32 до 100 мм. Такие зенкеры имеют четыре винтовые канавки и, следовательно, четыре режущие кромки. Они не имеют хвостовика и крепятся в пиноли задней бабки станка с помощью оправки, на которую их насаживают.

Для предупреждения проворачивания зенкера во время работы на оправке делают два выступа, которые входят в соответствующие пазы зенкера.

Диаметр и прямолинейность отверстия, обработанного зенкером, снимающим небольшой припуск и направ-

ляемым тремя (или четырьмя) ленточками, выдерживают точнее, чем при сверлении.

Для уменьшения увода зенкера, особенно при обработке отлитых или прошитых отверстий, следует перед зенкерованием расточить их резцом, оставляя припуск для зенкерования на глубину, примерно равную половине длины отверстия.

Зенкер прочнее сверла, поэтому подачи (мм/об) при зенкерованием могут быть больше, чем при сверлении. В то же время зенкер имеет большее количество режущих кромок, чем сверло; толщина стружки, снимаемой каждой из кромок, получается меньше толщины стружки при сверлении. Благодаря этому поверхность отверстия, обработанного зенкером, получается чище.

Это позволяет использовать зенкеры не только для черновой, но и для полустойковой обработки отверстий после сверления, чернового зенкерования или чернового растачивания перед развертыванием и даже для окончательной отделки отверстий (после растачивания). Получаемая при этом точность диаметра отверстия соответствует 11-му квалитету.

При зенкерованием одновременно участвует в работе большое число зубьев, что обеспечивает лучшую направленность зенкера и более высокую производительность, меньшую глубину резания и соответственно уменьшение сил резания.

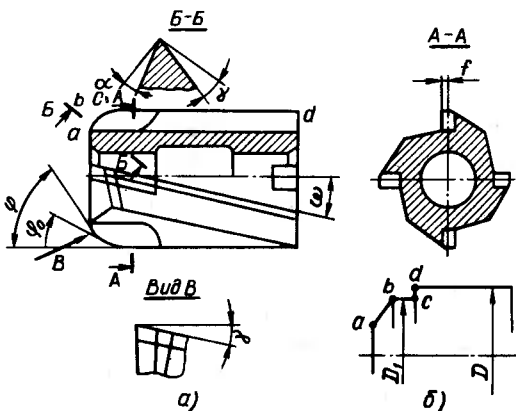


Рис. 3.30. Геометрические параметры зенкера с твердосплавными пластинами

Зуб зенкера имеет три лезвия: главное  $a-b$ , переходное  $b-c$  и вспомогательное  $c-d$  (рис. 3.30, а).

В большинстве случаев зенкеры изготавливают с тремя или четырьмя зубьями. Для лучшей направленности зенкера на его зубьях имеется цилиндрическая фаска шириной  $f=0,8 \div 1,2$  мм с обратным конусом  $1 \div 2^\circ$ .

Передний угол  $\gamma$ , измеряемый в главной секущей плоскости  $B-B$ , в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала и материала режущей части зенкера бывает от 0 до  $30^\circ$ .

Задний угол  $\alpha$  — в пределах  $8-10^\circ$ .

Угол наклона винтовой канавки  $\omega=10 \div 30^\circ$ . Для твердых обрабатываемых материалов угол  $\omega$  должен быть меньше, а для вязких — больше.

Главный угол в плане для быстрорежущих зенкеров  $\varphi=45 \div 60^\circ$ , для твердосплавных  $\varphi=60 \div 75^\circ$ .

Угол наклона главного лезвия  $\lambda=5 \div 15^\circ$ . Для движения стружки в направлении подачи угол  $\lambda$  должен быть отрицательным. Переходное лезвие имеет длину, в среднем равную 1 мм, угол  $\varphi_0=0,5\varphi$ .

В целях устранения вибраций зенкера в радиальном направлении делают кольцевую заточку (рис. 3.30, б). Диаметр  $D_1$  лезвий  $b-c$ , расположенных на кольцевой заточке, меньше наружного диаметра зенкера  $D$  на 0,4—0,8 мм. Снижение вибраций при такой заточке объясняется лучшим направлением зенкера в работе, а также увеличением трения между инструментом и обрабатываемой деталью (задний угол лезвия  $b-c$  равен нулю).

Зенкеры изнашиваются по задней поверхности, уголкам, ленточке и передней поверхности. За критерий износа зенкеров из инструментальных сталей при обработке сталей принимают износ по задней поверхности  $h_3=1,2 \div 1,5$  мм; при обработке чугунов — износ по уголкам  $h_y=0,8 \div 1,5$  мм. Для зенкеров, оснащенных пластинками твердого сплава, при обработке закаленной стали и чугуна с охлаждением допустимый износ составляет  $h_3=1,0 \div$

$\div 1,6$  мм; при обработке закаленной стали  $h_3=0,7$  мм.

Период стойкости зенкеров находится в пределах 15—80 мин в зависимости от диаметра зенкера.

Для твердосплавных зенкеров скорость резания зависит от свойств обрабатываемого материала. При обработке незакаленной стали с охлаждением скорость резания находится в пределах 40—150 м/мин, при обработке чугуна без охлаждения — 50—175 м/мин.

**Развертывание отверстий.** Отверстия диаметром до 10 мм развертывают после сверления. Отверстия больших диаметров обрабатывают зенкером или резцом и лишь после этого развертывают одной или двумя развертками. Растачивать отверстия следует только в тех случаях, когда не имеется зенкера необходимого размера. Растачивание, однако, обязательно тогда, когда ось отверстия должна быть строго прямой и требуется обеспечить ее определенное положение: выдержать расстояние от оси другого отверстия, параллельность к этой оси или к какой-либо плоской поверхности детали и т. д.

Для сбережения дорогостоящих разверток часто производят двукратное развертывание — черновое (предварительное) и чистовое (окончательное). В качестве черновых часто используют износившиеся и перешлифованные на новый размер чистовые развертки.

Торцовую поверхность обрабатываемой детали перед развертыванием следует отточить, чтобы развертка с самого начала работала равномерно всеми зубьями. Если торцовая поверхность хотя и обработана при другой установке детали, но расположена перпендикулярно к оси обрабатываемого отверстия, зубья развертки вступают в работу не все сразу, вследствие чего развертка не получает верного направления. Торцовые поверхности чугунных деталей, в особенности с твердой коркой, необходимо обтачивать и для предотвращения затупления зубьев развертки.

При развертывании отверстий, имеющих продольные канавки (например, шпоночные), следует пользоваться развертками с винтовыми канавками, так как каждый раз, когда прямой зуб

развертки попадает против канавки отверстия (т. е. выходит из работы), развертка смещается в сторону этой канавки, увеличивая тем самым диаметр отверстия. При винтовом расположении зубья перекрывают канавку в отверстии по диагонали, поэтому резких изменений нагрузки не получается и развертка не смещается в сторону канавки.

При правом вращении шпинделя станка зубья развертки должны быть левыми, чтобы развертка не втягивалась в отверстие давлением стружки.

При развертывании большее число зубьев развертки одновременно участвует в работе, что обеспечивает лучшее ее направление при работе. Развертывание характеризуется сравнительно малой глубиной резания ( $t=0,05 \div 0,3$  мм), что способствует получению малой шероховатости, высокого качества обработанной поверхности и малой толщины среза.

Развертка имеет заборную часть длиной  $l$  и калибрующую длиной  $l_1$  (рис. 3.31, а). Калибрующий участок на длине  $l_2$  служит для направления развертки при работе, зачистке поверхности отверстия, придания ему заданного размера, а так же как резерв для переточки. Калибрующий участок на длине  $l_3$  затачивают на конус, чтобы уменьшить трение и предотвратить увеличение диаметра отверстия за счет биения развертки. Разность диаметров конуса составляет 0,03—0,05 мм.

Основную работу резания выполняет заборная часть. Главный угол в плане ручных разверток  $\varphi=0,5 \div 1,5^\circ$ ; в машинных (при обработке сквозных отверстий в стальных заготовках)  $\varphi=15^\circ$ ; при обработке чугунных заготовок  $\varphi=5^\circ$ . Для твердосплавных разверток  $\varphi=30 \div 45^\circ$ .

Передний и задний углы, измеряемые в главной секущей плоскости Б—Б, выбирают в зависимости от материала режущей части развертки и обрабатываемого материала. Для разверток из инструментальной стали  $\gamma=1 \div 10^\circ$ , для твердосплавных  $\gamma=0 \div 15^\circ$ . Задний угол принимают в пределах от 6 до  $12^\circ$ . Чем вязче обрабатываемый материал, тем угол должен быть больше.

На калибрующей части развертки

имеется цилиндрическая фаска шириной  $f=0,05 \div 0,25$  мм. Чем больше диаметр развертки, тем шире фаска. Вспомогательный задний угол  $\alpha_1=10 \div 20^\circ$ .

На рис. 3.31, б схематично изображена развертка, у которой заборная часть заменена кольцевой заточкой. Такие развертки обеспечивают получение меньшей шероховатости обработанной поверхности. Это объясняется тем, что задний угол кольцевой заточки, равный нулю, способствует снижению вибраций, а лезвия кольцевой заточки имеют меньшее биение, так как заточка осуществляется в центрах на круглошлифовальном станке.

Для лучшего отвода стружки, что особенно важно при обработке вязких материалов, развертки изготавливают с наклонными (винтовыми) зубьями. При обработке сквозных отверстий движение стружки должно быть направлено вперед. Это достигается левым наклоном зубьев, как показано на рис. 3.31, в. Развертка с наклонными зубьями обеспечивает получение меньшей шероховатости обработанной поверхности. Угол наклона зубьев  $\omega=10 \div 45^\circ$ . Чем вязче обрабатываемый металл, тем угол  $\omega$  должен быть больше.

Режимы резания при развертывании определяют так же, как и при рассверливании.

Развертка служит для окончательной обработки отверстий высокой точности, поэтому критерием ее износа

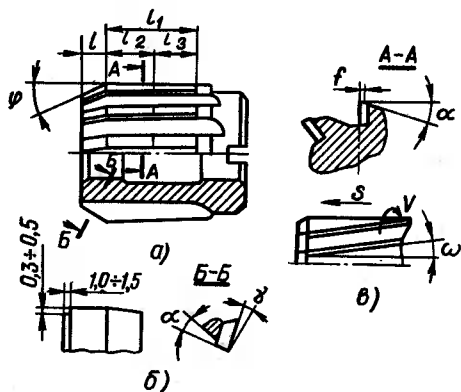


Рис. 3.31. Насадная развертка с твердосплавными пластинами

служит технологический критерий, т. е. такой, при котором отверстие перестает отвечать заданным параметрам (точности геометрической формы отверстия и его размеров, параметру шероховатости поверхности и т.п.). Развертка срезает слои металла малой толщины, поэтому она изнашивается в основном по задней поверхности.

Максимально допустимая величина износа для развертки из инструментальной стали  $h_3 = 0,3 \div 0,8$  мм, для твердосплавных  $h_3 = 0,2 \div 0,7$  мм.

Средний период стойкости разверток, соответствующий технологическому износу, колеблется в пределах 18—84 мин при обработке стали и 36—150 мин при обработке чугуна. Развертки больших диаметров имеют больший период стойкости, чем развертки малых диаметров.

Для твердосплавных разверток диаметром от 10 до 80 мм скорость резания в зависимости от свойств обрабатываемого материала, глубины резания и подачи находится в таких пределах: при обработке незакаленной стали с охлаждением 10—50 м/мин; при обработке чугуна без охлаждения 10—18 м/мин.

**Охлаждение при обработке отверстий.** СОЖ при сверлении и обработке внутренних поверхностей отверстий применяют для тех же целей, что и при обработке наружных поверхностей.

Для обработки углеродистой обыкновенного качества и качественной, легированной стали и стального литья при растачивании применяют эмульсию, растительное масло, сульфифрезол, для сверления и зенкерования — эмульсию, компаундированные масла. Чугунное литье и ковкий чугун растачивают без охлаждения или с применением сурепного масла (чугунное литье), сверлят и зенкеруют, охлаждая эмульсией или керосином, или совсем не охлаждают. Бронзу и латунь обрабатывают без охлаждения или применяя эмульсию или сурепное масло (для латуни). Алюминий растачивают, охлаждая скипидаром и керосином, а сверлят и зенкеруют, не охлаждая или применяя эмульсию и керосин.

### 3.9. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

**Резцы для нарезания резьб.** Резьбовые резцы для нарезания резьбы на токарных станках изготовляют из быстрорежущих сталей. Для скоростного нарезания резьбы применяют резцы, оснащенные твердосплавными пластинками. Они могут быть цельными, напайными или с механическим креплением пластинки твердого сплава.

В зависимости от вида резьбы выбирают тип резбонарезного инструмента.

Изготовление резьб в условиях единичного или мелкосерийного производства и нарезание крупных резьб производят стержневыми (рис. 3.32, а, б, в), призматическими односторонними и многосторонними (рис. 3.33, а, б), круглыми (дисковыми) односторонними и многосторонними (рис. 3.33, в, г) резцами.

Стержневой быстрорежущий резец (рис. 3.34, а, б) применяют для нарезания цилиндрических и конических наружных резьб. Стержневой отогнутый резец (см. рис. 3.32, в) служит для нарезания внутренних резьб.

Габаритные размеры  $L$ ,  $B$ ,  $H$  стержневого резьбового резца такие же, как и у проходных токарных резцов. Размеры рабочей части резца ( $b = 5 \div 10$  мм,  $l = 15 \div 30$  мм) выбирают в зависимости от величины шага нарезаемой резьбы (большие размеры соответствуют большей величине шага). Задние углы бокового профиля  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  при нарезании правой резьбы принимаются в зависимости от величины угла подъема  $\omega$  резьбового витка.

На вершине резьбового резца или делают прямолинейную кромку  $f_a$ , или скругляют радиусом  $r$  в зависимости от типа нарезаемой резьбы. Задний угол по вершине  $\alpha$  равен  $10\text{--}12^\circ$ . Передний угол на чистовых резцах по фаске  $\gamma$  равен  $0^\circ$ . Для черновых резцов передний угол  $\gamma = 5 \div 20^\circ$  в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.

Стержневые резцы для скоростного нарезания резьбы оснащают твердосплавными пластинками марок Т15К6, Т14К8 и ВК8.

Призматические и круглые резьбо-

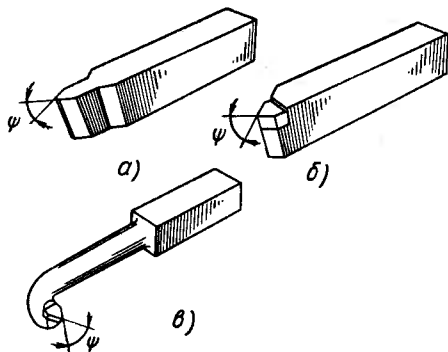


Рис. 3.32. Типы резбовых стержневых резцов

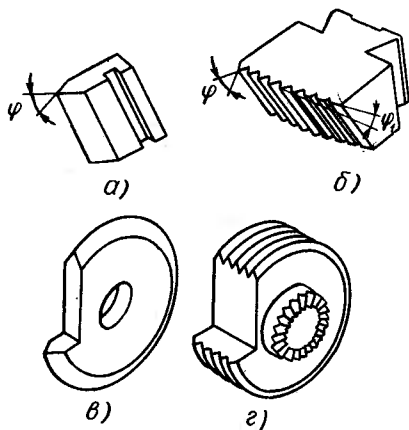


Рис. 3.33. Типы резбовых фасонных резцов

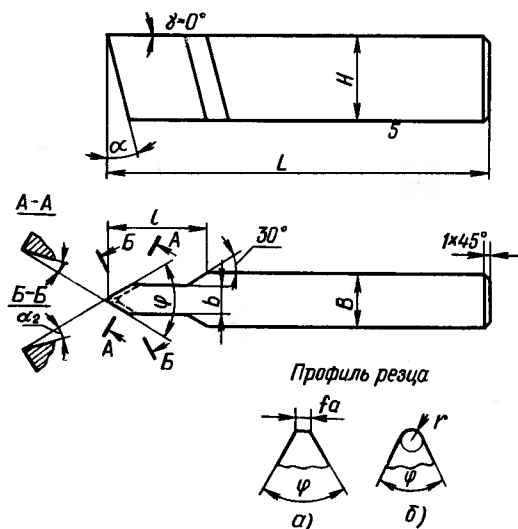


Рис. 3.34. Стержневой резбовой резец из быстрорежущей стали

вые резцы являются разновидностью фасонных резцов. Основное их преимущество по сравнению со стержневыми — возможность увеличенного числа переточек. Необходимые величины переднего  $\gamma$  и заднего  $\alpha$  углов у призматического резца достигают наклонной установкой резца в державке. Обычный задний угол  $\alpha = 15^\circ \div 20^\circ$ .

Многониточные резцы для нарезания резьбы на всю глубину за один рабочий ход имеют угол в плане  $\varphi = 30^\circ$  (см. рис. 3.32, б).

Призматические и круглые резцы закрепляют в специальных державках — жестких и пружинящих. Пружинящие державки обеспечивают лучшую шероховатость нарезаемой резьбы.

Для нарезания метрической резьбы угол профиля резбового резца  $\psi = 60^\circ$ , задний угол  $\alpha$  в пределах  $12^\circ$ — $15^\circ$ . Боковые углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  зависят от заднего угла и возрастают по мере его увеличения. При нарезании резьбы с малыми углами подъема винтовой линии (до  $2^\circ$ ) эти углы делают одинаковыми и равными  $4^\circ$ — $5^\circ$ . Передний угол  $\gamma$  резбовых резцов обычно делают равным нулю, причем для получения правильного профиля резьбы необходимо, чтобы резец был установлен на высоте центровой линии станка.

Угол профиля быстрорежущих резцов  $\psi$  для нарезания дюймовой и трубных резьб делается равным  $55^\circ$ , а твердосплавных —  $54^\circ$ — $54^\circ 31'$ . Все остальные углы и другие элементы профиля резцов для нарезания указанных резьб определяют так же, как и для резцов, предназначенных для нарезания метрических резьб.

Резец для нарезания прямоугольной резьбы, передняя грань которого устанавливается параллельно оси резьбы, для обеспечения свинчиваемости винта и гайки должен иметь ширину, большую половины шага на  $0,01$ — $0,04$  мм.

Передний угол  $\gamma$  такого резца обычно  $0^\circ$ ; при нарезании резьбы на деталях из мягкой стали делают иногда  $\gamma = 4^\circ \div 6^\circ$ .

Задний угол  $\alpha$  делается равным  $6^\circ$ — $8^\circ$ . Углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  на боковых сторонах выбирают по правилам, относящимся к резцам для нарезания метрических резьб.

Черновой резец для нарезания трапецеидальной резьбы делается с углом профиля, равным  $60^\circ$ . Вершина резца закругляется радиусом  $r$  до 1 мм в зависимости от шага нарезаемой резьбы. Задний угол и боковые углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  выбираются по правилам, относящимся к резцам для метрической резьбы.

Черновые резцы для нарезания модульной резьбы имеют такие же углы и другие элементы, как и подобные им резцы для трапецеидальной резьбы.

Чистовые резцы для модульной резьбы также подобны применяемым для обработки трапецеидальной резьбы. Угол профиля чистового резца делается равным углу профиля резьбы, если материал резца — быстрорежущая сталь, и на градус — полградуса меньше этого угла при твердосплавном резце. Высота и ширина притупления резца должны быть не больше соответствующих величин впадины резьбы.

**Нарезание резьбы резцами.** Нарезание резьбы резцами является характерной операцией токарно-винторезного станка. Современные токарно-винторезные станки позволяют нарезать наружную и внутреннюю резьбу (рис. 3.35) различными способами.

Нарезание резьбы резцами производится в несколько рабочих ходов, так как острый угол при вершине в плане не допускает больших нагрузок. Число рабочих ходов зависит от размеров впадины, т. е. от величины срезаемого слоя металла, и требуемой точности. После каждого рабочего хода резец отводят от изделия, возвращают в исходное положение и поперечным перемещением устанавливают на требуемую глубину резания для следующего рабочего хода. Поперечное перемещение возможно либо в направлении, перпендикулярном оси изделия, либо под углом профиля резьбы. После установки резца на тре-

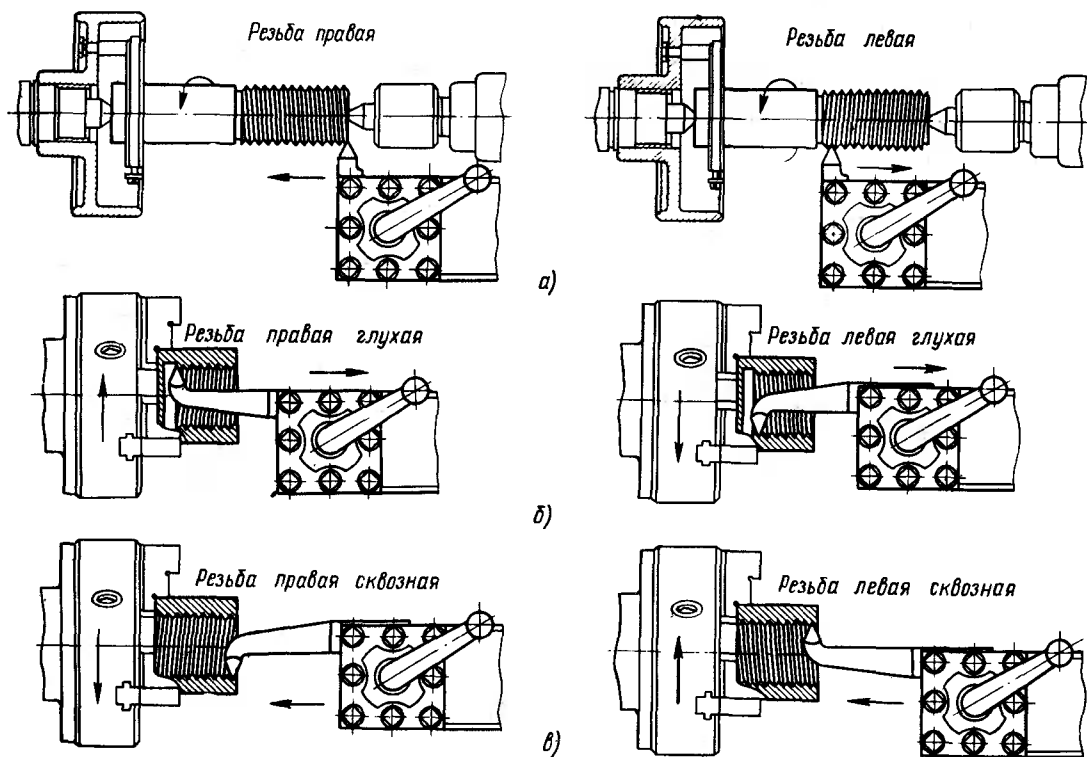


Рис. 3.35. Схемы нарезания различных резьб:

а — правой и левой, б — правой и левой глухих, в — правой и левой сквозных

буемую глубину резания (глубину врезания) включают механическую продольную подачу и производят следующий рабочий ход. При поперечной подаче, перпендикулярной оси изделия, в резании участвуют обе режущие кромки и вершина резца, что ухудшает условия стружкообразования.

При подаче на врезание под углом, равным половине угла профиля, основную работу резания производит главная режущая кромка. При этом увеличивается отношение толщины среза к его периметру, вследствие чего уменьшаются удельное усилие резания и возможность появления вибраций.

Величина поперечной подачи устанавливается по лимбу суппорта. При нарезании более точных резьб используют индикаторный упор.

Трапецеидальные резьбы крупнее треугольных, и объем металла, подлежащего снятию, значительно больше.

С технологической точки зрения трапецеидальные резьбы целесообразно разбить на три группы: крупные (шаг резьбы более 25 мм), средние (шаг резьбы от 6 до 25 мм), мелкие (шаг резьбы менее 5 мм). Для многоходовых резьб указывают число заходов.

Мелкие резьбы нарезают профильным резцом за один рабочий ход и лишь резьбы высокой точности калибруют отделочным резцом. Черновое нарезание многоходовых резьб производят резцом, передняя грань которого установлена в плоскости, нормальной к винтовой линии на среднем диаметре резьбы. Такая установка резца искажает профиль резьбы, поэтому при чистовом нарезании необходимо либо корректировать профиль резца, либо установить его так, чтобы режущие кромки находились в осевой плоскости.

Очень важно обеспечить правильное относительное расположение витков резьбы, т. е. постоянную величину шага нарезки.

**Контроль резьбовыми калибрами.** Виды резьбовых калибров и допуски на их изготовление приведены в ГОСТ 1623—61 (для резьб диаметром от 1 до 600 мм) и ГОСТ 3199—73 (для резьб диаметром меньше 1 мм).

Рабочими калибрами для контроля

гаек (внутренней резьбы) являются резьбовые пробки: проходная *ПР* и непроходная *НЕ* (рис. 3.36, а). Если пробка *ПР* ввинчивается в гайку, то это значит, что средний диаметр не выходит за установленный наименьший предельный размер, имеющиеся ошибки шага и угла профиля резьбы гайки компенсированы соответствующим увеличением среднего диаметра, наружный диаметр гайки не меньше наружного диаметра болта.

Следовательно, непроходная пробка контролирует приведенный средний диаметр  $d_{cp}$ .

Если непроходная пробка *НЕ* не ввинчивается, то это означает, что средний диаметр гайки не больше установленного наибольшего предельного размера.

Для уменьшения влияния ошибок шага и угла профиля на результаты контроля непроходные калибры имеют небольшое число полных витков ( $2\frac{1}{2}$  — 3) и малую измерительную длину сторон профиля с притуплением по наружному диаметру и прорезкой канавки по внутреннему диаметру (рис. 3.36, а). Такой профиль резьбы непроходной пробки приспособлен к проверке только среднего диаметра и называется укороченным.

Пробка *НЕ*, как правило, не должна ввинчиваться в гайку, но при нормальной длине резьбы допускается ввинчивание до двух оборотов с обоих торцов детали, а при коротких резьбах допускается ввинчивание до двух оборотов с одного торца детали или в сумме с двух сторон.

На калибры для гаек установлены допуски на все параметры резьбы. Калибры-пробки по различным параметрам резьбы проверяют универсальными измерительными средствами.

Рабочими калибрами для проверки болтов (наружной резьбы) являются резьбовые проходные и непроходные кольца, а также резьбовые скобы (рис. 3.36, б, в). Для контроля самих рабочих калибров предусмотрены контрольные калибры в виде шести резьбовых пробок, кото-



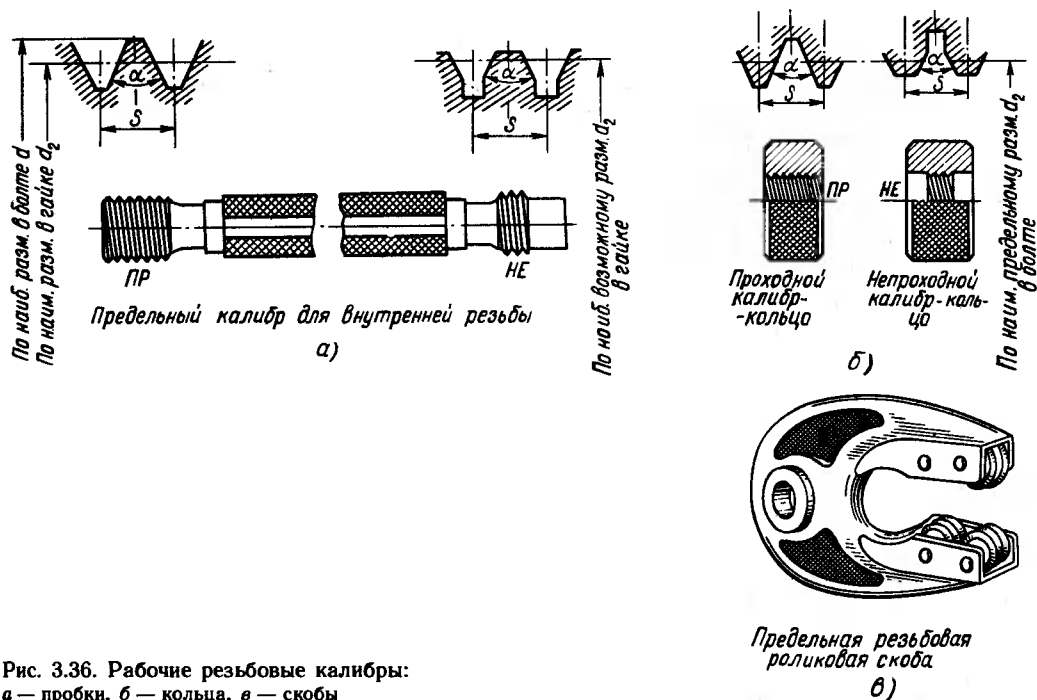


Рис. 3.36. Рабочие резьбовые калибры:  
а — пробки, б — кольца, в — скобы

рые обозначаются К — ПР, К — НЕ, У — ПР, У — НЕ, К — И и КИ — НЕ.

Пробки К — ПР и К — НЕ предназначены для проверки новых проходных и непроходных резьбовых колец: пробка К — ПР имеет укороченный профиль резьбы, а пробка К — НЕ — полный профиль резьбы. Эти контракалибры

могут только частично свинчиваться с проверяемыми ими кольцами и во всяком случае резьбы пробок не должны выходить с противоположной ввинчиванию стороны проверяемого кольца. По пробкам У — ПР и У — НЕ устанавливают резьбовые скобы на заданный размер резьбы; эти пробки имеют полный профиль резьбы.

## ГЛАВА 4 ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

### 4.1. ВИДЫ ИЗНОСОВ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Износ деталей машин и механизмов в процессе их эксплуатации неизбежен. Большинство деталей сельхозмашин по истечении некоторого времени становятся непригодными для дальнейшей работы и требуют ремонта. Износ в общем виде можно представить как результат разрушения наружных слоев твердого тела и изменения его структуры; он вызывается различными причи-

нами, в том числе и усталостью материала.

Виды износов и причины их возникновения в машинах многообразны. Однако все виды износов можно разделить на две группы: естественные и аварийные.

Медленное нарастание величины износа, вызываемое действием сил трения, коррозией или другими причинами, возникающими при нормальных условиях эксплуатации с соблюдением всех

правил ухода за машинами,— отличительный признак первой группы износосов. Быстрое изнашивание деталей и сопряжений, обусловленное несоблюдением технических правил ухода за машиной или другими причинами, связанными с конструктивными и технологическими дефектами изготовления и сборки, характерно для второй группы износосов. В большинстве случаев аварийный износ в машинах приводит к остаточным деформациям и разрушению деталей.

Износ трущихся поверхностей деталей сопровождается постоянной потерей металла, происходящей в связи с истиранием и разрушением наружных слоев. Износ деталей вызывает изменение формы и первоначальных размеров. На рабочих поверхностях появляются диски и царапины, наволакивается и разрушается материал, геометрическая форма детали из цилиндрической превращается в овальную или конусную, а при воздействии изгибающих усилий возможен и прогиб детали.

Основная причина износа трущихся поверхностей заключается в работе сил трения.

#### **4.2. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Существуют два основных метода восстановления деталей: ремонтных размеров; восстановления деталей до номинальных размеров. Первый способ исправления предусматривает изменение геометрической формы у изношенных деталей механической обработкой, при которой первоначальные размеры детали изменяются в пределах допустимой прочности.

Восстановленные механической обработкой детали получают новые ремонтные размеры, отличные от номинальных. Ремонтные размеры детали могут быть больше или меньше номинальных размеров. Если рабочей поверхностью является отверстие, ремонтный размер будет больше номинального, а при обработке шейки вала ремонтный размер становится меньше.

При этом методе первоначальное сопряжение восстанавливается заменой одной из сопряженных деталей новой

с необходимым ремонтным размером или вводом дополнительной детали.

Метод восстановления изношенных деталей до номинальных размеров состоит в наращивании слоя металла на изношенной поверхности с последующей механической или слесарной обработкой детали по размерам и допускам, предусмотренным чертежом. Наращивание слоя металла на поверхность детали осуществляется с помощью электродуговой и газовой сварки, металлизации, электролитического способа покрытия (хромом или железом), электроискровой обработки, а также за счет перемещения металла с нерабочих участков на изношенные участки детали способом давления.

При восстановлении подшипников скольжения применяют заливку или наплавку их антифрикционными сплавами.

Основными достоинствами метода ремонтных размеров являются простота и доступность его применения в условиях любого завода и мастерской. Однако он имеет тот недостаток, что механическая обработка под ремонтный размер ослабляет сечение деталей и ограничивает их взаимозаменяемость.

Межремонтный срок службы сопряжения при переводе основной детали в ремонтный размер меньше номинального вследствие сужения предела допустимого износа.

Ввод дополнительной ремонтной детали в сопряжение ослабляет жесткость узла и требует уменьшения допусков на обработку деталей, что приводит к повышению стоимости ремонта.

Замена изношенной детали новой, а также применение дополнительных деталей в сопряжениях повышают стоимость ремонтных операций.

Метод восстановления изношенных деталей до номинальных размеров более прогрессивен, чем метод ремонтных размеров. Наращивание слоя металла позволяет производить восстановление деталей неограниченное число раз. Наращивание деталей износостойкими металлами и сплавами дает возможность не только восстановить их размеры, но и повысить срок службы.

Наряду с восстановлением геоме-

трической формы и размеров в практике ремонта деталей нередко приходится устранять трещины, прогиб, скручивание и другие неисправности.

Пробойны и трещины в деталях устраняют сваркой и пайкой, постановкой заплата и штифтованием. Вогнутость и скручивание стержней исправляют правкой, а повреждение рабочих поверхностей деталей (риски, задиры, царапины и т. п.) — обычно механической или слесарно-механической обработкой.

**Ремонт деталей путем перевода в ремонтный размер.** Восстановление первоначального зазора у сопряженных деталей переводом в ремонтный размер осуществляется с помощью механической обработки более трудоемкой и дорогостоящей детали до заданного размера и изготовления или восстановления под вновь установленный размер другой, сопряженной детали. Допуск на механическую обработку у основной и восстановленной деталей сохраняется прежний.

Восстановление изношенных деталей механической обработкой производится до выведения следов износа или перевода их в заранее регламентированный ремонтный размер. В первом случае устанавливают свободный ремонтный размер, а во втором — ближайший стандартный. Свободный размер позволяет сохранить деталь от излишней механической обработки, но применение его нарушает взаимозаменяемость деталей сопряжения. Перевод деталей в регламентированные размеры требует снятия большого слоя металла, что неизбежно ослабляет деталь. Взаимозаменяемость деталей сопряжения с регламентированными размерами сохраняется в пределах данного ремонтного размера.

Аналогичный ремонт одной и той же сопряженной пары деталей может применяться последовательно несколько раз, причем диаметр вала постепенно будет уменьшаться, а диаметр отверстия увеличиваться. Пределом ремонта путем изменения размеров сопряженных деталей является их прочность.

Величина ремонтного размера детали задается заранее или устанавливается в момент ее восстановления.

Обычно ремонтные размеры при единичном восстановлении изношенных деталей устанавливают каждый раз произвольно, исходя из возможности получения необходимого зазора. При восстановлении часто поступающих в ремонт деталей машин с вполне установившимся межремонтным циклом их работы следует пользоваться заранее разработанной шкалой ремонтных размеров. Составление шкалы ремонтных размеров для таких деталей не представляет особой трудности.

Новый ремонтный размер равен номинальному размеру минус сумма величины износа и припуска на обработку. Величина припуска на обработку задается в зависимости от величины искажения геометрической формы деталей и ее размеров, способа механической обработки и материала детали.

Применение заранее разработанной шкалы ремонтных размеров позволяет предварительно заготовить запасные детали и ускорить процесс ремонта.

Имея шкалу ремонтных размеров для каждой сопряженной пары, подвергающейся наибольшему износу, можно при очередном ремонте к основной (незаменяемой) детали подобрать вторую сопряженную деталь. Если основная деталь изношена больше, чем это предусматривалось при расчете, ее можно перевести в следующий ремонтный размер.

Восстановление деталей путем перевода в ремонтный размер сокращает общий срок их службы, так как износ и припуск на обработку направлены в тело детали. Вместе с тем износ и механическая обработка деталей, ранее подвергнутых поверхностной закалке или химико-термической обработке, снижают твердость, а следовательно, и уменьшают износостойкость поверхностей.

Ремонтные размеры могут быть больше или меньше производственных размеров. Так, выпускные клапаны дизеля КДМ-46 имеют производственный размер диаметра штока  $13 \pm 0,075$  мм при диаметре отверстия направляющей втулки  $13 + 0,035$  мм. Изношенную втулку развертывают до диаметра  $13,5 + 0,035$  мм и устанавливают ремонтный размер диаметра клапана  $13,5 \pm 0,075$  мм.

мм. Затем шток изношенного клапана шлифуют под ремонтный размер  $12,5_{-0,135}^{+0,075}$  мм для использования со втулками диаметром ремонтного размера  $12,5_{+0,035}^{+0,035}$  мм.

При дальнейших ремонтах изношенные втулки малого ремонтного размера развертывают до диаметра производственного размера  $13,0_{+0,035}^{+0,035}$  мм и комплектуют с клапанами производственного размера. Во всех случаях обеспечивается зазор в сопряжении в пределах  $0,075—0,170$  мм.

Изношенные шпоночные пазы также обрабатывают под ремонтный размер по ширине для установки более широких ремонтных шпонок.

#### 4.3. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА НАПЛАВЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Из всех применяющихся в современной практике способов восстановления деталей тракторов и автомобилей (хромирование, осталивание, металлизация, наплавка и др.) наибольшее распространение получил способ электродуговой наплавки. По данным ГОСНИТИ, 55% восстанавливаемых по типовой технологии деталей тракторов и сельскохозяйственных машин имеют сварочные или наплавочные операции.

**Наплавленный слой и его особенности.** Наплавленный металл неоднороден по микроструктуре, химическим и физико-механическим свойствам. Наплавленные поверхности имеют: неравномерный припуск на обработку (2—4 мм); повышенную твердость; пленку окислов и шлаковые включения. Твердость металла после наплавки под слоем легирующего флюса достигает  $HV=4500 \div 5000$  Н/мм<sup>2</sup>. Все это создает неблагоприятные условия резания: резко меняются силы резания, повышаются вибрации резца, что приводит к микровыкрашиваниям и микросколам рабочих поверхностей резца и повышает его износ.

**Резцы для обработки наплавленного слоя.** Для черновой обработки наплавленных поверхностей стальных деталей применяют резцы, оснащенные пластинками сплава Т5К10, обладающие высоким сопротивлением ударам и вибрациям. Эти резцы (рис. 4.1, а) имеют

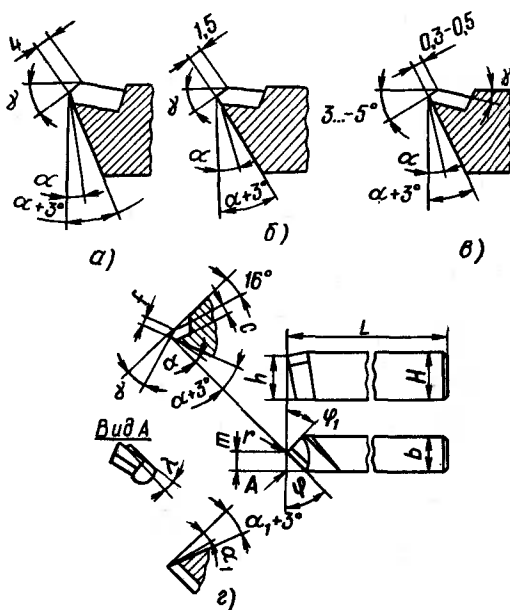


Рис. 4.1. Формы передних граней и углы заточки резцов с пластинками твердых сплавов: а — плоская отрицательная двойная, б — плоская с широкой отрицательной фаской, в — плоская с узкой отрицательной фаской, г — углы заточки резца

отрицательный передний угол  $\gamma = 8 \div 10^\circ$ . При отрицательных передних углах часть пластинки резца у главной режущей кромки получается более прочной, чем при положительных углах. Большие углы в плане ( $\alpha = 60 \div 75^\circ$ ) уменьшают радиальную составляющую силу резания, что облегчает условия работы вершины резца при неравномерном припуске на обработку детали. При положительном угле  $\gamma$  упрочняется вершина резца и улучшается отвод тепла (рис. 4.1, г). Для черновой обточки наплавленных поверхностей выбирают: скорость резания 60—100 м/мин, глубину резания 2—4 мм, подачу 0,3—0,8 об/мин.

Для чистовой обточки стальных наплавленных поверхностей применяют резцы с пластинками из твердого сплава Т15К6. Этот сплав более износостойчив, чем Т5К10, но и более хрупок. Резцы (рис. 4.1, б) выполняют с положительным передним углом, шириной фаски 1,5 мм; передним углом  $\gamma = -2^\circ$  для мягких сталей и  $\gamma = -5^\circ$  для твердых сталей.

При чистовой обработке выбирают скорость резания 80—120 м/мин, глу-

бину резания 0,3—0,8 мм, подачу 0,2—0,3 об/мин. При обработке основного металла скорость резания увеличивают до 200 м/мин.

На ремонтных предприятиях сельхозтехники также внедряют чистовое точение с большими подачами, применяя твердосплавные резцы со вспомогательным углом в плане  $\varphi_1 = 0^\circ$ . Направленная вдоль образующей детали вспомогательная режущая кромка зачищает обработанную поверхность. Длина этой кромки приблизительно на 20% превышает величину наибольшей подачи.

При обработке деталей (например, при ремонте цилиндров) применяют тонкое точение, характеризующееся малой (0,1—0,2 мм) глубиной резания и подачей (0,03—0,2 мм/об) при больших скоростях резания (150—300 м/мин).

Большую роль при чистовой токарной обработке играют своевременная заточка и тщательная централизованная доводка резцов на специальных станках мелкозернистыми кругами карбида бора.

При обработке чугунов широко применяют резцы с пластинками из твердых сплавов ВК8, ВК6 и ВК3. Резцы с пластинками сплава ВК8 применяют при прерывистом точении и переменном сечении стружки (ими же производят обдирочную обработку литых заготовок). Для чистовой обработки применяют резцы с пластинками твердого сплава ВК6, для отделочной — ВК3.

Заточка резцов отличается большим радиусным переходом  $r = 3 \div 5$  мм между главной и вспомогательной режущими кромками и малым ( $\pm 5^\circ$ ) передним углом. Отрицательный передний угол рекомендуется при обработке с ударами, неравномерными припусками и по корке; положительный передний угол применяют при чистовой обработке. В последнем случае делают маленькую отрицательную фаску  $f = 0,3 \div 0,5$  мм под отрицательным углом от  $-3$  до  $-5^\circ$  (рис. 4.1, в).

Чугун точат при скоростях резания 80—180 м/мин. Для получистовой обработки чугуна и углеродистой стали применяют также резцы с минерало-

керамическими пластинками ЦМ-332. При получистовой обработке чугуна и углеродистой стали этими резцами рекомендуются повышение скорости резания до 300 м/мин, глубина резания 0,5—2,0 мм, подача 0,15—0,4 мм/об.

В результате хрупкости минералокерамические пластинки не применяют для обработки поверхностей при прерывистом точении и с неравномерным припуском на обработку, а также ограничено применяют при черновой обработке.

У резцов с минералокерамическими пластинками делают отрицательный передний угол до  $10^\circ$  и главный угол в плане  $\varphi = 30 \div 45^\circ$ . Малые углы  $\varphi$  увеличивают ширину срезаемого слоя; усилия резания распределяются на более длинном участке режущей кромки. Такой резец отличается большей прочностью.

Для предварительной заточки минералокерамических резцов применяют круги зеленого карбида кремния зернистостью 46, а для окончательной — зернистостью 80. Грани резцов доводят пастой карбида кремния зернистостью 220—280 или пастой карбида бора.

**Выбор подач.** Величина подачи при черновой обработке ограничивается мощностью станка, прочностью пластинки твердого сплава, жесткостью детали, инструмента и станка, а при чистовой обработке — требованиями к шероховатости поверхности и точности обрабатываемой детали. Рекомендуемые величины подач даны в табл. 4.1. По данным канд. техн. наук О. А. Лукина из Ленинградского сельскохозяйственного института\* скорости резания при чистовом точении наплавленного металла составляют 20—30% от скоростей резания при точении стали 45.

Выбор марки твердого сплава производился как для чистового, так и для чернового точения «по корке». При чистовом точении испытанию подвергались резцы, оснащенные пластинками твер-

\* Исследования проводились на деталях из стали 45, так как анализ материалов типовой технологии ремонта тракторов показал, что из общего количества операций восстановления электродуговой наплавкой деталей больше половины составляют операции по восстановлению деталей из сталей 40—45; наплавка производилась электродами марки ОЗН-300.

#### 4.1. Подачи при черновом продольном и поперечном точении при глубине резания до 5 мм

Материал резца	Диаметр заготовки, мм					
	до 30	31—50	51—80	81—120	121—180	свыше 180
	Подача, мм/об					
Обрабатываемый материал: сталь, чугун, бронза						
Быстрорежущая сталь и твердый сплав	0,2—0,5	0,4—0,8	0,6—1,2	1,0—1,6	1,4—2,0	1,8—2,6
Обрабатываемая поверхность наплавлена обычными электродами с меловой обмазкой						
Быстрорежущая сталь	0,2—0,4	0,3—0,7	0,5—0,8	0,6—1,2	0,7—1,2	0,8—1,5
Твердый сплав	0,2—0,4	0,2—0,4	0,3—0,5	0,4—0,7	0,4—0,7	0,4—0,8
Обрабатываемая поверхность наплавлена качественными электродами со специальной обмазкой						
Быстрорежущая сталь	0,2—0,4	0,2—0,4	0,3—0,5	0,4—0,7	0,4—0,7	0,4—0,8
Твердый сплав	0,15—0,3	0,15—0,3	0,2—0,4	0,3—0,5	0,3—0,6	0,4—0,7

дого сплава следующих марок: ВК3, ВК8, Т14К8, Т15К6Т, Т30К4; при черновом: ВК6, ВК8, Т5К10, Т14К8, Т15К6Т.

Практические рекомендации по режимам резания приведены в табл. 4.2.

По материалам бюро нормативов Министерства станкоинструментальной промышленности СССР при точении углеродистой стали с временным сопротивлением  $\sigma_b = 600 \div 650 \text{ Н/мм}^2$  при глубине резания 1,0 мм и подачах 0,15;

0,2; 0,3 мм скорости резания равны 334; 316; 292 м/мин.

Для точения металла, наплавленного электродами ОЗН-300, наиболее пригоден титано-вольфрамовый сплав Т15К6Т.

Лучшие результаты при чистовом точении показали резцы с углами  $\gamma = -10^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ$ , при черновом  $\gamma = -15^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ$ .

При чистовом точении шероховатость поверхности наплавленного металла практически не отличается от шероховатости поверхности стали 45.

#### 4.2. Практические рекомендации по выбору режимов резания для деталей, восстановленных электродуговой наплавкой

Подача, мм/об	Чистовое точение				Черновое точение			
	Глубина резания, мм							
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0
	Скорости резания, м/мин							
0,15	138	123	115	110	—	—	—	—
0,2	114	104	98	94	46,0	44,0	42,5	41,5
2,3	77	71	67	65	28,5	27,5	27,0	26,5
0,4	60	55	53	51	20	19,5	19	18,5
0,5	50	46	44	42	15	14,7	14,5	14,3

Примечание. Режимы резания рассчитаны при стойкости резца  $T=60$  мин.

#### 4.4. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ С МЕТАЛЛИЗАЦИОННЫМ СЛОЕМ

Металлизационный слой по своим свойствам значительно отличается от исходных металлов, из которых получен. Хрупкость, твердость, неоднородность структуры, недостаточная прочность сцепления слоя с основным металлом детали и другие факторы позволяют производить резание при скоростях, более низких, чем при обработке основных металлов.

Кроме того, в слое имеются поры, шлаковые включения и окислы. Такая

неоднородность структуры в процессе резания вызывает интенсивный износ инструмента.

**Рекомендуемые резцы и режимы резания.** Исследователем В. И. Драгуновичем установлено, что при точении металлizationного слоя наибольший износ резца происходит по задней поверхности резца; наиболее пригодны для точения резцы с пластинками сплава Т15К6, но могут быть рекомендованы и пластинки сплава ВК3; оптимальная геометрия режущей части инструмента: для черного точения  $\gamma = -5^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$ ; для чистового  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$ .

Практические рекомендации по режимам резания приведены в табл. 4.3.

**4.3. Режимы резания для точения металлizationного слоя**

Подача, мм/об	Чистовое точение			Черновое точение		
	Глубина резания, мм					
	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0
	Скорость резания, м/мин					
0,1	43,0	42,0	41,5	—	—	—
0,15	34,5	33,5	33,0	—	—	—
0,20	—	—	—	25,0	23,0	21,0
0,25	26,0	24,0	22,0	—	—	—
0,30	—	—	—	15,0	13,0	12,0
0,40	19,0	18,0	17,0	11,0	10,0	9,0
0,50	—	—	—	7,0	6,5	6,0

При твердости металлизированного слоя до  $HV = 3000 \text{ Н/мм}^2$  деталь обрабатывают резцами с пластинками из твердого сплава ВК6. Профиль резца рекомендуется следующий:

Передний угол $\gamma$ , град	5—7
Задний угол $\alpha$ , град	10—12
Главный угол $\phi$ в плане, град	60
Вспомогательный угол $\phi_1$ в плане, град	10—15
Радиус при вершине, мм	1,5

Несмотря на некоторую хрупкость металлизированного слоя, резец при точении изнашивается больше, чем при обработке основного металла детали. Для повышения стойкости резцов металлизированный слой пропитывают маслом.

Для металлизированных покрытий с содержанием углерода до 0,3% при черновой обточке рекомендуется скорость резания 25—30 м/мин, глубина реза-

ния до 2 мм, подача до 0,25 мм/об.

При чистовой обработке подачу уменьшают до 0,10 мм/об. Металлизированные покрытия с содержанием углерода 0,3—0,6% обрабатывают при скорости резания 20 м/мин, подаче 0,10 мм/об.

#### 4.5. ОБТАЧИВАНИЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

Теоретическое и экспериментальные исследования процесса резания закаленных сталей осуществлены докт. техн. наук А. Я. Малкиным.

**Резцы для обтачивания закаленных сталей.** При обработке сталей  $HRC = 600 \text{ Н/мм}^2$  следует применять резцы с пластинками из металлокерамических сплавов марок ВК8 и Т5К10. Резцы с пластинками из сплава Т15К6 используют только при чистовой обработке.

Углы резцов, применяемых при обтачивании закаленных сталей, рекомендованные А. Я. Малкиным, указаны в табл. 4.4.

**4.4. Углы резцов (град) с металлокерамическими пластинками для обтачивания закаленных сталей**

Твердость обрабатываемой стали $HRC, \text{ Н/мм}^2$	Передний угол $\gamma$	Задний угол $\alpha$	Главный угол в плане $\phi$	Вспомогательный угол в плане $\phi_1$	Угол наклона главной режущей кромки $\lambda$
400—500	—10	12—14	40	15	—
500—600	—10	12—14	30	12	10—15
600—650	—15 ÷ —20	12—14	25—20	10	—

Примечания: 1. Радиус закругления вершины резца следует делать равным 1—1,5 мм.

2. Передний угол резцов с пластинками сплава Т15К6 увеличивается иногда до  $-25^\circ$ .

3. Рекомендуется применять резцы с двойной передней гранью, напаявая пластинку под положительным передним углом  $10^\circ$  и снимая на ней фаску шириной 1—1,5 мм под требуемым отрицательным углом.

**Режимы резания при обтачивании закаленных сталей.** При обтачивании закаленных сталей на стойкость резца влияют главным образом скорость резания и толщина стружки.

Режимы резания при обтачивании закаленных сталей резцами с пластинками сплавов ВК8 и Т5К10 указаны в табл. 4.5.

#### 4.5. Режим резания при obtачивании закаленных сталей

Твердость стали HRC, Н/мм <sup>2</sup>	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Твердость стали HRC, Н/мм <sup>2</sup>	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин
300—400	До 0,8 1,5 2,5	0,32 0,26 0,15	60—40 75—45 100—75	500—600	До 0,6 1,0 1,5	0,30 0,25 0,30	28—18 28—20 35—28
400—500	До 0,6 1,2 2,0	0,32 0,26 0,15	38—24 40—30 60—40	600—650	До 0,5 0,5 1,0	0,30 0,25 0,20	18—10 20—12 24—14

#### 4.6. ВЫБОР БАЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Основные базы при сборке узлов обеспечивают правильное взаиморасположение всех деталей узла и агрегата. Такими основными базами большей частью являются опорные поверхности: поверхности шеек валов, поверхности подшипников скольжения, опорные поверхности картеров и т. п.

Вспомогательными базами являются поверхности деталей, создаваемые специально для обработки деталей на металлорежущих станках. На положение деталей при сборке узла и изделия такие поверхности не влияют. Примером вспомогательных баз могут служить центровые отверстия у валов, специальные проточки у поршня, специальные технологические отверстия в картерах и др.

Основные базы в процессе работы подвергаются износу, и поэтому брать их в качестве установочных приходится в крайних случаях, когда отсутствуют вспомогательные базы или трудно создать новые. При выборе установочной базы стараются выбрать наименее изношенную поверхность и относительно ее уже обработать вторую, более изношенную. Затем, установив деталь по вновь обработанной поверхности, окончательно обрабатывают поверхность, при-

нятую вначале за установочную. В качестве примера такой установки может служить обработка различных втулок в цанговых зажимных патронах, обработка корпусных деталей с базировкой их по посадочным местам шарико- и роликоподшипников.

Наиболее удобно при ремонте деталей использовать в качестве установочных вспомогательные базы, предварительно производя обработку их. Часто у восстанавливаемых деталей отсутствует одна из вспомогательных баз. Тогда используют оставшуюся базу, а в качестве второй вспомогательной базы выбирают наименее изношенную основную базу деталей. Например, для обработки изношенных стержней клапанов применяют обратные конусы и кольца с конической проточкой под фаску; для обработки коленчатого вала используют специальную пробку с центровым отверстием.

Некоторые детали не имеют вспомогательных баз, а основные базы использовать невозможно, например, у валков коромысел, поршневых пальцев и др. В этих случаях создают временные вспомогательные базы. У пустотелых деталей делают конусные заточки на внутренней поверхности. Сплошные детали невысокой твердости центрируют. На деталях из металлов высокой твердости производят напайку пробок на торцы с последующей их зацентровкой.



# ГЛАВА 5 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

## 5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На фрезерных станках обрабатываются наружные, внутренние и фасонные поверхности, прямые и винтовые канавки, резьбы и зубчатые колеса. Инструментом для данных станков являются фрезы: цилиндрические, дисковые, торцовые, концевые, угловые, шпоночные, фасонные и пр.

Фрезерные станки делятся на две основные группы: станки общего назначения и специализированные станки. К первой группе относятся станки консольные и бесконсольные, продольно-фрезерные, станки непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные). Ко второй группе относятся станки копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др. Типоразмеры станков характеризуются их рабочей (крепежной) поверхностью стола или размерами обрабатываемой детали (при зубо- или резьбообработке).

Консольные фрезерные станки — наиболее распространенный тип станков, используемый для фрезерных работ. Отличительной особенностью является наличие в станках консоли (кронштейна), несущей стол и перемещающейся по направляющим станины вверх и вниз. Консольные фрезерные станки делятся на горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные. В горизонтально-фрезерных станках расположение шпинделя горизонтальное и стол перемещается в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Вертикально-фрезерные станки отличаются от горизонтальных вертикальным расположением шпинделя. Универсальные консольно-фрезерные станки отличаются от горизонтальных только возможностью поворота стола относительно вертикальной оси. Широкоуниверсальные фрезерные станки отличаются от универсальных наличием на станине специального хобота, на тор-

це которого установлена дополнительная головка со шпинделем, поворачиваемая под углом в любом направлении. Как пример рассмотрим вертикальные консольно-фрезерные станки моделей 6Р12 и 6Р12Б, а также 6Р13, 6Р13Б.

## 5.2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Вертикальные консольно-фрезерные станки 6Р12, 6Р12Б, 6Р13, 6Р13Б предназначены для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов торцовыми, концевыми, цилиндрическими, радиусными и другими фрезами.

Станки предназначены для выполнения различных фрезерных работ в единичном и серийном производстве.

На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса и т. д. На станках 6Р12Б и 6Р13Б можно обрабатывать детали из легких сплавов.

### Техническая характеристика станков (основные параметры и размеры согласно ГОСТ 165—72; класс точности Н по ГОСТ 8—77)

Стол	
Размеры рабочей поверхности (длина × ширина), мм	1250 × 320
Число Т-образных пазов	3
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное механическое	800
продольное вручную	800
поперечное механическое	240
поперечное вручную	250
вертикальное механическое	410
вертикальное вручную	420
Наименьшее и наибольшее расстояния от торца шпинделя до стола при ручном перемещении, мм	30—450

Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	350
Перемещение стола на одно деление лимба (продольное, поперечное, вертикальное), мм	0,05
Перемещение стола на один оборот лимба, мм:	
продольное и поперечное	6
вертикальное	2
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250

#### Шпиндель

Система	ГОСТ 836—72
Конус	50
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя, мм	70
Перемещение пиноли на один оборот лимба, мм	4
Перемещение пиноли на одно деление лимба, мм	0,05
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, град	$\pm 45$
Цена одного деления шкалы поворота головки, град	1
Габаритные размеры станка, мм:	
длина	2305; 2340
ширина	1950; 1950
высота	2245; 2245
Масса станка, т	3,12; 3,18

Технологические возможности станков могут быть расширены при применении делительной головки, поворотного круглого стола и других приспособлений.

Возможность настройки станка на различные полуавтоматические и автоматические циклы позволяет организовать многостаночное обслуживание.

#### 5.3. УЗЛЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА

Станок (рис. 5.1) состоит из станины 1, шкафа электрооборудования 2, коробки переключения скоростей 3, коробки скоростей 4, поворотной головки 5, стола 6 и салазок, консоли 7, коробки подач 8.

Органы управления станками показаны на рис. 5.2, а перечень их — в табл. 5.1.

#### 5.1. Органы управления станков

Номер позиции на рис. 5.2	Органы управления и их назначение
1	Рукоятка салазок на направляющих консоли
2	Рукоятка включения продольных перемещений стола (дублирующая)
3	Рукоятка включения поперечной и вертикальной подач стола (дублирующая)
4	Маховичок ручного продольного перемещения стола (дублирующий)
5	Переключатель ввода «включено—выключено»
6	Переключатель насоса охлаждения «включено — выключено»
7	Переключатель направления вращения шпинделя «влево — вправо»
8	Рукоятка переключения скоростей шпинделя
9	Кнопка «Стоп» (дублирующая)
10	Кнопка «Пуск» (дублирующая)
11	Стрелка-указатель скоростей шпинделя
12	Указатель скоростей шпинделя
13, 22	Кнопка ускоренного перемещения стола
14	Кнопка «Импульс шпинделя»
15	Зажим инструмента
16	Шестигранник поворота головки
17	Рукоятка зажима гильзы шпинделя
18	Звездочка механизма автоматического цикла
19	Рукоятка включения продольных перемещений стола
20	Зажимы стола
21	Маховичок ручного продольного перемещения стола
23	Кнопка «Пуск»
24	Кнопка «Стоп»
25	Переключатель ручного или автоматического управления продольным перемещением стола
26	Маховичок ручных поперечных перемещений стола
27	Лимб механизма поперечных перемещений стола
28	Кольцо-ноннус
29	Рукоятка ручного вертикального перемещения стола
30	Кнопка фиксация грибка переключения подач
31	Грибок переключения подач
32	Указатель подач стола
33	Стрелка-указатель подач стола
34	Рукоятка включения поперечной и вертикальной подач стола
35	Рукоятка зажима консоли на станине
36	Маховичок выдвижения гильзы шпинделя
37	Зажим головки на станине
38	Переключатель автоматического или ручного управления и работы круглого стола

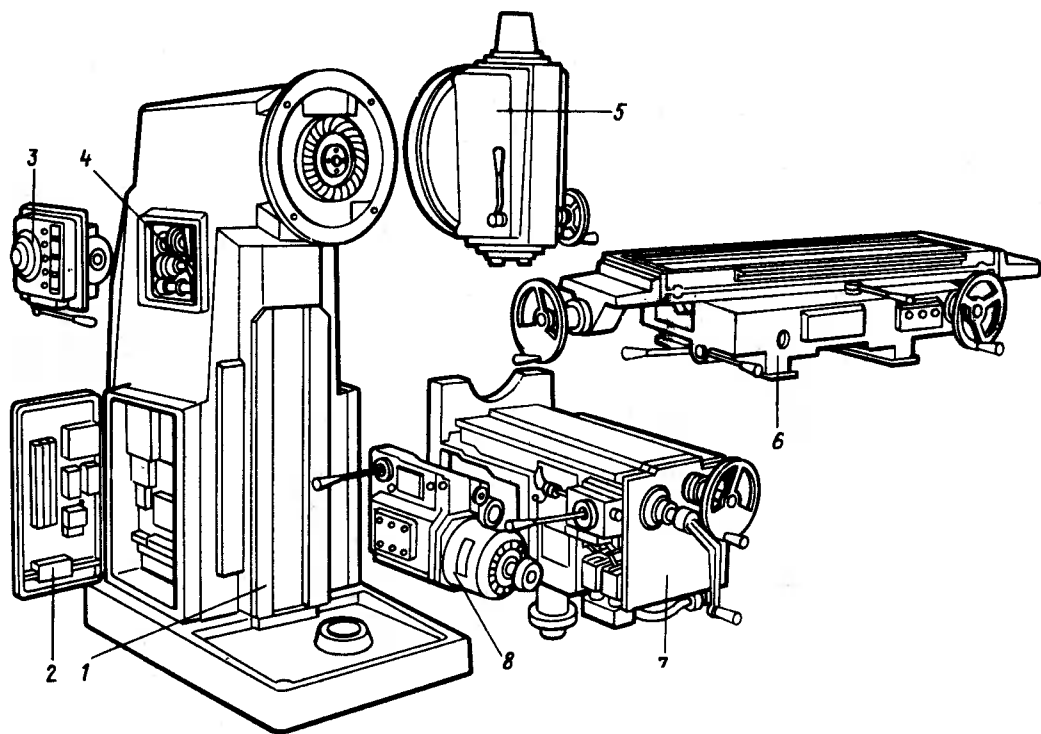


Рис. 5.1. Основные части станков Р612 и 6Р12Б

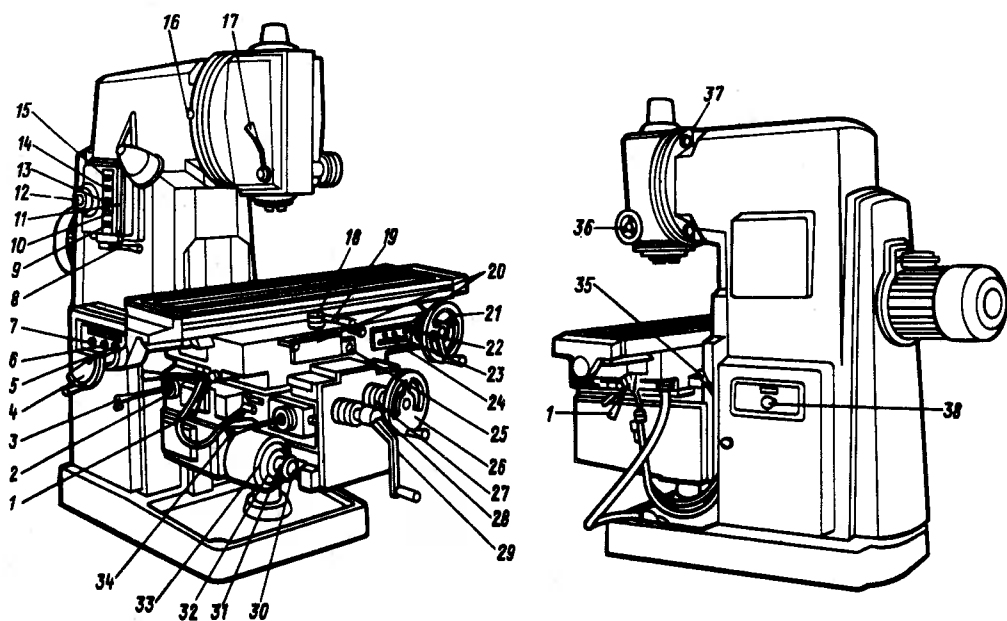


Рис. 5.2. Органы управления станками 6Р12 и 6Р12Б

#### 5.4. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА

Кинематическая схема станка показана на рис. 5.3.

Главное движение — вращение шпинделя фрезы осуществляется от электродвигателя ( $N=7,5$  кВт,  $n=1460$  об/мин), который через коробку скоростей сообщает шпинделю восемнадцать различных частот вращения.

Уравнение кинематической цепи  
главного движения для минимальной  
частоты вращения шпинделя

$$n_{min} = 1460 \frac{27}{53} \cdot \frac{16}{38} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{19}{69} = 31,5 \text{ об/мин.}$$

Изменение направления вращения шпинделя осуществляется реверсированием электродвигателя.

Движение подачи производится от отдельного электродвигателя ( $N=2,2$  кВт,  $n=1430$  об/мин). Коробка подач станка позволяет осу-

существлять механическое перемещение стола в трех направлениях: продольном (перпендикулярно оси шпинделя), поперечном (параллельно оси шпинделя) и вертикальным.

Восемнадцать продольных подач осуществляется по схеме: электродвигатель ( $N=2,2$  кВт), постоянная пере-

дача  $\frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57}$ , тройной передвижной блок  $(\frac{18}{36} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{36}{18})$ , второй тройной блок  $(\frac{18}{40} \cdot \frac{21}{37} \cdot \frac{24}{34})$ , вал X. С вала X движение может передаваться на вал XI либо непосредственно через колеса  $\frac{40}{40}$ , либо через перебор  $\frac{13}{45} \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{40}{40}$ .

Далее движение передается по схеме: вал  $XI$ ,  $\frac{28}{35}$ , вал  $XII$ , передачи

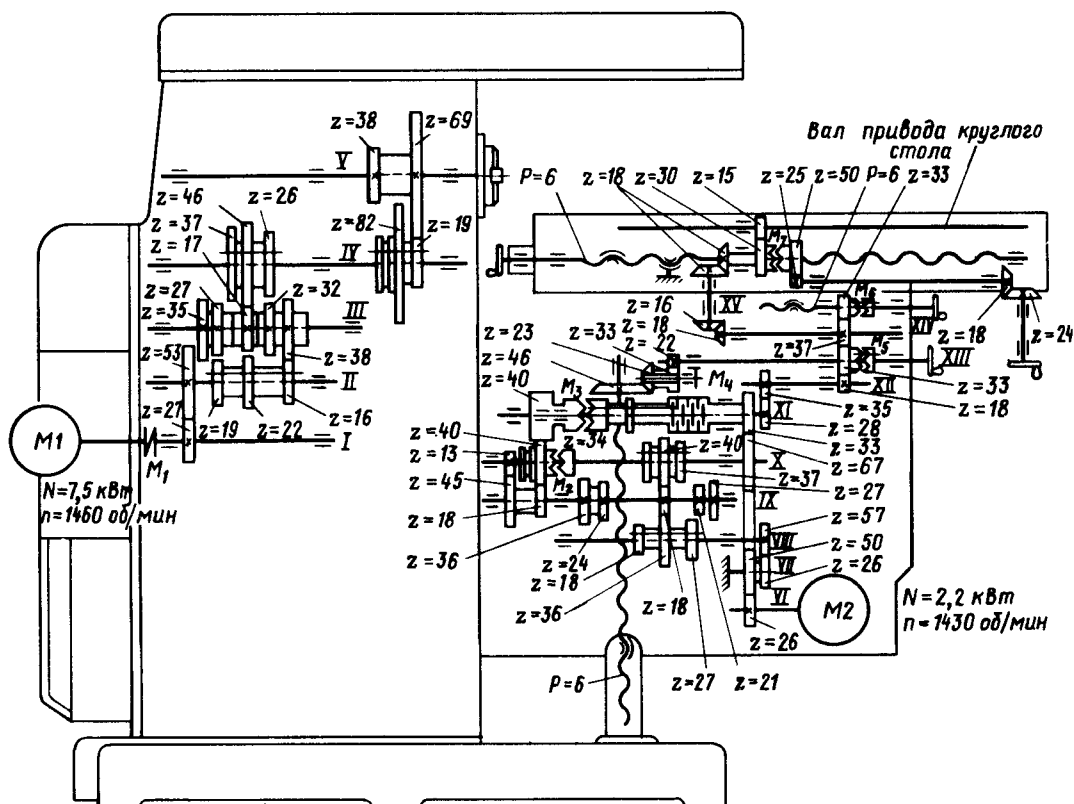
$$\frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{18}{18}, \text{ ХОДОВОЙ ВИНТ С ШАГОМ } 6 \text{ мм.}$$


Рис. 5.3. Кинематическая схема станков 6Р12 и 6Р12Б

Поперечные и вертикальные перемещения стола осуществляются аналогичным путем двумя другими ходовыми винтами:

$$S_{max} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{36}{18} \cdot \frac{24}{34} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{28}{35} \times \\ \times \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{18}{18} \cdot 6 = 1250 \text{ мм/мин};$$

$$S_{min} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{36}{18} \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{13}{45} \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{40}{40} \times \\ \times \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{18}{18} \cdot 6 = 25 \text{ мм/мин.}$$

Быстрое перемещение стола во всех трех направлениях осуществляется от того же электродвигателя без коробки подач, непосредственно через зубчатую передачу  $\frac{26}{50} \cdot \frac{50}{67} \cdot \frac{67}{33}$ , фрикционную муфту  $M_4$  на валу  $XI$  и далее по кинематическим цепям рабочих подач.

Привод шпинделя и привод подач станков моделей 6P12 и 6P12Б тождественны кинематической схеме станка 6P82Ш (см. рис. 6.3), за исключением цепи, связывающей выходной вал коробки скоростей со шпинделем.

В отличие от станка модели 6P82Ш, у которого выходным валом коробки скоростей является шпиндель, в станке модели 6P12 вращение от выходного вала коробки скоростей на шпиндель передается через коническую зубчатую передачу  $11-20$  и передачу  $12-13$ .

## 5.5. НАЛАДКА СТАНКА

Станина 1 (см. рис. 5.1) является базовой сборочной единицей, на которой монтируются остальные составные части и механизмы станка. Станина жестко закреплена на основании и зафиксирована штифтами.

Поворотная головка 5 центрируется в кольцевой выточке горловины станины и крепится к ней четырьмя болтами, входящими в Т-образный паз фланца станины.

Шпиндель представляет собой двухопорный вал, смонтированный в вы-

движной гильзе. Регулирование осевого люфта в шпинделе осуществляется подшлифовкой колец. Повышенный люфт в переднем подшипнике устраняют подшлифовкой полуколец и подтягиванием гайки.

Регулировку проводят в следующем порядке: выдвигается гильза шпинделя; демонтируется фланец; снимаются полукольца; с правой стороны корпуса головки вывертывается резьбовая пробка; через отверстие отверстия винта расконтривается гайка; стальным стержнем гайка заstopоривается. Поворотом шпинделя за сухарь гайку подтягивают и этим перемещают внутреннюю обойму подшипника.

После проверки люфта в подшипнике производят обкатку шпинделя на максимальной частоте вращения. При работе в течение 1 ч избыточная температура внутренней поверхности инструментального конуса не должна превышать  $55^\circ\text{C}$ ; замеряют величину зазора между подшипником и буртом шпинделя; после чего полукольца подшлифовывают на необходимую величину; полукольца устанавливают на место и закрепляют; привертывают фланец. Для устранения радиального люфта в 10 мкм полукольца необходимо подшлифовать примерно на 120 мкм.

Вращение шпинделю передается от коробки скоростей через пару конических и пару цилиндрических зубчатых колес, смонтированных в головке.

Смазка подшипников и шестерен поворотной головки осуществляется от насоса станины, а смазка подшипников шпинделя и механизма перемещения гильзы — шприцеванием.

Коробка скоростей 4 смонтирована непосредственно в корпусе станины. Соединение коробки с валом электродвигателя осуществляется упругой муфтой, допускающей несоосность в установке двигателя до 500—700 мкм. Осмотр коробки скоростей можно произвести через окно с правой стороны.

Смазка коробки скоростей осуществляется от плунжерного насоса, приводимого в действие эксцентриком. Подача насоса около 2 л/мин. Масло к насосу подводится через фильтр. От на-

сосо масло поступает к маслораспределителю, от которого по трубке отводится на глазок контроля работы насоса и по гибкому шлангу в поворотную головку. Элементы коробки скоростей смазываются разбрызгиванием масла, поступающего из отверстий трубки маслораспределителя, расположенного над коробкой скоростей.

Коробка переключения скоростей 3 позволяет выбирать требуемую скорость без последовательного прохождения промежуточных ступеней.

Рейка, передвигаемая рукояткой переключения посредством сектора черезвилку, перемещает в осевом направлении главный валик с диском переключения.

Диск переключения поворачивается указателем скоростей через конические зубчатые колеса. Диск имеет несколько рядов определенного размера отверстий, расположенных против штифтов реек.

Рейки попарно зацепляются с зубчатым колесом. На одной из каждой пары реек крепится вилка переключения. При перемещении диска нажимом на штифт одной из пар обеспечивается возвратно-поступательное перемещение реек. При этом вилки в конце хода диска занимают положение, соответствующее зацеплению определенных пар зубчатых колес. Для исключения жесткого упора зубчатых колес при переключении штифты реек подпружинены.

Фиксация лимба при выборе скорости обеспечивается шариком, заскакивающим в паз звездочки.

Регулирование пружины производится пробкой с учетом четкой фиксации лимба и нормального усилия при его повороте.

Рукоятка во включенном положении удерживается за счет пружины и шарика. При этом шип рукоятки входит в паз фланца.

Соответствие скоростей значениям, указанным на указателе, достигается определенным положением конических колес по зацеплению. Правильное зацепление устанавливается по кернам на торцах сопряженного зуба и впадины или при установке указателя в положении скорости  $31,5 \text{ мин}^{-1}$  и диска с

вилками в положение скорости  $31,5 \text{ мин}^{-1}$  (для станков 6Р12Б и 6Р13Б соответствующая скорость равна  $50 \text{ мин}^{-1}$ ). Зазор в зацеплении конической пары не должен быть больше  $0,2 \text{ мм}$ , так как диск за счет этого может повернуться до  $1 \text{ мм}$ .

Смазка коробки переключения осуществляется от системы смазки коробки скоростей разбрызгиванием масла. Отсутствие масляного дождя может вызвать недопустимый нагрев щечек вилок переключения и привести к заеданию вилок, их деформации или поломке. Плоскость разъема уплотняется прокладкой или бензиноупорной смазкой (ГОСТ 7171—78).

Коробка подач 8 обеспечивает получение рабочих подач и быстрых перемещений стола, салазок и консоли.

Получаемые в результате переключения блоков скорости вращения передаются на выходной вал через шариковую предохранительную муфту, кулачковую муфту и втулку, соединенную шпонкой с кулачковой муфтой и выходным валом.

При перегрузке механизма подач шарики, находящиеся в контакте с отверстиями кулачковой втулки, сжимают пружины и выходят из контакта. При этом зубчатое колесо проскальзывает относительно кулачковой втулки и рабочая подача прекращается. Быстрое вращение передается от электродвигателя, минуя коробку подач, зубчатому колесу, которое сидит на хвостовике корпуса фрикциона и имеет таким образом постоянную частоту вращения. При монтаже необходимо проверить затяжку гайки. Корпус фрикционной муфты должен свободно вращаться между зубчатым колесом и упорным подшипником.

Диски фрикциона через один связаны с корпусом фрикциона, который постоянно вращается, и втулкой, которая, в свою очередь, соединена шпонкой с выходным валом.

При регулировании предохранительной муфты необходимо снять крышку и вывернуть пробку. На место пробки следует вставить стальной стержень так, чтобы его конец вошел в одно из отверстий на наружной поверхности

гайки, которая заstopоривается. Плоским стержнем через окно крышки следует повернуть за зубья зубчатое колесо. После регулировки гайку обязательно законтрить от самопроизвольного отворачивания стопором.

Регулирование считается правильным, если при встречном фрезеровании цилиндрической фрезой удастся фрезеровать чугун марки СЧ 15 при следующих параметрах режима резания:

	6Р12	6Р13
Диаметр фрезы, мм . . . . .	150	200
Число зубьев . . . . .	12	14
Ширина фрезерования, мм . . . . .	100	150
Глубина фрезерования, мм . . . . .	10	8
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> . . . . .	63	63
Продольная подача по лимбу, мм/мин . . . . .	315	500

При этих режимах муфта может периодически прощелкивать.

Регулирование зазора между дисками фрикциона производится гайкой, которая зафиксирована от самопроизвольного перемещения.

Механизм переключения подач входит в коробку подач. Принцип его работы аналогичен работе коробки переключения скоростей.

Для предотвращения смещения диска в осевом направлении валик запирается во включенном положении шариками и втулкой. Попадая в кольцевую проточку валика, шарики освобождают от фиксации валик при нажиме на кнопку.

Фиксация поворота диска переключения осуществляется шариком через фиксаторную втулку, связанную шпонкой с валиком.

Регулирование усилия фиксации поворота диска переключения производится резьбовой пробкой.

Смазка коробки подач осуществляется разбрызгиванием масла, поступающего из системы смазки консоли.

Для достижения плотности стыка коробки подач и консоли разрешается устанавливать коробки подач, кроме прокладки, на бензиноупорную смазку, если прокладка не обеспечивает достаточной герметичности.

Консоль — базовая сборочная

единица, объединяющая цепи подачи станка. В консоли смонтирован ряд валов и зубчатых колес, передающих движение от коробки подач в трех направлениях — к винтам продольной, поперечной и вертикальной подач, механизм включения быстрого хода, электродвигатель подач. В консоль входят также механизмы включения поперечных и вертикальных подач.

Зубчатое колесо получает движение от колеса и передает его на зубчатые колеса. Зубчатое колесо смонтировано на подшипнике и может передавать движение валу только через кулачковую муфту, связанную с валом. Далее через пару цилиндрических и пару конических колес движение передается на винт.

Зацепление конической пары отрегулировано компенсаторами и зафиксировано винтом, входящим в засверловку пальца.

Гайка вертикальных перемещений закреплена в колонке. Колонка установлена точно по винту и зафиксирована штифтами на основании станка.

Зубчатое колесо, смонтированное на гильзе, через шпонку и шлицы постоянно вращает шлицевой вал цепи продольного хода.

Винт поперечной подачи получает вращение через зубчатое колесо и свободно сидящее на валу колесо при включенной кулачковой муфте поперечного хода.

Для демонтажа валов необходимо снять коробку подач и крышку с лицевой стороны консоли, после чего через окно консоли вывернуть стопоры у зубчатых колес.

Демонтаж салазок можно произвести после демонтажа шлицевого вала, для чего необходимо снять верхний шиток на направляющих консоли, выбить штифт и вытянуть шлицевой вал.

При демонтаже салазок необходимо также демонтировать кронштейн поперечного хода или винт поперечной подачи.

Для полного демонтажа вертикального винта необходимо предварительно снять сборочную единицу «стол — салазки».

Механизм включения быстрого хода выключает кулачковую муфту подачи и сжимает диски фрикционной муфты. Рычаг посажен на ось и связан с ней штифтом; ось давлением пружины отжимается в направлении зеркала станины. На оси имеется две пары гаек. Правые гайки предназначены для регулирования усилия пружины. Левые гайки, упираясь в торец втулки, закрепленной в стенке консоли, служат для ограничения и регулирования хода оси, что необходимо для облегчения ввода подшипника в паз кулачковой муфты во время монтажа коробки подач на консоли, а также для устранения осевых ударных нагрузок на подшипник вала при включении кулачковой муфты.

Рычаг имеет на задней стенке уступ, в который упирается шип фланца втулки. При повороте втулки рычаг перемещается и сжимает пружину. Ось на втором конце имеет мелкий зуб, обеспечивающий возможность монтажа рычага, соединяющего ось с тягой электромагнита, под необходимым углом.

Электромагнит через тягу и шарниры скреплен с вилкой, от которой через гайку и пружину усилие передается на рычаг. Таким образом, независимо от усилия, развиваемого электромагнитом, усилие на рычаге определяется степенью затяжки пружины.

Цепь включения быстрого хода от электромагнита до фрикционной муфты должна удовлетворять следующим условиям:

общий зазор между дисками фрикциона в выключенном состоянии должен быть не менее 2—3 мм;

во включенном положении фрикциона диски должны быть плотно сжаты и сердечник электромагнита полностью втянут.

При этом сжатие пружины допускается до положения, определяемого зазором от низа рычага до торца вилки не менее 2 мм;

пружина должна развивать усилие немногом меньше усилия электромагнита. Гайка регулируется так, чтобы сердечник электромагнита во включен-

ном положении был полностью втянут.

Усилие сжатия дисков определяется величиной натяга пружины и не зависит от величины зазора в дисках. Однако регулировать зазор в дисках, полагая, что это увеличит силу сжатия дисков, не рекомендуется.

Усилия электромагнита при включении, передаваемые через рычаги, могут расшатывать систему, поэтому при осмотрах и ремонте необходимо проверять сохранность шплинтов, крепления гайки, посадку шпонок и крепление самого электромагнита на крышке консоли. Износ подшипника увеличивается, если условие его прижима не ограничивается гайками.

Механизм включения поперечной и вертикальной подач выполнен в отдельном корпусе и управляется включением и отключением кулачковых муфт поперечной и вертикальной подач и электродвигателя подач.

При движении рукоятки вправо и влево, вверх и вниз связанный с ней барабан совершает соответствующие движения и своими скосами управляет через рычажную систему включением кулачковых муфт, а через штифты — конечными выключателями мгновенного действия, расположенными ниже механизма и предназначенными для реверса электродвигателя подач.

Тяга связывает барабан с дублирующей рукояткой. В средней части на ней закреплен рычаг, на который действуют кулачки, ограничивающие поперечный ход. В конце тяга имеет рычаг для ограничения вертикальных перемещений. При включениях и выключениях поперечного хода тяга перемещается поступательно, а вертикального хода — поворачивается.

Блокировка, предохраняющая от включения маховички и рукоятки ручных перемещений при включении механической подачи, состоит из коромысла и штифта.

При включении кулачковой муфты рукояткой подачи коромысло при перемещении муфты поворачивается, передвигает штифт, который упирается в дно кулачковой муфты маховичка или



рукоятки, и отодвигает их, не давая возможности кулачкам сцепиться.

Если система имеет повышенный люфт, необходимо выпрессовать пробку вала, расконтрить гайку и подвернуть винт. После проверки люфта необходимо тщательно законтрить гайку.

Система смазки консоли состоит из плунжерного насоса, золотникового распределителя, маслораспределителя и отходящих от него трубок, подающих масло к подшипникам, зубчатым колесам, винтам поперечного и вертикального перемещений. Плунжерный насос смазки консоли, коробки подач, механизмов стола и салазок засасывает масло через сетку фильтра из масляной ванны и подает его по трубке к золотниковому распределителю.

От золотникового распределителя отводятся трубки для смазки вертикальных направляющих консоли.

Стол и салазки обеспечивают продольные и поперечные перемещения стола.

Ходовой винт получает вращение через скользящую шпонку гильзы, смонтированную во втулках. Гильза через шлицы получает вращение от кулачковой муфты при сцеплении ее с кулачками втулки, жестко связанной с коническим зубчатым колесом. Втулка имеет зубчатый венец, с которым сцепляется зубчатое колесо привода круглого стола. Кулачковая муфта имеет зубчатый венец для осуществления вращения винта продольной подачи при перемещениях от маховичка. Зубчатое колесо подпружинено на случай попадания зуба на зуб. Зацепление с ним может быть только в случае расцепления муфты с втулкой. Таким образом, маховичок блокируется при механических подачах.

Гайки ходового винта расположены в левой части салазок. Правая гайка зафиксирована двумя штифтами в корпусе салазок, левая гайка, упираясь торцом в правую при повороте ее червяком, выбирает люфт в винтовой паре. Выбор люфта необходимо производить до тех пор, пока люфт ходового винта, проверяемый поворотом маховичка продольного хода, ока-

жется не более 4—5° и пока при перемещении стола вручную не произойдет заклинивание винта на каком-либо участке, необходимом для рабочего хода.

После регулировки нужно, затянув гайку, зафиксировать валик в установленном положении.

Стол по торцам соединяется с ходовым винтом через кронштейны, установка которых производится по фактическому расположению винта, и фиксируется контрольными штифтами. Упорные подшипники смонтированы на разных концах винта, что устраняет возможность его работы на продольный изгиб. При монтаже винта обеспечивается предварительный натяг ходового винта гайками с усилием 1000—1250 Н.

Зазор в направляющих стола и салазок выбирается клиньями. Регулирование клина стола производится при ослабленных гайках подтягиванием винта отверткой. После проверки регулирования ручным перемещением стола гайки надежно затягиваются.

Зазор в направляющих салазок и консоли регулируется клином с помощью винта. Степень регулирования проверяется перемещением салазок вручную.

Механизм включения продольной подачи осуществляет включение кулачковой муфты продольного хода; а также включение, выключение и реверсирование электродвигателя подач.

Рукоятка жестко соединена с осью и поворачивает рычаг, по криволинейной поверхности которого в процессе переключения катится ролик. При нейтральном положении рычага ролик находится в средней впадине, при включенном — в одной из боковых впадин.

Движение ролика через рычаг передается штоку и через зубчатое колесо — рейке и вилке, ведущей кулачковую муфту.

Пружина, регулируемая пробкой, постоянно нажимает на шток. Пружина обеспечивает возможность включения рукоятки при попадании зуба на зуб кулачковой муфты. Регулирование

пружины производится винтом с помощью ключа, который вставляется через отверстие пробки.

Включение и реверсирование электродвигателя подач производится конечными выключателями. Отключение двигателя происходит после выключения кулачковой муфты.

На ступице рукоятки продольного хода имеются выступы, на которые воздействуют кулачки ограничения продольного хода или (при автоматических циклах) управления продольным ходом.

При снятой крышке конечных выключателей можно проверить работу контактов конечных выключателей и при необходимости очистить их от пригара.

Механизм автоматического цикла обеспечивает возможность управления столом от кулачков. На оси рукоятки продольного хода смонтированы жестко связанные между собой звездочки включения быстрого хода при работе станка на автоматическом цикле. Звездочка получает вращение от возвратного пружинного кулачка, установленного на лицевой стороне стола в Т-образном пазу. Нижняя звездочка имеет различную глубину впадин, что при повороте ее на  $45^\circ$  дает различный ход штоку, который воздействует на конечный выключатель и включает электромагнит быстрого хода. Конечный выключатель имеет две пары контактов, обеспечивающих переключение с быстрого хода на подачу, и наоборот.

При быстром ходе шток входит в глубокие впадины, включает быстрый ход и одновременно фиксирует обе звездочки от произвольного поворота.

При повороте кулачком верхней и, соответственно нижней звездочек шток выходит на участок постоянной кривизны нижней звездочки и замыкает вторую пару контактов. Попадая во впадины этих криволинейных участков, шток фиксирует звездочки в новом положении, когда оба контакта разомкнуты (включается рабочая подача).

Механизм запирания муфт позволяет подготовить станок для работы в автоматическом цикле. При нажатии на валик-шестерню рейка расцепляется

с зубчатым колесом и зацепляется с валиком-шестерней. Поворотом валика кулачковая муфта перемещается, входит в зацепление с кулачковым зубчатым колесом и с этого момента уже не может быть выключена рукояткой продольного хода.

Система смазки стола и салазок питается от насоса, расположенного в консоли, при нажатии на кнопку золотникового распределителя.

## 5.6. СИСТЕМА СМАЗКИ

На станке имеются две изолированные централизованные системы смазки (рис. 5. 4):

зубчатых колес, подшипников коробки скоростей и элементов коробки переключения скоростей;

зубчатых колес, подшипников коробки подач, консоли, салазок, направляющих консоли, салазок и стола.

Масляный резервуар и насос смазки коробки скоростей находятся в станине. Масло в резервуар заливается через угольник 3 до середины маслоуказателя 8. При необходимости уровень масла должен пополняться. Слив масла производится через патрубок 4.

Контроль за работой системы смазки коробки скоростей осуществляется через маслоуказатель 10.

Масляный резервуар и насос смазки узлов, обеспечивающих движение подачи, расположены в консоли. Масло в резервуар заливается через угольник 6 до середины маслоуказателя 5. Превышать этот уровень не рекомендуется: заливка выше середины маслоуказателя может привести к подтекам масла из консоли и коробки подач. Кроме того, при переполненном резервуаре масло через рейки затекает в корпус коробки переключения, что может привести к порче конечного выключателя кратковременного включения двигателя подач. При снижении уровня масла до нижней точки маслоуказателя необходимо пополнять резервуар. Слив масла из консоли производится через пробку 1 в нижней части консоли с левой стороны. Контроль за работой системы смазки коробки подач и

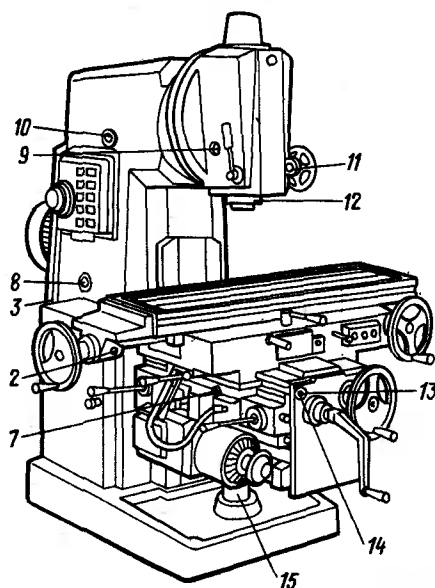
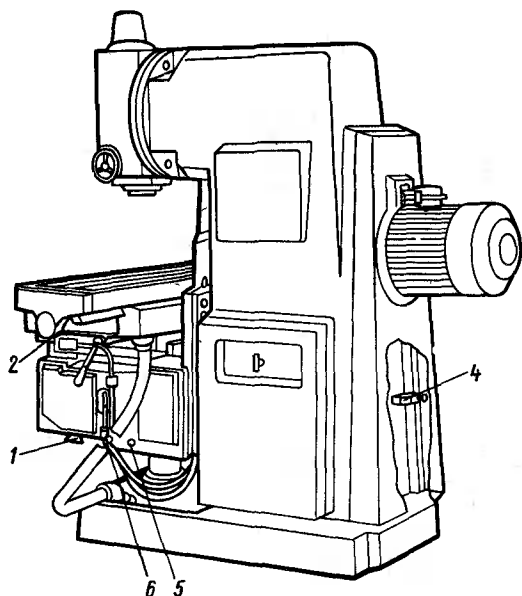


Рис. 5.4. Схема смазки станков 6P12 и 6P12Б

консоли осуществляется маслоуказателем 7.

Работа системы смазки считается удовлетворительной, если масло каплями вытекает из подводящей трубки: наличие струйки или заполнение ниши указателя маслом свидетельствует о хорошей работе масляной системы.

Направляющие стола, салазок, консоли и механизмы привода продольного хода, расположенные в салазках, смазываются периодически от насоса, расположенного в консоли. Масло поступает из резервуара консоли. Смазка направляющих консоли осуществляется

от кнопки 14, а направляющих салазок, стола и механизмов привода продольного хода — от кнопки 13.

Достаточность смазки оценивается по наличию масла на направляющих.

Смазка должна производиться с учетом степени загрузки станка, как правило, перед работой (ориентировочно два раза в смену).

Смазка подшипников концевых опор (точки 2) винта продольной подачи производится шприцеванием.

При смазке станка следует пользоваться картой смазки (табл. 5.2).

5.2. Карта смазки

Номер позиции на рис. 5.4	Наименование точек смазки	Способ обслуживания	Периодичность обслуживания	Смазочный материал	Норма расхода, л
1	Слив масла из резервуара консоли	—	—	—	—
2	Пресс-масленка для смазки концевых подшипников стола	Шприцем	Раз в месяц	Смазка 1-13, ОСТ 38-01195—80	—
3	Залив масла в резервуар станины	Вручную	Мевять каждые три месяца	—	22 — для станков 6P12, 6P12Б

Номер позиции на рис. 5.4	Наименование точек смазки	Способ обслуживания	Периодичность обслуживания	Смазочный материал	Норма расхода, л
4	Слив масла из резервуара станины	—	—	—	—
5	Указатель уровня масла в резервуаре консоли	—	—	—	—
6	Залив масла в резервуар консоли	Вручную	То же	Масло И-30А, ГОСТ 20799—75	6
7	Контроль работы насоса консоли	—	—	—	—
8	Указатель уровня масла в резервуаре станины	—	—	—	—
9	Пресс-масленка для смазки верхних подшипников шпинделя	Шприцем (гильзу выдвинуть)	Раз в месяц	Смазка ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
10	Контроль работы насоса коробки скоростей	—	—	—	—
11	Пресс-масленка для смазки подшипников механизма перемещения гильзы	Шприцем	Раз в месяц	Смазка 1-13, ОСТ 38-01145—80	—
12	Пресс-масленка для смазки переднего подшипника шпинделя	Шприцем	То же	Смазка ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
13	Кнопка для смазки механизма направляющих стола — салазок	—	—	—	—
14	Кнопка для смазки вертикальных направляющих консоли	—	—	—	—
15	Пресс-масленка для смазки винта подъема консоли	Шприцем	Полная смена смазки через 5000 ч работы	Смазка 1,13, ОСТ 38-01145—80	—

### 5.7. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ СТАНКА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Рассмотрим возможные неполадки в работе станков (табл. 5.3).

5.3. Возможные неполадки и методы их устранения

Неисправность	Признаки неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
Смазка коробки скоростей или смазка узлов, обеспечивающих движение подачи, не осуществляется	Поступления масла в глазок контроля работы насосов не наблюдается. Направляющие стола смазываются недостаточно или не смазываются	В резервуаре нет масла. Засорился фильтр насоса смазки. Неисправность насоса или системы	Залить масло до середины маслоуказателя. Очистить фильтр насоса. Проверить работу насоса, элементов системы и при необходимости демонтировать для ремонта

Неисправность	Признаки неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
При включении подачи прощелкивает предохранительная муфта и электродвигатель подачи останавливается от перегрузки	При реверсировании подачи включение как правило, нормальное	Расфиксировалась гайка регулировании зазора в дисках. При включении подачи гайка самопроизвольно заворачивается и затягивает диски фрикционной муфты, т. е. имеет место одновременное включение фрикциона быстрого хода и муфты подачи	Отрегулировать зазор между дисками. Зафиксировать гайку
В начале фрезерования прощелкивает предохранительная муфта	Слышен треск внутри коробки подачи. Условия фрезерования (припуск, материал, инструмент) обычные	Ослаблен поджим шариков предохранительной муфты	Отрегулировать предохранительную муфту
При установке рукоятки акючения поперечной и вертикальной подач в среднее положение механическая подача прекращается, но маховичком или рукояткой ручных перемещений проверить цепь невозможно	—	Увеличился люфт в цепи включения кулачковых муфт поперечной и вертикальной подач, отвернулась гайка	Отрегулировать люфт и законтрить гайку
Электродвигатель подачи работает, но движения подачи нет	Быстрый ход осуществляется	Не до конца включен грибок и не сцепилась кулачковая муфта	Дослатъ грибок до фиксированного положения
Двигатель подачи работает с перегрузкой	При снятии крышки виден дым	Мал зазор в дисках фрикциона; диски сильно нагреваются	Дать остыть дискам и отрегулировать зазор
При установке рукоятки поперечной и вертикальной подач в среднее положение подача прекратилась, но двигатель продолжает работать	Слышна работа двигателя	Нарушилась регулировка рычагов включения выключателей поперечной или вертикальной подач	Отрегулировать рычаги
При включении ускоренного перемещения стола электромагнит включается, но ускоренного хода нет	Включение электромагнита прослушивается	Отвернулась гайка и сердечник опустился вниз	Отрегулировать гайку
При включении ускоренного перемещения фрикционная муфта проскальзывает		Наличие лишних сопротивлений в направляющих: плохая смазка, следы ржавчины, неправильная регулировка клиньев. Ослабла пружина.	Проверить смазку и состояние направляющих, провести регулировку клиньев, отрегулировать пружину

Неисправность	Признаки неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
Кулачковая муфта продольного хода при включении прошелкивает	—	Ослабла пружина	Отрегулировать пружину
При включении механической подачи маховичок или рукоятку ручных перемещений прихватывает при вращении вала	—	Неисправность в блокировке отключения маховичка или рукоятки, забонна на посадочных местах, грязь в подшипнике маховичка или рукоятки	Прекратить работу на станке. Проверить при включенном станке включением рукоятки поперечной или вертикальной подач блокировку маховичка и рукоятки. Удалить грязь в посадочных местах

## ГЛАВА 6 ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНЫЕ ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ МОДЕЛЕЙ 6Р82Ш И 6Р83Ш

### 6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Консольные широкоуниверсальные фрезерные станки 6Р82Ш, 6Р83Ш предназначены для обработки металлических моделей, штампов, пресс-форм и других деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, торцовыми, угловыми, фасонными и другими фрезами и применяются в различных отраслях машиностроительного производства.

Широкий диапазон частоты вращения шпинделей и скоростей подачи позволяет производить обдирочную и чистовую обработку различных металлов и сплавов.

На широкоуниверсальных фрезерных станках эффективно ведутся обработка изделий средних размеров (масса до 250—300 кг) методом фрезерования, сверлильные и несложные расточные работы. Конструкция поворотных фрезерных головок позволяет устанавливать режущий инструмент под любым углом в пространстве и благодаря выдвижному хоботу сообщать ему перемещение в поперечной плоскости стола. Это дает возможность

обрабатывать крупногабаритные детали, превышающие по своим размерам габарит стола.

Стол станков имеет возможность быстрых перемещений в трех направлениях.

Кроме вертикального станки снабжены горизонтальным шпинделем, что позволяет при установке на хобот серьговой подвески производить разнообразные фрезерные работы, как на обычных горизонтально-фрезерных станках.

Для повышения производительности обработки в станках предусмотрена одновременная работа двумя шпинделями.

Наличие отдельных приводов позволяет вести как раздельную, так и одновременную работу горизонтальными и вертикальными шпинделями.

Станки оснащены специальным фрезерным хоботом, на котором смонтированы поворотная и накладная шпиндельные головки. Благодаря такой компоновке значительно расширяются универсальность и многообразие технологических операций, выполняемых на станках.

Технологические возможности стан-

ков могут быть **значительно** расширены благодаря применению делительной и долбежной головок, поворотного круглого стола с ручным и механическим приводом и других принадлежностей.

Существует управляющее устройство продольными перемещениями стола в автоматическом или полуавтоматическом циклах, а также предусмотрено сдублированное управление станками.

#### Технические характеристики станков

Основные размеры	6Р82Ш	6Р83Ш
Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм:		
наименьшее . . . . .	30	30
наибольшее . . . . .	450	450
Расстояние от оси шпинделя до хобота, мм . . . . .	155	190
Расстояние от торца шпинделя вертикальной фрезерной головки до стола, мм:		
наименьшее . . . . .	35	70
наибольшее . . . . .	535	570
Расстояние от оси шпинделя вертикальной фрезерной головки до направляющих станины, мм:		
наименьшее . . . . .	260	250
наибольшее . . . . .	820	900
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг . . . . .	250	300

#### Стол

Размеры рабочей поверхности стола, мм	1250×320	1600×400
Количество Т-образных пазов . . . . .	3	3
Наибольшее перемещение стола, мм:		
продольное механическое . . . . .	800	1000
продольное ручную . . . . .	800	1000
поперечное механическое . . . . .	240	300
поперечное ручную . . . . .	250	320
вертикальное механическое . . . . .	410	410
вертикальное ручную . . . . .	420	420

#### Шпиндель

Конец шпинделя, ГОСТ 24644-81 . . . . .	50	50
---	----	----

Наибольшее осевое перемещение гильзы шпинделя, мм

80

80

Наибольший угол поворота головки, град:

в продольной плоскости стола

360

360

в поперечной плоскости стола

+45— +90 +45— +90

Диаметр фрезерных оправок, мм . . . . .

32; 50

32; 50

#### Механизм станков

Количество скоростей шпинделей:

горизонтального

18

18

вертикального

11

11

Пределы частоты вращения шпинделей:

горизонтального

31,5—1600

31,5—1600

вертикального

50—1600

50—1600

Пределы подачи стола, мм/мин:

продольных и поперечных . . . . .

25—1250

25—1250

вертикальных . . . . .

8,3—416,6

8,3—416,6

Скорость быстрых перемещений стола, мм/мин:

продольных и поперечных . . . . .

3000

3000

вертикальных . . . . .

1000

1000

Габаритные размеры станка, мм:

длина . . . . .

2470

2680

ширина . . . . .

1950

2260

высота . . . . .

1950

2040

Масса станка, кг, около . . . . .

2830

3700

#### 6.2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Станки состоят из следующих основных узлов (рис. 6.1): станины, хобота, коробки скоростей, коробки переключения скоростей, коробки подачи, консоли, стола и салазок, поворотной и накладной фрезерных головок, системы охлаждения и электрооборудования.

Органы управления станков показаны на рис. 6.2, а их перечень приведен в табл. 6.1.

Кинематическая схема станков показана на рис. 6.3.

Станки 6Р82Ш, 6Р83Ш имеют два шпинделя: основной и шпиндель поворотной головки.

Основной шпиндель приводится во вращение от электродвигате-

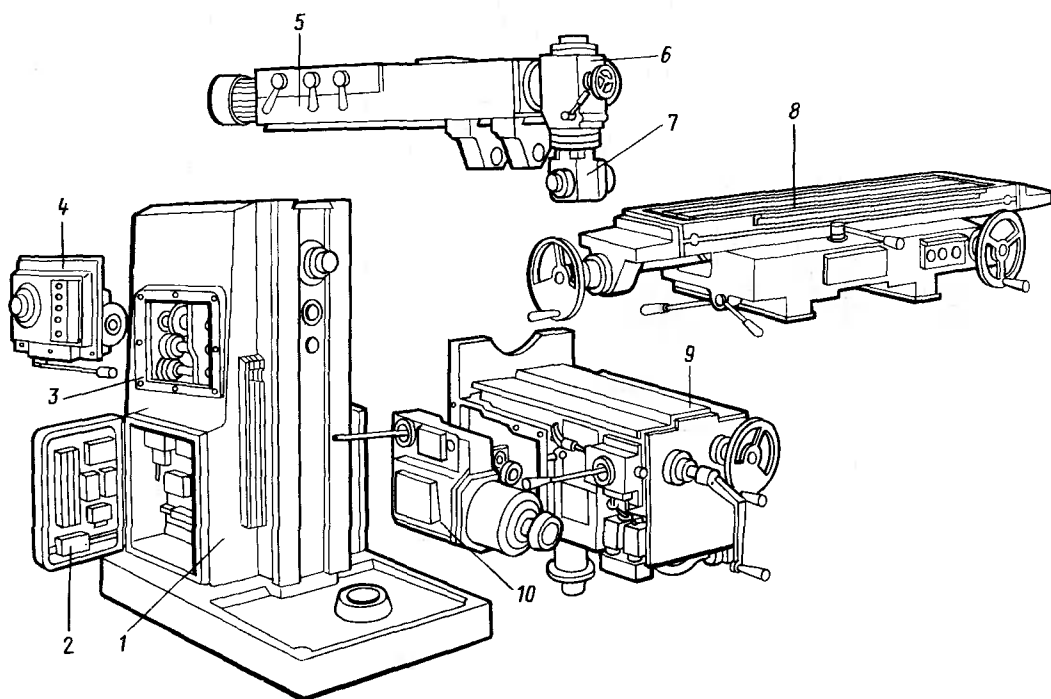


Рис. 6.1. Основные узлы станков 6P82Ш и 6P83Ш:

1 — станна, 2 — электрошкаф, 3 — коробка скоростей, 4 — коробка переключения скоростей, 5 — хобот, 6 — поворотная головка, 7 — накладная головка, 8 — стол и салазки, 9 — консоль, 10 — коробка подачи

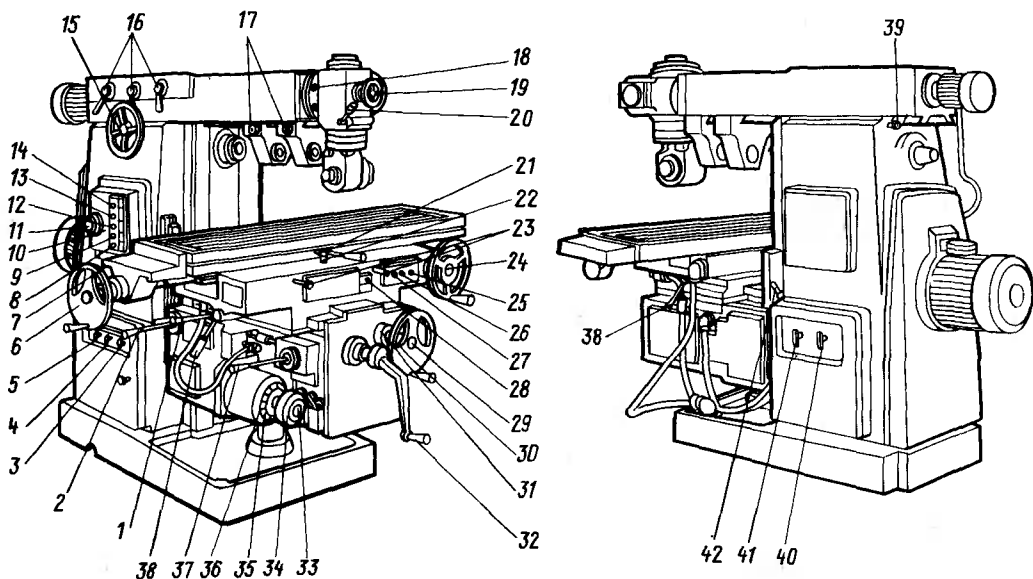


Рис. 6.2. Органы управления станков 6P82Ш и 6P83Ш



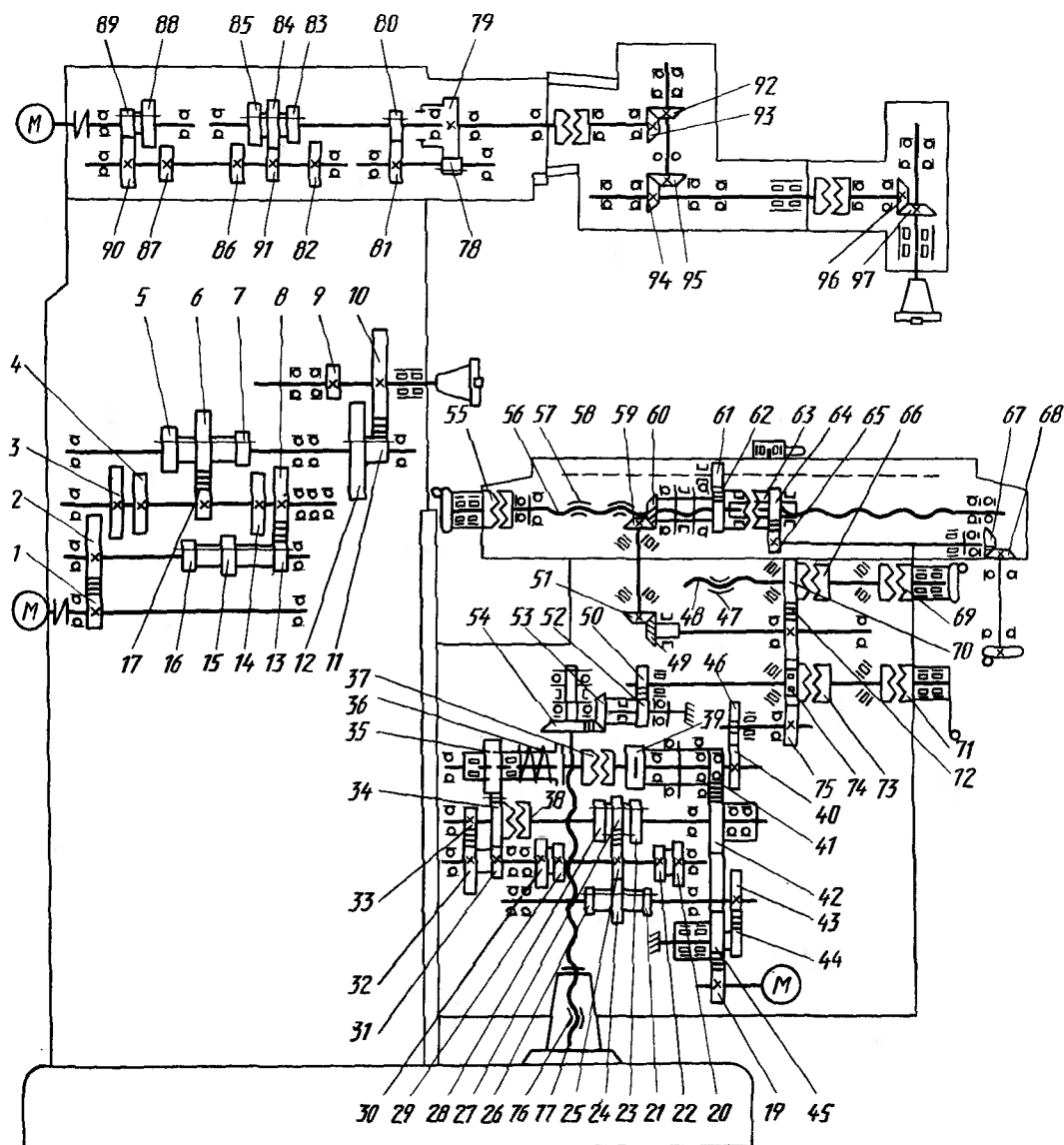


Рис. 6.3. Кинематическая схема станков 6P82Ш и 6P83Ш

Номер позиции на рис. 6.2	Органы управления и их назначение	Номер позиции на рис. 6.2	Органы управления и их назначение
1	Рукоятка включения продольных перемещений стола (дублирующая)	38	Зажим салазок на направляющих консоли
2	Рукоятка включения поперечной и вертикальной подачи стола (дублирующая)	39	Зажим хобота на станине
3	Переключатель ввода «Включено — выключено»	40	Реверсивный переключатель направления вращения шпинделя накладной головки
4	Переключатель насоса охлаждения «Включено — выключено»	41	Переключатель управления «Автоматический цикл — ручное управление — работа с круглым столом»
5	Переключатель вращения горизонтального шпинделя «Влево — вправо»	42	Зажим консоли на станине
6	Маховичок ручного продольного перемещения стола (дублирующий)		
7	Рукоятка переключения скоростей горизонтального шпинделя		
8, 27	Кнопки «Стоп»		
9, 26	Кнопки «Пуск»		
10	Стрелка-указатель скоростей шпинделя		
11	Указатель скоростей шпинделя		
12, 25	Кнопки ускоренного перемещения стола		
13	Кнопка «Импульс шпинделя»		
14	Зажим инструмента		
15	Маховичок ручного перемещения хобота		
16	Рукоятки переключения скоростей шпинделя поворотной головки		
17	Зажимы серьги		
18	Зажим поворотной головки		
19	Маховичок выдвижения гильзы шпинделя		
20	Рукоятка зажима гильзы и шпинделя		
21	Рукоятка включения продольных перемещений стола		
22	Звездочка механизма автоматического цикла		
23	Зажимы стола		
24	Маховичок ручного продольного перемещения стола		
28	Переключатель ручного или автоматического управления стола		
29	Маховичок ручных поперечных перемещений стола		
30	Лимб механизма поперечных перемещений стола		
31	Кольцо — нониус		
32	Рукоятка ручных вертикальных перемещений стола		
33	Кнопка фиксации грибка переключения подачи		
34	Грибок переключения подачи		
35	Указатель подачи стола		
36	Стрелка-указатель подачи стола		
37	Рукоятка включения поперечной и вертикальной подачи стола		

ля мощностью 7,5 кВт с номинальной частотой вращения 1400 мин<sup>-1</sup> через упругую соединительную муфту, передачу 1—2 и восемнадцатиступенчатую коробку скоростей (зубчатые колеса 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Диапазон изменения частоты вращения шпинделя 31,5—1600 мин<sup>-1</sup>

Расчетное уравнение основной цепи главного движения для частоты вращения  $n_1$  шпинделя:

$$1460 \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} \cdot \frac{z_{13}}{z_{18}} \cdot \frac{z_{17}}{z_{16}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{10}} = n_1.$$

Шпиндель поворотной головки получает вращение от электродвигателя мощностью 2,2 кВт с номинальной частотой вращения 1430 мин<sup>-1</sup> через упругую соединительную муфту, двенадцатиступенчатую коробку скоростей (зубчатые колеса 89, 90, 88, 87, 85, 86, 84, 91, 83, 82, 80, 81, 78, 79), кулачковую муфту, конические зубчатые передачи 92—93, 94—95, 96, 97. Диапазон изменения частоты вращения шпинделя 50—1600 мин<sup>-1</sup>.

Расчетное уравнение цепи главного движения поворотной головки для  $n_1$ :

$$1430 \cdot \frac{z_{89}}{z_{90}} \cdot \frac{z_{91}}{z_{84}} \cdot \frac{z_{83}}{z_{82}} \cdot \frac{z_{80}}{z_{81}} \cdot \frac{z_{78}}{z_{79}} \times \\ \times \frac{z_{93}}{z_{92}} \cdot \frac{z_{95}}{z_{94}} \cdot \frac{z_{96}}{z_{97}} = n_1.$$

Привод подачи осуществляется от электродвигателя мощностью 2,2 кВт с номинальной частотой вращения 1430 об/мин через передачи 19—45,

44—43, восемнадцатиступенчатую коробку подач (зубчатые колеса 21, 20, 24, 25, 26, 30, 22, 23, 29, 28, 31, 32, 33, 34, кулачковую муфту 38), передачу 34—35, встроенную в нее шариковую предохранительную муфту, и далее через зубчатые колеса 40, 46, 75, 74, 73, 72, 71, 70, 51, 49, 59, 60, 50, 52, 53, 54 на ходовые винты вертикальной, продольной и поперечной подачи.

Быстрые ходы стола осуществляются непосредственно от электродвигателя через зубчатые колеса 19, 45, 42, 47, фрикционную муфту 39 и далее по цепям рабочих подач. Фрикционная муфта 39 заблокирована с кулачковой муфтой 38 для устранения одновременного их включения. Диапазон рабочих подач 35—1250 мм/мин. Скорость быстрых ходов 3000 мм/мин.

Расчетное уравнение цепи подач (поперечных):

$$1430 \cdot \frac{z_{19}}{z_{45}} \cdot \frac{z_{44}}{z_{43}} \cdot \frac{z_{24}}{z_{25}} \cdot \frac{z_{25}}{z_{27}} \cdot \frac{z_{25}}{z_{35}} \cdot \frac{z_{33}}{z_{32}} \cdot \frac{z_{31}}{z_{34}} \cdot \frac{z_{34}}{z_{35}} \cdot \frac{z_{40}}{z_{40}} \cdot \frac{z_{75}}{z_{74}} \times \\ \times \frac{z_{74}}{z_{73}} \cdot \frac{z_{73}}{z_{72}} \cdot t \cdot b(48) = S \text{ мм/мин.}$$

### 6.3. КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ СТАНКА И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Станина 1 (см. рис. 6.1) станка представляет собой жесткую коробчатую отливку, прочно свинченную с плитой основания. Внутренняя полость основания использована в качестве резервуара для охлаждающей жидкости. Здесь же расположен масляный резервуар. Задняя часть станины закрыта кожухом.

Станина является базовой сборочной единицей. На ней монтируются все остальные составные части и механизмы станка. Станина жестко закреплена на основании и зафиксирована штифтами.

На передней стороне станины имеются направляющие, по которым перемещается консоль; на верхней части станины смонтирован хобот.

Хобот 5 станка — это корпус коробчатого сечения, внутри которого смонтирована коробка скоростей привода вертикального шпинделя. К передней части хобота крепится поворотная головка, а на задней стенке прифлан-

сован электродвигатель, соединенный с коробкой скоростей эластичной муфтой.

Хобот представляет собой самостоятельную сборочную единицу. В нем монтируется коробка скоростей привода шпинделя поворотной головки. Изменение скоростей шпинделя осуществляется передвижением зубчатых блоков по шлицевым валам.

Хобот имеет возможность продольного перемещения в направляющих станины типа «ласточкин хвост». Перемещение осуществляется рукояткой с помощью зубчатой рейки и шестерни. В рабочем положении хобот фиксируется клином.

На хоботе установлены две серьевые подвески для поддержания фрезерных оправок. Серьги передвигаются по хоботу и закрепляются в требуемом положении.

Перемещение хобота в направляющих станины осуществляется вращением маховичка 15 (см. рис. 6.2.). Перед перемещением хобота необходимо отвернуть винт на 4—5 оборотов до получения легкого хода.

При необходимости использования станка как обычного горизонтального на направляющих хобота могут быть установлены серьи. Расточка отверстия серьи под подшипник выполнена индивидуально для каждого станка, поэтому перестановка серег с одного станка на другой не рекомендуется.

Регулирование зазора в подшипниках серьи производится гайкой или винтом по нагреву. При хорошем качестве поверхности опорной втулки оправки и достаточной смазке нагрев серьи после обкатки в течение 1ч при максимальной частоте вращения шпинделя не должен превышать 50—60° С.

Масло в подшипниках поступает за ниши серьи через окно во втулке и фитиль. Регулирование подачи масла осуществляется проволокой.

Коробка скоростей 3 (см. рис. 6.1) горизонтального шпинделя смонтирована непосредственно в корпусе станины и имеет самостоятельный привод.

Шпиндель вращается в точных регулируемых подшипниках качения, а все валы коробки — в подшипниках каче-

ния, обеспечивающих высокий коэффициент полезного действия механизма главного движения. Зубчатые колеса выполнены из легированных сталей и термически обработаны. Соединение коробки с валом электродвигателя осуществляется упругой муфтой, допускающей несоосность в установке двигателя до 500—700 мкм.

Осмотр коробки скоростей производится через окно с правой стороны.

Шпиндель станка представляет собой двухопорный вал, геометрическая точность которого определяется в основном подшипниками.

Регулирование осевого люфта в шпинделе осуществляется подшлифовкой колец. Повышенный люфт в переднем подшипнике устраняют подшлифовкой полукольца и подтягиванием гайки.

Регулирование проводят в следующем порядке:

при сдвинутом хоботе снимают крышку или боковую крышку с правой стороны станка, и, расконтрив, ослабляют гайку;

снимают фланец, пружинное кольцо и вынимают полукольца;

подтягиванием гайки выбирается люфт. После проверки люфта в подшипнике производят обкатку шпинделя на максимальной частоте вращения. При работе в течение 1 ч избыточная температура внутренней поверхности инструментального конуса не должна превышать 55° С;

замеряется величина зазора между подшипником и буртом шпинделя, после чего кольца следует подшлифовать на необходимую величину. Для устранения радиального люфта в 10 мкм полукольца необходимо подшлифовать примерно на 120 мкм; полукольца устанавливаются на место. Проверяется, надежно ли законтрена гайка.

Смазка коробки скоростей осуществляется от плунжерного насоса, приводимого в действие эксцентриком. Подача насоса около 2 л/мин. Масло к насосу подводится через фильтр. К переднему подшипнику шпинделя и глазу контроля работы насоса подведены отдельные трубки. Остальные элементы коробки скоростей смазываются разбрызгиванием масла, пос-

тупающего из отверстий трубки, расположенной над коробкой скоростей.

Коробка переключения скоростей 4 (см. рис. 6.1), которая позволяет выбирать требуемую скорость без последовательного прохождения промежуточных ступеней, выполнена в виде самостоятельного агрегатного узла и установлена на левой стороне станины.

Переключение всех 18 скоростей производится одной рукояткой. При выборе требуемой скорости лимб может вращаться в любую сторону.

Легкое безударное переключение шестерен достигается благодаря кратковременному импульсному включению электродвигателя главного движения в момент переключения зубчатых колес.

Рейка, передвигаемая рукояткой переключения, посредством сектора через вилку перемещает в осевом направлении главный валик с диском переключения. Диск переключения можно поворачивать указателем скоростей через конические зубчатые колеса. Диск имеет несколько рядов определенного размера отверстий, расположенных против штифтов реек. Рейки попарно закрепляются с зубчатым колесом. На одной из каждой пары реек крепится вилка переключения. При перемещении диска нажимом на штифт одной из пары обеспечивается возвратно-поступательное перемещение реек. При этом вилки в конце хода диска занимают положение, соответствующее закреплению определенных пар зубчатых колес. Для исключения возможности жесткого упора зубчатых колес при переключении штифты реек подпружинены.

Фиксация лимба при высоте скорости обеспечивается шариком, заскакивающим в пазы звездочки.

Регулирование пружины производится пробкой с учетом четкой фиксации лимба и усилия при его повороте.

Соответствие скоростей значениям, обозначенным на указателе, достигается определенным положением конических колес по зацеплению. Правильное зацепление устанавливается по кернам на торцах сопряженного зуба и впадины или при установке указателя в положение скорости 31,5 мин<sup>-1</sup> и диска с вилками в положение

скорости 31,5 мин<sup>-1</sup>. Зазор в зацеплении конической пары не должен быть больше 0,2 мм, так как диск за счет этого может повернуться до 1 мм.

Смазка коробки переключения осуществляется от системы смазки коробки скоростей разбрызгиванием масла, поступающего из трубки в верхней части станины. Отсутствие масляного дождя может вызвать недопустимый нагрев щечек вилок переключения и привести к заеданию вилок, их деформации или поломке.

Плоскость разъема уплотняется прокладкой или бензиноупорной смазкой ГОСТ 7171—78.

Поворотная фрезерная головка 6 выполнена в виде двух отдельных корпусов, что обеспечивает поворот шпинделя в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Шпиндель смонтирован в точных подшипниках качения и в выдвижной гильзе, которая выдвигается вручную через червячно-реечную передачу и в требуемом положении фиксируется специальным зажимом.

Поворотная головка крепится к хоботу через промежуточную плиту с помощью болтов, введенных в кольцевой Т-образный паз, и центрируется в кольцевой выточке.

Поворотная головка зафиксирована в нулевом положении по отношению к фланцу хобота. Для поворота головки следует освободить ее от нулевой фиксации вращения гайки штифта фиксации и вытягиванием штифта.

Шпиндель поворотной головки получает вращение от коробки скоростей хобота через кулачковую муфту и конические зубчатые колеса.

Шпиндель представляет собой двухопорный вал, смонтированный в выдвижной гильзе. Регулирование осевого люфта в шпинделе осуществляется подшлифовкой колец. Повышенный радиальный люфт в переднем подшипнике устраняют подшлифовкой полуколец с подтягиванием гайки.

Регулирование производится в следующем порядке:

выдвигается гильза шпинделя;  
демонстрируется фланец;  
снимаются полукольца;

с правой стороны корпуса головки выворачивается резьбовая пробка;

через отверстие отвертыванием винта расконтривается гайка;

стальным стержнем заstopоривается гайка. Поворотом шпинделя за сухарь гайка подтягивается и этим перемещается внутренняя обойма подшипника. После проверки люфта в подшипнике производится обкатка шпинделя на максимальной частоте вращения. При работе в течение 1 ч избыточная температура внутренней поверхности инструментального конуса не должна превышать 55° С;

замеряется величина зазора между подшипником и буртом шпинделя, после чего следует подшлифовать полукольца на необходимую величину;

для устранения радиального люфта в 10 мкм полукольца необходимо подшлифовать примерно на 120 мкм;

полукольца устанавливаются на место и закрепляются. Приворачивается фланец.

Перемещение гильзы поворотной головки производится маховичком, связанным с помощью червяка и зубчатого колеса с рейкой, нарезанной на гильзе шпинделя.

Смазка подшипников поворотной головки производится шприцеванием. Смазка подшипников производится набивкой при осмотрах и ремонте станка.

Накладная фрезерная головка 7 представляет собой самостоятельный узел и служит для расширения технологических возможностей станка. Она крепится к поворотной головке четырьмя болтами, входящими в круговой Т-образный паз корпуса поворотной головки. Этим достигается возможность ее поворота на 360°.

Шпиндель накладной головки смонтирован в точных подшипниках качения и получает вращение от шпинделя поворотной головки. Регулирование зазора в подшипниках шпинделя накладной головки производится гайкой.

Смазка подшипников накладной головки осуществляется шприцеванием.

Коробка подачи представляет собой самостоятельный агрегатный узел, обеспечивающий привод рабочих

подач и быстрые перемещения стола, салазок и консоли.

Три подвижных блока зубчатых колес, скользящих по шлицевым валам, позволяют получить 18 различных величин подач.

Переключение подач производится одной рукояткой грибовидной формы, расположенной в прифланцованном к корпусу коробки подач механизме переключения подач.

Легкость переключения достигается благодаря кратковременному импульсному включению электродвигателя подач, происходящему в момент перемещения зубчатых блоков.

Получаемые в результате переключения блоков скорости вращения передаются на выходной вал через шариковую предохранительную муфту, кулачковую муфту и втулку, соединенную шпонкой с кулачковой муфтой и выходным валом.

При перегрузке механизма подач шарники, находящиеся в контакте с отверстиями кулачковой втулки, сжимают пружины и выходят из контакта. При этом зубчатое колесо проскальзывает относительно кулачковой втулки, и рабочая подача прекращается.

Быстрое вращение передается от электродвигателя, минуя коробку подач, зубчатому колесу, которое сидит на хвостовике корпуса фрикциона и имеет, таким образом, постоянную частоту вращения. При монтаже необходимо проверить затяжку гайки.

Корпус фрикционной муфты должен свободно вращаться между зубчатым колесом и упорным подшипником. Диски фрикциона через один связаны с корпусом фрикциона, который постоянно вращается, и втулкой, которая, в свою очередь, соединена шпонкой с выходным валом.

При регулировании предохранительной муфты снимается крышка и выворачивается пробка, на место которой вставляется стальной стержень так, чтобы конец его вошел в одно из отверстий на наружной поверхности гайки, которая, таким образом, застопоривается. Плоским стержнем через окно крышки поворачивается за зубья зубчатое колесо. После регулирования гайка законтривается.

Регулирование считается правильным, если при встречном фрезеровании цилиндрической фрезой удастся фрезеровать чугун марки СЧ 15 при следующих параметрах режима резания:

	6Р82Ш	6Р83Ш
Диаметр фрезы, мм . . . . .	100	100
Число зубьев . . . . .	8	8
Ширина фрезерования, мм . . . . .	100	150
Глубина фрезерования, мм . . . . .	12	10
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> . . . . .	50	50
Продольная подача по лямбу, мм/мин . . . . .	125	125

При этих режимах муфта может переодически прощелкивать.

Регулирование зазора между дисками фрикциона производится гайкой, которая зафиксирована от самопроизвольного перемещения.

Механизм переключения подач входит в узел коробки подач. Принцип ее работы аналогичен работе коробки переключения скоростей. Привод подач стола осуществляется от отдельного фланцевого электродвигателя, расположенного в консоли. От электродвигателя вращение передается через коробку подач и далее через ряд цилиндрических и конических зубчатых колес в консоли, салазках и столе (при включении соответствующей кулачковой муфты) одному из трех ходовых винтов. Таким образом производится продольная, поперечная или вертикальная подача стола.

Быстрые перемещения стола в трех направлениях выполняются через укороченную кинематическую цепь, минуя переключаемые шестерни коробки подач. При этом вращение электродвигателя через зубчатую передачу, находящуюся в постоянном зацеплении, сообщается шестерне фрикциона быстрого хода на выходном валу коробки подач.

Фрикцион заблокирован с кулачковой муфтой рабочих подач, что предотвращает случаи их одновременного включения. На выходном валу коробки в цепи рабочих подач имеется шариковая пружинная регулируемая муфта, предохраняющая механизм подач от перегрузок.

Для предотвращения смещения диска в осевом направлении валик запирается во включенном положении двумя шариками и втулкой.

Фиксация поворота диска переключения осуществляется шариком через фиксаторную втулку. Регулирование усилия фиксации поворота диска переключения производится резьбовой пробой.

Смазка коробки подач осуществляется разбрызгиванием масла, поступающего из системы смазки консоли.

Для достижения плотности стыка коробки подач и консоли разрешается установка коробки подач, кроме прокладки, на бензинопорную смазку ГОСТ 7171—78, если прокладка не обеспечивает достаточной герметичности.

Консоль 9— базовая сборочная единица, объединяющая цепи подач станка. В консоли смонтирован ряд валов и зубчатых колес, передающих движение от коробки подач в трех направлениях — к винтам продольной, поперечной и вертикальной подач, механизм включения быстрого хода, электродвигатель подач. В консоль входит также механизм включения поперечных и вертикальных подач. Зубчатое колесо смонтировано на подшипнике и может передавать движение валу только через кулачковую муфту, связанную с валом. Далее через пару цилиндрических и пару конических колес движение передается на винт.

Зацепление конической пары отрегулировано компенсаторами и зафиксировано винтом, входящим в засверловку пальца.

Гайка вертикальных перемещений закреплена в колонке. Колонка установлена точно по винту и зафиксирована штифтами на основании станка.

Зубчатое колесо, смонтированное на гильзе, через шпонку и шлицы постоянно вращает шлицевой вал цепи продольного хода. Винт поперечной подачи получает вращение через зубчатое колесо и свободно сидящее на валу колесо при включенной кулачковой муфте поперечного хода.

На переднем торце консоли размещены рукоятка и маховичок ручного поперечного и вертикального

перемещений стола. С левой стороны консоли выведена основная и дублирующая рукоятки включения продольной, поперечной и вертикальной подач стола.

Положение рукояток при переключении совпадает с направлением включаемого перемещения, что устраняет возможность ошибок.

В консоли размещен масляный насос плунжерного типа, подающий смазку ко всем смазочным точкам консоли, коробки подач, стола — салазок и направляющих.

Для демонтажа валов необходимо снять коробку подач и крышку с правой консоли, после чего через окно консоли вывернуть стопоры у зубчатых колес.

Демонтаж салазок можно произвести после демонтажа шлицевого вала, для чего необходимо снять верхний щиток на направляющих консоли, выбить штифт и вытянуть шлицевой вал. При демонтаже салазок необходимо также демонтировать кронштейн поперечного хода или винт поперечной подачи.

Механизм включения быстрого хода включает кулачковую муфту подачи и сжимает диски фрикционной муфты. Рычаг посажен на ось, связан с ней штифтом; ось давлением пружины отжимается в направлении зеркала станка. На оси имеются две пары гаек. Правые гайки предназначены для регулирования усилия пружины. Левые гайки, упираясь в торец втулки, закрепленной в стенке консоли, служат для ограничения и регулирования хода оси, что необходимо для облегчения ввода подшипника в паз кулачковой муфты во время монтажа коробки подач на консоли, а также для устранения осевых ударных нагрузок на подшипник вала при включении кулачковой муфты.

Рычаг имеет на задней стенке уступ, в который упирается кулачок. При повороте кулачка рычаг перемещается и сжимает пружину. Ось на втором конце имеет мелкий зуб, обеспечивающий возможность монтажа рычага, соединяющего ось с тягой электромагнита под необходимым углом.

Электромагнит через тягу и шарниры скреплен с вилкой, от которой через гайку и пружину усилие передается на рычаг. Таким образом, независимо от усилия, развиваемого электромагнитом, усилие на рычаге определяется степенью затяжки пружины.

Цепь включения быстрого хода от электромагнита до фрикционной муфты должна удовлетворять следующим условиям:

общий зазор между дисками фрикциона в выключенном состоянии должен быть не менее 2—3 мм;

во включенном положении фрикциона диски должны быть плотно сжаты и сердечник электромагнита полностью втянут. При этом сжатие пружины допускается до положения, определяемого зазором от низа рычага до торца вилки не менее 2 мм;

пружина должна развивать усилие, немногим меньшее усилия электромагнита. Гайка регулируется таким образом, чтобы сердечник электромагнита во включенном положении был полностью втянут.

Усилие сжатия дисков определяется величиной натяга пружины и не зависит от величины зазора в дисках. Однако регулировать зазор в дисках, полагая, что это увеличит силу сжатия дисков, не рекомендуется.

Усилия электромагнита при включении, передаваемые через рычаги, могут расшатывать систему, поэтому при осмотрах и ремонте необходимо проверять сохранность шплинтов, крепление гайки, посадку шпонок и крепление самого электромагнита на крышке консоли. Износ подшипника увеличивается, если усилие его прижима не ограничивается гайками.

Механизм включения поперечных и вертикальных подач выполнен в отдельном корпусе и управляет включением и отключением кулачковых муфт поперечной и вертикальной подач и электродвигателя подачи.

При движении рукоятки вправо или влево, вверх или вниз связанный с ней барабан совершает соответствующие движения и своими скосами управляет через рычажную систему включением кулачковых муфт, а через

штифты — конечными включателями мгновенного действия, расположенными ниже механизма и предназначенными для реверса электродвигателя подачи.

Тяга связывает барабан с дублирующей рукояткой. На ней закреплен рычаг, на который действуют кулачки, ограничивающие поперечный ход. В конце тяга имеет рычаг для ограничения вертикальных перемещений. При включениях и выключениях поперечного хода тяга перемещается поступательно, а вертикального хода — поворачивается. Блокировка, предохраняющая от включения маховичок и рукоятки ручных перемещений при включении механической подачи, состоит из коромысла и штифта.

При включении кулачковой муфты рукояткой подачи коромысло при перемещении муфты поворачивается, передвигает штифт, который упирается в дно кулачковой муфты маховичка или рукоятки, и отодвигает их, не давая возможности кулачкам сцепиться.

Если система имеет повышенный люфт, необходимо выпрессовать пробку вала, расконтрить гайку и подвернуть винт.

Система смазки консоли включает в себя плунжерный насос, золотниковый распределитель, масло-распределитель и отходящие от него трубки, подающие масло к подшипникам, зубчатым колесам, винтам поперечного и вертикального перемещений.

Плунжерный насос централизованной смазки консоли, коробки подачи и механизмов стола — салазок засасывает масло через сетку фильтра из масляной ванны и подает его по трубке к золотниковому распределителю.

От золотникового распределителя отводятся трубки: для смазки вертикальных направляющих консоли, на штуцер гибкого шланга смазки стола — салазок и к маслораспределителю консоли. Подача насоса около 1 л/мин.

При нажиме на кнопки доступ масла к маслораспределителю перекрывается, и оно от насоса поступает соответственно на вертикальные направляющие консоли или для смазки стола — салазок.



Стол и салазки. Рабочий стол сосредоточивает в себе все движения, необходимые при фрезеровании с продольной подачей.

На рабочей поверхности стола имеются Т-образные пазы для крепления обрабатываемого изделия или приспособлений, а с нижней стороны направляющие типа «ласточкин хвост», входящие в поперечные салазки, передвигающиеся по направляющим консоли. Стол перемещается как вручную от маховичков, расположенных на переднем торце салазок и левом конце ходового винта, так и механически. Продольное перемещение стола производится неподвижно закрепленной на салазках гайкой и вращающимся ходовым винтом.

В поперечном направлении стол вместе с салазками передвигается механически при вращении ходового винта поперечной подачи от коробки подач или вручную от маховичка.

Ходовой винт получает вращение через скользящую шпонку гильзы, смонтированную во втулках. Гильза через шлицы получает вращение от кулачковой муфты при сцеплении ее с кулачками втулки, жестко связанной с коническим зубчатым колесом. Втулка имеет зубчатый венец, с которым сцепляется зубчатое колесо привода круглого стола. Кулачковая муфта имеет зубчатый венец для осуществления вращение винта продольной подачи при перемещениях от маховичка.

Зубчатое колесо подпружинено на случай попадания зуба на зуб. Зацепление с ним может быть только в случае расцепления муфты с втулкой. Таким образом, маховичок блокируется при механических подачах.

Конструкция гаек продольной подачи позволяет периодически устранять зазор в паре винт — гайка, который может возникнуть в результате износа витков, и дает возможность работать со встречной и попутной подачами.

Гайки ходового винта расположены в левой части салазок. Правая гайка зафиксирована двумя штифтами в корпусе салазок, левая гайка, упираясь торцом в правую, при повороте ее червяком выбирает люфт в винтовой паре. Для регулирования зазора необ-

ходимо ослабить гайку и, вращая валик, произвести подтягивание гайки. Выборку люфта необходимо производить до тех пор, пока люфт ходового винта, проверяемый поворотом маховичка, окажется не более  $4-5^{\circ}$  и пока при перемещении стола вручную не произойдет заклинивание винта на каком-либо участке, необходимом для рабочего хода. После регулирования нужно, затянув гайку, зафиксировать валик в установленном положении.

В продольном направлении стол может настраиваться с помощью шести кулачков на автоматический и полуавтоматический циклы работы.

Включение и отключение перемещения стола производятся рукояткой, расположенной на передней стороне салазок. Для большего удобства управления сбоку салазок расположена дублирующая рукоятка продольного хода, жестко связанная с основной рукояткой.

При работе с продольной подачей для увеличения жесткости салазки закрепляют на направляющих консоли двумя ручными зажимами, удобно расположенными с обеих сторон салазок.

Стол соединяется с ходовым винтом через кронштейны, установка которых производится по расположению винта и которые фиксируются контрольными штифтами. Упорные подшипники смонтированы на разных концах винта, что устраняет возможность его работы на продольный изгиб. При монтаже винта обеспечивается предварительный натяг ходового винта гайками с усилием 1000—1250 Н.

Зазор в направляющих консоли и салазок выбирается клиньями. Регулирование клина стола производится при ослабленных гайках подтягиванием винта отверткой. После проверки регулирования ручным перемещением стола гайки надежно затягиваются.

Зазор в направляющих консоли и салазок регулируется клином с помощью винта. Степень регулирования проверяется перемещением салазок вручную.

Механизм включения продольной подачи осуществляется включением кулачковой муфты продольного хода, а также включением,

выключением и реверсированием электродвигателя подач.

Рукоятка жестко соединена с осью и поворачивает рычаг, по криволинейной поверхности которого в процессе переключения катится ролик. При нейтральном положении рычага ролик находится в средней впадине, при включении — в одной из боковых впадин.

Движение ролика через рычаг передается штоку и через зубчатое колесо — рейке и вилке, ведущей кулачковую муфту.

Пружина, регулируемая пробкой, постоянно нажимает на шток. Пружина обеспечивает возможность включения рукоятки при попадании зуба на зуб кулачковой муфты. Регулирование пружины производится винтом с помощью ключа, который вставляется в отверстие пробки. Чрезмерное сжатие пружины ослабляет действие пружины. Рычаг служит для включения муфты кулачком, прикрепленным к тяге. Тяга соединяет основную рукоятку продольного хода с дублирующей.

Включение и реверсирование электродвигателя подач производится конечными выключателями. Отключение двигателя происходит после выключения кулачковой муфты.

На ступице рукоятки продольного хода имеются выступы, на которые воздействуют кулачки ограничения продольного хода или (при автоматических циклах) управления продольным ходом.

При снятой крышке можно проверить работу контактов конечных выключателей и при необходимости очистить их от пригара.

Механизм автоматического цикла обеспечивает возможность управления столом от кулачков. На оси рукоятки продольного хода смонтированы жестко связанные между собой звездочки включения быстрого хода при работе станка в автоматическом цикле. Звездочка получает вращение от возвратного пружинного кулачка, установленного на лицевой стороне стола в Т-образном пазу. Нижняя звездочка имеет различную глубину впадин, что при повороте ее на 45° дает различный ход штоку, который воздей-

ствует на конечный выключатель и включает электромагнит быстрого хода. Конечный выключатель имеет две пары контактов, обеспечивающих переключение с быстрого хода на подачу и наоборот.

При быстром ходе шток входит в глубокие впадины, включает быстрый ход и одновременно фиксирует обе звездочки от произвольного поворота. При повороте кулачком верхней и соответственно нижней звездочек шток выходит на участок постоянной кривизны нижней звездочки и замыкает вторую пару контактов. Попадая во впадины этих криволинейных участков, шток фиксирует звездочки в новом положении, когда оба контакта разомкнуты (включается рабочая подача).

Механизм запириания муфты позволяет подготовить станок для работы в автоматическом цикле.

При нажатии на валик-шестерню рейка расцепляется с зубчатым колесом и зацепляется с валиком-шестерней. Поворотом валика кулачковая муфта перемещается, входит в зацепление с кулачковым зубчатым колесом и с этого момента уже не может быть выключена рукояткой продольного хода.

Запирание муфты можно произвести только при среднем (нейтральном) положении рукоятки. Это обеспечивается Т-образным пазом в зубчатом колесе и штифтом, установленным в корпусе салазок.

При нажатии на валик-шестерню конусом и пальцем размыкаются контакты конечного выключателя, блокирующего цепь включения поперечной и вертикальной подач. Этим исключается возможность включения при запертой кулачковой муфте продольного хода одновременно двух движений — стола и салазок или стола и консоли.

Система смазки стола и салазок питается от насоса, расположенного в консоли, при нажатии на кнопку золотникового распределителя.

#### 6.4.СМАЗКА СТАНКА

Внимательное отношение к смазке, нормальная работа систем смазки являются гарантией безотказной работы станка и его долговечности.

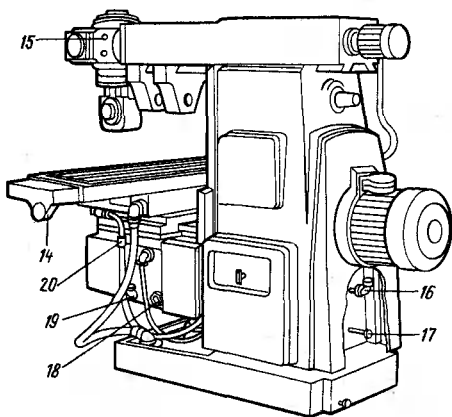
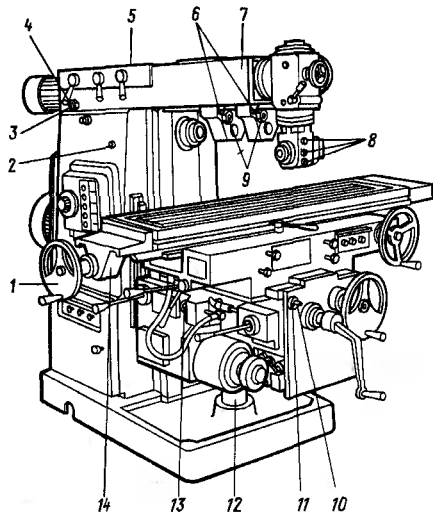


Рис. 6.4. Схема смазки станков 6Р82Ш и 6Р83Ш

Смазка должна производиться с учетом степени загрузки станка, как правило, перед работой (ориентировочно два раза в смену при длительности 15—20 с).

Схема расположения точек смазки показана на рис. 6.4.

На станке имеются три изолированные централизованные системы смазки: зубчатых колес, подшипников, коробки скоростей и элементов коробки переключения скоростей; зубчатых колес, подшипников коробки подач, консоли, салазок, направляющих консоли, салазок и стола; зубчатых колес, подшипников коробки скоростей хобота.

Масляный резервуар и насос смазки коробки скоростей горизонтального шпинделя находятся в станине. Масло в резервуар заливается через угольник 16 до середины маслоуказателя 1. При необходимости уровень масла должен пополняться. Слив масла производится через патрубок 17.

Контроль за работой системы смазки коробки скоростей осуществляется маслоуказателем 2.

Смазка элементов коробки скоростей хобота осуществляется разбрызгиванием. Масло в резервуар хобота заливают вручную через пробку 5 до середины маслоуказателя 4. Слив масла из резервуара хобота производится

через пробку 3, расположенную в нижней части хобота. Масло в количестве 2 л (И-30А ГОСТ 20799—75) меняют каждые три месяца.

Смазка подшипников поворотной и накладной головок производится шприцеванием соответственно через точки 15 (пять точек смазки) и 8.

Масляный резервуар и насос смазки узлов, обеспечивающих движение подачи, расположены в консоли. Масло в резервуар заливается через угольник 19 до середины маслоуказателя 18. Превышать этот уровень не рекомендуется: заливка выше середины маслоуказателя может привести к подтекам масла из консоли и коробки подач. Кроме того, при переполненном резервуаре масло через рейки затекает в корпус коробки переключения, что может привести к порче конечного выключателя кратковременного включения двигателя при переключениях подач. При снижении уровня масла до нижней точки маслоуказателя необходимо пополнять резервуар. Слив масла из резервуара консоли производится через пробку 20 в нижней части консоли с левой стороны. Контроль за работой системы смазки коробки подач и консоли осуществляется маслоуказателем 13.

Работа системы смазки считается

удовлетворительной, если масло каплями вытекает из подводящей трубки, наличие струйки или заполнение ниши указателя маслом свидетельствует о хорошей работе масляной системы.

Направляющие стола, салазок, консоли, механизмы привода продольного хода, расположенные в салазках, смазываются периодически от насоса, расположенного в консоли. Масло поступает из резервуара консоли. Смазка направляющих консоли осуществляется от кнопки 11, а смазка направляющих салазок, стола и механизмов привода продольного хода — от кнопки 10. Достаточность смазки оценивается по наличию масла на направляющих.

Смазку подшипников концевых опор и винта продольной подачи произ-

водить шприцеванием через точки 14. В точке 12 пресс-масленкой смазывать винт подъема консоли.

Смазка подшипников серги — капельная. Залив масла И-30А производится вручную по мере расхода через пробки 6 до середины маслоуказателя 9. Смазка достаточная, если на поверхности скольжения поступает одна капля через 2—3 мин. Смазка 1-13 подается шприцем в пресс-масленку 7 для смазки подшипника хобота раз в месяц.

## 6.5 НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ СТАНКА И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Рассмотрим возможные неисправности в работе станка и способы их устранения (табл. 6.2).

6.2. Возможные неполадки и методы их устранения

Возможная неисправность	Признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Смазка коробки скоростей или смазка узлов, обеспечивающих движение подачи, не осуществляется	Поступление масла в глазок контроля работы насосов не соблюдается или совсем незначительно. Направляющие стола смазываются недостаточно или совсем не смазываются	В резервуаре нет масла. Засорился фильтр насоса смазки. Неисправность насоса или системы	Залить масло до середины маслоуказателя. Очистить фильтр насоса. Проаерить работу насоса, элементов системы, при необходимости демонтировать для ремонта
При включении подачи проселкивает предохранительная муфта и электродагатель подачи останавливается от перегрузки	При реверсировании подачи включение, как правило, нормальное	Вышел из строя фиксатор, запирающий гайку регулирования зазора в дисках. При аключении подачи гайка самопроизвольно заворачивается и затягивает диски фрикционной муфты, т. е. имеет место одновременное включение фрикциона быстрого хода и муфты подачи	При необходимости заменить фиксатор. Отрегулировать зазор между дисками
В начале фрезерования проселкивает предохранительная муфта	Слышен треск внутри коробки подачи. Условия фрезерования (припуск, материалы, инструмент) обычные	Ослаблен поджим шариков предохранительной муфты	Отрегулировать предохранительную муфту
При установке рукоятки включения поперечной и вертикальной подач в среднее положение механическая подача прекращается, но ма-	—	Увеличился люфт в цепи аключения кулачковых муфт поперечной и вертикальной подачи, отвернулась гайка	Отрегулировать люфт и законтрить гайку

Возможная неисправность	Признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Маховичком или рукояткой ручных перемещений повернуть цепь невозможно			
Электродвигатель подачи работает, но движения подачи нет	Быстрый ход осуществляется	Не до конца включен грибок и не сцепилась кулачковая муфта	Дослать грибок до фиксированного положения
Двигатель подачи работает с перегрузкой	При снятии крышки видны дым и пар	Мал зазор в дисках фрикциона; диски сильно греются	Дать остыть дискам и отрегулировать зазор
При установке рукоятки поперечной и вертикальной подач в среднее положение подача прекратилась, но двигатель продолжает работать	Слышна работа двигателя	Нарушилось регулирование рычагов включения конечников поперечной и вертикальной подачи	Отрегулировать рычаги
При включении ускоренного перемещения стола электромагнит включается, но ускоренного перемещения нет	Включение электромагнита слышится	Отвернулась гайка и сердечник спустился вниз	Отрегулировать гайку
При включении ускоренного перемещения фрикционная муфта проскальзывает	—	Наличие лишних сопротивлений в направляющих; плохая смазка, следы ржавчины, неправильное регулирование клиньев. Ослабла пружина	Проверить смазку и состояние направляющих, провести регулировку клиньев, отрегулировать пружину
Кулачковая муфта продольного хода при включении прощелкивается	—	Ослабла пружина	Отрегулировать пружину
При включении механической подачи маховичок или рукоятка ручных перемещений прихватывает при вращении вала	—	Неисправность в блокировке отключения маховичка или рукоятки, забоины на посадочных местах, грязь в подшипнике маховичка или рукоятке	Прекратить работу на станке. Проверить при включенном станке включением рукоятки поперечной или вертикальной подачи блокировку маховичка и рукоятки; касание или зацепление кулачков обязательно устранить

## ГЛАВА 7 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

На фрезерных станках можно выполнять разнообразные работы (рис. 7.1): обработку плоскостей ( $a—ж$ ); уступов ( $з—м$ ); прямолинейных пазов различ-

ного профиля ( $n—п$ ) и различных криволинейных поверхностей, в том числе и поверхностей вращения ( $р—с$ ).

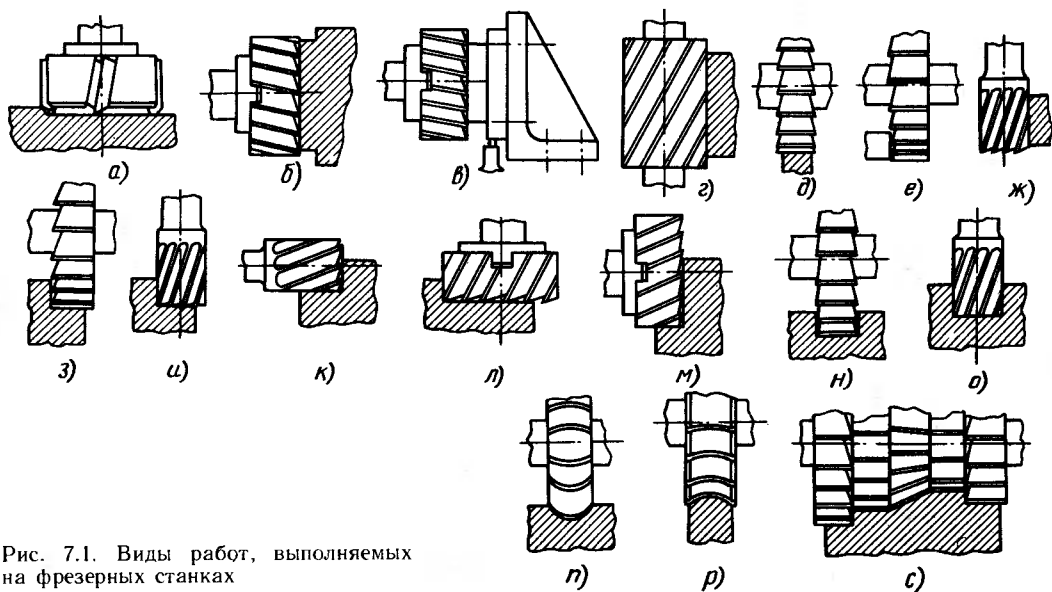


Рис. 7.1. Виды работ, выполняемых на фрезерных станках

### 7.1. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

**Машинные тиски.** При фрезеровании возникают большие усилия резания, поэтому обрабатываемую деталь необходимо закрепить на столе станка или в приспособлении, не допуская ее смещения, прогиба или неплотного прилегания детали к опорной поверхности. Крупные детали крепят непосредственно к столу с помощью планок, прихватов, призм, болтов и прочих зажимных устройств. Детали цилиндрической формы устанавливают в призмах, которые с помощью направляющих сухарей фиксируют в требуемом положении относительно Т-образных пазов в столе станка.

Для обработки мелких и средних деталей в мелкосерийном производстве применяют универсальные приспособления — машинные тиски с винтовым или эксцентриковым зажимом. Время, необходимое для закрепления детали, при этом сокращается в 4—5 раз.

**Установка заготовки в тисках.** Заготовку в тисках устанавливают с фиксацией базовой поверхности на направляющих тисков или на параллельных подкладках. Можно установить рейсмас и иглой сверлить закрепление по риску. Заготовку нередко устанавливают на призмах или непосредственно на столе

станка, выверяя одну из ее сторон с помощью угольника или рейсмаса. При этом угольник широкой (короткой) стороной прикладывают к вертикальному направляющему станины, а второй стороной придвигают вплотную к плоскости заготовки и по величине просвета определяют правильность установки заготовки.

Если кромка заготовки по всей длине неравномерно прилегает к угольнику, то можно легкими ударами молотка (со вставками из мягкого металла) по заготовке добиться равномерного прилегания ее к ребру угольника.

Иглу рейсмаса устанавливают над одним из углов поверхности заготовки с минимальным просветом и, перемещая рейсмас по поверхности стола, вводят (медленно поворачивая) иглу рейсмаса поочередно на каждый угол заготовки. Равный просвет на всех углах заготовки показывает, что поверхность ее расположена горизонтально к плоскости стола.

При отсутствии равного просвета необходимо подкладывать слои фольги между поверхностями параллельной подкладки и заготовки, добиваясь правильного положения заготовки.

**Пневматические тиски.** Такие тиски (рис. 7.2) обеспечивают быстрый надежный зажим заготовки. На основании 1 с неподвижной губкой крепят пневма-

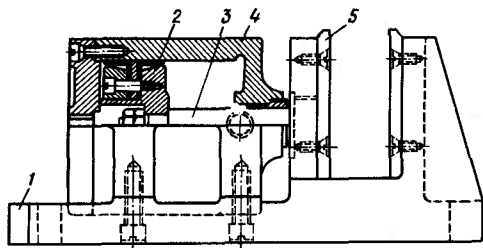


Рис. 7.2. Пневматические тиски

тический цилиндр 4. Поршень 2 через шток 3 связан с подвижной губкой 5. При подаче воздуха в левую полость цилиндра губка 5 идет вправо и зажимает деталь. Когда сжатый воздух направлен в правую полость цилиндра, то губка 5 отходит влево.

На зажатие заготовки в пневматических или гидравлических тисках тратят 0,02—0,03 мин. Зажатие в таких тисках может осуществляться с помощью воздушного цилиндра с поршнем или пневмокамеры. Тиски с пневмокамерой более экономичны в отношении расхода сжатого воздуха.

**Круглый поворотный стол.** Стол (рис. 7.3) устанавливают на столе станка для фрезерования поверхностей по заданным углам и тел вращения. На основании 1 установлен круглый стол 3 с крестовыми Т-образными пазами для крепления заготовок. Стол поворачивают на нужный угол через червячную передачу вручную, а величину угла

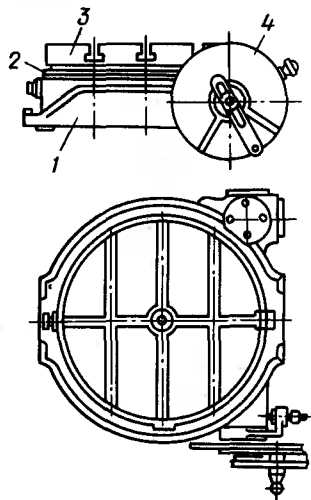


Рис. 7.3. Круглый поворотный стол

поворота отсчитывают по делительному диску 4 или шкале 2. При фрезеровании тел вращения стол получает непрерывное вращение через механизм подачи.

## 7.2. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Фрезерованием обрабатывают плоскости, пазы, уступы, фасонные поверхности и даже тела вращения. В зависимости от вида обработки применяют различные фрезы.

**Форма и углы зубьев фрезы.** По форме зубьев различают фрезы с остроконечными и затылованными зубьями.

Обычно простые фрезы изготавливают с остроконечными зубьями, а фасонные — с затылованными.

Для обеспечения высокопроизводительного процесса резания зубья фрез имеют заданную геометрию (передний угол  $\gamma$ , задний угол  $\alpha$ , угол заострения  $\beta$ , угол резания  $\delta$ , углы в плане и др.).

На рис. 7.4 показана цилиндрическая фреза с прямыми зубьями. Фрезы, имеющие посадочные отверстия для установки на оправку, называются насадочными, фрезы имеющие цилиндрические или конические хвостовики, называются хвостовыми. Фрезы изготавливают из быстрорежущих сталей или оснащают пластинками из металлокерамических твердых сплавов.

Наличие переднего угла  $\gamma$  облегчает образование и сход стружки (уменьшается работа, затрачиваемая на пластическое деформирование срезаемого слоя и трение по передней поверхности зуба). Задний угол  $\alpha$  обеспечивает благоприятные условия для перемещения

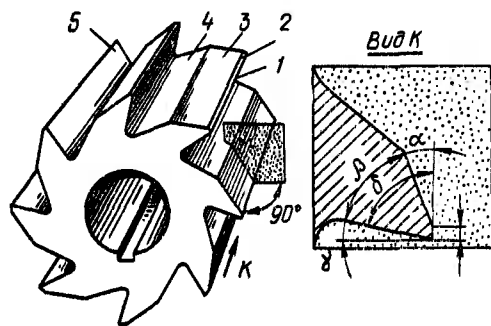


Рис. 7.4. Геометрия режущей части фрезы: 1 — режущая кромка, 2 — ленточка, 3 — задняя поверхность, 4 — затылочная поверхность, 5 — передняя поверхность

задней поверхности инструмента по поверхности резания и уменьшает работу сил трения на этих поверхностях.

Угол заострения  $\beta$  образован передней и задней поверхностями и зависит от величины переднего и заднего углов фрезы. Увеличение угла  $\beta$  затрудняет врезание зуба в обрабатываемый материал. При фрезеровании фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава, сталей повышенной твердости и твердых чугунов во избежание выкрошивания кромки у зубьев фрезы делают большие углы заострения. Увеличение угла  $\beta$  вызывает необходимость уменьшения переднего угла. При значениях  $\beta=60^\circ$  угол  $\gamma=15^\circ$ ;  $\beta=75^\circ$  угол  $\gamma=0^\circ$ ;  $\beta=90^\circ$  угол  $\gamma=-16^\circ$ .

**Классификация фрез.** На рис. 7.5 представлены типы фрез и обрабатываемые ими характерные поверхности. Цилиндрическая и торцовая фрезы предназначены для обработки плоскостей. Дисковые фрезы (пазовую, двустороннюю и трехстороннюю) применяют для фрезерования пазов, уступов и боковых плоскостей. Прорезные (шлицевые) и отрезные фрезы служат для прорезания шлицев в головках винтов, прорезания различного рода узких пазов и для разрезки материалов. Концевую фрезу применяют для обработки пазов, уступов и плоскостей шириной  $B \leq 0,8 D$  ( $D$  — диаметр концевой фрезы). Угловые фрезы используют глав-

ным образом для фрезерования стружечных канавок режущих инструментов, а также скосов. Фасонные фрезы предназначены для фрезерования различного рода фасонных поверхностей.

**Конструкция фрез.** Цилиндрические фрезы диаметром до 90 мм, торцовые насадные фрезы диаметром до 110 мм, а также дисковые трехсторонние с мелким зубом, дисковые пазовые, угловые, фасонные, отрезные, прорезные, концевые и шпоночные фрезы изготавливают цельными.

Концевые и шпоночные фрезы из быстрорежущей стали диаметром более 10 мм изготавливают сварными, рабочую часть фрезы из инструментальной стали сваривают встык с хвостовиком из конструкционной стали 40Х или 45.

Цилиндрические, торцовые насадные и дисковые фрезы диаметром выше 75 мм и торцовые фрезерные головки изготавливают с вставными зубьями.

Фрезы, оснащенные пластинками твердого сплава, изготавливают как с вставными ножами, так и с припаянными пластинками.

**Закрепление фрез на станках.** Фрезы должны быть точно ориентированы относительно шпинделя. Цилиндрические, дисковые, торцовые насадные, угловые и фасонные фрезы крепят на фрезерных оправках (рис. 7.6, а—е). Для уменьшения биения фрезерной оправки опорные торцы фрез должны

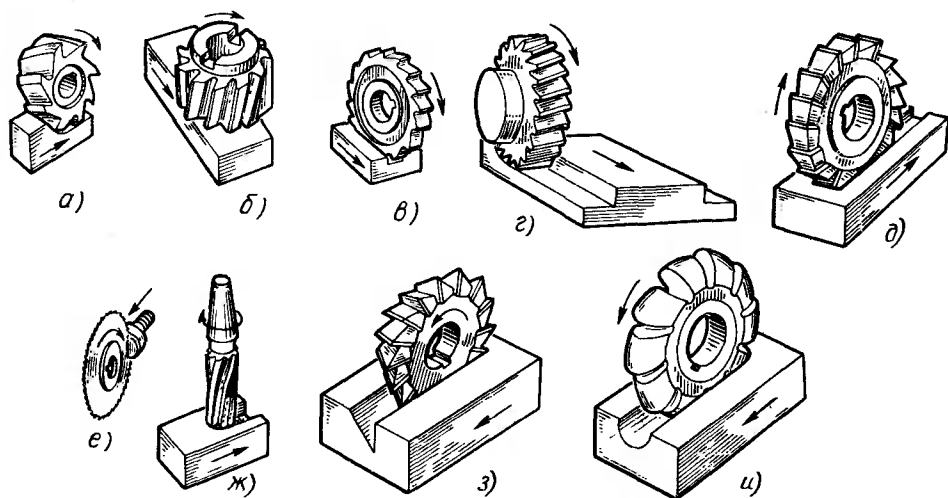


Рис. 7.5. Типы фрез:

а — цилиндрическая, б — торцовая, в, г, д — дисковые, е — прорезная, ж — концевая, з — угловая, и — фасонная



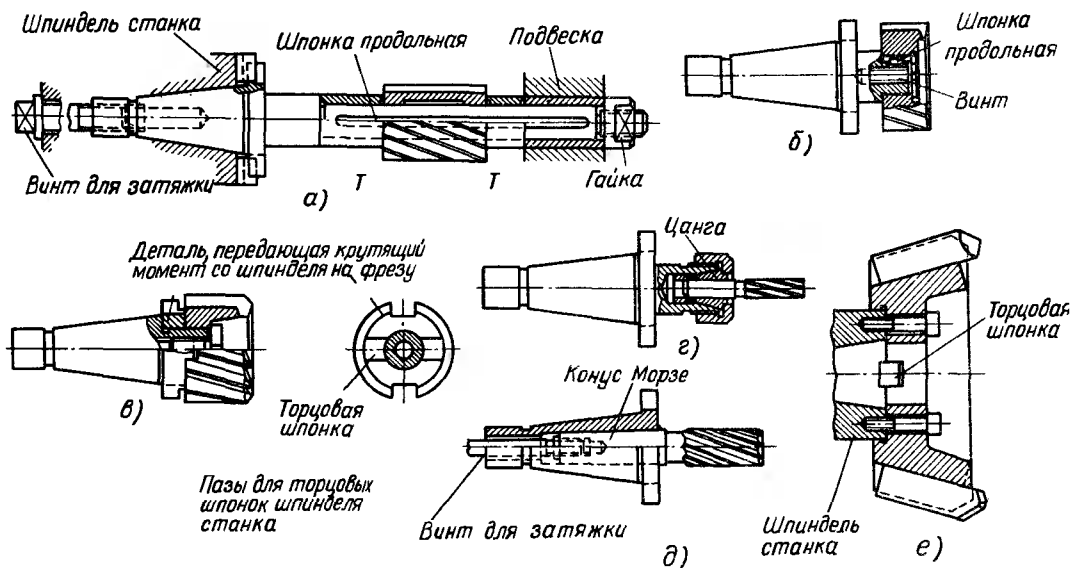


Рис. 7.6. Способы установки и закрепления фрез

быть строго параллельны друг другу и перпендикулярны оси фрезы. Отклонение опорных торцовых поверхностей от перпендикулярности оси фрезы не должно превышать 0,04—0,05 мм.

Вращение фрезам, закрепленным на оправке, передается продольной или торцовой шпонкой (рис. 7.6, а). У прорезных фрез шпоночный паз отсутствует и крепление осуществляется за счет сил трения.

Торцовые насадные фрезы с мелким зубом крепят на укороченных оправках с помощью винта (рис. 7.6, б).

Торцовые насадные фрезы с крупным зубом и со вставными ножами крепят на специальных оправках (рис. 7.6, в).

Концевые и шпоночные фрезы диаметром до 20 мм с цилиндрическим хвостовиком устанавливают на концевых оправках с помощью цангового зажима (рис. 7.6, г).

Концевые, торцовые и шпоночные фрезы диаметром свыше 20 мм с коническим хвостовиком крепят или непосредственно, или с помощью переходных конусных втулок в шпинделе станка. Затяжка конического хвостовика в коническое гнездо шпинделя осуществляется винтом (рис. 7.6, д).

Торцовые фрезерные головки крепят непосредственно на шпинделе станка (рис. 7.6, е).

### 7.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СХЕМЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Чаще всего плоские поверхности обрабатывают цилиндрической (рис. 7.7, а) или торцовой фрезой (рис. 7.7, б). При цилиндрическом фрезеровании плоскостью ось фрезы параллельна обрабатываемой поверхности; работа производится зубьями, расположенными на цилиндрической поверхности фрезы. При торцовом фрезеровании плоскостей ось фрезы перпендикулярна обработанной поверхности; в работе участвуют зубья, расположенные как на цилиндрической, так и на торцовой поверхности фрезы, например при обработке уступов.

Как цилиндрическое, так и торцовое фрезерование может осуществляться двумя способами: против подачи, так называемое встречное фрезерование.

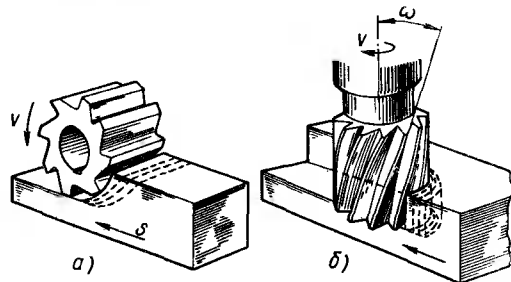


Рис. 7.7. Виды фрезерования

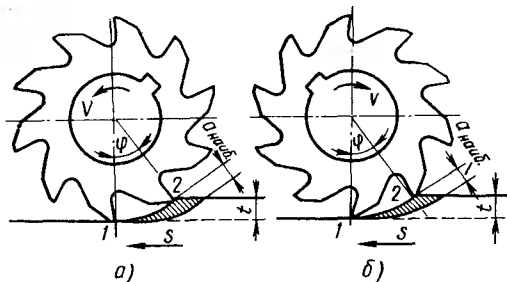


Рис. 7.8. Схемы фрезерования

ние, когда направление подачи противоположно направлению вращения фрезы (рис. 7.8, а), и попутное фрезерование (рис. 7.8, б), когда направление подачи совпадает с направлением вращения фрезы.

При встречном фрезеровании нагрузка на зуб увеличивается постепенно, резание начинается в точке 1 и заканчивается в точке 2 с наибольшей толщиной срезаемого слоя ( $a_{\text{наиб.}}$ ). При попутном фрезеровании зуб фрезы начинает работать со срезания слоя наибольшей толщины.

При обработке заготовок с черновой поверхностью попутное фрезерование применять не следует, так как при врезании зуба фрезы в твердую корку происходит преждевременный износ и выход из строя фрезы.

При фрезеровании заготовок с предварительно обработанными поверхностями попутное фрезерование имеет преимущества перед встречным: увеличивается стойкость инструмента, улучшается качество обработанной поверхности. Попутное фрезерование следует производить на станках, обладающих достаточной жесткостью и виброустойчивостью, а также без зазора в сопряжении ходовой винт — гайка. При попутном и встречном фрезеровании можно работать при движении стола в обоих направлениях, что позволяет выполнять черновое и чистовое фрезерование за одну операцию. Цилиндрические фрезы широко применяют в единичном и серийном производстве.

Торцовые фрезы имеют ряд преимуществ по сравнению с цилиндрическими. Они обеспечивают равномерное фрезерование даже при небольших припусках на обработку, так как угол контакта фрезы с заготовкой зависит толь-

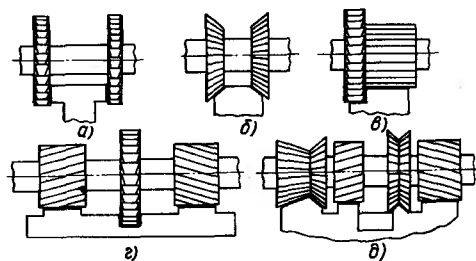


Рис. 7.9. Набор фрез

ко от диаметра фрезы и ширины заготовки. Длина дуги контакта в этом случае больше, чем при фрезеровании цилиндрическими фрезами. Установка торцовой фрезы непосредственно в шпиндель станка исключает необходимость в применении длинных и недостаточно жестких оправок, неизбежных при работе цилиндрическими насадными фрезами, и позволяет использовать фрезы диаметром до 800—1000 мм и более.

Инструментальная промышленность выпускает торцовые фрезы нескольких типов. Стандартные торцовые фрезы диаметром 630 мм позволяют обрабатывать плоскости шириной более 400 мм. В практике встречаются фрезы диаметром 800—1200 мм, что повышает пределы ширины фрезерования примерно до 800 мм.

Одновременную обработку несколькими фрезами производят набором фрез или многшпиндельными головками, а также на специальных фрезерных станках.

Фрезеруют набором фрез в основном на горизонтально-фрезерных станках. Фрезы в этом случае устанавливают на фрезерной оправке, опирающейся на центр или втулку подвески.

В набор могут входить различные дисковые фрезы (рис. 7.9, а), угловые (рис. 7.9, б), цилиндрические и дисковые (рис. 7.9, в и г) цилиндрические, угловые и фасонные (рис. 7.9, д).

При обработке набором фрез не только повышается производительность и возрастает точность фрезерования, но и лучше используется мощность станка.

Набор фрез, по существу, представляет собой специальный инструмент. При работе набором фрез не представляется возможным использовать каждую из них наиболее рациональным спо-

собою, так как при принятой скорости резания частота вращения должна назначаться по фрезе наибольшего диаметра, а подача — по фрезе с наименьшим числом зубьев.

#### 7.4. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

**Фрезерование плоских поверхностей.** После установки фрезы и заготовки необходимо подвести заготовку под фрезу. Для этой цели следует смазать маслом полосу бумаги и наклеить ее на обрабатываемую поверхность, затем ручными подачами подвести заготовку под фрезу так, чтобы между заготовкой и фрезой был зазор 5—6 мм. Включив шпиндель станка, плавно поднять стол до легкого касания вращающейся фрезой заготовки (срыв бумажки) и затем при выключенном шпинделе станка ручной продольной подачей вывести заготовку из-под фрезы.

Необходимую глубину фрезерования (допустим, 3 мм) устанавливают по лимбу, поднимают стол и фрезеруют поверхность заготовки при ручной подаче.

Оставшийся припуск можно снимать при механической подаче: подводят заготовку ручной продольной подачей к фрезе до касания, включают механическую продольную подачу, фрезеруют заготовку на всю длину и выключают механическую подачу.

Плоскостность обработанной поверхности определяется по равномерности просвета между ребром лекальной линейки и обработанной поверхностью, для чего необходимо приложить линейку проверяемым ребром к обработанной плоской поверхности заготовки и проверить плоскостность в продольном, поперечном (перпендикулярном) направлении и по диагоналям.

При фрезеровании плоских поверхностей возможны следующие виды брака:

1. **Дробленая поверхность.** Причины: не закреплены консоль и серьга, недостаточно отрегулированы салазки, фреза установлена далеко от опор. Пути предупреждения: правильно закрепить консоль и серьгу, установить фрезу ближе к опорам.

2. **Волнистая поверхность.** Причина: большая подача. Пути предупреждения: уменьшить подачу.

3. **Подрез обработанной поверхности.** Причина: остановка перемещения стола при вращающейся фрезе. Пути предупреждения: не останавливать перемещение стола до полного выхода заготовки из-под фрезы.

**Фрезерование торцовых плоских поверхностей.** Торцовую фрезу устанавливают относительно середины обрабатываемой поверхности. При фрезеровании торца заготовки надо стремиться, чтобы отлетающая стружка падала вниз. Центр фрезы при этом должен быть установлен несколько ниже (на 2—3 мм) середины обрабатываемой поверхности.

Включают станок и подводят с помощью ручных подач торец заготовки к торцу фрезы до касания, затем отводят заготовку (в продольном направлении) от фрезы и выключают шпиндель станка.

Устанавливают лимб поперечной подачи на нуль, перемещают стол в поперечном направлении ручной подачей на глубину фрезерования, включают механическую продольную подачу и фрезеруют заготовку на всю длину.

Перпендикулярность обработанной поверхности относительно плоских поверхностей, смежных с ней, проверяют угольником (90°) по величине просвета между полкой угольника и обработанной торцовой плоской поверхностью. При наличии неравномерного просвета необходимо выполнить подналадку тисков, тщательно осадить заготовку и снова отфрезеровать поверхность, если позволяют размеры.

При фрезеровании торца заготовки трехсторонней фрезой диаметр фрезы следует выбирать с таким расчетом, чтобы расстояние от режущей кромки фрезы, расположенной на цилиндрической поверхности, до поверхности кольца на оправке было больше ширины обрабатываемой поверхности.

Трехстороннюю фрезу следует устанавливать относительно заготовки таким образом, чтобы режущая кромка на цилиндрической поверхности зуба фрезы не слишком заходила за нижнюю линию поверхности заготовки. Это поз-

воляет избежать вырыва заготовки из тисков во время фрезерования.

**Методы и средства контроля углов.** Контроль углов обработанных деталей осуществляют угольниками (рис. 7.10 а), угловыми мерами, коническими калибрами, угломерами, механическими и оптическими делительными головками, гониометрами, синусными линейками и др.

Угольники, калибры и угловые меры являются жесткими контрольными инструментами. Угольники подразделяются на цельные (рис. 7.10, а) и составные (рис. 7.10, б). Угловые меры (рис. 7.10, в) выпускают наборами с таким расчетом, чтобы из трех—пяти мер можно было составлять блоки в пределах от 10 до 90°. Их изготавливают в виде плиток толщиной 5 мм, с точностью угла  $\pm 10''$  (1-й класс) и  $30''$  (2-й класс). Они имеют один рабочий угол или четыре рабочих угла.

Угловые меры в основном применяют для поверки и градуировки различных средств измерения углов, но их можно применять и непосредственно для измерения углов у деталей машин.

Для измерения углов у деталей чаще всего используют универсальные угломеры: нониусные с величиной отсчета 2', оптические с величиной отсчета 5' и индикаторные угломеры с величиной отсчета 5'.

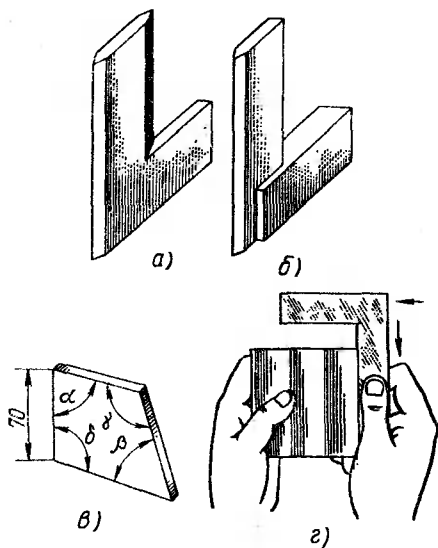


Рис. 7.10. Виды жестких измерительных инструментов и способ контроля

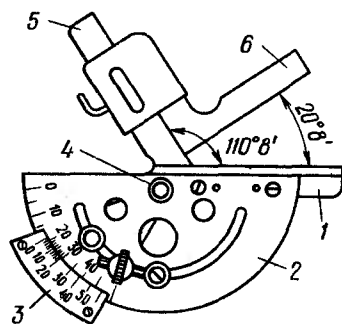


Рис. 7.11. Нониусный угломер

Нониусный угломер (рис. 7.11) состоит из трех основных частей: жестко скрепленных линейки 1 и лимба 2, который имеет полукруглую форму; жестко скрепленных линейки 5 с сектором 3 и дополнительного угольника 6, которым пользуются при измерении острых углов (менее 90°). Линейка 5 вращается на оси 4, связанной с лимбом.

На дуге лимба 2 нанесена шкала с ценой деления 1°, а на дуге сектора 3 — нониус, который дает возможность отсчитывать дробные части шкалы. Устройство нониуса аналогично устройству нониуса на штангенциркулях. Так как интервал основной шкалы принят равным 1° (60'), а число делений на нониусе равно 30, то отсчет по нониусу равен 2'.

Для измерения острых углов (меньше 90°) к линейке 5 присоединяют дополнительный угольник 6. Нулевой штрих нониуса показывает число градусов, а штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы лимба 2, — число минут.

При измерении тупых углов (более 90°) дополнительный угольник 6 не нужен, но в этом случае к показаниям, снятым по шкалам, необходимо еще прибавлять 90°. На рис. 7.11, если мысленно убрать дополнительный угольник 6, шкала угломера покажет 20° 8', а угол образованный линейками 1 и 5, равен  $20^\circ 8' + 90^\circ = 110^\circ 8'$ .

## 7.5. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПАЗОВ, КАНАВОК И УСТУПОВ

**Фрезерование дисковыми фрезами.** Согласно размерам обрабатываемой заготовки подбираем дисковую трехсторон-

ную фрезу: ширина фрезы должна быть равна ширине уступа, а внутренний диаметр — соответствовать диаметру оправки; наружный диаметр фрезы необходимо подобрать как можно меньше, но так, чтобы при полной глубине фрезерования уступа оправка с кольцами не касалась заготовки.

Включают шпиндель станка и подводят ручными подачами заготовку под фрезу так, чтобы фреза расположилась над поверхностью уступа и слегка коснулась заготовки. Затем отводят заготовку из-под фрезы и выключают шпиндель станка.

Устанавливают по лимбу вертикальной подачи глубину фрезерования, равную примерно  $1/3$  глубины, заданной чертежом. Опять включают шпиндель станка и подводят ручной поперечной подачей заготовку к фрезе так, чтобы она слегка коснулась боковой поверхностью фрезы.

Устанавливают по лимбу поперечной подачи ширину уступа несколько меньшую (примерно  $1/3$  его ширины, заданной чертежом) и профрезеровывают уступ на всю его длину (рис. 7.12, а). Выключают шпиндель, отводят стол в исходное положение и, не снимая заготовки, проверяют ширину и глубину уступа в начале и в конце его.

Убедившись в правильности подналадки, устанавливают требуемую глубину и ширину уступа и фрезеруют уступ окончательно с одной стороны.

Убедившись в правильности обработки первого уступа, передвигают стол в поперечном направлении, устанавливают фрезу на ширину уступа и фрезеруют второй уступ (рис. 7.12, б).

При фрезеровании уступов дисковыми фрезами возможны следующие виды брака:

1. Ширина уступа больше чертежного размера. Дефект неисправимый. Причины: биение торцов дисковой фрезы или неправильный отсчет по шкале лимба подачи стола.

2. Ширина уступа меньше чертежного размера. Дефект исправимый. Причины: неправильный отсчет по шкале лимба подачи стола. Исправить брак можно добавочным рабочим ходом.

3. Глубина уступа больше чертеж-

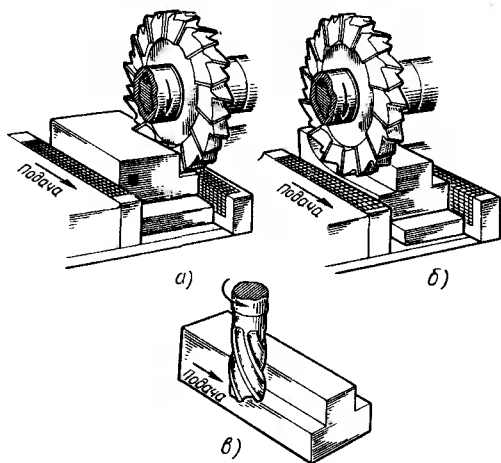


Рис. 7.12. Фрезерование пазов и уступов

ного размера. Дефект неисправимый. Причины: неправильно выполнен отсчет по шкале лимба подачи стола (невнимательность фрезеровщика).

4. Глубина уступа меньше чертежного размера. Дефект исправимый. Причины: невнимательность фрезеровщика при установке глубины фрезерования. Исправить брак можно добавочным рабочим ходом.

5. Обработанная поверхность уступа не соответствует заданному параметру шероховатости, имеет рваные края, дробленую поверхность. Дефект неисправимый. Причины: режимы резания выбраны неверно; большая подача на зуб фрезы, малая скорость резания, отсутствие охлаждающей жидкости при обработке; не закреплены консоль, салазки; фреза установлена далеко от точек опор.

**Фрезерование концевыми фрезами.** Правила фрезерования уступов концевыми фрезами (рис. 7.12, в) те же, что и дисковыми. При выборе концевой фрезы ее диаметр должен быть больше ширины уступа, а длина режущей части — больше его глубины.

При фрезеровании уступов концевыми фрезами возможны следующие виды брака:

1. Ширина уступа больше чертежного размера. Дефект неисправимый. Причины: радиальное биение фрезы,

неправильно выполнен отсчет по шкале лимба подачи при перемещении стола в поперечном направлении.

2. Ширина уступа меньше чертежного размера. Дефект исправимый. Причины: ошибка при перемещении стола в поперечном направлении. Исправить дефект можно добавочным рабочим ходом.

3. Глубина уступа больше чертежного размера. Дефект неисправимый. Причины: при перемещении стола в вертикальном направлении неправильно произведен отсчет по шкале лимба подачи стола.

4. Глубина уступа меньше чертежного размера. Дефект исправимый. Причины: при перемещении стола неправильно произведен отсчет по шкале лимба подачи стола. Для исправления дефекта нужен добавочный рабочий ход.

5. Вмятины и забоины на поверхности детали. Дефект неисправимый. Причины: отсутствие нагубников из мягкого металла при зажиме заготовки, применение стального молотка вместо латунного (следы ударов).

6. Обработанная поверхность уступа не соответствует заданному параметру шероховатости, имеет рваные края. Дефект неисправимый. Причины: неправильный режим фрезерования, большая подача на зуб фрезы, малая скорость резания, отсутствие охлаждения.

7. Ширина и глубина уступа неодинаковые в начале и в конце паза. Причина: не выверены тиски и заготовки.

**Обработка шпоночных пазов.** Устанавливают и закрепляют заготовку в призмах, непосредственно на столе станка, в специальных тисках.

Подбирают шпоночную фрезу в соответствии с размерами фрезеруемой канавки, закрепляют ее в патроне и проверяют радиальное биение индикатором.

Рассмотрим конкретно фрезерование шпоночного паза. Шпоночные наружные пазы на деталях предназначаются под призматические или сегментные шпонки. Пазы для призматических шпонок могут быть закрытыми с двух сторон (глухие), закрытыми с одной стороны и сквозными.

Сквозные шпоночные пазы обрабатывают дисковыми трехсторонними фрезами на горизонтально-фрезерных станках (рис. 7.13, а). Фрезерование паза производится, как правило, за один рабочий ход, при этом достигается наиболее высокая производительность, однако размер паза по ширине получается недостаточно точным (в пределах 11-го качества). Для повышения точности паз фрезеруют в 2—3 рабочих хода за одну или две операции или же осуществляют предварительное фрезерование с оставлением припуска под следующую слесарную обработку. Этот способ находит применение в единичном и мелкосерийном производстве.

Глухие шпоночные пазы фрезеруют стандартными шпоночными фрезами (рис. 7.13, б). Сначала фреза углубляется на полную глубину паза, а затем включается продольная подача, и паз фрезеруется на заданную длину. Фреза работает в этом случае в основном периферийной частью. При переточках диаметр ее уменьшается, поэтому размер паза по ширине получается неточным. В таких случаях шпоночные пазы обрабатывают за два рабочих хода.

Пазы для сегментных шпонок (рис. 7.13, в) обрабатывают на фрезерных станках стандартными фрезами при подаче (детали или фрезы) в направлении глубины паза.

При фрезеровании шпоночных канавок возможны следующие виды брака:

1. Несовпадение оси шпоночной канавки с осью вала. Дефект неисправимый. Причины: неправильная установка

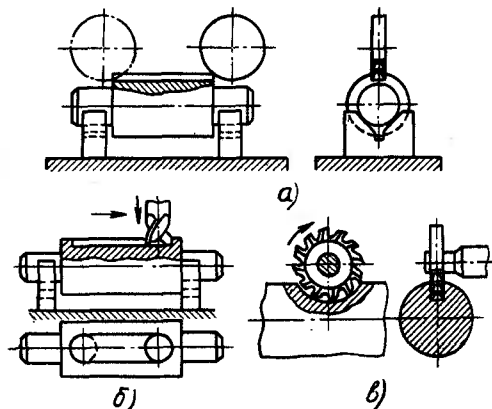


Рис. 7.13. Обработка шпоночных пазов

вала (ось вала и фрезы не совпадают).

2. Длина закрытой шпоночной канавки больше размера, указанного на чертеже. Дефект неисправимый. Причины: фрезеровщик неточно отметил начало и конец канавки; не пользовался лимбом продольной подачи; несвоевременно выключил механическую подачу.

3. Глубина шпоночной канавки больше размера, указанного на чертеже. Дефект неисправимый. Причины: неправильно произведен отсчет по шкале лимба подачи стола при установке глубины фрезерования.

4. Глубина и длина закрытой шпоночной канавки меньше чертежных размеров. Дефект исправимый. Причины: невнимательность фрезеровщика при установке глубины фрезерования и продольного перемещения стола. Исправить дефект можно добавочными рабочими ходами.

## 7.6. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ФАСОННЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Фрезерование методом ручных подач.** Устанавливаем и закрепляем заготовку непосредственно на столе станка, подбираем концевую фрезу, диаметр которой позволит получить все закругления.

Криволинейный контур можно фрезеровать одновременно ручной продольной и поперечной подачами, механической продольной и ручной поперечной подачами или наоборот.

Рассмотрим на одном из примеров приемы фрезерования криволинейного контура по разметке.

Полное врезание фрезы в места заготовки, имеющие большой припуск, может привести к поломке фрезы. Обработку заготовок по разметке следует производить за несколько рабочих ходов, не доходя до линии разметки на 1,5—2-мм.

Получив примерно одинаковый припуск по всему криволинейному профилю, фрезеровать далее заготовку при одновременной подаче в продольном и поперечном направлениях, соблюдая равномерность и плавность перемещения стола. Во время фрезерования необходимо обращать особое внимание на контакт между фрезой и обрабаты-

ваемой поверхностью; фреза должна срезать только половину кернов.

Обработку вести методом встречного фрезерования во избежание подрыва заготовки и поломки фрезы.

После окончательного (чистового) рабочего хода проверить размеры и конфигурацию детали штангенциркулем и специальными шаблонами, предварительно сняв заусенцы.

С помощью круглого поворотного стола можно фрезеровать наружные и внутренние криволинейные поверхности. Для этого следует подобрать концевую фрезу согласно чертежным размерам, настроить станок на определенный режим фрезерования по таблицам режимов резания.

Включить шпиндель станка, ручными подачами подвести заготовку к вращающейся фрезе. Застопорить стол фрезерного станка и обработать криволинейный профиль по всей длине подачей круглого стола.

Обрабатывать заготовку следует методом встречного фрезерования во избежание подрыва заготовки и поломки фрезы.

**Фрезерование по разметке.** Способ обработки фасонных поверхностей по разметке является менее производительным и точным. Он применяется при изготовлении небольшого количества деталей. Работа производится чаще всего концевой фрезой преимущественно на вертикально-фрезерных станках при двух одновременно действующих ручных подачах. Величины этих подач должны быть такими, чтобы в результате одновременного их действия обрабатываемая поверхность получила заданную форму.

При фрезеровании криволинейных поверхностей возможны следующие виды брака:

1. Несовпадение отфрезерованного контура детали с заданным по разметке. Дефект неисправимый. Причины: из-за невнимательности фрезеровщика срезана линия разметки.

2. Волнистость и риски на обрабатываемой поверхности детали. Дефект исправимый. Причины: большая подача на зуб фрезы, биение фрезы, вибрация стола. Для исправления нужен добавочный рабочий ход.

3. Поверхность обработки не перпендикулярна опорной поверхности. Причины: не параллельны подкладки, поворотная часть шпиндельной бабки не выверена.

4. Обрабатываемая поверхность подрезана. Причина: недостаточно надежное закрепление заготовки, нарушение координации движений.

## 7.7. ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

**Устройство и работа делительных головок.** Делительные головки, являющиеся основными приспособлениями к фрезерным станкам, значительно расширяют их технологические возможности. С помощью делительной головки можно производить периодические повороты обрабатываемой заготовки на заданные равные или неравные углы и непрерывно вращать обрабатываемую заготовку.

Эти свойства делительной головки дают возможность фрезеровать грани на деталях машин и приборов, прямые и винтовые стружечные канавки на режущих инструментах, прямые и винтовые впадины между зубьями зубчатых колес и т. п.

Различают следующие типы делительных головок: для непосредственного деления, многошпиндельные, универсальные, оптические.

Делительная головка для непосредственного деления (рис. 7.14, а) отличается простотой конструкции и легкостью управления. В корпусе 1 расположен шпиндель, на переднем конце которого нарезана резьба для навертывания кулачкового зажимного патрона или поводка 2. В конусное отверстие шпинделя вставляется центр 3. На заднем конце шпинделя закрепляется делительный диск (лимб) 4, имеющий на окружности определенное число пазов 6. Пружинная защелка, связанная с корпусом 1 головки, входит в один из пазов делительного диска 4, фиксируя положение шпинделя головки. Непосредственный поворот шпинделя с заготовкой производится рукояткой 5.

Угол поворота шпинделя для деления на одну часть определяется из формулы  $p = q/z$ , где  $p$  — число пазов,

на которое необходимо повернуть делительный диск;  $q$  — число пазов на окружности диска;  $z$  — количество частей, на которое производится деление.

Рассмотренная делительная головка дает ограниченное количество возможных делений, зависящее от количества пазов на делительном диске.

Многошпиндельная делительная головка (рис. 7.14, б) позволяет производить деление одновременно на нескольких заготовках, которые затем одновременно и фрезеруют. Заготовки закрепляют в центрах головки 3 и задней бабки 5, установленных на столе 4 станка. Поворот всех шпинделей с заготовками осуществляется рукояткой 2, а угол поворота отсчитывают по отверстиям, расположенным на концентрических окружностях лимба 1.

С помощью универсальной делительной головки (рис. 7.14, в) можно выполнять непосредственное, простое и сложное деление, фрезеровать винтовые поверхности. Заготовку закрепляют в центрах делительной головки 5 и задней бабки 7, а при фрезеровании тонких и длинных заготовок поджимают домкратом 13. От шпинделя делительной головки вращение заготовке передается через хомутик и поводок 4. Для непосредственного деления служит делительный диск 6, который фиксируется защелкой 3. На этом диске имеются три ряда отверстий: 24, 30, 36, соответственно расположенных на трех концентрических окружностях. При простом делении поворот шпинделя осуществляется вращением рукоятки 10 и валика 9 через цилиндрическую и червячную пару. Поворот рукоятки отсчитывают по отверстиям неподвижного делительного диска 12 с последующей фиксацией рукоятки защелкой 11, входящей в соответствующее отверстие диска. На этом диске имеются 22 ряда несквозных отверстий (с равномерным расположением по концентрическим окружностям), а именно: с одной стороны 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42 и 43 отверстия, а с другой — 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62 и 66 отверстий. Количество отверстий, соответствующее углу поворота рукоятки 10, ограничивается линей-



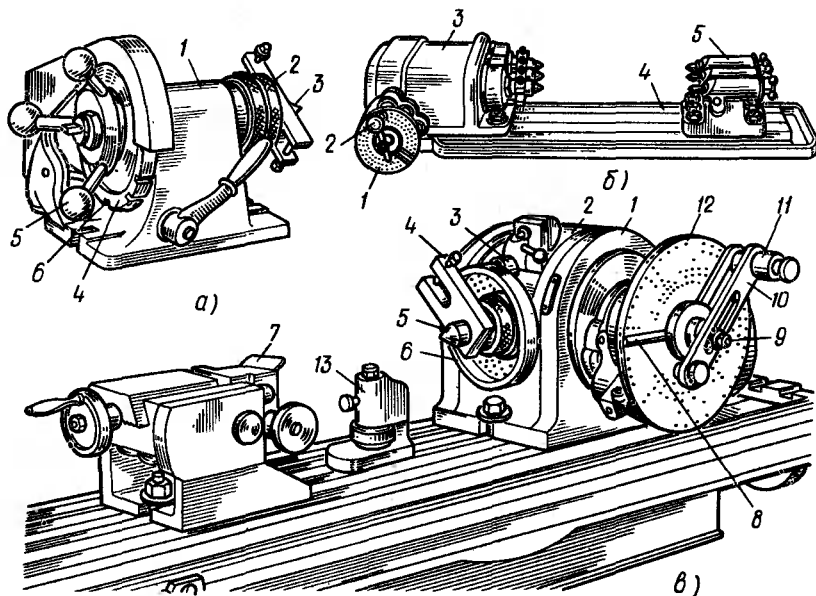


Рис. 7.14. Делительные головки

ками раздвижного сектора 8. Вращением поворотной части 2 относительно корпуса 1 можно установить шпиндель делительной головки и деталь, закрепленную в патроне, под некоторым углом к плоскости стола (фрезерование деталей пирамидальной формы и конических зубчатых колес).

#### 7.8. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХГРАННИКА С ПОМОЩЬЮ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

Делить окружность на четыре равные части можно непосредственным или простым методом.

Непосредственным методом выполняют деление на упрощенных делительных головках или на универсальных с помощью лобового диска. Для этого необходимо подобрать диск упрощенной головки с числом прорезей (или круг на лобовом диске универсальной головки с числом отверстий), кратным четырем, и подсчитать количество промежутков между прорезями (или отверстиями), составляющих  $1/4$  часть диска (или круга). Для обработки каждой грани квадрата шпиндель делительной головки вместе с заготовкой поворачивают каждый раз на  $1/4$  часть окружности, фиксируют в этом положении через соответствующи-

е прорези (или отверстия диска) и затем стопорят.

Простым методом выполняют деление на простых и универсальных делительных головках. При простом методе деления необходимо знать характеристику делительной головки и определить частоту вращения рукоятки  $n$ , необходимую для поворота заготовки на  $1/4$  часть окружности.

Частоту вращения рукоятки определяют по формуле  $n = N/z$ , где  $z$  — число обрабатываемых граней.

Для обработки очередной (смежной) грани квадрата необходимо повернуть рукоятку делительной головки на десять полных оборотов, затем подобрать, установить и закрепить концевую фрезу и настроить станок на определенный режим фрезерования.

Включить станок, подвести ручную заготовку под фрезу так, чтобы примерно середина режущей части фрезы слегка коснулась заготовки. Зафиксировать это положение на лимбе вертикальной подачи, отвести заготовку в исходное положение и выключить шпиндель станка.

Установить упоры автоматического выключения продольной подачи и застопорить поперечные салазки. Поднять стол станка по лимбу вертикальной

подачи примерно на 1,5—2 мм (не более припуска на одну грань).

Включить шпиндель станка и отфрезеровать первую грань квадрата на всю длину (рис. 7.15, а).

Повернуть заготовку на пол-оборота, включить шпиндель станка и отфрезеровать противоположную грань квадрата. Выключить шпиндель станка, отвести заготовку в исходное положение. Измерить полученный размер штангенциркулем. Затем поднять стол по лимбу на половину разницы между полученным и требуемым размерами, закрепить консоль станка и отфрезеровать две противоположные грани.

Проверить полученный размер штангенциркулем или скобой (рис. 7.15, б) в зависимости от точности, требуемой чертежом.

После обработки двух противоположных граней повернуть заготовку на  $1/4$  оборота и отфрезеровать третью грань.

Затем повернуть заготовку на пол-оборота и отфрезеровать последнюю грань.

на один оборот фрезы  $S_0$  мм/об; в одну минуту —  $S_m$  мм/мин. Эти подачи связаны между собой следующими соотношениями:

$$S_0 = S_z \cdot z;$$

$$S_m = S_0 \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

где  $n$  — частота вращения фрезы, об/мин;  $z$  — число зубьев фрезы.

Скорость резания  $v$ , м/мин, подсчитывают по наибольшему диаметру режущих зубьев фрезы:

$$v = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000.$$

Принятые обозначения глубины  $t$  и ширины  $B$  фрезерования для различных типов фрез показаны на рис. 7.16.

Стойкость фрезы  $T$ , мин, — время ее работы до затупления. Периоды стойкости фрез из быстрорежущей стали и зависимости от их типа и диаметра приведены в табл. 7.1.

При назначении режимов резания по таблицам необходимо учитывать следующее:

1. Большие значения подач следует применять при жестких станках, дета-

## 7.9. ВЫБОР ПОДАЧ И СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ

При фрезеровании различают подачи: на один зуб фрезы  $S_z$  мм/зуб,

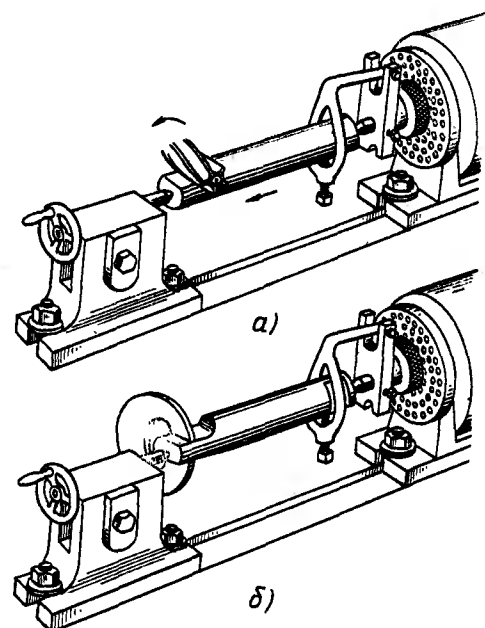
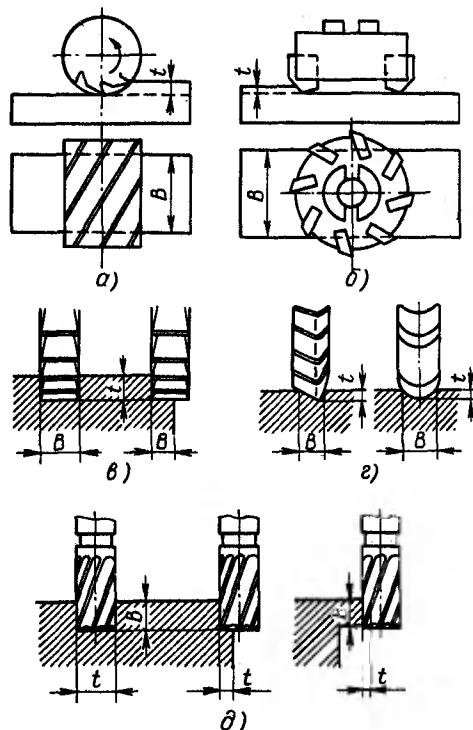


Рис. 7.15. Фрезерование четырехгранника с помощью делительной головки

Рис. 7.16. Глубина и ширина фрезерования для различных типов фрез: а — цилиндрических, б — торцовых, в — дисковых, г — угловых и фасонных, д — концевых

### 7.1. Стойкость фрез

Тип фрезы	Диаметр фрезы $D$ , мм							
	20	50	75	100	150	200	300	400
	Стойкость $T$ , мин							
Торцовые и дисковые	—	100	120	130	170	250	300	400
Прорезные	—	80	90	100	110	120	—	—
Концевые	60	80	—	—	—	—	—	—
Цилиндрические	—	100	170	280	400	—	—	—
Фасонные	—	60	80	100	—	—	—	—
Угловые	—	100	150	170	—	—	—	—

лях и оснастке, меньшие — при невысокой жесткости.

2. При чистовой обработке стали подачи  $S_z$  следует принимать до 0,1 мм/зуб.

3. При чистовой обработке чугуна фрезами, не имеющими зачистных

ножей, подачи выбирают до 0,12 мм/зуб.

4. При обработке прорезными фрезами пазов повышенной точности (до 0,1 мм) подачу на зуб следует уменьшать примерно на 30%.

5. Обработка стали быстрорежущими фрезами ведется с охлаждением 3—5%-ным водным раствором эмульсии при расходе 10—20 л/мин. При работе по чугуну быстрорежущими фрезами, по стали и чугуну фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава, охлаждение не применяют.

6. При условиях, отличающихся от указанных в таблицах, скорость резания  $v$  определяется по формуле

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{\text{табл}}$  — величина скорости резания по таблице;  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  — поправочные коэффициенты.

## ГЛАВА 8 КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3М151

### 8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Круглошлифовальные полуавтоматы моделей 3М151, 3М151В, 3М152, 3М152В, 3М162 предназначены для наружного шлифования цилиндрических поверхностей изделий типа валов, а также конических поверхностей изделий с небольшой конусностью.

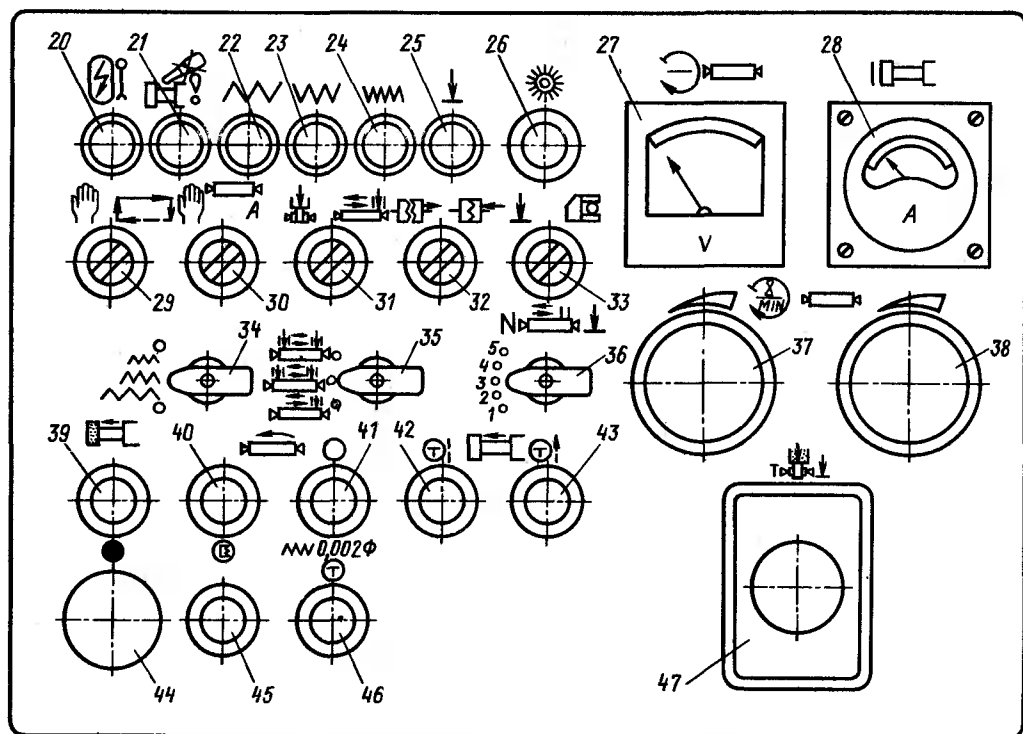
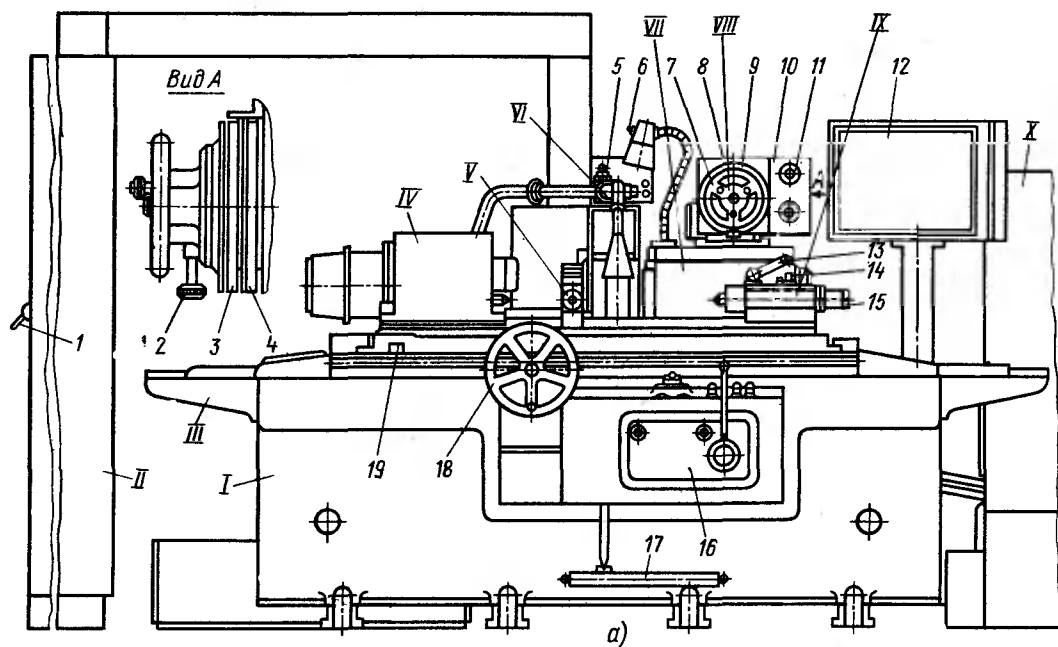
Станки моделей 3М151, 3М152, 3М162 — повышенной точности, а станки моделей 3М151В, 3М152В — высокой точности.

На станках этих моделей можно осуществлять следующие виды шлифования: продольное и врезное шлифование при ручном управлении; продольное и врезное шлифование до упора при полуавтоматическом цикле работы.

Базовыми являются станки моделей 3М151 и 3М162. Станки моделей 3М151В, 3М152, 3М152В — модификации модели 3М151, станки моделей 3М163, 3М163В, 3М164 — модификации модели 3М162. Они отличаются от базовых моделей длиной устанавливаемого изделия.

Станки могут быть применены в условиях мелкосерийного, серийного и крупносерийного производства.

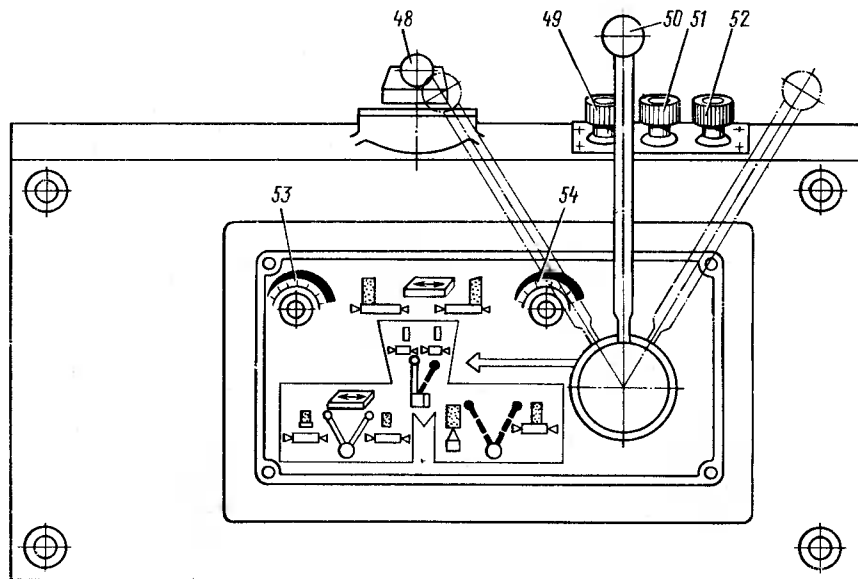
Конус шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	Морзе
Конец шлифовального шпинделя по ГОСТ 2323—76 (конусность 1:5); номинальный диаметр, мм	80
Диаметр передней опорной шейки шлифовального шпинделя, мм	90
Наибольшая длина перемещения стола, мм	705
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	200
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	700
Наибольший диаметр шлифования, мм	200
Рекомендуемый наименьший диаметр шлифования, мм	10
Наибольшая длина шлифования, мм	700
Высота центров над столом, мм	125
Наибольшая масса устанавливаемого изделия при незажатой пиноли, кг	55
Габаритные размеры станка, мм:	
длина	4605
ширина	2450
высота	2170
Масса станка с электрооборудованием, гидроагрегатом и установкой охлаждения, кг	5600



б)

Рис. 8.1. Станок 3М151:

а — основные узлы станка и органы их управления, б — пульт электроуправления, в — пульт гидравлического управления



в)

Рис. 8.1. Продолжение

## 8.2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Круглошлифовальный полуавтомат 3М151 (рис. 8.1) состоит из следующих основных частей: станины I, передней бабки IV, шлифовальной бабки VII, задней бабки IX, люнета V, механизма поперечной подачи VIII, шкафа электрооборудования II, установки охлаждения VI, маслопровода X, ограждения III.

Общий вид станка с обозначением органов управления, расположение органов управления на пульте и на панели гидроуправления приведены на рис. 8.1 и в табл. 8.1.

Продолжение табл. 8.1

8.1. Органы управления станка 3М151

Позиции на рис. 8.1, а, б, в	Органы управления и их назначение
1	Вводный автоматический выключатель
2	Рукоятка включения автоматических подач шлифовальной бабки
3	Лимб установки припуска на чистовое шлифование
4	Лимб установки общей величины припуска на шлифование
5	Рукоятка пуска охлаждающей жидкости

Позиции на рис. 8.1, а, б, в	Органы управления и их назначение
6	Выключатель светильника
7	Рукоятка включения жесткого упора
8	Маховик ручной поперечной подачи
9	Винт зажима лимба поперечной подачи
10	Рукоятка регулирования скорости черновой подачи
11	Рукоятка регулирования скорости чистовой подачи
12	Пульт управления
13	Рукоятка зажима пиноли задней бабки
14	Рукоятка ручного отвода пиноли задней бабки
15	Рукоятка регулирования усилия поджима пиноли бабки
16	Гидропанель
17	Педаля гидравлического отвода пиноли задней бабки
18	Маховик ручного перемещения стола
19	Винт поворота верхнего стола
20	Сигнальная лампа «Сеть включена»
21	Сигнальная лампа «Отсутствие смазки» подшипников для шлифовальной бабки
22	Сигнальная лампа «Форсированная подача»
23	Сигнальная лампа «Черновая подача»

Позиции на рис. 8.1, а, б, в	Органы управления и их назначение
24	Сигнальная лампа «Чистовая подача»
25	Сигнальная лампа «Выхаживание»
26	Контроль исправности сигнальных ламп
27	Указатель частоты вращения изделия
28	Указатель нагрузки электродвигателя привода шлифовального круга
29	Переключатель цикла работы станка (наладочный — полуавтоматический)
30	Переключатель пуска и останова вращения изделия
31	Переключатель метода шлифования (продольное, врезное шлифование)
32	Переключатель муфты ручных поперечных подач (включена — выключена)
33	Переключатель вида шлифования (с прибором активного контроля — до упора)
34	Переключатель наладки скоростей подач (подача включена, форсированная подача, черновая подача, чистовая подача, подача отключена)
35	Переключатель периодической подачи (подача на каждый ход стола, подача слева, подача справа)
36	Переключатель количества ходов на выхаживание
37	Регулятор частоты вращения изделия при черновом шлифовании
38	Регулятор частоты вращения изделия при чистовом шлифовании
39	Пуск шлифовального круга
40	Пуск вращения изделия
41	Выключение вращения изделия
42	Перегон шлифовальной бабки вперед
43	Перегон шлифовальной бабки назад
44	Общий стоп
45	Пуск гидронасоса
46	Толчковая микронная подача
47	Регулятор реле времени на выхаживание при врезном шлифовании
48	Рычаг реверса стола
49	Дроссель регулирования скорости гидравлического перемещения стола при черновом шлифовании
50	Рукоятка быстрого подвода (наклон рукоятки к себе), отвода (наклон рукоятки от себя) шлифовальной бабки, пуска переме-

Позиции на рис. 8.1, а, б, в	Органы управления и их назначение
	щения стола от гидропривода при шлифовании (к себе и вправо) и правке круга (к себе и влево), перегона стола вправо (от себя и вправо) и влево (от себя и влево) при отведенной шлифовальной бабке
51	Дроссель регулирования скорости гидравлического перемещения стола при чистовом шлифовании
52	Дроссель регулирования скорости гидравлического перемещения стола при правке
53	Дроссель регулирования задержки реверса стола слева
54	Дроссель регулирования задержки реверса стола справа

### 8.3. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Главное движение — вращение шлифовального круга, круговая подача — вращательное движение обрабатываемой детали, продольная подача — прямолинейное возвратно-поступательное движение стола с деталью, поперечная подача — периодическое радиальное перемещение шлифовальной бабки за ход стола; вспомогательные движения — ручное продольное перемещение стола, ручное поперечное перемещение шлифовальной бабки, ручное перемещение пиноли задней бабки, а также установочные перемещения рабочих органов станка с помощью гидропривода.

При работе деталь устанавливают в центрах передней и задней бабок, расположенных на поворотной плите стола. При обработке цилиндрических деталей ось центров бабок параллельна направляющим стола, а при шлифовании конических деталей она расположена под углом, равным половине угла конуса детали.

Главное движение — вращение шлифовального круга — осуществляется от электродвигателя  $M2$  мощностью  $N=7,5$  кВт через клиноременную передачу  $d_1/d_2$  (рис. 8.2). Шпиндель шлифовальной бабки установлен в двух подшипниках скольжения. Подшипники имеют по три одинаковых

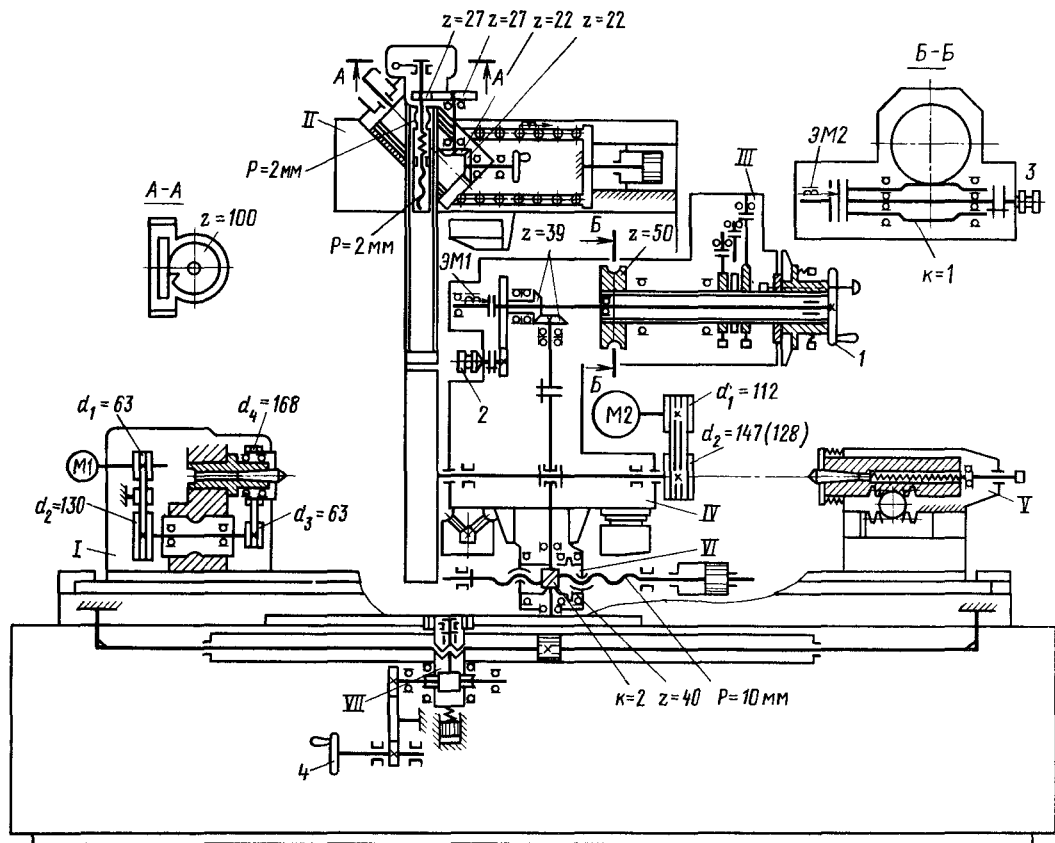


Рис. 8.2. Кинематическая схема станка 3М151:

I — бабка передняя, II — устройство для правки, III — механизм подачи, IV — бабка шлифовальная, V — бабка задняя, VI — механизм быстрого подвода, VII — механизм ручного перемещения стола

вкладыша, которые представляют собой отдельные сегменты. Вкладыши сферическими лунками опираются на винты со сферическими головками, в результате чего вкладыши самоустанавливаются по шейкам шпинделя. Конструкция вкладышей обеспечивает масляный клин между шейкой шпинделя и вкладышами, что предотвращает их износ и нагревание. Винтами регулируют диаметральный зазор между вкладышами и шпинделем и выставляют ось шпинделя относительно направляющих стола. Шпиндель шлифовальной бабки фиксируется в осевом направлении двумя сферическими бронзовыми кольцами, прижимаемыми с двух сторон к торцам бурта шпинделя гайкой с контргайкой.

Круговая подача — вращение обрабатываемой детали — произво-

дится от электродвигателя *M1* мощностью  $N=0,8$  кВт через две клиноремные передачи.

Величина круговой подачи  $S_{кр} = n_{эл} \cdot 0,985 i \pi d_d$ , где  $i$  — передаточное отношение клиноремных передач. Шпиндель передней бабки неподвижен, а деталь получает вращение от поводка, закрепленного на планшайбе.

Механизм поперечных подач обеспечивает следующие движения на станке: быстрое установочное перемещение шлифовальной бабки, непрерывные автоматические поперечные подачи шлифовальной бабки, толчковые периодические подачи шлифовальной бабки. Механизм подачи установлен на корпус шлифовальной бабки.

Ручные поперечные подачи шлифовальной бабки осуществляют поворотом маховика при включенной электро-

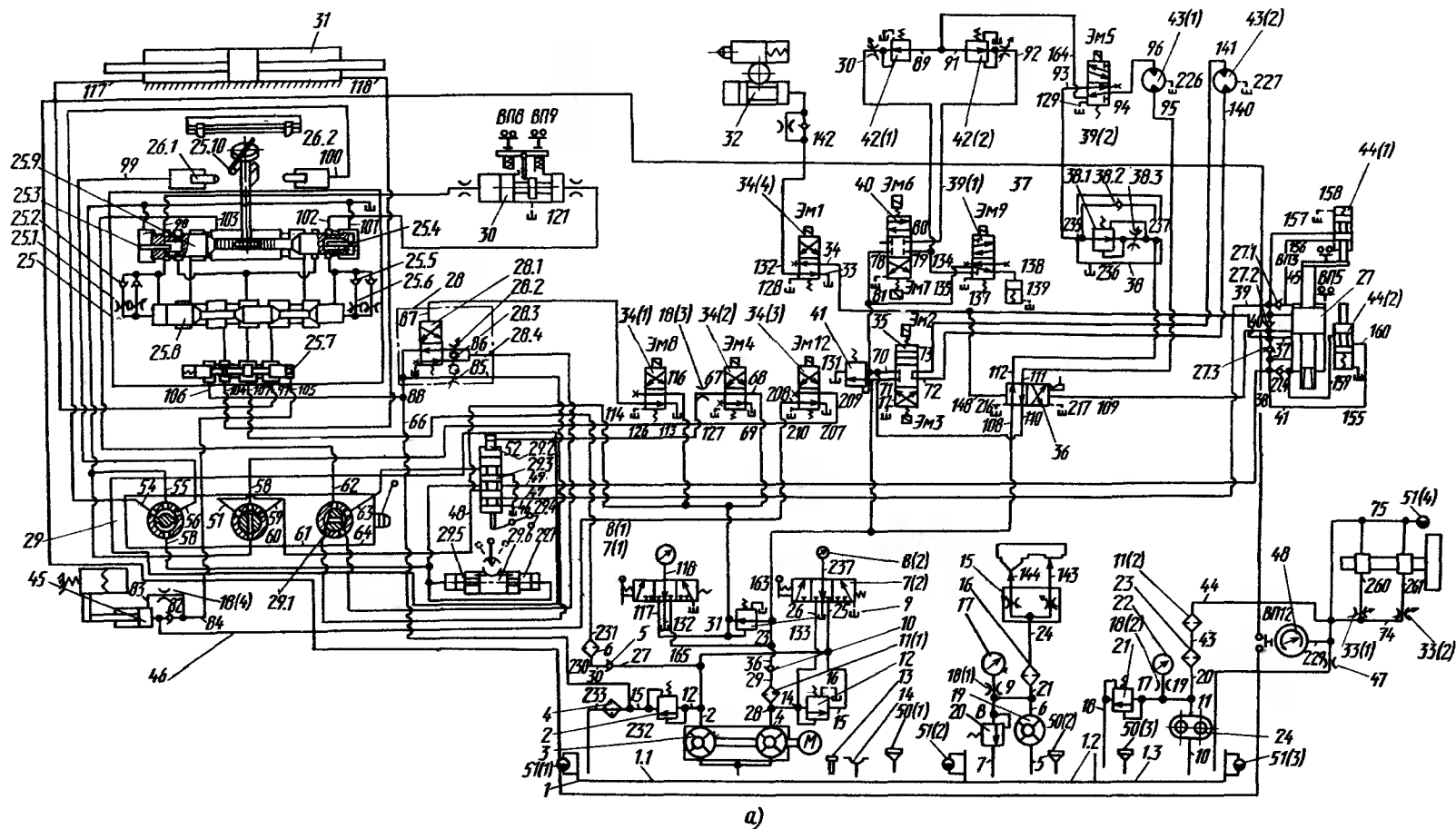


Рис. 8.3. Гидравлическая схема станка 3М151 (а) и схема смазки (б)



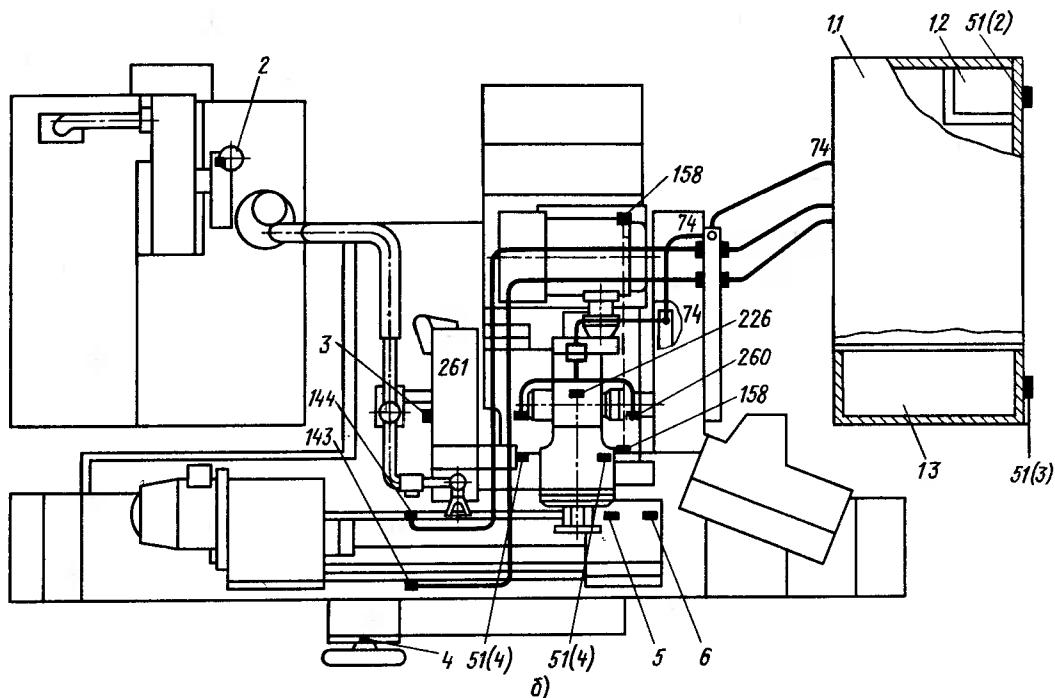


Рис. 8.3. Продолжение

магнитной муфте ЭМ1, через коническую передачу  $\frac{39}{39}$ , вертикальный вал, червячную пару  $\frac{2}{40}$  и на винтовую передачу поперечных подач.

Быстрое установочное перемещение осуществляется от гидродвигателя при выключенной электромагнитной муфте ЭМ1. Движение от вала гидродвигателя передается через пару цилиндрических зубчатых колес конической передаче  $\frac{39}{39}$  и далее на винтовую пару поперечных подач шлифовальной бабки.

Непрерывные автоматические подачи осуществляются от гидродвигателя при включенной муфте ЭМ2 через червячную пару  $\frac{1}{50}$  маховик (он застопорен на втулке, на которой находится червячное колесо  $z=50$ ), муфту ЭМ1, коническую передачу  $\frac{39}{39}$  и далее, как в предыдущих случаях.

Периодические автоматические подачи осуществляются по кинематической цепи, рассмотренной выше. Для этого электромагнитная муфта ЭМ2 включается только на пе-

риод осуществления подачи, а затем выключается и движение червячной пары  $\frac{1}{50}$  прекращается.

Ручное перемещение стола производят маховиком через ряд механических подач. Механизм ручного перемещения стола заблокирован с гидросистемой станка.

#### 8.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ

**Станина и столы.** На продольных направляющих передней части станины I (см. рис. 8.1) установлен нижний стол, который несет на себе верхний поворотный стол. При шлифовании конусов верхний стол должен быть повернут на требуемый угол с помощью винта относительно сферического шарикоподшипника и закреплен прижимами.

Прижим снабжен шкалой для приближенной выставки стола и индикаторным устройством для точной корректировки угла поворота верхнего стола.

Ручное перемещение нижнего стола по направляющим станины производится вращением маховика 18 через меха-

низм, шестерня которого зацепляется с рейкой, закрепленной на нижнем столе.

Для перемещения стола от гидропривода предусмотрен цилиндр, башмаки которого на станках моделей 3М151, 3М151В, 3М152, 3М152В закреплены на станине. Штоки поршня этого цилиндра соединены с нижним столом. На станке модели 3М162 гидроцилиндр перемещения стола закреплен башмаками на нижнем столе, а пустотелые штоки поршня соединены со станиной кронштейнами. При гидравлическом перемещении стола масло поступает в цилиндр через отверстия этих штоков.

В Т-образном пазу нижнего стола закреплены упоры, положение которых определяют длину хода стола при работе с автоматическим реверсом.

На передней стенке станины закреплено индикаторное устройство откидного типа, на которое воздействует упор, при необходимости закрепленный в Т-образном пазу стола, что позволяет отсчитывать тонкие продольные перемещения нижнего стола при шлифовании торцовых поверхностей изделия торцом круга.

На задней части станины смонтирована подкладная плита, на поперечных направляющих которой с роликовыми шинами установлена шлифовальная бабка. В подкладной плите смонтирован механизм быстрого подвода шлифовальной бабки.

Педалью 17 производится гидравлический отвод пиноли задней бабки.

**Шлифовальная бабка.** Шпиндель шлифовальной бабки VII установлен в двух гидродинамических подшипниках скольжения. Вкладыши подшипников имеют форму сегментов, охватывающих шейки шпинделя, и своими сферическими лунками опираются на винты с шаровыми головками, что позволяет им самоустанавливаться по шейкам шпинделя. Конструкция вкладышей обеспечивает во время работы образование масляных клиньев между ними и шейками шпинделя, что повышает износостойкость шпиндельного узла шлифовальной бабки и предотвращает чрезмерное нагревание подшипников.

Винтами производится регулирование зазора между вкладышами подшипников и шейками шпинделя, а также выставка шпинделя параллельно направляющим станины.

Шпиндель шлифовальной бабки фиксируется в осевом направлении с помощью двух сферических бронзовых колец, прижимаемых с двух сторон к торцам бурта шпинделя опорными кольцами и корончатой гайкой, которая фиксируется в требуемом положении контргайкой.

**Механизм поперечных подач.** Механизм поперечных подач 32, установленный на корпусе шлифовальной бабки VII, позволяет осуществлять следующее движение: ручную поперечную подачу шлифовальной бабки; быстрое установочное перемещение шлифовальной бабки; автоматическую непрерывную и периодическую подачи шлифовальной бабки; толчковую подачу шлифовальной бабки.

Кроме того, с помощью этого механизма осуществляются: настройка величины припуска на шлифование; автоматическое переключение с черновой на чистовую подачу; ручная компенсация износа шлифовального круга.

Ручная поперечная подача осуществляется поворотом маховика при выключенной рукоятке 7. Вращение маховика передается валу VI и через включенную муфту — коническим шестерням. От шестерни через шлицевое соединение вращение передается вертикальному валу, связанному с ходовым винтом механизма быстрого подвода.

Быстрое установочное перемещение шлифовальной бабки осуществляется гидродвигателем при выключенной электромагнитной муфте. Вращение вала гидродвигателя передается цилиндрическим и коническим шестерням.

При выключенной муфте вал и маховик не вращаются.

Автоматическая непрерывная подача производится гидродвигателем через вал при включенных муфтах и рукоятке.

Вращение вала через муфту передается червячной паре и втулке. Поскольку рукоятка включена, то посредством трения вращение передается махо-

вику и по цепи ручной подачи — валу, муфте и шестерням.

Скорость непрерывной врезной подачи регулируется дросселями, установленными на сливе из гидродвигателя.

Автоматическая периодическая подача осуществляется по той же кинематической цепи, что и непрерывная, но при выключенной муфте.

В момент реверса стола происходит включение муфты и осуществляется поперечная подача круга. По истечении времени, длительность которого определяется установкой реле времени, муфта выключается, выдержка времени при любой величине периодической подачи — постоянная. Величина периодической подачи определяется скоростью вращения ротора гидродвигателя, которая настраивается дросселями.

Микронная толчковая подача осуществляется по кинематической цепи автоматических подач, с помощью гидродвигателя, при включенных муфтах и рукоятке.

При нажатии кнопки включается вращение ротора гидродвигателя, и масло из него сливается в дозатор. Величина емкости дозатора определяет угол поворота ротора гидродвигателя. При угле поворота ротора  $36^\circ$  величина подачи составляет 0,001 мм.

Настройку величины припуска шлифования можно производить только в том случае, если шлифовальная бабка находится в отведенном положении, а механизм поперечных подач — в положении выхаживания. При этом должна гореть сигнальная лампочка (выхаживания).

## 8.5. ГИДРОСИСТЕМА И ЦИКЛЫ РАБОТЫ СТАНКА

Гидросистема станка выполняет следующие функции:

- продольное перемещение стола с автоматическим реверсом в конце хода;
- регулируемый по скорости перегон стола при отведенной шлифовальной бабке;

- быстрый подвод и отвод шлифовальной бабки;

- установочный перегон шлифовальной бабки;

- отвод пиноли задней бабки при отведенной шлифовальной бабке;

- блокировка механизма ручного перемещения стола;

- непрерывная форсированная подача шлифовальной бабки до касания круга с изделием;

- черновая и чистовая поперечные подачи шлифовальной бабки (непрерывные при шлифовании врезанием и периодические при продольном шлифовании);

- толчковая микроподача шлифовальной бабки;

- автоматический отвод шлифовальной бабки после получения заданного размера обрабатываемого изделия;

- подача команд на электрический счетчик ходов стола при выхаживании;
- перезарядка механизма подач шлифовальной бабки;

- блокировка пуска стола при врезном шлифовании;

- смазка подшипников шпинделя шлифовальной бабки;

- смазка направляющих стола;
- смазка опоры винта механизма поперечных подач.

- смазка червячной пары механизма поперечных подач.

Обозначения номеров присоединений на гидросхеме станках (рис. 8.3, а) соответствуют номерам, наклеенным на панелях и промежуточных кронштейнах, гидросхема описана частично.

Основная насосная установка гидросистемы станка, насос смазки направляющих стола, насос смазки подшипников шпинделя шлифовальной бабки и большая часть аппаратуры управления размещены в комплектной станции гидропривода, расположенной около станка.

Гидропанель реверса стола, кран управления и дроссели, регулирующие скорость перемещения стола, размещены в окне передней стенки станины. Дроссели, регулирующие скорости черновой и чистовой подач шлифовальной бабки, расположены на механизме поперечных подач.

Основная насосная установка состоит из спаренного лопастного насоса производительностью  $12 \div 18$  л/мин,

установленного на крышке бака ком-  
плектной станции гидропривода.

Насос производительностью 18 л/мин совместно с насосом производительностью 12 л/мин служит для привода стола, а насос производительностью 12 л/мин — для привода всех остальных движений станков.

При включении реверсивного перемещения стола насос  $Q=12$  л/мин включается в систему питания цилиндра стола совместно с насосом  $Q=18$  л/мин. Если гидравлическое перемещение стола не используется, то насос  $Q=18$  л/мин разгружается на слив через проточки золотника 25.7 и далее через теплообменник 4, где происходит охлаждение масла.

Тонкая фильтрация масла, поступающего от насоса  $Q=12$  л/м, осуществляется фильтром тонкой очистки 11 (1), а грубая фильтрация всего масла — фильтром 6.

Давление в системе привода стола настраивается напорным золотником 2, а давление в системе привода подачи и перегона шлифовальной бабки — напорным золотником 12; оба эти давления контролируются манометром 8 (2), присоединенным к системе через золотник 7 (2).

Все остальные элементы гидросистемы станков работают при более низком давлении, чем система привода подачи шлифовальной бабки.

Понижение давления осуществляет редуccionным клапаном 9, а контроль давления — манометром 8 (1), присоединенным к системе через золотник 7 (1).

Обратные клапаны 5 и 10 предохраняют систему от инерционной разрядки через насосы при выключении гидропривода.

## Описание работы гидросистемы

Однорукояточное управление — осуществляется с помощью крана 29.4, поворотом рукоятки которого в различные положения осуществляются следующие движения станков: перемещение стола с предварительными настроенными скоростями для шлифования и правки круга;

установочный перегон стола при отведенной шлифовальной бабке;

быстрый подвод и отвод шлифовальной бабки.

Перемещение стола при шлифовании — рукоятку крана 29.4 наклонить к себе и вправо; электромагниты *Эм4* и *Эм12* выключены.

Масло от насосной установки поступает в цилиндр 45, расцепляющий муфту механизма ручного перемещения стола, и через проточки золотников 25.8 и 25.7 — в гидроцилиндр 31 продольного перемещения стола после переключения стопового золотника 25.7 в левое положение маслом, поступающим к его торцу через демпфер 18.(4).

28.2 — дроссель настройки скорости стола при черновом шлифовании; 28.3 — дроссель настройки скорости стола при чистовом шлифовании. Переключение на скорость чистового шлифования производится электромагнитом *Эм8*.

Перемещение стола при правке — рукоятку крана 29.4 наклонить к себе влево. Скорость перемещения стола при правке настраивается дросселем 28.4.

Выключение перемещения стола — возвратить рукоятку крана 29.4 в вертикальное положение. При этом золотник 25.7 под действием пружины возвратится в свое правое положение и соединит полости гидроцилиндра 31 между собой и со сливом, а насос  $Q=18$  л/мин будет разгружен. Давление разгрузки составляет 0,4 — 0,6 МПа.

Одновременно цилиндр 45 блокировки механизма ручного перемещения стола сообщается со сливом, и пружина включает муфту этого механизма, что делает возможным перемещение стола маховиком.

Если электромагнит *Эм4* выключен, то гидравлическое перемещение стола по завершении цикла шлифования прекращается автоматически. При этом масло поступает к торцу плунжера 29.2 и происходит перемещение золотника 29.3 вниз (по схеме). Масло под давлением по линии 48—49 поступает к торцам плунжеров 29.5 и 29.7, которые устанавливают рейку 29.6 и кран 29.1

в средние положения. Рукоятка крана 29.4 при этом автоматически устанавливается в среднее положение и наклоняется в положение «от себя», шлифовальная бабка отводится от изделия и стол останавливается.

Реверс стола — при переключении золотника 25.9, осуществляющемся в крайних положениях стола через упоры и рычаг реверса 25.10, масло под давлением направляется к правому или левому торцу реверсивного золотника 25.8 и перемещает его в крайнее правое и левое положения. Вследствие этого полости гидроцилиндра перемещения стола попеременно соединяются с давлением и сливом, что приводит к автоматическому изменению направления движения стола.

Замедление движения стола при реверсах осуществляется за счет дросселирования слива масла из цилиндра 31 конусным пояском золотника 25.9, который устанавливается рычагом реверса в среднее положение. При переходе золотника 25.9 через среднее положение масло поступает к торцам плунжера 25.3 или 25.4, вследствие чего этот золотник быстро перемещается в крайнее положение, обеспечивая полное открытие слива при следующем ходе стола.

Одновременно с этим масло поступает к торцу золотника реверса 25.8, перемещая его в противоположное крайнее положение. При этом осуществляется реверс стола.

С помощью дросселей 25.6 осуществляется регулировка задержки стола при реверсах, а с помощью дросселей 25.1 — регулировка плавности разгона стола после реверса.

Установочный перегон стола — наклонить рукоятку крана 29.4 от себя и вправо и влево (направление наклона рукоятки соответствует направлению перегона стола). При этом масло поступает через левое сечение крана 29.1 к торцу плунжера 26.1 или 26.2, которые перемещаются и поворачивают рычаг реверса 25.10 в сторону, соответствующую направлению наклона рукоятки крана 29.4.

Перемещение стола при перегоне происходит так же, как при шлифовании или правке. Скорость движения

стола определяется при этом углом наклона рукоятки 29.4, от которого зависит величина щели правого сечения крана 29.1.

При отпускании рукоятки 29.4 плунжеры 29.5 и 29.7, находящиеся под давлением, воздействуют на рейку 29.6 и возвращают рукоятку 29.4 в исходное положение.

Быстрый подвод шлифовальной бабки — наклонить рукоятку крана 29.4 к себе. При этом масло от насоса  $Q=12$  л/мин через обратный клапан 10 и редукционный клапан 9 поступает к проточке золотника 29.3 и через нее в верхнюю полость цилиндра 27. В конце быстрого подвода, когда поршнем перекрыта линия 37, масло сливается из нижней полости этого цилиндра по линии 41—159 через проточку золотника 44 (2) и дальше по линии 160—38—49—46. При этом происходит замедление движения бабки при приближении ее к крайнему положению. Скорость и путь торможения регулируются изменением положения упора, который нажимает на золотник 44 (2).

Быстрый отвод шлифовальной бабки — наклонить рукоятку крана 29.4 от себя. Скорость и величина пути торможения бабки в конце быстрого отвода регулируются изменением положения упора, который воздействует на золотник 44 (1).

При выключении электромагнита Эм4 золотника 34 (2) отвод шлифовальной бабки происходит автоматически. При этом масло под давлением поступает через демпфер 18 (3) к торцу плунжера 29.2, перемещая его и золотник 29 (3) вниз, вследствие чего рукоятка 29.4 наклоняется «от себя». Демпфер 18 (3) обеспечивает плавность перемещения плунжера 29 (2).

Установочный перегон шлифовальной бабки осуществляется гидродвигателем 43 (2) при включении электромагнита Эм3 или Эм2 золотника 35 (перемещение бабки вперед или назад). Скорость перегона не регулируется. При обесточенных электромагнитах обе полости гидродвигателя соединяются между собой золотником 35.

Отвод пиноли задней бабки осуществляется педалью, которой

подается команда на включение или выключение электромагнита *Эм1* золотника *34(4)*. Отвод пиноли педалью возможен только при отведенной шлифовальной бабке, так как подвод масла к золотнику *34(4)* осуществляется по линии *37—34*, которая перекрыта поршнем цилиндра *27*, когда он находится в положении подвода шлифовальной бабки.

Поперечные подачи шлифовальной бабки — в качестве привода подач служит гидродвигатель *43(1)*. Для осуществления форсированной, черновой и чистовой подач используется схема с дросселированием на выходе, а для осуществления микроподачи используется принцип объемного дозирования на входе гидродвигателя.

При подведенной шлифовальной бабке масло поступает к правому торцу золотника *36* и перемещает его влево (по схеме). Масло от насоса  $Q = 12$  л/мин через проточку золотника *36* поступает к точке *95* гидродвигателя *43(1)*. Для получения форсированной подачи включается электромагнит *Эм5* золотника *39(2)*. При этом слив из гидродвигателя *43(1)* происходит через проточки золотника *39(2)*, дроссель *38.3* и подпорный клапан *41*.

Скорость форсированной подачи регулируется дросселем *38.3*.

Для получения черновой подачи включается электромагнит *Эм6*, а для получения чистовой подачи — электромагнит *Эм7* золотника *40*. При этом масло от точки *96* гидродвигателя *43(1)* поступает на слив через дроссель *42(1)* или *42(2)* и далее через золотник *40* и подпорный клапан *41*. Скорости черновой и чистовой подачи соответственно регулируются дросселями *42(1)* и *42(2)*.

Для получения толчковой микроподачи включается электромагнит *Эм9* золотника *39(1)*. При этом масло из гидродвигателя *43(1)* поступает в дозатор *37*. Объем масла в дозаторе отрегулирован для получения подачи в  $1$  мкм за каждое включение электромагнита *Эм9*. Электромагнит включает импульсами. При его отключении пружиной дозатора *37* осуществляется перезарядка дозатора.

Периодические подачи шлифовальной бабки осуществляются так же, как и непрерывные, однако при этом вращение от гидродвигателя на гайку ходового винта передается только во время включения электромагнитной муфты автоматических подач. Продолжительность включения составляет  $0,5—0,8$  с. Величина периодической подачи настраивается дросселями *42(1)* и *42(2)*.

Команду на включение муфты дают микропереключатели *ВП8* и *ВП9* во время их нажатия. При перемещении золотника управления *25.9* из одного крайнего положения в другое масло по линиям *102* и *98* попеременно поступает к торцам золотника *30*. Его средний поясok нажимает на рычаг, который поворачивает пластину, нажимающую на один из микропереключателей.

При дальнейшем перемещении среднего поясок выходит из контакта с рычагом, и пружина возвращает пластину в нейтральное положение. При этом нажатие микропереключателя прекращается.

Перезарядка механизма подач шлифовальной бабки происходит при отведенной шлифовальной бабке и включенном электромагните *Эм5* золотника *39(2)*. Масло под давлением через проточки золотника *36*, обратный клапан *38.2* и проточки золотника *39(2)* подводится к точке *96* гидродвигателя *43(1)*, а слив из него идет через проточку золотника *36* и подпорный клапан *41*. Скорость перезарядки не регулируется.

Блокировка пуска стола при врезном шлифовании — установить переключатель на пульте управления в положение «врезное шлифование». При этом отключается электромагнит *Эм12* золотника *34(3)*. При наклоне рукоятки крана *29.4* в положение продольного шлифования стол перемещаться не будет, так как точка *105* стопового золотника *25(7)* при этом все время соединена со сливом.

### **Полуавтоматический цикл работы до упора при продольном шлифовании**

Переключатели на пульте управления станком устанавливаются в соответствующие положения.

Оператор нажимает на педаль, вследствие чего подается команда на включение электромагнита *Эм1* золотника *34(4)*. Давление подводится к цилиндру *32* отвода пиноли. После установки обрабатываемого изделия на линию центров оператор отпускает педаль, электромагнит *Эм1* отключается, пиноль подводится пружиной и зажимает изделие в центрах. Оператор поворачивает рукоятку управления *29.4* к себе и вправо.

В зависимости от положения золотника *25.8* гидропанели реверса одна из полостей гидроцилиндра перемещения стола соединяется с давлением, а другая со сливом. Слив масла из гидропанели идет через дроссель *28.2* регулирования скорости стола при черновых подачах. Стол начинает перемещаться со скоростью, определяемой настройкой этого дросселя.

Одновременно с пуском стола при смещении рукоятки *29.4* в переднее положение подается команда на быстрый подвод шлифовальной бабки. Задняя полость цилиндра быстрого подвода *27* соединяется с давлением, а передняя — со сливом. При этом происходит быстрый подвод шлифовальной бабки.

В конце быстрого подвода шлифовальной бабки открывается отверстие *40*, через которое масло поступает к правому торцу *36*, который перемещается влево, сообщая полость гидродвигателя золотника *43(1)* с давлением. Одновременно нажатым конечным выключателем *ВП5* включается электромагнит *Эм5*. Происходит форсированная подача шлифовальной бабки до появления искры.

По команде реле тока электромагнит *Эм5* золотника *39(2)* отключается и включается электромагнит *Эм6* золотника *40*, переключая слив из гидродвигателя *43(1)* на дроссель черновой подачи *42(1)*.

В момент реверса стола импульс давления поступает от гидропанели к золотнику *30*. При этом нажимается микропереключатель *ВП8* или *ВП9*. Последние подают команду на включение электромуфты автоматических подач, которая замыкает кинематическую цепь от гидродвигателя на ме-

ханизм подачи. Через *0,5—0,8* с реле времени отключает электромуфту и подача прекращается до следующего реверса стола.

После снятия чернового припуска по команде конечного выключателя отключается электромагнит *Эм6* и включаются электромагниты *Эм7* золотника *40* и *Эм8* золотника *34(1)*. Слив масла из гидропанели идет теперь через дроссель *28.3* чистовой скорости стола, а скорость вращения гидродвигателя *43(1)* определяется дросселем *42(2)* чистовой подачи шлифовальной бабки.

После снятия чистового припуска нажимается конечный выключатель, который отключает электромагнит *Эм7*. Периодические подачи прекращаются, т. е. слив из гидродвигателя *43(1)* заперт и электромуфта автоматических подач отключена.

Одновременно конечным выключателем включается схема счета ходов стола на выхаживание от срабатывания микропереключателей *ВП8* и *ВП9* при реверсах стола.

После отсчета ходов стола, заданного переключателем на пульте управления, выдается команда на отключение электромагнитов *Эм4* и *Эм8*. Золотник *29.3* перемещается вниз, рукоятка *29.4* автоматически устанавливается в среднее положение и наклоняется от себя. Шлифовальная бабка отводится от изделия, а стол устанавливается.

В конце отвода шлифовальной бабки нажимается путевой выключатель *ВП3*, который включает электромагнит *Эм5* и электромуфту автоматических подач.

Осуществляется перезарядка механизма поперечных подач до исходного положения, определяемого конечным выключателем. В этот момент электромагнит *Эм5* и электромуфта автоматических подач отключаются, а электромагнит *Эм4* включается. Этим завершаются перезарядка механизма поперечных подач и цикл шлифования.

Оператор снимает со станка обработанное изделие.

## Полуавтоматический цикл работы до упора при врезном шлифовании

Переключатели на пульте управления устанавливаются в соответствующие положения. При этом подводе шлифовальной бабки отключается электромагнит *Эм12*, что обеспечивает невозможность пуска стола при наклоне рукоятки *29.4* вправо или влево.

В этом случае цикл обработки полностью повторяет цикл полуавтоматического продольного шлифования до упора, за исключением того, что черновая и чистовая подачи шлифовальной бабки происходят не периодически, а непрерывно, так как электромуфта автоматических подач постоянно замыкает кинематическую цепь от гидродвигателя к механизму подач на время черновой и чистовой подач. После снятия чистового припуска конечный выключатель включает реле времени и отключает электромагнит *Эм7* и электромуфту автоматических подач. Происходит выхаживание. По истечении времени выдержки отключается электромагнит *Эм4* и шлифовальная бабка отводится от изделия. При отведенном положении шлифовальной бабки включается электромагнит *Эм12*. При этом возможен перегон стола.

## Наладочный режим работы станка и наладка

Наладочный режим работы станка и наладка осуществляются включением переключателей или кнопок на пульте управления. При этом включаются соответствующие электромагниты, и исполнительные механизмы совершают движения, как это описано выше.

Управление движениями стола, подводом или отводом шлифовальной бабки осуществляется рукояткой *29.4*.

На станке возможна также работа в ручном режиме. Для этого необходимо упоры стола свести до касания с рычагом реверса *25.10*, переключатель на электропульте установить в положение «Продольное шлифование», рукоятку *29.4* установить в положение для осуществления продольного шлифования.

Стол при этом будет совершать осциллирующие движения с минимальным ходом 4 мм, а частота осциллирования регулируется дросселями настройки скорости стола.

При эксплуатации станка могут возникнуть различные неполадки. Способы их исправления приведены в табл. 8.2.

## 8.6. НЕИСПРАВНОСТИ СТАНКА И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся неисправности шлифовального станка и способы их устранения (табл. 8.2, см. рис. 8.3).

## 8.7. СМАЗКА СТАНКА

Смазка подшипников шпинделя шлифовальной бабки, направляющих стола, передней опоры ходового винта и червячной пары механизма поперечных подач осуществляется автоматически от гидросистемы станка.

Схема смазки приведена на рис. 8.3, б.

Смазка станка обеспечивается двумя циркуляционными системами, питающимися от гидросистемы: смазка подшипников шпинделя шлифовальной бабки и смазка направляющих станка, а также проточными системами смазки опоры винта механизма быстрого подвода шлифовальной бабки и смазки червячной пары механизма поперечных подач.

Система смазки подшипников шпинделя шлифовальной бабки включает в себя резервуар *1.3* с заливной горловиной *50(3)*, шестеренный насос *24*, фильтры грубой очистки *23* и тонкой очистки *11(2)*, напорный золотник *21* и реле давления *48*.

Давление в системе настраивается напорным золотником *21* и контролируется по манометру, подключенному через демпфер *18(2)*.

Подаваемое насосом масло проходит через фильтры и разделительные дроссели, а затем поступает в камеры подшипников шпинделя шлифовальной бабки. Наличие масла в камерах подшипников контролируется визуально по маслоуказателям *51(4)*. Уровень масла в резервуаре *2.3* контролируется по маслоуказателям *51(3)*.



## 8.2. Неисправности станка и методы их устранения

Возможная неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Неравномерное прерывистое движение стола на малых скоростях	Наличие воздуха в гидросистеме станка Недостаточное давление масла в гидросистеме стола Течь уплотнений штоков гидроцилиндров перемещения стола Недостаточная смазка направляющих стола	Выпустить воздух из гидроцилиндра перемещения стола Проверить давление в гидросистеме стола и отрегулировать напорный золотник 2 на давление 0,8—1 МПа Подтянуть уплотнения, заменить изношенные манжеты Отрегулировать смазку, пользуясь дросселями 15
Нет задержки стола при реверсе	Не отрегулированы дроссели 25.6 задержки стола при реверсе	Отрегулировать дроссели до получения необходимой величины задержки
Ускоренный или замедленный разгон стола при реверсе	Не отрегулированы дроссели 25.1 плавности разгона стола	При быстром (жестком) реверсе уменьшать щель дросселя, при медленном — увеличивать ее
При наклоне рукоятки 29.4 в положение «Шлифование» стол не перемещается	Не включился электрозолотник 3м12 Засорился демпфер 18(4) Заклинился стоповой золотник 25.7 или золотник реверса 25.8 Закрывать дроссель 25.6 задержки стола	Переключатель на пульте управления повернуть в положение «Продольное шлифование». Разобрать, прочистить и промыть золотник 3м12 Разобрать и прочистить демпфер в корпусе механизма ручного перемещения стола Разобрать гидروпанель, прочистить, промыть золотник, притереть его по отверстию корпуса Отрегулировать задержку стола
Нет движения стола при чистовой скорости	Не включается электрозолотник 3м8 Не включается золотник 28.1 блока дросселей Не включается золотник 3м4 Засорился демпфер 18(3) Заклинились плунжеры 29.5, 29.7 гидропанели	Разобрать, промыть золотник 3м8 и притереть его Разобрать блок дросселей, промыть и притереть золотник Разобрать, промыть и притереть золотник или заменить его Снять электрозолотники и прочистить в плите демпфер Снять крышки с фланца крана управления, промыть и притереть плунжеры
По окончании полуавтоматического цикла продольного шлифования стол не останавливается и шлифовальная бабка не отводится	Не срабатывают микропереключатели ВП9, так как заклинился золотник 30 Засорились демпфирующие отверстия в штуцерах подвода масла к торцам золотника 30 Расслабились винты крепления микропереключателей	Разобрать и промыть золотник 30 Прочистить отверстия в штуцерах Подтянуть винты крепления, обеспечив нормальный ход для срабатывания микропереключателей
Нет периодической подачи	Закрывает дроссель 42(1) черновой подачи Сильно завинчен винт дозатора микроподачи 37	Открыть дроссель черновой подачи Отрегулировать винт дозатора микроподачи
Отсутствует толчковая микропередача		

Возможная неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Неравномерное прерывистое движение шлифовальной бабки на малой скорости чистовой подачи	Наличие воздуха в цепи питания гидродвигателя подачи	Выпустить воздух, отвернув штуцер на гидродвигателе
Течь масла из станины	Засорилось отверстие в станине, идущее к отстойнику Шланг, идущий от отстойника к гидробаку, имеет провисание Повышение утечки из гидродвигателя 43(1)	Прочистить отверстие в станине, прочистить отстойник Устранить провисание шланга Отремонтировать гидродвигатель или заменить его
Отсутствует смазка подшипников шпинделя шлифовальной бабки	Засорился фильтроэлемент в фильтре тонкой очистки  Засорение фильтроэлементов в фильтре тонкой очистки происходит очень быстро из-за сильного загрязнения масла Напорный золотник 21 не регулирует давление в системе Насос не подает масло в систему	Напорным золотником 21 повышать давление до максимально возможного (пока оно не прекратит повышаться). Если это давление выше 0,3 МПа, то следует сменить фильтроэлемент в фильтре тонкой очистки 11(2) Заменить масло в системе смазки подшипников  Разобрать и промыть напорный золотник, в случае неисправности заменить его Разобрать и проверить насос, при неисправности заменить его
Отсутствие смазки направляющих стола	Напорный золотник 20 не регулирует давление Насос не подает масло в систему Засорился распределитель смазки 15 Не отрегулированы дроссели распределителя смазки 15	Проверить наличие шарика и пружины, заменить пружину Разобрать и проверить насос, при неисправности заменить его Разобрать и промыть распределитель Отрегулировать дроссели

Слив масла из камер подшипников осуществляется через демпфер 47. Реле давления 48 исключает возможность включения вращения шпинделя шлифовальной бабки до заполнения камер подшипников маслом.

При отсутствии или уменьшении давления ниже настроенного (1,5—2 Па) реле давления 48 дает сигнал об отсутствии смазки и на выключение вращения шлифовального круга. При этом на пульте управления загорается красная сигнальная лампа.

Часть масла из камер подшипников проходит через зазоры и собирается на дне корпуса шлифовальной

бабки, откуда по сливному трубопроводу оно возвращается в резервуар.

Система смазки направляющих стола (рис. 8.3, б) включает в себя резервуар 1.2 с заливной горловиной 50(2) (рис. 8.4, а), лопастной насос 19, фильтр 16, напорный золотник 20 и распределитель смазки 15. Подаваемое насосом масло проходит через фильтр и распределитель смазки, после чего поступает на направляющие стола.

Масло после смазки направляющих собирается в карманах станины и по сливным трубопроводам возвращается в резервуар.

Давление в системе настраивается напорным золотником 20 и контролируется по показаниям манометра 17, подключенного через демпфер 18(1).

Количество масла, поступающего к плоской и призматической направляющей, регулируется распределителем смазки 15.

Уровень масла в резервуаре 1.2 контролируется по маслоуказателям 51(2).

Смазка опоры винта механизма быстрого подвода шлифовальной бабки осуществляется за счет утечек из тормозного золотника 44(1).

Смазка червячной пары механизма поперечных подач осуществляется за счет утечек из гидродвигателя 43(1). Смазка пиноли задней бабки и опорной шейки вала-шестерни механизма ручного перемещения стола производится вручную с помощью лейки. Залив масла осуществляется через масленки.

Червячная пара редуктора магнитного сепаратора непрерывно смазывает-

ся. В корпус редуктора заливается масло через заливное отверстие. Уровень масла в редукторе контролируется щупом, ввинчиваемым в заливное отверстие редуктора.

Шестерни механизма балансировки шлифовального круга также непрерывно смазываются. В корпус механизма заливается масло через заливное отверстие.

Роликовые шины направляющих шлифовальной бабки, роликовые направляющие и сепаратор шпонки ходового винта, шестерни механизма подачи и механизма ручного перемещения стола, а также все подшипники качения на станке смазываются консистентной смазкой ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—73).

При ремонте станка роликовые шины, роликовые направляющие и сепаратор шпонки ходового винта, шестерни механизмов поперечных подач и ручного перемещения стола, а также все подшипники качения промыть керосином и набить новой смазкой ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—73).

## ГЛАВА 9 ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 3Е711В

### 9.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Станок плоскошлифовальный с крестовым столом и горизонтальным шпинделем 3Е711В предназначен для шлифования периферией круга плоских поверхностей различных изделий, закрепленных на зеркале стола, магнитной и электромагнитной плитах или в приспособлении. Возможно шлифование торцом круга вертикальных поверхностей.

С применением специальных приспособлений для профилирования шлифовальных кругов и крепления деталей на станке возможно профильное шлифование фасонных поверхностей и пазов.

### Техническая характеристика станка 3Е711В

Наибольшие размеры обрабатываемого изделия, мм:	
длина . . . . .	630
ширина . . . . .	200
высота при новом круге . . . . .	320
Размеры рабочей поверхности стола по ГОСТ 6569—75, мм:	
длина . . . . .	630
ширина . . . . .	200
Ширина паза по ГОСТ 1574—75, мм . . . . .	14
Расстояние между пазами, мм . . . . .	50
Число пазов . . . . .	3
Наибольшее ручное перемещение стола, мм:	
продольное . . . . .	700
поперечное . . . . .	250
Скорость продольного перемещения стола (регулируется бесступенчато), м/мин:	
наименьшая . . . . .	2
наибольшая . . . . .	30

Скорость поперечного перемещения крестового суппорта (регулируется бесступенчато), м/мин:	
наименьшая	0,01
наибольшая	1,5
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм	
Шлифовальный круг	445
Тип	ПП
Наружный диаметр, мм.	
наименьший	160
наибольший	250
Габаритные размеры, мм:	
без учета приставного оборудования и хода подвижных частей:	
длина	2000
ширина	1770
высота	1980
с учетом приставного оборудования и хода подвижных частей:	
длина	2680
ширина	1770
высота	1980
Масса станка, кг:	
без приставного оборудования	2700
с приставным оборудованием	3200

## 9.2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Станок (рис. 9.1) состоит из станины 1, колонны 2, крестового суппорта 4, шлифовальной головки 21, электрошкафа 7 и других основных узлов.

Органы управления станком показаны на рис. 9.2 их перечень — в табл. 9.1.

### 9.1. Органы управления станка 3Е711В

Позиция на рис. 9.2	Органы управления и их назначение
1	Кронштейн установки индикатора
2	Кронштейн установки головки микрометрической
3	Рукоятка крана охлаждения
4	Амперметр контроля нагрузки шлифовального круга
5	Лампа «Нет смазки»
6	Вводной автомат
7	Лампа «Стажок включен»
8	Индикация «Шаговый привод включен»
9	Индикация величины вертикальной подачи
10	Тумблер «Освещение включено — отключено»
11	Маховик ручного продольного перемещения стола
12	Болт фиксации крестового суппорта

Позиция на рис. 9.2	Органы управления и их назначение
13	Рычаг продольного реверса
14	Упор регулирования величины поперечного хода
15	Упор ограничения поперечного хода
16	Рукоятка включения тонкой поперечной подачи
17	Маховик тонкой поперечной подачи
18	Кнопка «Поперечная подача ручная автоматическая»
19	Маховик поперечной подачи
20	Маховик вертикальной подачи
21	Кнопка «Вертикальная подача ручная автоматическая»
22	Маховик тонкой вертикальной подачи
23	Рукоятка включения тонкой вертикальной подачи
24	Виты срабатывания воздуха из гидроцилиндра
25	Упоры регулирования длины продольного хода стола
26	Кронштейн установки индикатора
27	Рукоятка «Пуск — стоп стола» регулирования скорости стола

### 9.3. КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ

**Станина.** Станина коробчатой формы является основанием для главных узлов станка. На ее верхних плитах крепятся направляющие качения для суппорта и установлена колонна. Правая направляющая плоская, которая воспринимает вертикальные нагрузки, а левая П-образная направляющая воспринимает как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки.

Сверху на станине крепятся пластины для фиксации суппорта и линейка для отсчета поперечных перемещений. К передней стенке станины крепятся механизмы вертикальной и поперечной подачи. Слева тумбы станины установлен фланцевый электродвигатель ускоренного перемещения.

Внутренняя полость станины служит для разводки коммуникаций гидрооборудования и смазки.

**Колонна.** Колонна обеспечивает вертикальное перемещение шлифовальной головки по двум замкнутым направляющим качения. Направляющие поверх-

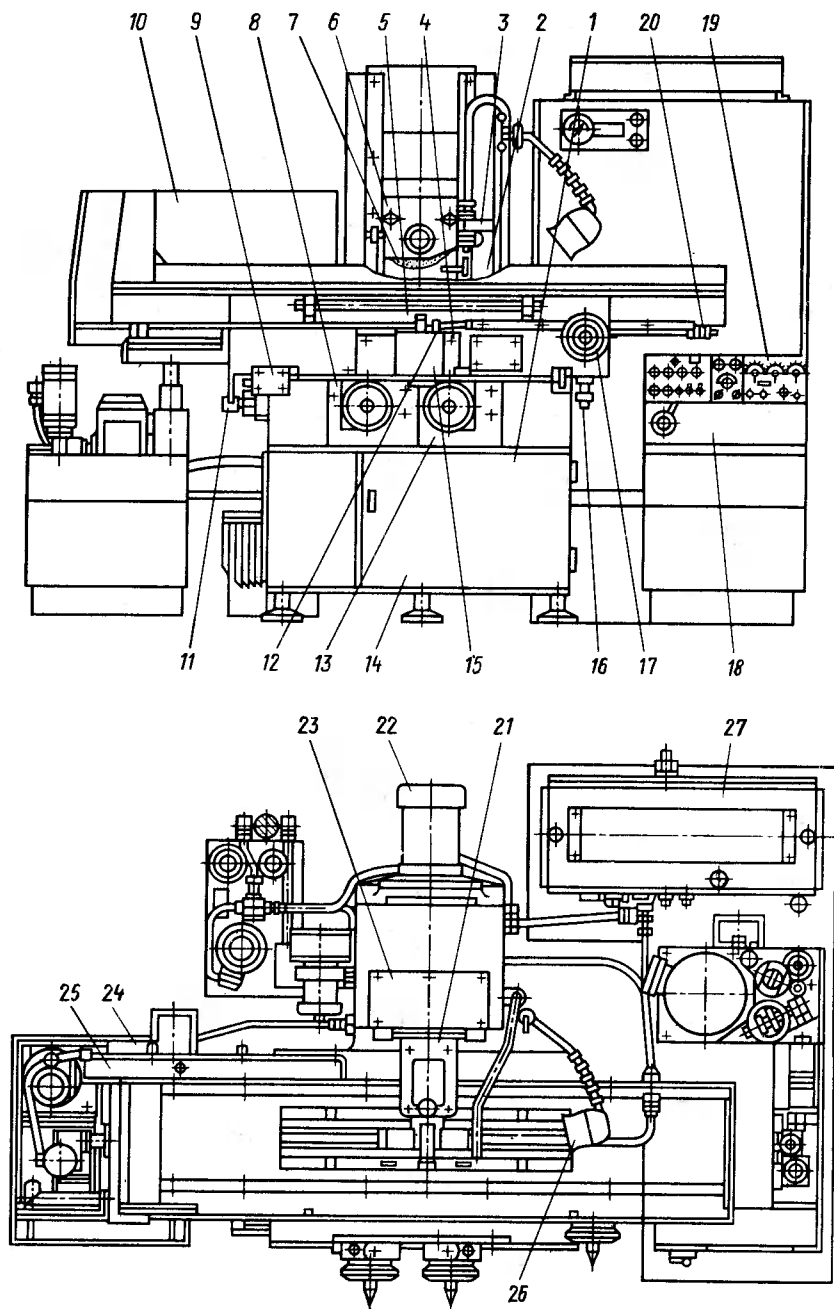


Рис. 9.1. Общий вид станка 3Е711В:

1 — станина, 2 — колонна, 3 — датчик контроля размера изделия, 4 — суппорт крестовый, 5 — стол, 6 — кожух шлифовального круга, 7 — фланцы для шлифовального круга, 8 — механизм поперечной подачи, 9 — ограждение, 11 — механизм поперечного реверса, 12 — механизм фиксации суппорта, 13 — механизм вертикальной подачи, 14 — смазка станка, 15 — край, 16 — механизм отсчета поперечных перемещений, 17 — механизм ручного перемещения стола, 18 — гидростанция, 19 — пульт управления, 20 — гидроцилиндр, 21 — головка шлифовальная, 22 — привод шлифовального круга, 23 — редуктор вертикальной подачи, 24 — система охлаждения, 25 — сборник, 26 — освещение, 27 — электрошкаф

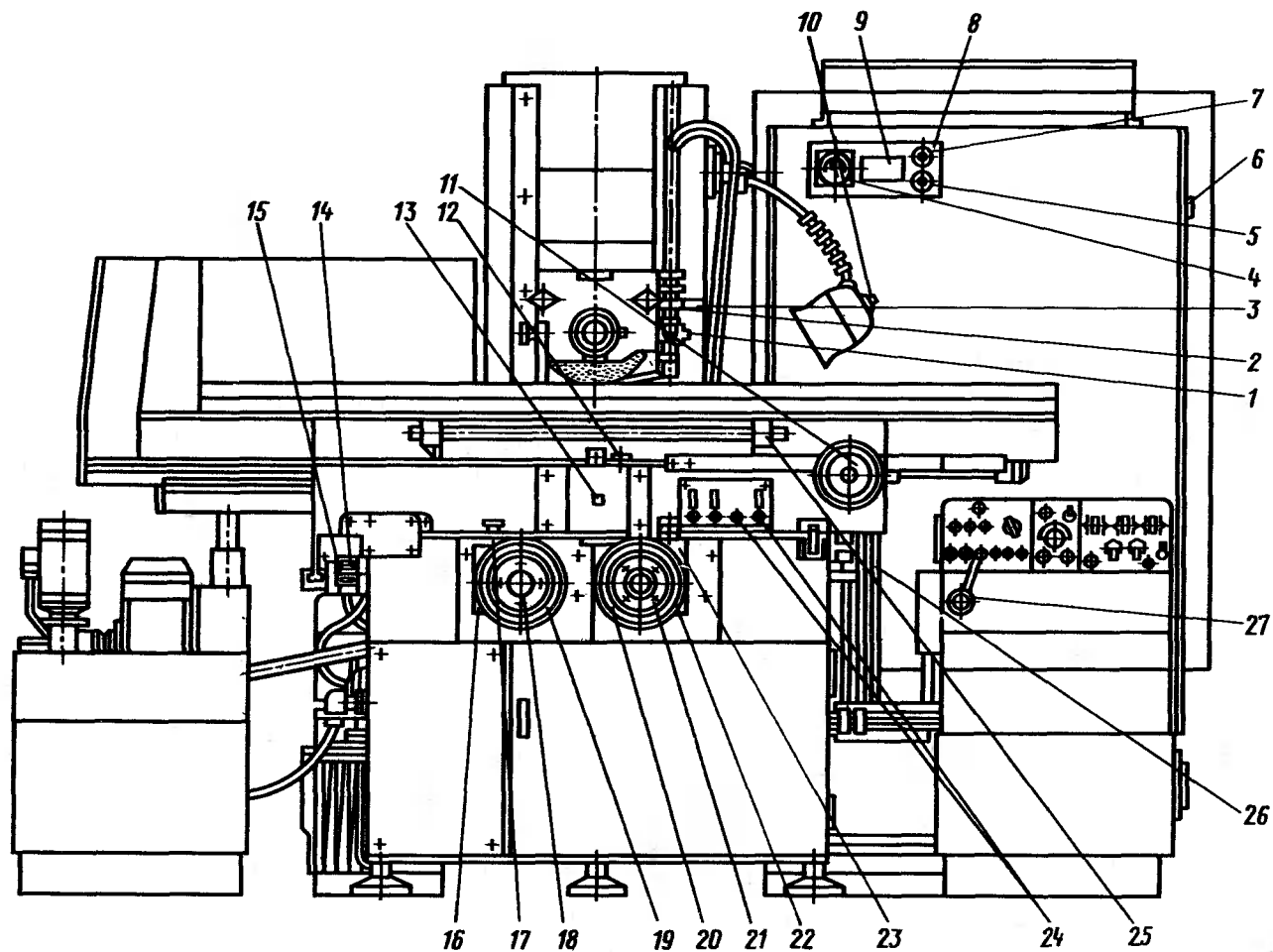


Рис. 9.2. Органы управления станка 3Е711В

ности образованы самой колонной и планками, привернутыми к ее передней поверхности. Переднее и заднее окно колонны защищены щитками, перемещающимися в пазах боковых планок.

Для ограничения подъема шлифовальной головки в верхней части колонны расположен микропереключатель. При нажатии на микропереключатель упором, установленным на шлифовальной головке, отключается электродвигатель ускоренного перемещения шлифовальной головки.

**Направляющая левая поперечная.** Левая поперечная направляющая имеет П-образную форму. Она воспринимает как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки. По боковым плоскостям П-образная направляющая с роликами собрана с предварительным натягом. С боковой стороны направляющая поджимается к станине планкой. Защищается левая направляющая гармошками.

**Устройство отсчета вертикальных перемещений.** Для точной установки и отсчета вертикальных перемещений шлифовальной головки на ее корпусе справа предусмотрен кронштейн с индикатором. Упор с микрометрическим винтом крепится в Т-образном пазу в передней планке колонны и имеет возможность установки на всей высоте перемещения шлифовальной головки.

**Механизм отсчета поперечных перемещений.** Механизм предназначен для точной установки стола и отсчета перемещений. На крестовом суппорте в поперечном направлении предусмотрен кронштейн с индикатором. Упор в Т-образном пазу кронштейна крепится к станине справа, его можно устанавливать на всей длине поперечного перемещения суппорта. Линейка закреплена на станине, а упор на суппорте.

**Датчик контроля размера изделия.** Датчик предназначен для управления автоматической вертикальной подачей. Он обеспечивает автоматическое переключение с черновых подач на чистовые, установку желаемой величины чистового припуска и отключение подачи по достижении заданного размера. Датчик установлен на колонне и перемещается в Т-образном пазу, фик-

сация его в нужном положении по высоте производится гайками. На шлифовальной головке установлен кронштейн с микрометрическим упором, который воздействует на упор датчика, связанный с контактами переключения команд.

При шлифовании партии деталей после каждой правки шлифовального круга для обеспечения получения заданного размера по высоте микрометрический упор следует переместить вверх на величину перемещения шлифовальной головки вниз, произведенному при правке шлифовального круга, т. е. на величину уменьшения шлифовального круга по радиусу. Барабан служит для настройки величины чистового припуска.

При износе шлифовального круга на 25 мм по радиусу микрометрический упор возвращается в исходное положение, а электроконтактный датчик перемещается вниз по пазу. Для предотвращения поломки датчика (при перемещении шлифовальной головки из нижнего положения вверх) он перемещается вместе с головкой болта.

**Привод шлифовального круга.** Шпиндель шлифовального круга приводится во вращение от электродвигателя через ременную передачу. Натяжение ремня осуществляется винтом, перемещающим кронштейн.

**Суппорт крестовый.** Суппорт крестовый обеспечивает продольное и поперечное перемещение стола. Верхние продольные (V-образная) и плоская направляющие служат для продольного, а две плоские нижние поперечные — для поперечного перемещения.

К нижней поверхности суппорта крепится кронштейн гайки поперечной подачи. Кран продольного реверса стола размещен в средней части на передней стенке суппорта. На валике реверса крепится пластина, которая входит в паз бесконтактного путевого переключателя для получения команды на поперечную или вертикальную подачу. Рукояткой и рычагом реверса возможно ручное реверсирование стола.

Между верхними направляющими устанавливается гидроцилиндр. Справа на передней стенке внутри суппорта установлена колодка для срабатывания

воздуха из гидроцилиндра и регулирования смазки направляющих.

Перед подъемом суппорта необходимо освободить кронштейн суппорта в гайке поперечной подачи и отсоединить шланги от суппорта.

**Стол.** Стол имеет рабочую поверхность с одним или тремя Т-образными пазами установки и крепления обрабатываемых деталей. Снизу имеются V-образная и плоская направляющие скольжения или качения продольных перемещений. К боковым стенкам стола привернуты крылья для защиты направляющих суппорта и для крепления кронштейнов штоков гидроцилиндров.

К передней стенке стола крепится клинообразная планка с кулачками и упорами продольного реверсирования. Величина продольного хода устанавливается в зависимости от длины обработки. Кулачки с упорами фиксируются вращением кнопки.

**Ограждение стола.** Ограждение предназначено для предохранения от разбрызгивания охлаждающей жидкости. Регулирование по высоте производится посредством набора передних и задних щитков.

**Сборник.** Сборник предназначен для слива эмульсии со стола и защиты от разбрызгивания эмульсии при недостаточной высоте задних наборных щитков.

**Механизм поперечной подачи.** Механизм поперечной подачи обеспечивает: ручное перемещение крестового суппорта; автоматическую непрерывную подачу с бесступенчатой регулируемой скоростью; ступенчатую подачу на каждый ход стола; комбинированную подачу суппорта, т. е. непрерывную и ступенчатую на реверсе стола, правку и ускоренные наладочные перемещения.

Все автоматические движения производятся от одного электродвигателя с регулируемой скоростью вращения. Команда на электродвигатель подается от бесконтактного путевого переключателя при продольном реверсе стола. Величина подач регулируется бесступенчато соответствующими рукоятками на пульте управления. Гайка с устройством устранения люфтов кре-

пится к нижней поверхности суппорта. Ходовой винт защищен гармошкой.

Тонкая ручная подача производится кнопкой. Переключение на тонкую или грубую ручную поперечную подачу осуществляется поворотом рукоятки, повернутой во фланец. Грубая ручная подача осуществляется маховиком.

**Механизм поперечного реверса.** Механизм предназначен для изменения направления перемещения крестового суппорта в крайних положениях. По закрепленной на суппорте планке в зависимости от ширины шлифования устанавливаются два кулачка с экранами, которые в крайних положениях суппорта входят в прорези бесконтактных путевых переключателей (БВК), закрепленных на станине.

Для ограничения наибольшего перемещения суппорта на планке устанавливаются экраны ограничения перемещения кулачков поперечного реверса.

**Механизм ручного продольного перемещения стола.** Механизм представляет собой двухступенчатый редуктор с цилиндрическими прямозубыми зубчатыми колесами, смонтированный в отдельном корпусе и крепящийся к передней стенке крестового суппорта. Ручное перемещение стола осуществляется вращением маховика.

**Шпиндель шлифовальной головки.** Шпиндель вращается в двух гидродинамических подшипниках. Передний V-образный подшипник воспринимает как радиальные, так и осевые усилия. Сферические поверхности штырей, удерживающих вкладыш, позволяют последним самоустанавливаться в направлении вращения. Зазор в переднем подшипнике регулируется подшлифовкой компенсаторов, а в заднем — устанавливается перемещением по резьбе самих штырей. Для обеспечения прилегания вкладышей опоры в V-образном пазу шпинделя два нижних штыря выполнены с эксцентриситетом сферы относительно посадочной поверхности. Подшипники находятся в масляной ванне, образованной корпусом головки и уплотнениями. Для заливки рекомендуется применять тщательно отфильтрованное масло И-5А. Смазка подводится гибкими шлангами.



**Фланцы шлифовального круга.** Шлифовальный круг установлен между двумя фланцами и закреплен винтами. Балансировка шлифовального круга производится балансировочными грузами, установленными в пазу переднего фланца.

Снятие шлифовального круга с конуса производится винтом, который при его выворачивании стягивает шлифовальный круг вместе с фланцами с конуса шпинделя.

**Механизм вертикальной подачи.** Механизм обеспечивает автоматическую ступенчатую подачу на реверс стола или суппорта и ручное перемещение шлифовальной головки.

Автоматическая подача производится шаговым электродвигателем через зубчатую передачу, электромагнитную муфту на карданный вал, соединяющий механизм с редуктором. Величина подачи регулируется углом поворота ротора электродвигателя.

Грубая ручная подача осуществляется маховиком через зубчатое колесо, муфту на карданный вал, при этом червяк должен быть выведен из зацепления рукояткой. Тонкая ручная подача обеспечивается кнопкой через червяк, косозубое колесо на маховик и через муфту на карданный вал.

**Кожух шлифовального круга.** Кожух шлифовального круга выполнен сварным из листового металла. Передняя крышка съемная крепится двумя винтами. Сопло охлаждающей жидкости крепится справа на корпусе кожуха. Слева расположен регулируемый по высоте щиток для уменьшения разбрызгивания охлаждающей жидкости. Подача охлаждающей жидкости регулируется рукояткой и краном.

**Редуктор вертикальной подачи.** Редуктор вертикальной подачи установлен на нижней поверхности колонны и кинематически соединяет механизм вертикальной подачи с винтовой парой вертикального перемещения шлифовальной головки. Вращение от механизма вертикальной подачи осуществляется через червяк, червячное колесо на гайку.

Ускоренное наладочное перемещение шлифовальной головки осуществляется через клиноременную передачу со

шкива на винт вертикальных перемещений при отключенной электромагнитной муфте механизма вертикальной подачи.

**Устройство для охлаждения.** Бак охлаждения обеспечивает оттаивание охлаждающей жидкости, в процессе которого оседают абразивные частицы, а магнитный сепаратор очищает ее от металлического шлама. Привод насоса охлаждения и магнитного сепаратора производится от отдельных электродвигателей. Поток жидкости от сопла должен быть направлен в зону шлифования. Наличие на обрабатываемой детали продольных штрихов свидетельствует о загрязненной охлаждающей жидкости. Сборник шлама по мере заполнения необходимо очищать.

В процессе эксплуатации станка следует периодически контролировать уровень масла в отстойнике по маслоуказателю. В случае необходимости сливать СОЖ, для чего сливную пробку ослабить на один-два оборота.

Не реже одного раза в месяц необходимо очищать магнитный патрон чистой сухой ветошью. Один раз в 6 месяцев производить полную очистку отстойника и промывку его чистым керосином. При этом отстойник необходимо вынуть из станины, для чего отвернуть крепежные винты и отсоединить шланги.

**Гидроцилиндр.** Гидроцилиндр осуществляет возвратно-поступательное движение стола. Крепление опор к крестовому суппорту осуществляется винтами. Штоки гидроцилиндра крепятся гайками к кронштейнам стола. Уплотняется шток самозажимными резиновыми манжетами. Резиновые кольца являются амортизаторами, смягчающими удары при реверсе. Кольца — аварийные ограничители штоков. В крайних положениях хода поршня предусмотрено торможение стола. При этом тормозные конусы поршня перекрывают слив масла через камеры, масло вытесняется через дроссель и поступает в подводные отверстия цилиндра. Для выпуска воздуха из гидроцилиндра предусмотрены отверстия.

**Система смазки.** Схема смазки станка представлена на рис. 9.3. Она предназначена для осуществления центра-

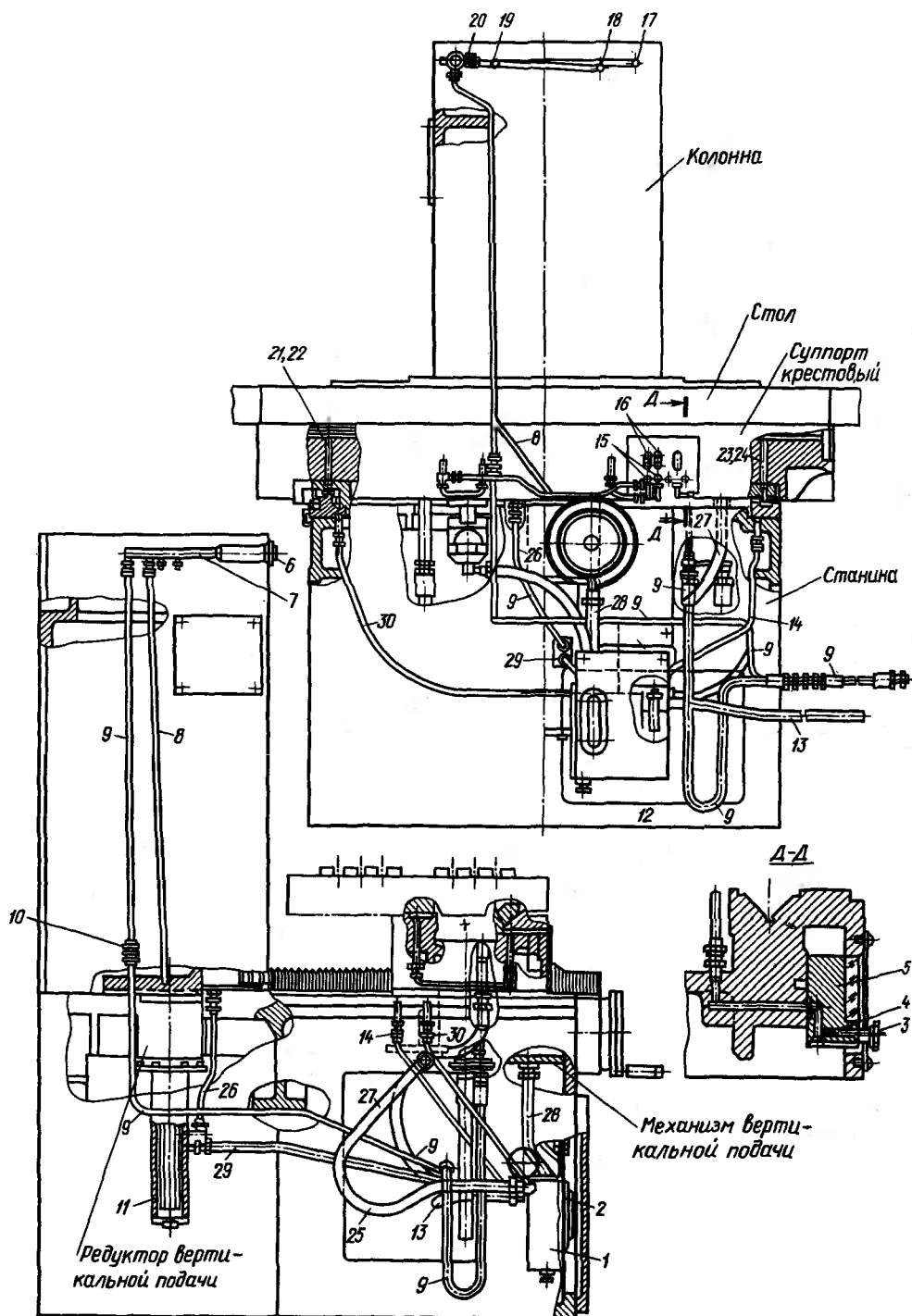


Рис. 9.3. Схема смазки станка 3E711B

лизированной смазки трущихся пар станка и состоит из колодки 5, маслораспределителя 7, отстойника 1, трубы 11 и гидрокоммуникации 2,12.

Колодка 5 предназначена для регулирования количества масла, постоянно поступающего на смазку направляющих стол — суппорт и суппорт — станина при помощи дросселей 15. В колодке смонтированы в совокупности с устройством для визуального контроля запирающие клапаны для выпуска воздуха из полостей гидроцилиндра.

Запирающий клапан представляет собой винт 3, который поджимает шарик 4 к лунке канала, соединенного с полостью гидроцилиндра.

Визуальный контроль смазки, поступающей на направляющие стол — суппорт, осуществляется по двум указателям, выполненным в виде двух конических отверстий в прозрачной пластине, в которой размещены шарики 16. В зависимости от интенсивности потока шарики перемещаются по вертикали вдоль оси каналов. Всплытие шариков должно быть не выше риска маслоуказателей.

Подвод смазки к колодке и отвод масла от колодки при стравливании воздуха с гидроцилиндра осуществляется по одной магистрали.

Маслораспределитель 7 предназначен для подвода смазки к направляющим колонны и ходовому винту вер-

тикальной подачи и представляет собой стальную трубу, снабженную маслоуказателем 6. Отстойник 1 предназначен для сбора и отстоя масла перед сливом его в гидростанцию.

В систему смазки масло поступает непрерывно от гидростанции по магистрали 9. Магистраль разветвляется для подвода масла к колодке 5 и маслораспределителю 7.

Через отверстия в суппорте масло поступает к точкам смазки 21, 22 (правая направляющая суппорт — станина) и к точкам 23, 24 (левая направляющая суппорт — станина).

Через демпфер 10 масло поступает в маслораспределитель 7, а из него — к точкам смазки 17, 18, 19, 20 (направляющие колонны) и к точке 8 (ходовой винт вертикальной подачи).

Сбор масла с направляющих колонны производится в ее поддон. Из поддона по магистрали 26 масло попадает в трубу 11, расположенную под редуктором вертикальной подачи.

Из трубы 11, левой направляющей станины и поддона (магистрали 29, 30, 25) масло стекает в отстойник 1. В отстойник 1 собирается также дренаж из суппорта правой направляющей станины и редуктора вертикальной подачи (магистраль 27, 14, 28). Из отстойника масло по магистрали 13 сливается в бак гидростанции.

## ГЛАВА 10 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

### 10.1. ВИДЫ И СПОСОБЫ ШЛИФОВАНИЯ

Наиболее распространены круглое наружное, внутреннее и плоское шлифование. К круглому наружному шлифованию относится шлифование с *продольной* и *поперечной* подачей.

Наружное круглое шлифование может осуществляться несколькими способами: продольное шлифование за несколько продольных рабочих ходов с подачей на глубину на двойной (или

каждый) ход (рис. 10.1, а); глубинное шлифование за один рабочий ход кругом, установленным на глубину (рис. 10.1, б); врезное шлифование с поперечной подачей на всю ширину обработки (периодической или непрерывной) в радиальном (рис. 10.1, в) направлении; шлифование последовательными врезаниями с радиальной подачей уступами (рис. 10.1, г); комбинированное шлифование (рис. 10.1, д).

При шлифовании с продольной по-

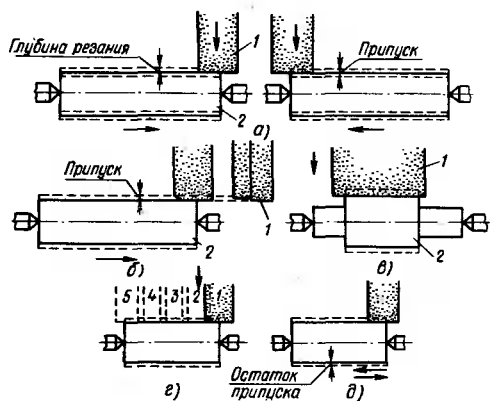


Рис. 10.1. Способы круглого шлифования: а — с продольной подачей, б — глубинное, в — врезное, г — с последовательными врезаниями, д — комбинированное

дачей деталь 2 или круг 1 получает поступательно-возвратное движение вдоль своей оси, при этом после двойного (или каждого) рабочего хода осуществляется подача на глубину.

При глубинном шлифовании снимают весь или почти весь припуск за один рабочий ход с малой продольной подачей, при этом применяют заправку круга ступенчатую или на конус.

При шлифовании врезанием высота круга должна быть равна (или больше) длине обрабатываемой поверхности, и снятие припуска осуществляется при непрерывной или периодической (на 1 оборот детали) подаче круга в радиальном направлении. В отдельных случаях кругу сообщается дополнительно осевое колебательное движение с небольшой амплитудой (до 3 мм) — осциллирующее движение.

Если длина обработки превышает высоту шлифовального круга, то можно обрабатывать отдельные участки (уступы) поверхности последовательными врезаниями круга по обрабатываемой длине, уступы должны перекрывать друг друга.

При комбинированном шлифовании после глубинного или после шлифования последовательными врезаниями производят один или несколько продольных рабочих ходов для улучшения шероховатости поверхности.

Внутреннее шлифование может осуществляться методом продольной и поперечной подачи. При шлифовании с продольной подачей величина подачи

не должна превышать  $3/4$  высоты круга за один оборот детали. Поперечная подача при этом осуществляется непрерывно или прерывисто на каждый одинарный или двойной ход стола.

Врезное шлифование применяют при обработке коротких отверстий, а также внутренних цилиндрических поверхностей с уступами. Для обеспечения равномерности износа круга придается дополнительное осциллирующее движение, если это позволяет конфигурация детали.

При плоском шлифовании периферией круга различают шлифование врезанием без поперечной подачи (рис. 10.2, а); шлифование с большой подачей на глубину и малой поперечной подачей — глубинным способом (рис. 10.2, б); шлифование с малой подачей на глубину и большой поперечной подачей, достигающей  $3/4$  высоты круга (рис. 10.2, в).

Наибольшее распространение получило шлифование с малой глубиной и большой поперечной подачей. Для увеличения производительности применяют круги большой высоты, что позволяет давать большие поперечные подачи.

При обработке деталей с жесткими допусками обычно подразделяют шлифование на черновое и чистовое.

Под черновым шлифованием понимается предварительная обработка для снятия припуска с наименьшей затратой времени. При чистовом шлифовании достигают заданной точности размеров и необходимого параметра шероховатости поверхности. Поскольку при черновом шлифовании к качеству поверхности и точности обработки предъявляются невысокие требования, его выполняют обычно крупнозернистыми кругами с большой продольной подачей на глубину. Припуск на чистовую обработку принимают от 10 до 30% от общего припуска на шлифование. При чистовом шлифовании выбирают малые подачи на глубину, либо осуществляют последние рабочие ходы без подачи на глубину, за счет чего добиваются необходимого параметра шероховатости обработанной поверхности.

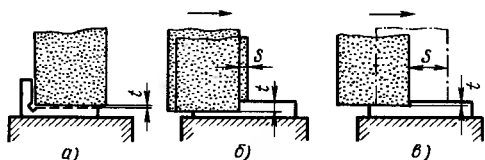


Рис. 10.2. Способы плоского шлифования периферией круга:

а — врезное, б — глубинное, в — с малой подачей на глубину и большой поперечной подачей

Разделение операций на предварительную и чистовую позволяет использовать при черновом шлифовании менее точное оборудование, сохраняя точные станки для окончательной обработки.

## 10.2. ВЫБОР ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Каждый шлифовальный круг имеет на торце маркировку (рис. 10.3). В ней указывают наименование и марку абразивного материала, его зернистость, твердость, структуру круга, вид связи.

Кроме того, при маркировке указывают завод-изготовитель, форму и основные размеры круга, класс инструмента, класс дисбаланса.

На кругах скоростного шлифования ( $V_k = 50 \text{ м/с}$ ) наносят красную полосу или надпись «скоростной».

Исходными данными для выбора круга служат свойства обрабатываемого металла (химический состав, физико-механические свойства), конфигурация, размеры обрабатываемой поверхности, условная обработка (при-

пуски, исходная шероховатость, требования к точности и качеству) и др.

При обработке стали применяют круги из электрокорунда и кубического нитрида бора. При обработке чугуна и твердых сплавов применяют круги из карбида кремния и алмаза.

При обработке крупногабаритных толстостенных деталей применяют более твердые круги и повышенные режимы обработки. Тонкие детали обрабатывают мягкими кругами. При большой поверхности соприкосновения круга с деталью (например, при внутреннем шлифовании) применяют более мягкие круги.

Для обеспечения необходимого профиля при фасонном шлифовании, а также при обработке прерывистых поверхностей и ударной нагрузке применяют более твердые круги.

При съеме больших припусков применяют крупнозернистые круги открытой структуры, а при чистовой обработке — мелкозернистые круги с более плотной структурой. При больших исходных микронеровностях применяют более твердые шлифовальные круги.

Крупнозернистые круги используют при черновом шлифовании, для обработки мягких металлов, при большой площади контакта круга с обрабатываемой поверхностью.

Мелкозернистые круги применяют при повышенных требованиях к шероховатости поверхности, при обработке закаленных сталей и профильном шлифовании.



Рис. 10.3. Шлифовальный круг и его характеристика

Круги на бакелитовой, глифталевой и вулканитовой связках обеспечивают низкую шероховатость поверхности.

Направленные поверхности шлифуют кругами из электрокорунда зернистостью 50—25 и твердостью СМ1 и СМ2. Детали, покрытые хромом, шлифуют кругами из электрокорунда на керамической связке зернистостью 40—25 и твердостью СМ2, СМ2 и С1. Для шлифования металлизированных поверхностей применяют круги Э40М1.

### 10.3. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ШЛИФОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

При шлифовании на обрабатываемой поверхности появляются микронеровности в результате работы абразивных зерен. Наибольшая высота микронеровностей возникает в направлении, перпендикулярном направлению главного резания высоты микронеровностей меньше и зависит главным образом от вибраций. В зависимости от высоты микронеровностей установлены параметры шероховатости  $Ra$  и  $Rz$ .

Контроль шероховатости обработанной поверхности может производиться с помощью эталонов (образцов).

Высота микронеровностей зависит от влияния ряда факторов:

величины подач — с увеличением подач высота микронеровностей возрастает, однако в меньшей степени, чем увеличение подачи;

окружной скорости круга — с увеличением скорости круга возрастает количество абразивных зерен, участвующих в процессе шлифования в единицу времени, а это приводит к уменьшению глубины врезания отдельных зерен, что способствует улучшению шероховатости поверхности. С увеличением скорости круга с 35 до 50 м/с высота микронеровностей снижается;

времени выхаживания — при выхаживании упругая технологическая система возвращается в исходное положение, при этом уменьшается натяг в системе, а вместе с ним и глубина внедрения абразивных зерен в обрабатываемую поверхность, что обеспечивает улучшение качества. Время

выхаживания возрастает с увеличением поверхности обработки, с уменьшением жесткости системы и режущей способности круга. Снижение натяга и улучшение качества поверхности в начале выхаживания происходят интенсивно, затем замедляются, поэтому время выхаживания обычно ограничивают;

зернистости круга — с уменьшением размеров абразивных зерен качество поверхности улучшается;

режима правки круга — с уменьшением продольной подачи алмаза на один оборот круга снижается высота микронеровностей, однако одновременно снижается режущая способность круга;

твердости круга — высота шероховатости в известном диапазоне твердостей слегка снижается с увеличением твердости круга;

материала связки круга — с повышением упругих свойств связки кругов на вулканической и бакелитовой связках высота микронеровностей снижается;

времени работы круга после правки — качество обработанной поверхности обычно ухудшается за период стойкости круга, что объясняется возрастанием амплитуды колебаний при притуплении круга, а также неоднородностью износа круга;

свойств обрабатываемого металла — высота микронеровностей на поверхности черных металлов возрастает с уменьшением их микротвердости;

смазочно-охлаждающей жидкости — при применении масла и масляных эмульсий качество обработанной поверхности лучше, чем при водных химических растворах. Небольшое улучшение достигается с повышением концентрации масляных эмульсий. Загрязнение смазочно-охлаждающей жидкости приводит к ухудшению качества поверхности;

состояния станка и уравновешенности круга — при повышенных зазорах в опорах шпинделя на деталях появляются следы от вибраций, а иногда и царапины.

При шлифовании выделяется больше тепла, чем при резании металлическими инструментами. Высокая тем-

пература в зоне шлифования приводит к появлению прижогов и трещин.

Причинами появления прижогов являются завышенный режим шлифования, повышенная твердость круга, подача недостаточного количества рабочей жидкости, биение, неуравновешенность и затупление шлифовального круга и др. Заниженная круговая подача приводит к увеличению времени воздействия источника тепла на обрабатываемую поверхность. Шлифовочные прижоги опознаются по наличию на обрабатываемой поверхности цветов побежалости.

Для обнаружения мелких пятен и прижогов производят травление в 2—5%-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте. В местах прижогов появляются после травления темные пятна. Для выявления трещин деталь намагничивают и приводят в соприкосновение с частичками крокуса, находящимися во взвешенном состоянии в жидкости. Имеющиеся трещины прерывают магнитные силовые линии, возникающие в магнитном поле. Мелкие частицы крокуса, находящиеся в растворе, перекрывают эти трещины, соединяя оба полюса магнитного поля, в результате чего трещины на детали легко обнаружить невооруженным глазом. Для выявления трещин обычно применяют минеральное масло (или дизельное топливо) и магнитную пудру, которую можно приготовить из железного сурика или красного крокуса.

#### 10.4. СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Основным назначением смазочно-охлаждающих жидкостей являются:

образование в зоне резания защитных пленок, препятствующих непосредственному контакту между зернами абразивного инструмента и обрабатываемой поверхностью детали, что способствует снижению выделения теплоты, а также предохранению абразивных зерен от налипания металла;

отвод образующейся теплоты из зоны резания;

вымывание и отвод из зоны резания отходов шлифования и т. п.

В практике для смазки и охлаждения применяют:

водные химические растворы, содержащие небольшое количество солей щелочных металлов для повышения антикоррозионных и моющих свойств, например кальцинированная сода, калиевые соли, нитрит натрия, тринатрийфосфат, триэтаноламин и др.;

водные масляные эмульсии, которые получают при добавлении воды в эмульсол. Охлаждающая способность эмульсии повышается с понижением концентрации масла и с уменьшением пенообразования. К достоинствам масляных эмульсий можно отнести коррозионную устойчивость, высокую тепловую стабильность и улучшение качества обрабатываемой поверхности. Благодаря повышенной по сравнению с содовым раствором смазочной способности эмульсии находят применение при повышенных требованиях к точности обработки и шероховатости поверхности; масла с добавками серы и хлорных соединений находят применение при шлифовании труднообрабатываемых (например, жаропрочных) сталей и сплавов и других материалов в тех случаях, когда важно дольше сохранить точность профиля круга (например, при шлифовании резьбы, профильном шлифовании зубчатых колес, шлицевых валов и т. п.).

При черновой обработке деталей обычно применяют рабочие жидкости с хорошими охлаждающими свойствами, а при чистовой обработке и нарезании резьбы — жидкости, обладающие хорошими смазочными свойствами.

В качестве охлаждающих жидкостей применяют 1%-ный водный раствор кальцинированной соды; водный раствор мыла, который состоит из мыла (хозяйственного)—0,5—1,0%, соды кальцинированной—0,5% и остальное — вода; эмульсию, которая состоит из эмульсии или пасты,—2,0—2,5%, соды кальцинированной—0,5% и остальное — вода.

Исходным продуктом для изготовления эмульсии являются эмульсол и паста, приготовляемые по различ-

ной рецептуре. Например, состав мыльно-мазутной пасты следующий: мыло жидкое с содержанием жировой части до 20—30%, вода 20—25%, остальное мазут.

На эффективность шлифования влияет способ подвода рабочей жидкости в зону обработки. Известно несколько способов подвода рабочей жидкости: поливом; напорной струей; распыленной жидкостью через поры круга.

**Подвод рабочей жидкости поливом.** Поступление охлаждающей жидкости в зону шлифования должно быть непрерывным и обильным. Количество охлаждающей жидкости, подаваемой в зону шлифования, зависит от ширины шлифовального круга и составляет в среднем от 0,6 до 1,0 л/мин на 1 мм ширины круга. Чем больше площадь соприкосновения деталей с кругом и чем тверже обрабатываемый материал, тем обильнее должно быть охлаждение.

Струя жидкости должна быть сильной и равномерной; ширина струи жидкости должна быть не меньше ширины круга. Неравномерность подачи рабочей жидкости неизбежно вызывает дефекты при шлифовании тонких длинных деталей, а также полых деталей с малой толщиной стенки. Угол наклона насадки для подачи жидкости влияет на результаты шлифования. Лучшие результаты достигаются при угле наклона в 75° по отношению к горизонтальной плоскости.

**Подвод жидкости напорной струей.** Тонкая струя жидкости подается под давлением в зону шлифования, и с поверхности круга сдуваются свободные металлические частички прежде, чем они смогут на ней закрепиться. Рабочая жидкость заполняет и очищает поры шлифовального круга. В последнее время выпускают специальные насадки высокого давления, которые совершают осциллирующие движения вдоль образующей круга. При таком способе подвода жидкости интенсифицируется охлаждение, увеличивается срок службы круга и улучшается качество обрабатываемой поверхности. Разновидностью такого способа подвода жидкости является подача жидкости под давлением на рабочую поверхность

шлифовального круга вне зоны резания через одно или несколько неподвижных или подвижных сопл. В зависимости от их расположения можно осуществлять смазку и очистку как цилиндрической рабочей поверхности кругов, так и их торцов.

**Влияние ультразвуковых колебаний.** Эффективность смазочно-охлаждающей жидкости можно повысить, передавая ультразвуковые колебания на круг. Источником ультразвуковых колебаний в диапазоне 20—40 кГц является магнитострикционный преобразователь. К торцу ультразвукового концентратора крепится алюминиевая насадка, являющаяся составной частью трубопровода с охлаждающей жидкостью. Поток охлаждающей жидкости через насадку подается на круг. Ультразвук через рабочую жидкость воздействует на частицы металла, срывая их с поверхности круга, и рабочая жидкость уносит их в своем потоке. Облегчается также удаление стружки из пор, что объясняется ослаблением связи между стружкой и кругом. Все это приводит к снижению выделения теплоты, увеличению периода стойкости круга и к улучшению качества обработки.

**Очистка смазочно-охлаждающей жидкости.** Для обеспечения высокого качества обработанной поверхности и повышения стойкости кругов большое значение имеет очистка рабочей жидкости от отходов абразива и металла.

Для очистки рабочей жидкости применяют магнитные сепараторы. Для тонкой очистки используют центрифуги. При достаточной величине центробежной силы отфильтровываются как металлические, так и абразивные частички.

#### 10.5. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ

Шлифуют обычно детали, к которым предъявляют повышенные требования в отношении точности изготовления.

Универсальные средства измерения или контроля — штангенциркуль, микрометр, калибры и скобы—описаны ранее. При проверке деталей после шлифовальной обработки применяют также



индикаторные приборы, пассиметры, пассаметры, миниметры. Приведем краткое описание этих приборов.

Индикаторными приборами измеряют глубокие отверстия, биение деталей, точность станков и т. п.

Устройство индикаторных приборов просто, измерения ими производят быстро, и при этом обеспечивается высокая точность измерения. Прибор (рис. 10.4) состоит из металлического корпуса 1 цилиндрической формы, внутри которого находится механизм, и вертикального измерительного штифта 2, выступающего из корпуса с двух сторон и способного перемещаться вдоль своей оси. Передняя стенка прибора представляет собой циферблат со шкалой и стрелкой, закрытой снаружи стеклом. Движение штифта 2 с помощью рычажно-зубчатой передачи передается стрелке,

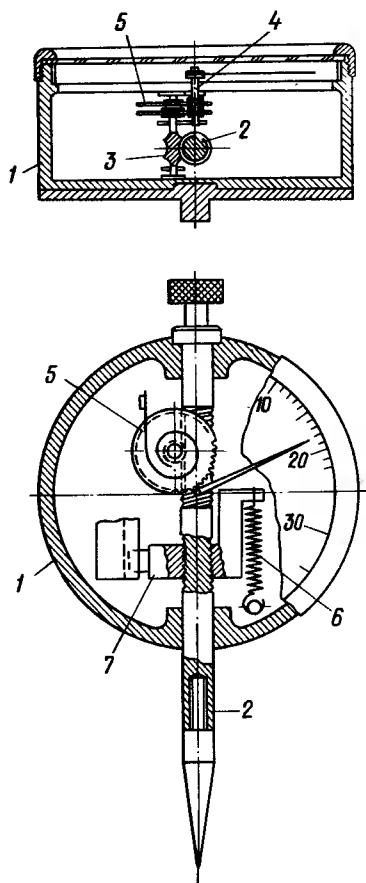


Рис. 10.4. Индикатор

которая, отклоняясь по шкале, указывает на циферблате размер проверяемой детали. Циферблат индикатора разделен на 100 делений, каждое из которых соответствует 0,01 мм.

Измерительный штифт 2 снабжен нарезкой, по которой ходит червячная шестерня 3. Через вторую шестерню 4, связанную с предыдущей, вращение передается стрелке на циферблате. Спиральная пружина 5 устраняет мертвый ход приводного механизма.

Таким образом, измерительный штифт при своем перемещении приводит в движение весь механизм. По окончании измерения специальная пружина 6 оттягивает к низу рычаг 7, отчего штифт 2 автоматически возвращается в свое исходное положение и стрелка циферблата устанавливается на нуле.

Для измерения внутреннего диаметра отверстий с повышенной точностью (до 0,001 мм) применяют пассиметры. Прибор (рис. 10.5) представляет собой полый металлический цилиндр 1, на одном конце которого установлена головка 2 с измерительным штифтом 3, а на другом конце расположен весь механизм со шкалой 4 и стрелкой. Штифт опирается на шарик 5 стержня 6, проходящего через весь прибор и передающего движение через механизм стрелке пассиметра. Головка 2 делается съемной и для каждого диаметра устанавливается на приборе заранее по предварительно измеренному контрольному кольцу-этalonу. Процесс измерения состоит в том, что головку пассиметра вводят в проверяемое отверстие, где она приходит в соприкосновение со стенками последнего в трех точках. При этом штифт 3 передает давление шарик 5, который, воздействуя на стержень 6, вызывает соответствующее отклонение стрелки прибора.

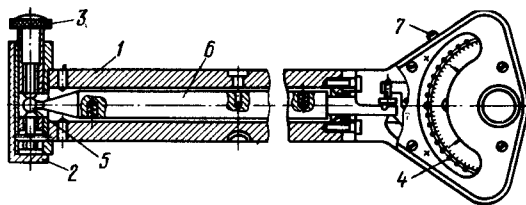


Рис. 10.5. Пассиметр

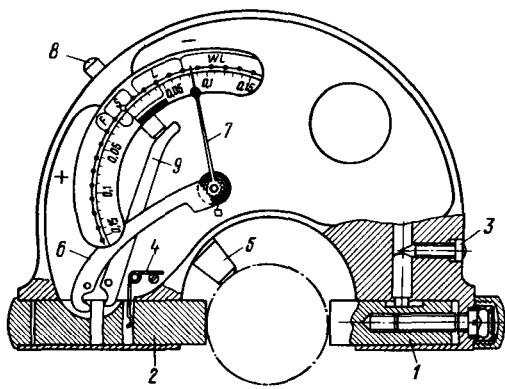


Рис. 10.6. Пассаметр

Перед тем как ввести головку в отверстие, необходимо нажать кнопку 7, чтобы прибор входил свободно, не задевая штифтом стенок отверстия; после этого кнопку отпускают и наблюдают по шкале величину отклонения стрелки.

Для промера наружных размеров деталей с повышенной точностью применяют пассаметр (рис. 10.6). Прибор состоит из двух частей: измерительной и регистрирующей. Измерительными плоскостями служат два штифта 1 и 2, между которыми вставляют проверяемую деталь. Штифт 1 устанавливают на каждый размер предварительно по соответствующему эталону (калибр или набор концевых плиток), после чего закрепляют неподвижно с помощью винта 3. Штифт 2 подъемный и перемещается в горизонтальной плоскости под давлением измеряемой детали, к которой его прижимает пружина 4. Третий штифт 5 — неподвижный, не участвует в измерении и служит опорой для детали. Перемещение штифта 2 передается через рычаг 6 стрелке 7, которая и вызывает соответствующее отклонение на шкале прибора. Перед тем как приступить к измерению, нажимают кнопку 8, которая давит на рычаг 9, отчего штифт 2 отходит в сторону, и деталь свободно проходит в прибор. После этого кнопку отпускают, и штифт 2 приближается к измеряемой поверхности. Перемещая затем пассаметр вдоль детали, производят несколько замеров, отмечая отклонения стрелки на шкале.

## 10.6. ШЛИФОВАНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

На наружных круглошлифовальных станках в большинстве случаев деталь устанавливают в неподвижных центрах. Точность установки детали при обработке зависит от точности формы и положения опорных центров станка и несущих поверхностей центровых отверстий детали (или оправки). Центры станка и несущие поверхности центровых отверстий должны лежать на одной оси, параллельной линии перемещения стола, а углы их конусов должны совпадать.

На шлифовальных станках детали часто устанавливают на центровые и консольные оправки. Оправки бывают жесткие, разжимные, с раздвижными элементами, с гидравлическим или гидропластовым зажимом.

Для шлифования посадочных поясков на круглошлифовальном станке гильзу устанавливают на центровую оправку 3 с гайкой 2 (рис. 10.7, а). Обрабатываемая гильза базировается по неизношенным нерабочим фаскам, расположенным по концам отверстий. Для более точного центрирования втулка 1 оправки имеет два пояска.

При шлифовании тонкостенных деталей применение жестких оправок может вызвать искажение формы деталей, в этих случаях применяют разжимные оправки.

У цанговых оправок (рис. 10.7, б) цанга 2 с продольными прорезями при перемещении с помощью гайки 5 по конусу 3 разжимается и закрепляет деталь 4. Штифт 6 удерживает ее от поворота, а гайка 1 служит для отжатия при снятии детали.

Применяют также оправки с гидравлическим или гидропластовым зажимом. В такие оправки зажимают деталь за счет деформирования тонкостенного цилиндра, находящегося под равномерным давлением изнутри (рис. 10.7, в). Для создания давления используется жидкость или пластмасса. На корпус напрессована втулка 2 и центрирующая втулка 4, которая стопорится винтом 6. Пространство между корпу-

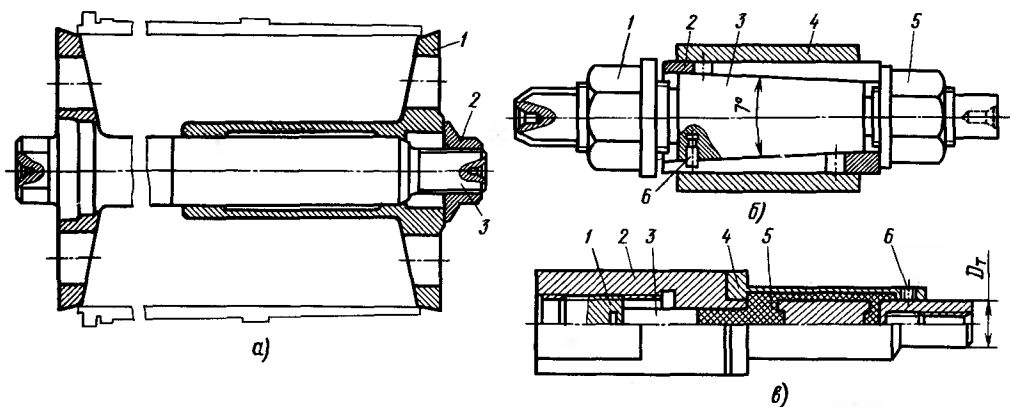


Рис. 10.7. Оправки для шлифования:

а — центровая для шлифования поясков гнлз, б — разжимная цанговая, в — с гидропластом

сом и втулкой заливается гидропластом 5. Усиление зажима передается плунжером 3 через винт 1.

На круглошлифовальном станке вращение детали передается от поводковой планшайбы станка с помощью хомутика, который закрепляется на детали винтом и гаечным ключом. Для уменьшения времени на закрепление (открепление) применяют самозажимающиеся хомутики (рис. 10.8, а). В корпусе хомутика 1 деталь зажимается рычагом 3, конец которого выполнен в виде эксцентрика с мелкой насечкой на рабочей поверхности. Рычаг поворачивается вокруг оси 5, поджимается к поверхности детали плоской пружиной 2 и под давлением поводкового пальца 4 станка заклинивает деталь и приводит ее во вращение.

Регулируемый эксцентриковый хомутик конструкции Ю. М. Орлова (рис. 10.8, б) в ряде случаев заменяет набор хомутиков и сокращает время на зажим и отжим деталей. В корпусе хомутика находится передвижная призма 2, перемещаемая винтом. Призма устанавливается в хомутике по диаметру обрабатываемой детали. Деталь зажимается эксцентриковым кулачком 1, помещенным с другой стороны хомутика. Для поворота эксцентрикового кулачка имеется рычаг.

На круглошлифовальных станках применяют поводковые и консольные патроны. Для привода вала на центровых круглошлифовальных станках применяют зажимные патроны плавающего типа. На рис. 10.9 приведена конструк-

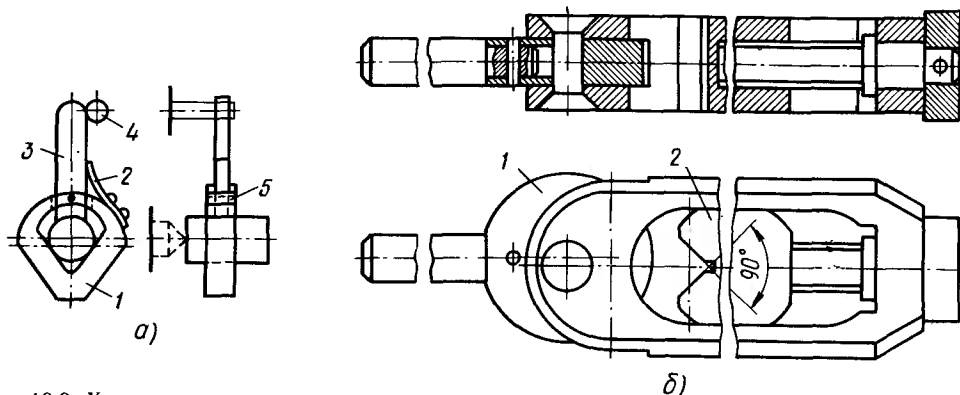


Рис. 10.8. Хомутики:

а — самозажимающийся, б — регулируемый эксцентриковый

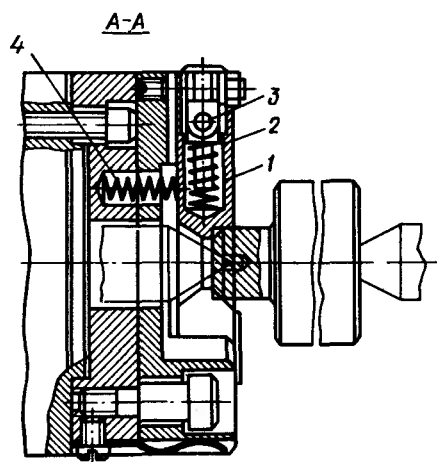
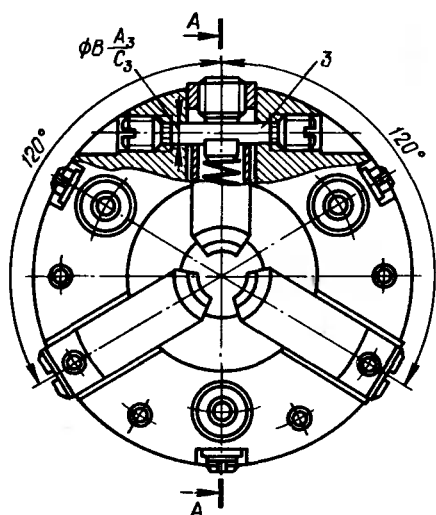


Рис. 10.9. Механический быстродействующий зажимной патрон плавающего типа

ция механического быстродействующего зажимного патрона, закрепленного на планшайбе передней бабки. Патрон имеет три кулачка 1, внутри которых помещены сильные пружины 2 для зажима обрабатываемой детали. Кулачки могут поворачиваться вокруг осей 3 и радиально смещаться. При перемещении обрабатываемой детали к патрону кулачки поворачиваются и зажимают деталь. Пружины 4 обеспечивают раскрытие кулачков и выталкивание обработанной детали.

Для шлифования тонкостенных деталей, например гильз, втулок и т. п., применяют патроны, в которых деталь зажимается силами, действующими в осевом направлении. Конструкция такого патрона показана на рис. 10.10. Деталь устанавливают в выточку сменной втулки 4, расположенной в корпусе 12 патрона. Деталь зажимается быстросменным фланцем 1 со сменной втулкой 3. Винты 2 втулки 3 закреплены во фланце. Чтобы снять деталь, необходимо повернуть гайку 10; при этом перемещаются пальцы 5, сжимающие пружины 8 и создающие необходимый зазор, достаточный для снятия и установки детали. При повороте гайки 10 в обратном направлении под действием пружины 8 пальцы 5 вместе с фланцем 1 втягиваются в корпус, закрепляя при

этом обрабатываемую деталь между торцами А и Б. Втулка 9 и гайка 6 ограничивают ход пальцев. Амортизаторами гайки служат три резиновые пробки 11. Для обеспечения безопасности работы предусмотрен кожух 7, закрывающий пружины.

Часто применяют и специальные приспособления. Так, например, поршневые пальцы наиболее производительно обрабатывать на бесцентрово-шлифовальном станке. При отсутствии такого станка пальцы обрабатывают на

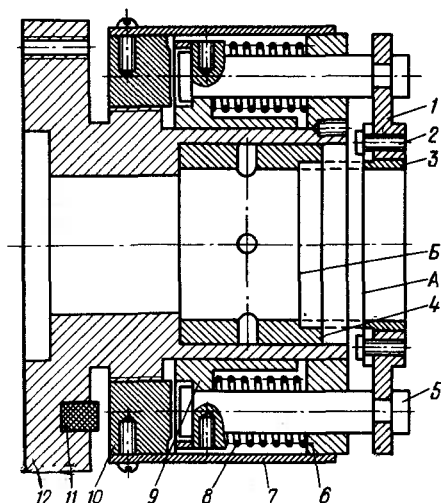


Рис. 10.10. Патрон для закрепления тонкостенных деталей

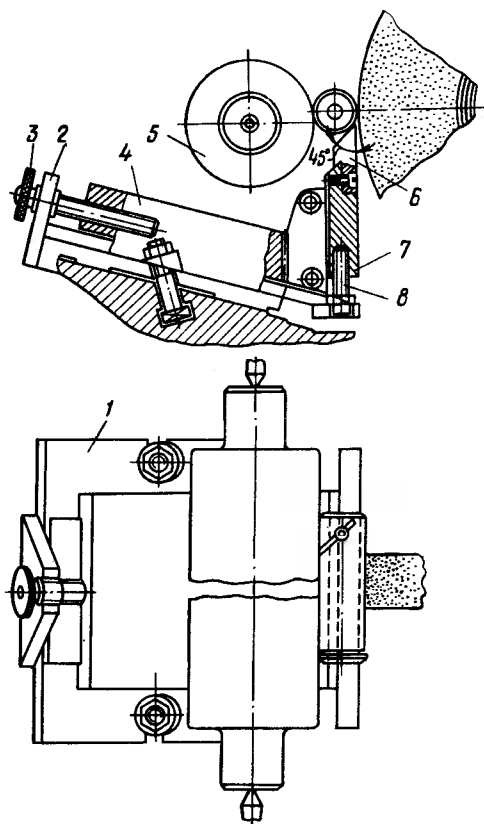


Рис. 10.11. Суппортно-шлифовальное приспособление для восстановления поршневых пальцев

круглошлифовальном или на токарном станке с помощью суппортно-шлифовального приспособления (рис. 10.11). Ведущий вал 5 приспособления устанавливают в центрах станка. Деталь поддерживается ножом 6, закрепленным на салазках 7. Положение ножа по высоте регулируется перемещением салазок с помощью винта 8. Положение ножа в горизонтальной плоскости регулируется перемещением суппорта 4. Регулируют положение суппорта на-

лонным винтом 3. Кронштейн упорного винта 2 закреплен на плите 1.

## 10.7. ШЛИФОВАНИЕ НАРУЖНЫХ КОНИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шлифование наружных конических поверхностей на круглошлифовальных станках может быть произведено: поворотом стола, поворотом передней бабки, поворотом бабки шлифовального круга.

**Шлифование конусов с поворотом стола.** Внешние конусы, имеющие небольшой угол при вершине  $2\alpha$ , шлифуют в центрах с поворотом верхней части стола на угол  $\alpha$  (рис. 10.12, а). Поворот производят по делениям, нанесенным на одном из концов стола. Наибольший поворот стола допускается  $6-7^\circ$ . Это дает возможность прошлифовать конус с углом  $2\alpha$ , равным  $12-14^\circ$ . Такая установка стола позволяет располагать обрабатываемую поверхность конуса параллельно направлению продольной подачи стола. Поперечная подача осуществляется бабкой шлифовального круга.

**Шлифование конусов с поворотом передней бабки.** Шлифование конусов с большим углом при вершине и небольшой длине можно производить в патроне при повороте передней бабки на величину угла  $\alpha$  (рис. 10.12, б). Шлифование выполняют с продольной подачей стола, верхняя часть которого стоит на нулевом делении. После каждого рабочего хода кругу сообщают подачу на глубину.

**Шлифование конусов с поворотом бабки шлифовального круга.** Внешние крутые и длинные конусы шлифуют в центрах с поворотом салазок бабки шлифовального круга в положение, при котором ось салазок параллельна образующей конуса (рис. 10.12, в).

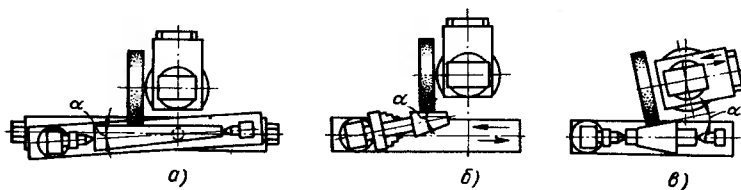


Рис. 10.12. Способы получения наружных конических поверхностей: а — шлифование с поворотом верхней части стола, б — шлифование с поворотом передней бабки, в — шлифование с поворотом бабки шлифовального круга

Угол поворота бабки равен углу  $\alpha$ , продольная подача в этом случае может быть осуществлена только перемещением бабки шлифовального круга вручную. Подача на глубину производится путем продольного перемещения стола влево. Порядок подготовки станка и детали для шлифования конусов такой же, как и при шлифовании наружных цилиндрических поверхностей.

**Одновременное шлифование цилиндрической поверхности и торца.** При такой обработке ось вращения шлифовального круга устанавливается под углом к оси вращения обрабатываемой детали. При этом торец детали шлифуют периферийной частью круга: поверхность контакта круга с деталью уменьшается, что обеспечивает улучшение качества обрабатываемой поверхности и снижает опасность возникновения прижогов.

Угол между осью круга и детали выбирают в диапазоне от 10 до 45°.

### Режимы при наружном круглом шлифовании

Снятие металла при обработке осуществляется вращающимся шлифовальным кругом, окружную скорость которого  $v_k$  (м/с) можно определить по формуле

$$v_k = (\pi \cdot D_k \cdot n_k) / 1000 \cdot 60,$$

где  $D_k$  — диаметр,  $n_k$  — частота вращения круга.

Шлифовальные круги на керамической связке обычно работают с окружной скоростью 35 м/с. Выпускаются круги, предназначенные для скоростного шлифования (50 м/с). Они имеют специальную маркировку.

В круглошлифовальных станках движение подачи детали является сложным и складывается из круговой, продольной подачи и подачи на глубину.

При круговой подаче окружная скорость детали  $v_d$  (м/мин) определяется по формуле

$$v_d = (\pi \cdot d_d \cdot n_d) / 1000,$$

где  $d_d$  — диаметр,  $n_d$  — частота вращения детали.

Продольную подачу стола измеряют в долях высоты (ширины) шлифовального круга за один оборот детали —  $s_d$ ; в мм за один оборот детали —  $s_0$ ; в мм за 1 мин —  $s_m$ .

Между этими величинами имеются следующие зависимости:

$$s_0 = s_d \cdot B_k;$$

$$s = s_0 \cdot n_d = s_d \cdot B_k \cdot n_d = 2L_{p.x} \cdot n_{d.x},$$

где  $B_k$  — высота шлифовального круга, мм;  $L_{p.x}$  — длина рабочего хода в направлении продольной подачи, мм;  $n_{d.x}$  — число двойных ходов стола в 1 мин.

Длина рабочего хода при шлифовании за один рабочий ход определяется по следующей формуле:

$$L_{p.x} = l_d - (1 - 2K)B_k,$$

где  $l_d$  — длина поверхности шлифования в направлении продольной подачи;  $K$  — перебеж круга за пределы шлифуемой поверхности в долях высоты круга.

Число двойных ходов стола определяется по формуле  $n_{d.x} = S_m / (2 \cdot L_{p.x})$ .

Подачу на глубину шлифования измеряют в мм за один оборот детали (при врезном шлифовании)  $t_0$  (мм/об); за одинарный  $t_x$  или двойной  $t_{d.x}$  ход стола (при шлифовании с продольной подачей) (мм/ход или мм/д.х), за 1 мин  $t_m$  (мм/мин).

Между этими величинами имеются следующие зависимости: при врезном шлифовании  $t_m = t_0 \cdot n_d$ ; при шлифовании с продольной подачей  $t_m = t_x \cdot n_x$  или  $t_m = t_{d.x} \cdot n_{d.x}$ , где  $n_x$  и  $n_{d.x}$  — число одинарных или двойных ходов в 1 мин соответственно.

Интенсивность шлифования  $Q$  определяется съемом металла в единицу времени в мм<sup>3</sup>/мин и вычисляется как произведение круговой, продольной и поперечной подачи:  $Q = v_d \cdot t \cdot s_0$ .

Основным показателем интенсивности шлифования служит удельный съем металла (мм<sup>3</sup>/мин) на 1 мм ширины круга:  $Q_{уд} = Q / B_k$ .

Для чернового шлифования стали  $Q_d$  равно 200—400; для получистового шлифования стали 100—200; для чистового шлифования 25—50.

Удельный съем металла  $Q_{уд}$  являет-

ся обобщающим показателем, характеризующим силы резания, мощность, износ и стойкость кругов.

Соотношение между  $Q_{уд}$  и подачами  $Q_{уд} = v_d \cdot t \cdot s_d = \pi \cdot D_d \cdot t_m$ .

При врезном шлифовании машинное время может быть определено по формуле

$$T_{маш} = (P/t_m) \cdot k,$$

где  $P$  — припуск на сторону;  $k$  — поправочный коэффициент на выхаживание.

Под выхаживанием понимается сьем металла в конце цикла при выключенной или уменьшенной подаче на глубину ( $k \approx 1,1$  до  $1,3$ ). С повышением требований к качеству поверхности увеличивают значение  $k$ .

При скоростях шлифовального круга 35 м/с рекомендуется выбирать подачи в зависимости от требований, предъявляемых к точности и шероховатости поверхности при шлифовании, и учитывать механические свойства обрабатываемого материала, конфигурацию детали и характеристику применяемого круга.

## 10.8. ШЛИФОВАНИЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для правильной работы всех узлов и увеличения срока службы плоскошлифовального станка рекомендуется соблюдать следующий порядок его настройки:

1. Установить и закрепить деталь. Закрепление детали на магнитной плите производится поворотом рукоятки тумблера в положение «Плита включена».

2. В зависимости от размеров шлифуемой детали установить кулачки продольного реверса так, чтобы продольный ход стола был больше длины детали на 80—100 мм.

3. Затем включить привод шлифовального круга и гидропривод.

4. Дроссельный кран гидропанели установить в положение «Пуск».

5. Рукоятку «Скорость стола» медленно вывести из положения «Меньше», постепенно увеличивая скорость стола.

6. В случае работы с автоматической вертикальной подачей поворотом лимба установить необходимую вели-

чину вертикальной подачи. Лимб автоматической вертикальной подачи должен быть установлен в положение «В».

7. Произвести маховиком вертикальную подачу.

8. Правку круга осуществлять по мере затупления вначале грубо, пользуясь максимальной скоростью поперечного перемещения, затем окончательно, уменьшив скорость правки до минимальной. Для правки круга тумблер устанавливают в положение «Правка».

9. В случае нарушения плавности реверса стола необходимо снять крышку, закрывающую гидропанель, и отрегулировать плавность реверса.

Процесс регулировки плавности не является простым, поэтому без особой необходимости дроссели не следует трогать.

Следует установить такой порядок шлифования, при котором на одном станке детали шлифуются до требуемого размера с одной стороны, а на другом станке — с другой.

Рекомендуемые режимы шлифования приведены в табл. 10.1.

10.1. Рекомендуемые режимы шлифования

Характер шлифования	Подача на глубину, мм	Поперечная подача, мм/ход	Скорость стола, м/мин
Получистовое	0,015—0,03	1—2	25
Чистовое	0,01—0,02	0,6—1	12—25
Тонкое	0,005—0,015	0,2—0,4	12—20

Работа на нескольких станках требует экономичного использования машинного и вспомогательного времени, быстроты и ритмичности движений, непрерывной работы шлифовщика поочередно то на одном, то на другом станке. При работе на нескольких станках повышается творческая активность рабочих. При этом повышение производительности труда достигается не за счет повышения физической нагрузки рабочего, а за счет совершенствования рабочих приемов, создания более рациональных приспособлений и лучшей организации труда.

Для достижения параллельности и плоскостности обрабатываемых поверх-

ностей у тонкостенных деталей рекомендуется детали укладывать выпуклостью вверх и шлифовать до достижения прямолинейности, а затем установить на обработанную поверхность и от нее выдерживать размер. Такую

обработку производят кругами пониженной твердости попеременно в несколько проходов, снимая одинаковые слои металла с обеих сторон при пониженных режимах и ослабленных магнитах.

## ГЛАВА 11 ШЛИФОВАНИЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

### 11.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

В результате износа детали тракторов и автомобилей приходят в такое состояние, когда дальнейшая работа их становится нецелесообразной, так как увеличиваются потери, интенсивно возрастает износ, возможны аварии. Поэтому при эксплуатации сельхозтехники необходимо периодически производить замену или ремонт изношенных деталей и узлов.

Работоспособность изношенных деталей можно восстановить одним из следующих способов.

Способ ремонта деталей: наиболее дорогую и трудоемкую деталь из сопряжения подвергают механической обработке, например, коренные или шатунные шейки коленчатого вала шлифуют с целью удаления следов выработки и восстановления правильной геометрической формы.

Способ реставрации деталей: в этом случае восстанавливают первоначальные размеры сопрягаемых деталей. Суть способа состоит в том, что на изношенные поверхности деталей наносят слой металла, затем производят механическую обработку до номинальных размеров.

При нанесении слоя металла предусматривают следующие припуски на сторону (мм):

При наплавке . . . . .	2—4
При металлизации . . . . .	1—2
При хромировании . . . . .	0,05—0,15

Основная часть припуска при восстановлении деталей снимается металлическими инструментами.

Припуски на чистовое шлифование основных деталей тракторов приведены в табл. 11.1.

При удалении следов выработки меняют первоначальные размеры сопряженных деталей и назначают новые ремонтные размеры. Величина ремонтного размера, которую выбирают для детали при ремонте, будет зависеть от характера и предельной величины износа, а также от необходимого припуска на обработку.

В результате длительных наблюдений и изучения машин в эксплуатации установлены предельные износы для всех ответственных деталей тракторов и автомобилей. На основании этих данных определены ремонтные интервалы, т. е. разность между двумя ремонтными размерами, и составлены

11.1. Припуски на чистовое шлифование

Наименование детали	Материал	Вид обработки	Припуски, мм
Шейки валов	Сталь закаленная	Круглое наружное	0,3—0,5
Шейки коленчатых валов	То же	То же	0,3—0,5
Кулачки и эксцентрики распределительных валов	»	»	0,4—0,8
Стержень клапана, толкателя	»	»	0,04—0,06
Поршневой палец, валики масляного и водяного насоса	»	»	0,02—0,05



Наименование детали	Материал	Вид обработки	Припуски, мм
Отверстия шестерен	Чугун	Внутреннее круглое	0,4—0,5
Маховики, крышки головок блока		Плоское	0,4—0,6

таблицы ремонтных размеров деталей. Величина ремонтного интервала должна быть минимально необходимой, так как в противном случае сокращается общий срок службы детали. Так, например, для коренных шеек коленчатого вала двигателя Д54 предусматривают ремонтные интервалы 0,5 мм и количество ремонтных размеров — 4. Для шатунных шеек того же коленчатого вала предусматривают ремонтные интервалы 0,75 мм и количество ремонтных размеров — 4. Для диаметра стержня клапана предусматривают ремонтный интервал 0,2 мм.

К типичным деталям, подлежащим восстановлению с помощью шлифования, относятся коленчатые валы тракторных и автомобильных двигателей (шатунные и коренные шейки), распределительные валики (опорные шейки и кулачки), поршневые пальцы, клапаны, валы, оси и другие детали.

Для деталей типа тел вращения технологический маршрут механической обработки обычно начинается с восстановления установочных баз, которыми в большинстве случаев являются центровые отверстия. Так, например, исправность центровых отверстий коленчатого вала проверяют по биению наружной цилиндрической поверхности фланца и шейки под распределительную шестерню, которое не должно превышать 0,05 мм.

При повышенных требованиях к точности обработки целесообразно центровые отверстия исправлять с помощью абразивных инструментов — конусов, заправленных по форме отверстий. Эту работу осуществляют на специальных станках для точного шлифования центровых отверстий по углу конуса и по взаимному расположению осей отверстий. Во всех случаях абразивный

инструмент вводят в отверстие и поджимают к нему тарированной пружиной.

При выполнении особо точных работ применяют твердосплавные притиры с прорезями на конусе для доводки центровых отверстий.

## 11.2. ШЛИФОВАНИЕ КОРЕННЫХ И ШАТУННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Коленчатый вал (рис. 11.1) является одной из наиболее ответственных деталей поршневых двигателей внутреннего сгорания. Коленчатый вал служит для восприятия усилий от шатунов, связанных с поршнем двигателя, и передачи этих усилий на трансмиссию трактора или автомобиля. Таким образом, коленчатый вал преобразует переменное возвратно-поступательное движение поршней во вращательно-постоянное.

Коленчатый вал состоит из коренных шеек 1, шатунных шеек 2. Шеи 5 и 6 соединяют коренные и шатунные шейки; на щеках обычно размещены противовесы 3. Хвостовик, заканчивающийся обычно фланцем 4, служит для крепления маховика двигателя.

Коленчатые валы тракторных и автомобильных двигателей обычно имеют от двух до восьми шатунных шеек. Коленчатые валы изготавливают с противовесами или без них. Кривошипы коленчатых валов располагаются под углом 180 или 120° и реже под углом 90°.

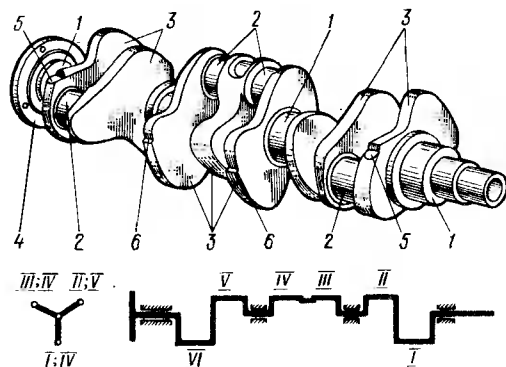


Рис. 11.1. Основные элементы коленчатого вала

Размеры коленчатых валов авто-тракторных двигателей колеблются в пределах: длина вала 550—1200 мм, диаметр коренных шеек 50—95 мм и их длина 30—95 мм, диаметр шатунных шеек 45—90 мм, их длина 45—90 мм. По конструкции валы являются относительно нежесткой деталью и в то же время они испытывают большие переменные нагрузки и подвергаются кручению и изгибу.

Кроме высоких механических свойств металл коленчатого вала должен обладать высоким сопротивлением износу на трущихся поверхностях его шеек.

Коленчатый вал является наиболее ответственной и дорогостоящей деталью двигателя, а поэтому технологический процесс ремонта вала должен выполняться особенно тщательно и качественно.

Шлифование шеек коленчатых валов представляет значительные трудности. Это вызвано сложной конфигурацией и неуравновешенностью обрабатываемой детали, ограниченностью шейки двумя буртами, большим отношением длины вала к диаметру шеек и поэтому пониженной его жесткостью, а также высокими требованиями к точности размеров шеек и качеству обрабатываемой поверхности.

При работе коленчатого вала чаще всего возникает износ коренных и шатунных шеек, износ посадочных мест под маховик и распределительную шестерню, прогиб оси.

Из перечисленных дефектов основным является износ коренных и шатунных шеек, заключающийся в потере правильной геометрической формы (конусность и овальность) и наличии рисок, ржавчины и т. п., причем шейки вала в большинстве случаев изнашиваются неравномерно как по диаметру, так и по длине. Шатунные шейки больше изнашиваются со стороны, расположенной к оси коренных шеек. Коренные шейки также имеют односторонний износ, особенно у валов, имеющих противовесы.

Ремонт шеек коленчатого вала производится шлифованием на ремонтный размер. Для получения высокой точности необходимо вначале шлифовать

коренные шейки, а затем — шатунные. Перед шлифованием проверяют правильность центровых отверстий.

Коленчатые валы, имеющие изогнутость, превышающую 0,1 мм на 1 м длины, правят на гидравлическом прессе, установив вал крайними коренными шейками на призмы.

Для шлифования коренных шеек вал устанавливают в центрах станка, причем конец вала с фланцем должен быть обращен к задней бабке. Коренные шейки шлифуют на круглошлифовальных станках большой мощности. При шлифовании коренных шеек длинные коленчатые валы устанавливают в центрах с опорой в люнете по средней коренной шейке. Точность обработки при этом в значительной мере зависит от состояния центровых отверстий.

После шлифования коренных шеек вала производят его установку для шлифования шатунных шеек. Для этого вал укладывают в центросместители и закрепляют крайними коренными шейками.

Вначале производят предварительную установку двух каких-либо шатунных шеек по оси центров станка с целью балансирования вала балансировочными грузами. Отбалансированный вал не должен тянуть вниз какой-либо стороной.

Шатунные шейки обрабатывают, базируя вал по основным базам, — шлифованным коренным шейкам. Смена баз при обработке коренных и шатунных шеек коленчатого вала вызвана следующими соображениями:

возможностью избежать погрешности базирования, используя точно обработанную коренную шейку (основную базу) для получения заданного положения осей коренных и шатунных шеек (радиус кривошипа);

возможностью обеспечить надежный зажим вала и использовать более жесткие опоры — шейки вместо центровых отверстий (избежать отжим центров).

Для угловой ориентировки вала при обработке шатунных шеек создают вспомогательные базы в виде площадок на щеках валов. В некоторых случаях перед шлифованием шатунных шеек

сверлят и развертывают специальные установочные отверстия во фланце вала. Эти отверстия сверлят, базируя вал в угловом положении по обточенным шатунным шейкам, обеспечивая этим точность совпадения осей шатунных шеек и отверстий. Полученные таким образом отверстия служат для углового базирования при шлифовании шатунных шеек. На планшайбе шлифовальных станков, применяемых для выполнения этих операций, имеются специальные установочные пальцы, входящие в отверстия фланца вала. Таким образом, вал точно фиксируют в нужном угловом положении при шлифовании шатунных шеек.

Подготовка станка 3А423 для шлифования шатунных шеек коленчатых валов сводится к выполнению следующих подготовительных операций.

Устанавливают исходное (отведенное) положение шлифовальной бабки. Для этого необходимо нажать на кнопку «Шлифовальный круг» и отвести от себя рукоятку подвода и отвода шлифовальной бабки. Величина пути для ускоренного подвода шлифовальной бабки гидросистемой станка равна 50 мм. Затем произвести остановку станка нажатием кнопки «Общий стоп».

Устанавливают механизм врезания в положение для выполнения шлифовальных работ вручную. Для этого рекомендуется: рукоятку на электропульте «Автомат, работа» повернуть в нерабочее положение (автомат отключен); рукоятку регулятора скорости врезания установить в крайнее положение в сторону «Больше» до отказа; рукоятку регулятора глубины врезания, которая находится с правой стороны станка над насосной установкой и является регулируемым упором поршня, установить в среднее или крайнее положение, соответствующее большой глубине врезания.

Установка производится по шкале, нанесенной на поверхности выступающей цилиндрической части фланца (вращать влево). Величины перемещения шлифовальной бабки с помощью механизма врезания и быстрого подвода складываются и составляют 50 мм. Такая настройка механизма врезания при ручном методе шлифования необ-

ходима для того, чтобы подвод шлифовальной бабки к детали был замедленным в момент сближения шлифовального круга и детали. Следовательно, касание поверхности шлифовального круга и детали будет происходить без контактного удара, не сказываясь на точности шлифуемых шеек коленчатых валов.

Блокируют рукоятку гидравлического перемещения стола поворотом рукоятки в положение «Шлифование». Блокировка рукоятки устраняет возможность случайного включения перемещения стола, гарантируя безопасность рабочего при шлифовании.

Производят проворот шпинделей передней и задней бабок так, чтобы направляющие салазок центросместителей стали в вертикальной плоскости при верхнем положении патронов. Поворот шпинделя передней бабки производится нажатием кнопки «Изделие проворот» или вручную за шкив. Поворот задней бабки производится вручную за планшайбу.

Установленное положение патронов фиксируется с помощью фиксаторов, вставляемых в отверстия планшайб передней и задней бабок. Перемещение фиксаторов осуществляется поворотом рукоятки.

Гаечным ключом ослабить гайки крепления передней и задней бабок и переместить их на такое расстояние, чтобы можно было установить коленчатый вал в патронах.

Перемещение передней и задней бабок осуществляется с помощью реечных шестерен и реек. Для сохранения точности станка необходимо устанавливать переднюю и заднюю бабки примерно на одинаковом расстоянии от концов стола. Крепить бабки на столе нужно равномерно, с одинаковым затяжением гаек. Усилие, приложенное на ключ при зажиме гаек, должно быть 150—200 Н.

По выбранным справочным данным центросместители (патроны) смещают на радиус кривошипа шлифуемого вала. Для смещения необходимо опустить прижимные планки гаечным ключом и торцовым ключом патрона. Затем, вращая винт, произвести центровое смещение.

Перед установкой вала в патроны необходимо переместить стол, чтобы шейка коленчатого вала, подлежащая шлифованию, находилась против шлифовального круга.

Вращением маховичка поперечной подачи против часовой стрелки отводят шлифовальную бабку. Шлифовальную бабку можно считать отведенной, если расстояние от периферии круга до поверхности шлифуемой шейки будет не менее 50 мм. После выполнения комплекса подготовительных работ перейти к установке коленчатого вала, которая производится в следующем порядке.

Для установки оси шатунных шеек коленчатого вала в горизонтальной плоскости необходимо пользоваться приспособлением, прилагаемым к станку. Установить на стол станка приспособление. Нажимая рукой на рычаг приспособления, вынуть фиксатор, освободив вилку прибора. Затем вилку нужно направить на восстанавливаемую шейку и усилием рычага приспособления проверить вал в патронах.

При этом шлифуемая шейка станет концентрично с осью вращения шпинделей передней и задней бабок.

После установки вал необходимо надежно закрепить в патронах. Окончательная выставка шатунных шеек вала производится по индикатору.

Окончательно установив коленчатый вал, салазки центросместителей необходимо закрепить прижимными планками — затянуть планки гаечным ключом и вывести фиксаторы из планшайб передней и задней бабок.

Балансировка коленчатого вала производится следующим образом. Винты, соединяющие планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки, вывертывают, освобождая от привода планшайбу с патроном и закрепленным в нем коленчатым валом.

Устанавливают необходимое количество противовесов. Противовесы закрепляются гайками и резьбовыми шпильками. Одну пару шпилек применяют при балансировке тяжелых валов; другую пару, прилагаемую к станку, применяют при балансировке легких коленчатых валов.

Вал считается отбалансированным,

если он при любом положении не проворачивается. После окончания балансировки вернуть винты, соединяющие планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки, и приступить к шлифовке шатунной шейки коленчатого вала.

Шлифование коренных шеек коленчатых валов можно производить в центрах или патроне. Для выполнения шлифовальных работ в центрах с передней и задней бабок снимаются патроны вместе с центросместителями. Для снятия необходимо вывернуть два винта, которые соединяют планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки, и вывернуть по четыре винта в передней и задней бабках.

После снятия патронов в одно отверстие, соединяющее планшайбу и ведущее колесо шпинделя, ввертывают один винт М16×60, а к другому отверстию крепят поводок винтом.

В конические отверстия шпинделей передней и задней бабок вставляют соответствующие центры с конусом Морзе № 5 и № 4, а на изделие надевают специальный хомутик. Винт М16×60, поводок, хомутики и центры поставляют вместе со станком. Установка изделия в центрах производится при отведенной пиноли задней бабки.

При шлифовании тяжелых изделий в центрах поджим изделия осуществляется маховичком задней бабки. Шлифовать можно, лишь убедившись в надежности установки коленчатого вала.

При шлифовании коренных шеек коленчатого вала в патронах необходимо:

снять с планшайб противовесы, установленные при шлифовании шатунных шеек;

установить центросместители в положение, при котором ось самоцентрирующих патронов совпала бы с осью вращения шпинделей передней и задней бабок.

Установка производится первоначально по шкалам, имеющимся на корпусах центросместителей, и окончательно по индикатору.

При шлифовании первой пары шатунных шеек необходимо проверить положение верхнего стола по шкале, затем прошлифовать две шейки колен-

чатого вала на одной установке нониуса поперечной подачи. Замерить шейки. Размеры шеек должны соответствовать допускам. При несоответствии производится установка верхнего стола, для чего надо отпустить прижимы стола и установить стол в требуемое положение. Контроль величины поворота стола осуществляется по шкале, имеющейся на прижиге, и индикатору.

Условия шлифовальной обработки коренных шеек коленчатого вала:

Марка круга . . . . .	Э932-40 СТ1-СТ35К
Скорость круга, м/с . . . . .	35
Скорость детали, м/мин . . . . .	25—30
Чистовая подача на глубину, мм/мин . . . . .	0,5—0,8
Выхаживание или микроподача, мин . . . . .	0,1—0,2

Режимы шлифовальной обработки шатунных шеек коленчатого вала.

Марка круга . . . . .	Э925-32 СТ2-СТ35К
Скорость круга, м/с . . . . .	35
Скорость детали, м/мин . . . . .	10—15
Чистовая подача на глубину, мм/мин . . . . .	0,6—0,9
Выхаживание или микроподача, мин . . . . .	0,1—0,2

Отремонтированный коленчатый вал должен удовлетворять следующим техническим условиям:

овальность и конусность коренных и шатунных шеек не должны превышать 0,01 мм;

отклонение от параллельности осей шатунных шеек относительно оси коренных шеек на длине шейки не должно превышать 0,02 мм;

разность между диаметрами шеек допускается не более 0,05 мм;

радиусы галтелей должны быть равны 5—6 мм, что достигается соответствующей правкой шлифовального круга и контролируется шаблоном; при вращении вала в призмах на крайних коренных шейках биение шеек не должно превышать 0,05 мм.

### 11.3. ШЛИФОВАНИЕ ОПОРНЫХ ШЕЕК И КУЛАЧКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

У распределительных валов ремонт опорных шеек производится либо ме-

таллизацией и шлифованием на нормальный размер, либо шлифованием на ремонтный уменьшенный размер. При восстановлении хромированием толщины слоя хрома должна быть до 0,15 мм на сторону.

Шлифуют опорные шейки распределительных валов на круглошлифовальном станке или на токарном станке с применением суппортно-шлифовального приспособления.

При неисправности центровых отверстий вала их надо перед шлифованием исправить так, чтобы биение у крайних шеек не превышало 0,05 мм.

Если размеры кулачков не выходят за пределы допускаемых размеров (износ до 1 мм), то ограничиваются зачисткой вершины кулачка оселком для придание ей плавной закругленной формы.

При восстановлении кулачки наплавляют.

Шлифование кулачков распределительных валов выполняют на специальных станках ЗА433. Профильную поверхность кулачков распределительных валов шлифуют кругом Э940—25 твердостью СМ2-С1 на специальном профильно-шлифовальном станке по схеме, показанной на рис. 11.2. Вал устанавливают в центры и жестко связывают со шпинделем 3, несущим копир 5. Под среднюю шейку вала подводят люнет. Задняя и передняя ведущая бабки станка установлены на столе 6, качающемся вокруг оси 7. Пружина 4 стремится отклонить стол против часовой стрелки, прижимая копир 5 к ролику 2. Распределительный вал, связанный с копиром, совер-

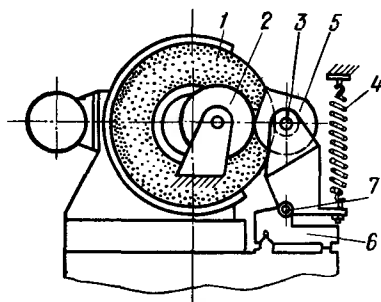


Рис. 11.2. Схема обработки профиля кулачка

шает кроме вращения качательное движение, и шлифовальный круг 1 придает кулачку нужный профиль.

Наплавленные и металлизированные шейки шлифуют до производственных размеров кругом Э940-25 твердостью С1-СТ1.

Перешлифовывание шейки распределительного валика должно удовлетворять следующим условиям:

поверхность шеек должна быть чистой, гладкой, без рисок, задиров и гранености;

биение средней опорной шейки относительно крайних допускается не более 0,05 мм;

овальность и конусность шеек не должны превышать 0,02 мм;

отклонение от параллельности образующих опорных шеек не должно быть более 0,02 мм на длине шеек.

#### 11.4. ШЛИФОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

К этой группе деталей относятся оси, валы, шлицевые детали, клапаны, поршневые пальцы и др.

Валы и оси трансмиссии могут иметь следующие дефекты: прогиб, износ шеек и цапф, износ шлицев.

Допустимая величина прогиба валов колеблется в пределах до 0,05 мм. Валы и оси диаметром свыше 40 мм правят на гидравлическом прессе или с помощью специальных приспособлений типа струбцин.

Восстановление изношенных шеек валов может производиться следующими способами:

перешлифовкой на ремонтный размер;

наваркой с последующей обточкой и шлифовкой на нормальный или ремонтный размер;

хромированием с последующим шлифованием.

При восстановлении наваренных шеек сперва производят проверку центров вала. После этого вал, установленный в центрах, проверяют индикатором на биение по шлифованным поверхностям. Если биение больше допустимой величины, необходимо вал выправить.

Шлифуют шейки вала на круглошлифовальном или токарном станке с применением суппортно-шлифовального приспособления.

При восстановлении шлицевых валов после наварки производят шлифование по наружному диаметру кругом Э840 твердостью С1—С2К.

Режим шлифования: подача на глубину при черновом шлифовании 1,5—1,6 мм/мин, при чистовом шлифовании 0,5—0,6 мм/мин.

Перешлифованные поверхности осей и валов должны удовлетворять следующим условиям:

поверхности должны быть чистыми, гладкими, без рисок и задиров; биение обработанной поверхности не должно превышать 0,03—0,05 мм; овальность и конусность шеек не должны превышать 0,02 мм.

Всасывающие и выхлопные клапаны могут иметь следующие дефекты: износ и пригорание рабочих фасок, износ стержней по цилиндрической поверхности и торцу, изгиб стержня клапана и коробление тарелки.

Клапаны, имеющие трещины и коробление тарелок, выбраковывают.

Изгиб стержня клапана допускается не более чем 0,03 мм. При большом изгибе он подлежит правке. При износе стержня клапана по диаметру можно производить его перешлифовку на ремонтный размер или на нормальный после хромирования. Перед хромированием стержень клапана шлифуют для устранения неравномерного износа и удаления дефектов на его поверхности. Припуск на шлифование после хромирования 0,05—0,09 мм.

Износ круга в процессе шлифования составляет 10—20% от объема снимаемого при варке круга. С увеличением подачи и содержания легирующих добавок в обрабатываемых сталях удельный объемный износ круга возрастает.

Износ круга зависит от характеристики и размеров круга. Размерный износ круга возрастает с увеличением размеров абразивного зерна, с понижением твердости круга, с уменьшением диаметра круга и с переходом от керамической связки к бакелитовой.

Износ круга зависит от способа

правки. При переходе от правки алмазно-металлическими карандашами к правке твердосплавными дисками и

шлифовальными кругами, а также металлическими дисками и звездочками износ кругов возрастает.

## ГЛАВА 12 СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### 12.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКОВ

Сверлильные станки предназначены для сверления глухих и сквозных отверстий, рассверливания, зенкерования, развертывания, растачивания и нарезания резьбы. Основными формообразующими движениями при сверлильных операциях являются главное движение (вращательное)  $v$  и движение подачи  $s$  шпинделя станка. Кинематические цепи, осуществляющие эти движения, имеют самостоятельные органы настройки  $i_v$  и  $i_s$ , посредством которых устанавливаются необходимая частота вращения инструмента и его подача.

Сверлильные станки подразделяются на вертикально-сверлильные настольные и колонные, радиально-сверлильные, для глубокого сверления, центровальные и многошпиндельные. Настольные станки предназначены для сверления отверстий в стальных деталях ( $\sigma_B = 500 \div 600$  МПа) наибольшего условного диаметра 3, 6, 12 и 16 мм, вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки — для сверления отверстий диаметром 18, 25, 35, 50 и 75 мм. Вылет радиально-сверлильных станков составляет 1300—2000 мм.

В вертикально-сверлильном станке главным движением является вращение шпинделя с закрепленным в нем инструментом, а движение подачи — вертикальное перемещение шпинделя. Заготовку устанавливают на столе станка или на фундаментную плиту, причем соосность отверстия заготовки и шпинделя достигается перемещением заготовки.

На станине 1 (рис. 12.1) размещены основные узлы станка. Станина имеет вертикальные направляющие, по которым перемещаются стол 9 и сверлиль-

ная головка 3, несущая шпиндель 7 и двигатель 2. Управление коробками скоростей и подач осуществляется рукоятками 4, ручная подача — штурвалом 5. Контроль глубины обработки производится по лимбу 6. В нише размещается электрооборудование и противовес. В некоторых станках электрооборудование выносится в отдельный шкаф 12. Фундаментная плита 11 служит опорой станка. В средних или тяжелых станках ее верхняя плоскость используется для установки заготовок. Внутренние полости фундаментальной

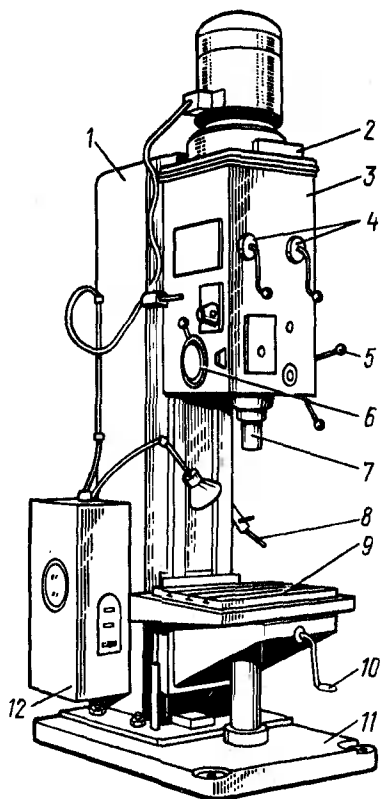


Рис. 12.1. Вертикально-сверлильный станок

плиты в отдельных конструкциях станков служат резервуаром для СОЖ. Стол станка служит для закрепления заготовки. Он может быть подвижным (от рукоятки 10 через коническую пару и ходовой винт), неподвижным (съёмным) или поворотным (откидным). Стол монтируется на направляющих станины или выполняется в виде тумбы, установленной на фундаментной плите.

Подача охлаждающей жидкости производится электронасосом по шлангу 8. Смазывание узлов сверлильной головки производится насосом. Остальные узлы смазываются вручную.

## 12.2. УСТРОЙСТВО СВЕРЛИЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

Сверлильная головка 4 (рис. 12.2, а, б) представляет собой чугунную отливку, в которой смонтированы коробка скоростей, коробка подач, шпиндель и другие механизмы. Коробка скоростей содержит двух- и трехвенцовые блоки 1 зубчатых колес, переключениями которых с помощью одной рукоятки 14 механизма получает различные скорости шпиндель. Переключение выполняется кулачково-зубчатым механизмом, передающим движение штангам, на которых укреплены вилки, связанные с переключенными блоками. Шпиндель имеет 12 ступеней вращения, обеспечиваемых сочетанием коробки скоростей с одно- или двухскоростным электродвигателем 16. Крепится коробка скоростей к сверлильной головке 4 сверху. Коробка подач 2 обеспечивает ряд подач шпинделя с помощью механизма переключения 3. Вертикально-сверлильные станки имеют девять величин скоростей подачи. Переключение подач осуществляется одной рукояткой. Коробка подач получает вращение от одного из валов коробки скоростей, связанного со шпинделем постоянными передачами. Механизм подачи обеспечивает механическое или ручное перемещение шпинделя. Механизм подачи 5 или 6 универсальных станков обеспечивает передачу от маховика ручного управления через реечную передачу 7 непосредственно на гильзу 8 шпинделя, минуя цепь механической подачи через коробку подач.

В автоматизированных станках для

обеспечения механизированной подачи с помощью сцепной муфты устанавливается связь между выходным валом коробки подачи и гильзой 8 шпинделя. Шпиндельные узлы 9 станка получают вращение зубчатой (шлицевой) частью, входя в гильзу коробки скоростей. Шпиндельный узел может вращаться и одновременно в осевом направлении. Осевые нагрузки, возникающие при сверлении, воспринимаются подшипниками, смонтированными в шпиндельной гильзе. Поступательное движение шпинделя сообщается через реечную передачу, связанную с механизмом осевого перемещения шпинделя.

Для извлечения инструмента из конуса шпинделя принимается специальный механизм, состоящий из выбивного кулачка 18, обоймы 17 и кожуха 19. При подъеме шпинделя обойма задерживается нижней стенкой корпуса сверлильной головки, а шпиндель, продолжая уходить вверх, увлекает за собой кулачок, который укреплен в нем шарнирно. Другой конец кулачка упирается в оставшуюся обойму, кулачок поворачивается на нем и выдавливает инструмент из конуса шпинделя.

Станки снабжаются устройством для автоматического выключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки. Глубина обработки устанавливается с помощью механизма 12, смонтированного на левой стороне головки. Механизм приводится во вращение зубчатой парой и имеет диск с кулачками для установки глубины сверления и автоматического выключения реверсом, а также лимб для визуального отсчета.

Затраты времени на вспомогательные ходы сокращаются за счет механизма ускоренного перемещения 13 шпинделя со своим электроприводом 15. Управление станком осуществляется кнопочной станцией 11 — для универсального станка и более сложной 10 — для автоматизированного.

В отличие от вертикально-сверлильных в радиально-сверлильных станках совмещение оси отверстий заготовки с осью шпинделя достигается перемещением шпинделя (в полярных координатах) относительно неподвижной заготовки. По конструкции радиально-



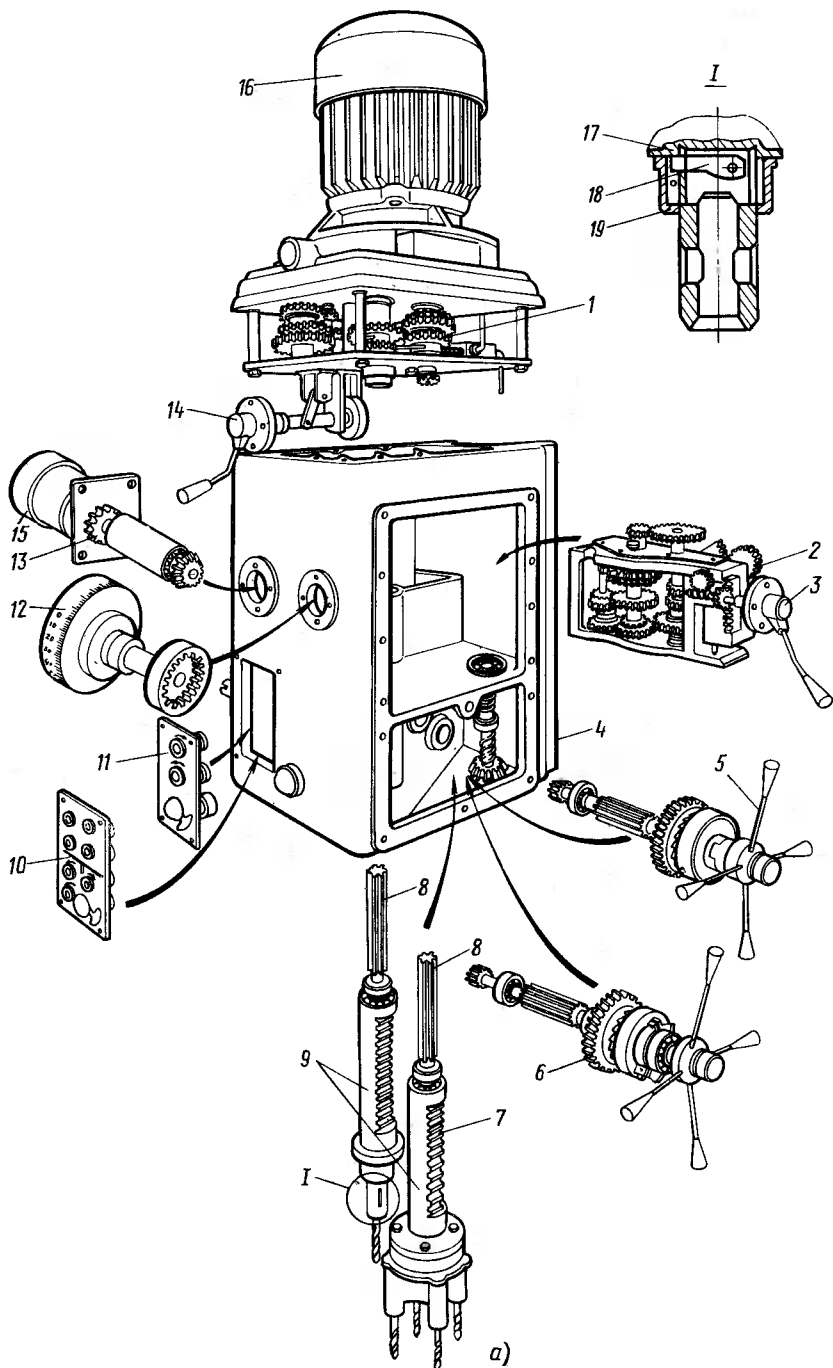


Рис. 12.2. Сверлильная головка:  
а — общий вид, б — кинематическая схема

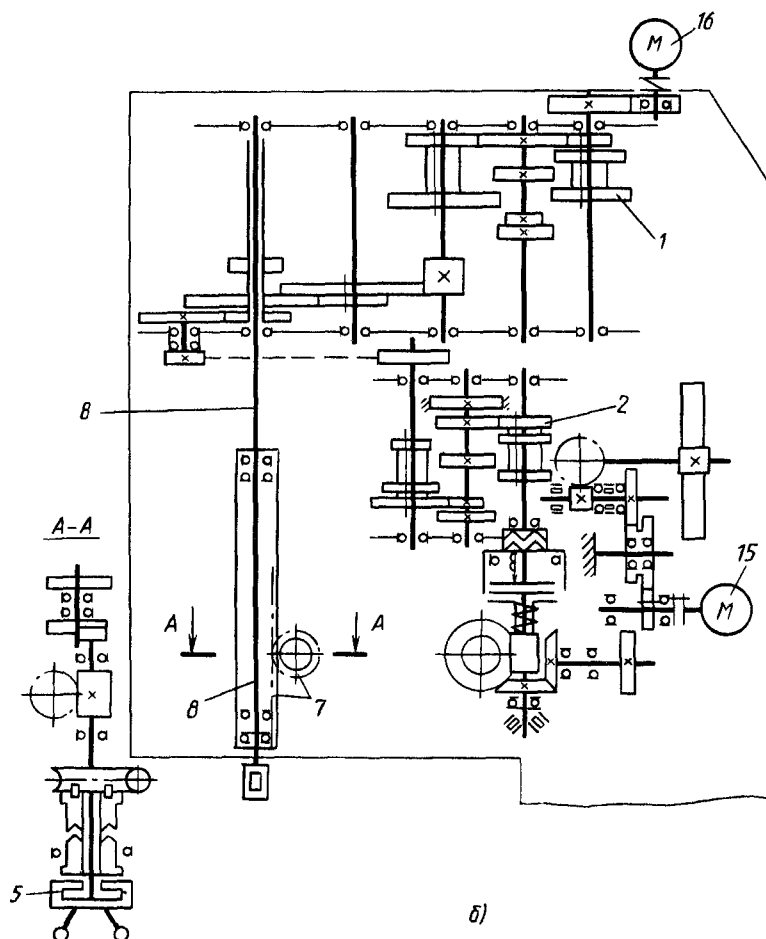


Рис. 12.2. Продолжение

сверлильные станки подразделяются на станки общего назначения, переносные для обработки отверстий в заготовках больших габаритов (станки переносятся подъемным краном к заготовке и обрабатывают вертикальные, горизонтальные и наклонные отверстия) и самоходные, смонтированные на тележках с креплением их в месте обработки с помощью башмаков.

Заготовку закрепляют на фундаментальной плите *Б* (рис. 12.3) или приставном столе *А*. В цоколе плиты смонтирована вращающаяся колонна *В*, на которой размещен рукав *Е*, перемещающийся по колонне от механизма подъема *Г*. Сверлильная головка *Д*, включающая коробки скоростей и подач,

перемещается по рукаву вручную. Инструмент устанавливают относительно детали поворотом рукава и перемещением по нему сверлильной головки. Станок имеет преселективное управление частотами вращения и подачи.

Рассмотрим основные движения станка.

Главное движение — вращение шпинделя от электродвигателя *М1* через зубчатую передачу  $z=33/39$ , фрикционную муфту *Мф1* и коробку скоростей с тремя двойными блоками *Б1*, *Б3*, *Б4* и одним тройным *Б2*, что обеспечивает 24 теоретических и 21 практических значений частот вращения шпинделя. Блок *Б4* может занять положение, при котором оба колеса выведены из зацепления; тогда шпин-

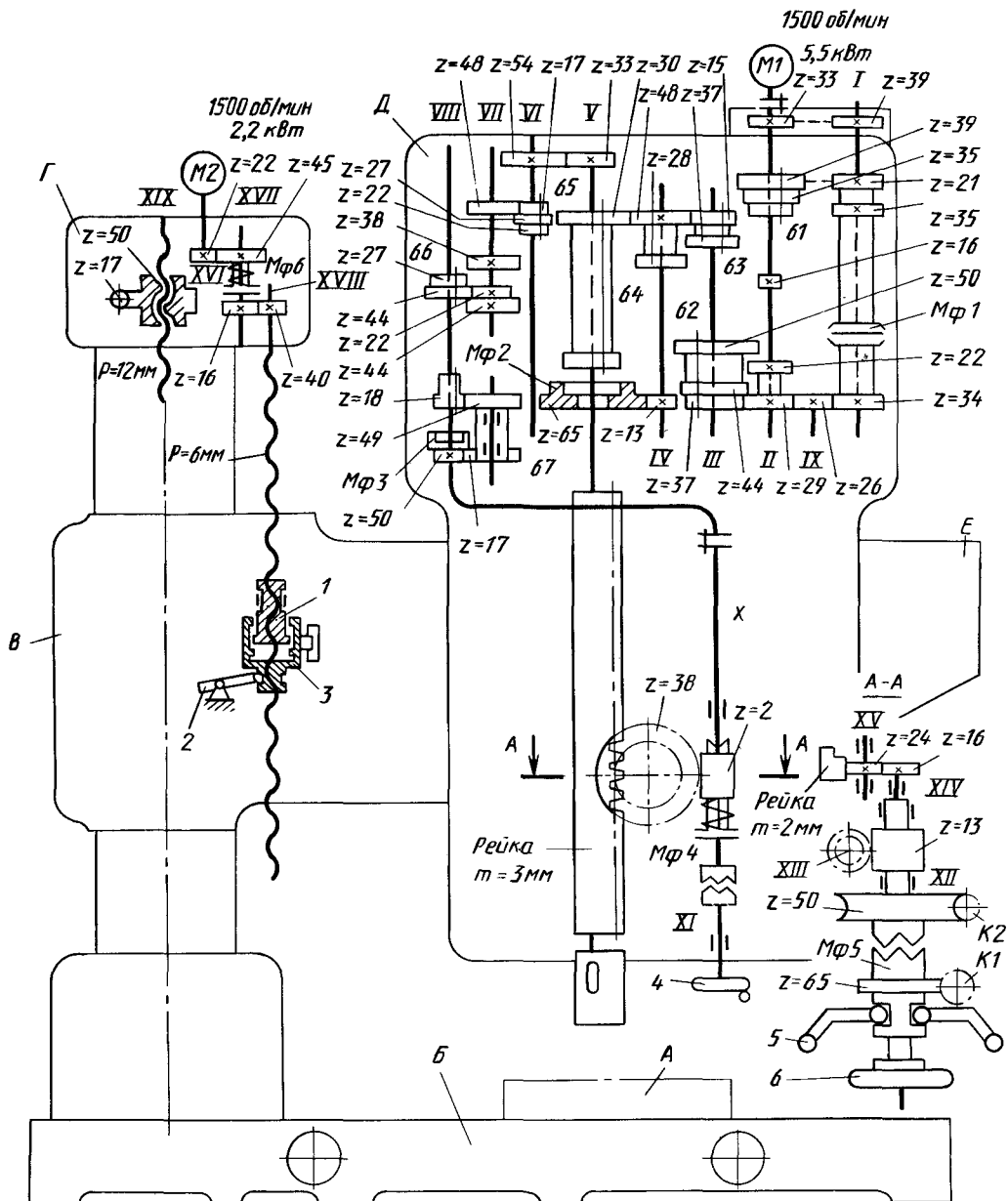


Рис. 12.3. Кинематическая схема радиально-сверлильного станка

дель легко проворачивается от руки. При перемещении муфты *Мф1* происходит реверс шпинделя:

$$n_{\max} = 1500 \left( \frac{33}{39} \cdot \frac{33}{35} \cdot \frac{29}{37} \times \frac{37}{28} \cdot \frac{48}{30} \right) = 2000 \text{ об/мин.}$$

Подача — осевое перемещение шпинделя через зубчатую передачу  $z=33/54$ , которое получает вал *VI* коробки подач, обеспечивающей 12 значений подач при переключении бло-

ков *Б5*, *Б6* и муфты *Мф3* — в переборном блоке *Б7*. При включении регулируемой муфты *Мф4* на валу *IX* получают вращение червячная передача  $z=2/38$  и реечное колесо  $z=13$ , перемещающее рейку, нарезанную на гильзе шпинделя. Ручная передача осуществляется вращением маховика 4. В положении штурвала 5 «от себя» муфта *Мф5* включается и шпинделю со-

общается механическая или ручная подача. В положении штурвала «на себя» шпинделю можно сообщить большую ручную подачу.

Уравнение кинематической цепи:  
 $S_{\min}=1$  (об. шп)  $(33/54 \cdot 17/48 \cdot 22/44 \cdot 18/49 \cdot 17/50 \cdot 2/38 \text{ л} \cdot 3 \cdot 13) = 0,56$  мм/об;

$S_{\max}=1$  (об. шп)  $(33/54 \cdot 27/38 \cdot 38/27 \cdot 2/38 \text{ л} \cdot 3 \cdot 13) = 2,5$  мм/об.

Для получения  $S_{\max}$  включают муфту *Мф3*.

Вспомогательные движения — перемещение сверлильной головки осуществляют маховиком 6 через зубчатое колеса  $z=16$  (см. разрез *A—A*), накидное колесо  $z=24$ , соединенное с рейкой, укрепленной на рукаве. Зажим головки гидравлический.

Вертикальное перемещение рукава осуществляется от реверсивного электродвигателя *M2* через зубчатые передачи  $n=22/45$ ,  $16/40$  на ходовой винт. Муфта *Мф6* предохраняет привод механизма подъема от перегрузки, для чего имеются две гайки: подъема *I* и зажима *3*. При вращении ходового винта гайка *I* будет вращаться свободно, а гайка *3* будет перемещаться вверх по винту, освобождая зажимное устройство рукава. При дальнейшем движении торцовые зубья гайки *3* войдут в зацепление с зубьями гайки *I*, вращение гайки *I* прекратится, и она начнет перемещаться вверх или вниз (в зависимости от направления вращения электродвигателя) вместе с рукавом. При достижении гайкой нужной высоты рукава электродвигатель изменит направление вращения; гайка зажима *3* будет двигаться в противоположном направлении, выйдет из зацепления с гайкой *I*, дойдет до нейтрального положения и зажмет рукав через систему рычагов 2.

Зажим колонны — гидравлический, от плунжера.

### 12.3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ 2Н125 и 2Н135

Станки предназначены для сверления, рассверливания, зенкерования, зенкования, развертывания и подрезания

торцов в инструментальных, ремонтных и производственных цехах в условиях единичного производства, а также могут быть использованы в крупносерийном и массовом производстве.

#### Технические характеристики станков 2Н125 и 2Н135

	2Н125	2Н135
Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	25	35
Конус шпинделя	Морзе 3	Морзе 4
Вылет шпинделя, мм	250	300
Наибольший ход шпинделя, мм	200	250
Расстояние от торца шпинделя, мм:		
до стола	60—700	30—750
» плиты	690—1060	700—1120
Наибольшее (установочное) перемещение сверлильной головки, мм	170	
Перемещение шпинделя за один оборот, мм	122,46	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400×450	
Наибольший ход стола, мм	270	300
Установочный размер Т-образных пазов в столе:		
центрального	18А <sub>3</sub>	22А <sub>3</sub>
крайних	18А <sub>4</sub>	22А <sub>4</sub>
Расстояние между двумя Т-образными пазами, мм	90	110
Количество скоростей шпинделя	12	
Пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	45—2000	31,5—1400
Количество подач	9	9
Пределы подачи, мм/об	0,1—1,6	
Допускаемое число циклов реверсов шпинделя в 1 ч	40	35
Управление циклами работы	Ручное	
Ток питающей сети	Трехфазный	
Напряжение питающей сети, В	380/220	
	2Н125	2Н135
Габаритные размеры станка, мм:		
длина	1130	1245
ширина	805	830
высота	2390	2690
Масса станка, кг	1020	1450

## 12.4. КОНСТРУКЦИЯ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ СТАНКОВ 2Н125 И 2Н135

Рассмотрим показанные на рис. 12.4 и 12.5 основные узлы и механизмы станков.

**Колонна, стол и плита.** Колонна 6 станка представляет собой чугунную отливку. По направляющим колонны типа «ласточкин хвост» вручную перемещаются сверлильная головка и стол. Стол станка имеет три Т-образных паза. На фундаментной плите установлен электронасос, а внутри плиты — резервуар с отстойником для охлаждающей жидкости.

**Коробка скоростей и привод.** Коробка скоростей 2 с помощью передвигных блоков сообщает шпинделю различную частоту вращения. Опоры валов коробки размещены в двух плитах —

верхней и нижней, скрепленных между собой четырьмя стяжками. Коробка скоростей приводится во вращение вертикально расположенным электродвигателем через эластичную муфту и зубчатую передачу. Последний вал коробки — гильза — имеет шлицевое отверстие, через которое вращение передается шпинделю. Через шестеренную пару вращение передается на коробку подач.

Смазка механизма коробки скоростей, как и всех узлов сверлильной головки, производится от плунжерного насоса, закрепленного на нижней плите. Работа насоса контролируется специальным маслоуказателем на лобовой части подмоторной плиты.

**Механизм переключения скоростей.** Переключение блоков шестерен коробки скоростей осуществляется рукояткой

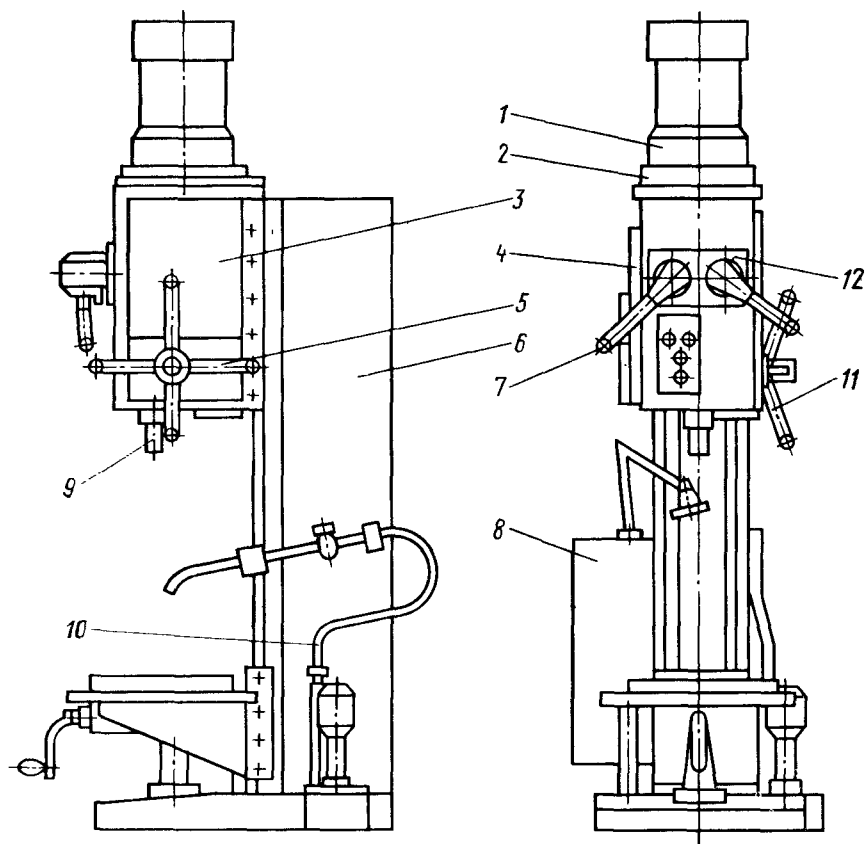


Рис. 12.4. Общий вид станков 2Н125 и 2Н135:

1 — привод, 2 — коробка скоростей, 3, 4 — плунжерный масляный насос, 5 — коробка подач, 6 — колонна, 7 — механизм управления скоростями, 8 — электрооборудование, 9 — сверлильная головка, 12 — механизм управления подачами

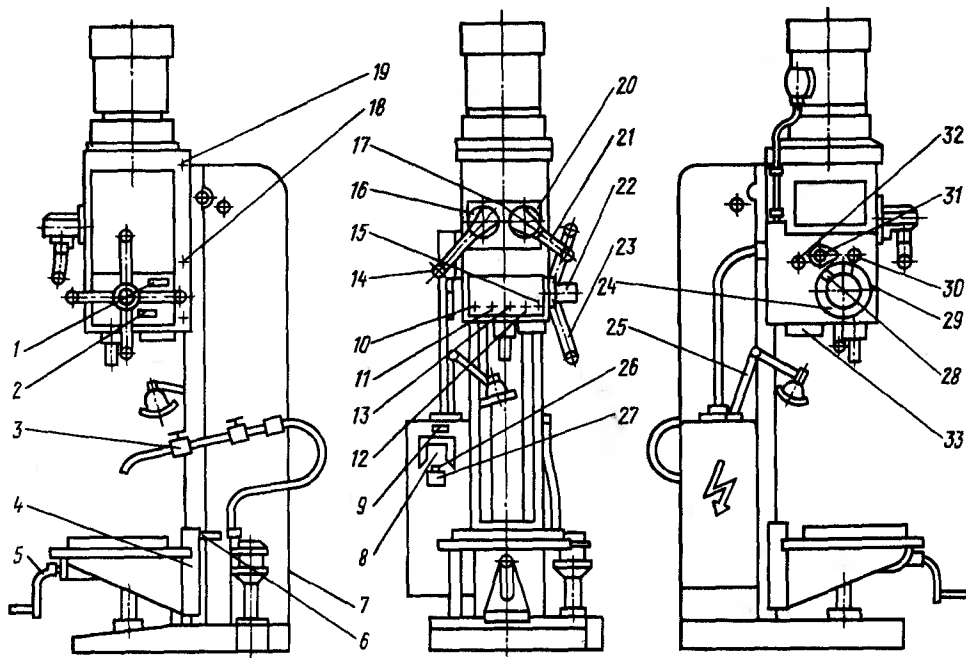


Рис. 12.5. Органы управления станков 2Н125 и 2Н135:

1 — заполнение, 2 — слив, 3 — кран включения охлаждения, 4, 19 — болты для регулировки клина стола в сверлильной головке, 5 — рукоятка перемещения стола, 6, 8 — винт зажима сверлильной головки и рукоятка зажима стола, 7 — колонна, 9 — вводный выключатель, 10 — главный переключатель, 11 — кнопка «Стоп», 12 — кнопка включения качательного движения шпинделя при переключении, 13 — кнопка включения правого вращения шпинделя, 14 — рукоятка переключения скоростей, 15 — сигнальная лампа «Станок включен», 16 — рукоятка смены частоты вращения шпинделя, 17 — рукоятка смены скорости вращения, 20 — подача за один оборот шпинделя, 21 — рукоятка переключения подач, 22 — кнопка включения ручной подачи, 23 — штурвал механизма подачи, 24 — лимб для отсчета глубины обработки, 25 — выключатель освещения, 27 — выключатель насоса охлаждения, 28 — кулачок для настройки глубины обработки, 29 — кулачок для настройки глубины нарезаемой резьбы, 30 — рычаг автоматического реверсирования главного привода при достижении заданной глубины нарезаемой резьбы, 31 — рычаг отключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки, 32 — квадрат для ручного перемещения сверлильной головки, 33 — винт регулировки противовеса.

2, которая имеет четыре положения по окружности и три — вдоль оси. При переключении рукоятки по окружности происходит переключение двойных блоков, при осевом перемещении рукоятки — тройного блока. Фиксация положения рукояток осуществляется двумя фиксаторами.

**Коробка подач.** Механизм коробки подач 5 смонтирован в отдельном корпусе и устанавливается в сверлильной головке. За счет перемещения двух тройных блоков шестерен осуществляются девять различных подач на станках моделей 2Н125 и 2Н135. На станках 2Н125 и 2Н135 коробки подач отличаются только приводом. Коробка подач смонтирована в расточке верхней опоры червяка механизма подач. На последнем валу коробки посаже-

на муфта, передающая вращение червяку.

**Механизм переключения подач.** Переключение подач производится рукояткой, расположенной на лицевой стороне сверлильной головки, через рычажную систему, которая перемещает вилки, связанные с блоками шестерен.

**Сверлильная головка.** Сверлильная головка 9 представляет собой чугунную отливку коробчатого сечения, в которой монтируются все основные узлы станка: коробка скоростей, коробка подач, шпиндель и механизм подачи и противовеса шпинделя.

**Механизм подачи.** Механизм подачи 12, состоящий из червячной передачи, горизонтального вала с реечной шестерней, лимба, рукояток, кулачковых и храповых обгонных муфт, является

составной частью сверлильной головки.

Механизм подачи приводится в движение от коробки подач 5 и предназначен для выполнения следующих операций: ручного подвода инструмента к детали; включения рабочей подачи; ручного опережения подачи; выключения рабочей подачи; ручного отвода шпинделя вверх; ручной подачи, используемой при нарезании резьбы.

Принцип работы механизма подачи заключается в следующем: при вращении штурвала на себя поворачивается кулачковая муфта, которая через обойму-полумуфту вращает вал-шестерню реечной передачи. Происходит ручная подача шпинделя. Когда инструмент подойдет к детали, на валу-шестерне возникает крутящий момент, который не может быть передан зубцами кулачковой муфты и обойма-полумуфта перемещается вдоль вала до тех пор, пока торцы кулачков деталей не встанут друг против друга. В этот момент кулачковая муфта поворачивается относительно вала-шестерни на  $20^\circ$ . Этот угол ограничен пазом в детали и штифтом. На обойме-полумуфте сидит двусторонний храповый диск, связанный с полумуфтой собачками. При перемещении обоймы-полумуфты зубцы диска входят в зацепление с зубцами диска, соединенного с червячным колесом. В результате вращение от червяка передается на реечную шестерню и происходит механическая подача шпинделя. При дальнейшем вращении штурвала при включенной подаче собачки, сидящие в обойме-полумуфте, проскакивают по зубцам внутренней стороны диска; происходит ручное опережение механической подачи.

При ручном включении подачи штурвалом (после поворота его на себя на  $20^\circ$ ) зуб муфты встает против впадины обоймы-полумуфты. Вследствие осевой силы и специальной пружины обойма-полумуфта смещается вправо и расцепляет зубчатые диски; механическая подача прекращается.

Механизм подач допускает ручную подачу шпинделя. Для этого необходимо включить штурвалом механическую подачу и колпачок переместить вдоль оси вала шестерни влево. При этом штифт передаст крутящий момент

от кулачковой муфты на горизонтальный вал. На левой стенке сверлильной головки смонтирован лимб для визуального отсчета глубины обработки и настройки кулачков.

Для ручного перемещения сверлильной головки по направляющим колоннам имеется механизм, который состоит из червячной и реечной пар. Для предохранения механизма подачи от поломки имеется предохранительная муфта.

**Шпиндель.** Шпиндель смонтирован на двух шарикоподшипниках. Осевое усилие подачи воспринимается нижним упорным подшипником, а усилие при выбивке инструмента — верхним. Подшипники расположены в гильзе, которая с помощью реечной пары перемещается вдоль оси. Регулировка подшипников шпинделя осуществляется гайкой.

Для выбивки инструмента служит специальное приспособление на головке шпинделя. Выбивка происходит при подъеме шпинделя штурвалом: обойма упирается в корпус сверлильной головки, и рычаг, поворачиваясь вокруг оси, выбивает инструмент.

**Кинематическая схема станка** (рис. 12.6). Главное движение. Шпиндель станка получает вращательное движение от электродвигателя  $M$  ( $N = 4$  кВт,  $n = 1450$  об/мин). С вала  $I$  на вал  $II$  движение передается через постоянную передачу  $\frac{30}{45}$ . На валу  $II$  расположен тройной передвижной блок с колесами 25—30—35, которые сцепляются соответственно с колесами 35—30—25, сидящими на валу  $III$ . С вала  $III$  на вал  $IV$  движение передается через передачи

$\frac{35}{35}$  и  $\frac{15}{42}$  а с вала  $IV$  на вал  $V$  — через постоянную передачу  $\frac{25}{50}$  и далее на втулку  $VI$  шпинделя  $VII$  через передачи  $\frac{15}{60}$  и  $\frac{50}{25}$ . Таким образом шпинделю

сообщают 12 различных скоростей вращения, расположенных в геометрической прогрессии со значением  $\phi/1,41$ .

Напишем для примера уравнение кинематической цепи главного движе-

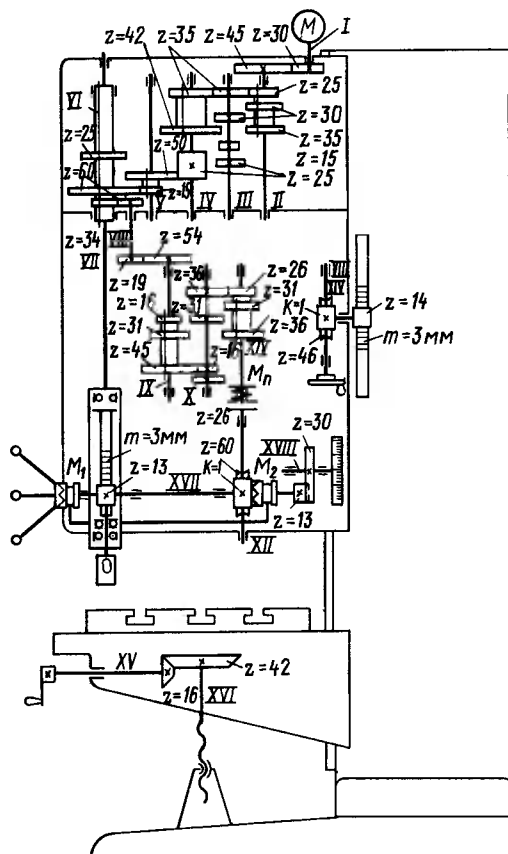


Рис. 12.6. Кинематическая схема станков 2Н125 и 2Н135

ния для наибольшей частоты вращения шпинделя:

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

Эти скорости можно проследить по графику частот вращения шпинделя. Изменение направления вращения шпинделя осуществляется реверсированием электродвигателя.

Движение подачи. Движение подачи передается от втулки VI через передачу  $\frac{34}{60}$  на вал VIII, с которого

с помощью передачи  $\frac{19}{54}$  движение передается на вал IX, на котором находится скользящий блок 16—31—45. От блока движение передается через колеса 45—31—16, обеспечивая валу X три скорости. С вала X на вал XI движение передают через передачи  $\frac{36}{26} \cdot \frac{31}{31} \cdot \frac{26}{36}$ . Следовательно, частоту вра-

щения вала XI можно изменить девять раз за время одного оборота шпинделя VII. С вала XI через муфту  $M_n$  движение передают на вал XII и через червячную передачу  $\frac{1}{60}$  при включенной

муфте  $M_2$ —на вал XVII, на котором установлена реечная шестерня с числом звеньев 13 ( $m=3$  мм), которая находится в зацеплении с рейкой втулки шпинделя станка.

Найдем наименьшую и наибольшую величины подач шпинделя за один его оборот:

$$S_{\min} = 1 \cdot \frac{34}{60} \cdot \frac{19}{54} \cdot \frac{16}{45} \cdot \frac{26}{36} \cdot \frac{1}{60} \cdot 3 \cdot 13\pi \approx 0,1 \text{ мм/об.}$$

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

Станок имеет девять подач: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6, расположенных по закону геометрической прогрессии со знаменателем прогрессии  $\phi=1,41$ .

Вертикальное перемещение стола осуществляют вручную вращением вала XV через коническую передачу  $\frac{16}{42}$  на ходовой винт XVI.

Перестановку шпинделей бабки осуществляют вручную передачей вращения от вала XIII через червячную передачу  $\frac{1}{46}$  на вал XIV, на котором

закреплена реечная шестерня  $z=14$ .

Передача на лимб отсчета глубины обработки. От вала XII через червячную передачу  $\frac{1}{60}$  движение передается на вал XVII, а затем через передачу с внутренним зацеплением  $\frac{13}{38}$  на вал XVIII и лимб.

## 12.5. НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА СТАНКОВ

Наладка станка на обычную работу с механической подачей шпинделя заключается в установке стола и сверлильной головки в необходимые для работы положения, в зажиме их на колонне и в установке необходимой частоты вращения и подач шпинделя.

При наладке станка на работу с ручной подачей шпинделя колпак с накаткой, расположенный в центре



крестового штурвала, следует отжать от себя до отказа.

При наладке на работу с выключением подачи шпинделя на заданной глубине необходимо соблюдать такую последовательность: установить инструмент в шпинделе; закрепить обрабатываемую деталь на столе; опустить шпиндель до упора инструмента в деталь; установить лимб сверлильной головки так, чтобы против указателя находилась цифра, соответствующая глубине обработки с учетом угла заточки инструмента. Кулачок с буквой «П» закрепить так, чтобы его риска совпадала с соответствующей риской на лимбе. После включения вращения и подачи шпинделя начинается обработка детали. По достижении нужной глубины обработки подача шпинделя прекратится, а шпиндель будет продолжать вращаться. Для его останова нужно нажать кнопку «Стоп».

При наладке станка на нарезание резьбы с реверсом шпинделя на определенной глубине необходимо: установить патрон с метчиком в шпинделе; установить обработанную деталь на столе станка; опустить шпиндель до упора инструмента в деталь; лимб на сверлильной головке установить так, чтобы против указателя находилась цифра, соответствующая глубине обработки. Совместить риску кулачка «Р» с соответствующей риской на лимбе и закрепить кулачок. Выключить механическую подачу. После включения вращения шпинделя метчик вручную вводится в отверстие. Через 2—3 оборота шпинделя надобность в ручной подаче отпадает. По достижении заданной глубины нарезания шпиндель автоматически реверсируется и метчик выходит из отверстия. Чтобы шпиндель принял вновь правое вращение, нужно нажать на соответствующую кнопку.

После установки, смазки и подключения станка к электросети никаких дополнительных регулировок не требуется. В процессе эксплуатации первоначальная регулировка может быть нарушена.

Предохранительная муфта механизма подачи отрегулирована по осевому усилию на шпинделе на 15% больше допустимого. Для регулировки муфты

необходимо снять правую верхнюю крышку сверлильной головки и гайкой на червяке уменьшить или увеличить натяжение пружины.

Направляющие стола регулируются винтом на правой стороне направляющих стола. Зажим стола осуществляется рукояткой, расположенной справа в верхней части направляющих.

Направляющие сверлильной головки регулируются винтами, расположенными на правой боковой поверхности направляющих, а сама головка зажимается рукояткой на ее правой стороне.

Для регулировки упорного подшипника шпинделя следует отвернуть пробку на лицевой части сверлильной головки. Шпиндель установить так, чтобы стопор в гайке был совмещен с отверстием. Отпустить стопор. Провертывая шпиндель, совместить отверстие гайки с отверстием сверлильной головки. Вставив в отверстие гайки цилиндрический стержень, провернуть шпиндель против часовой стрелки до ликвидации осевого люфта и завернуть стопор гайки.

## 12.6. СИСТЕМА СМАЗКИ

Уровень масла следует проверять в резервуаре по красной точке указателя 8 (рис. 12.7) до пуска станка или

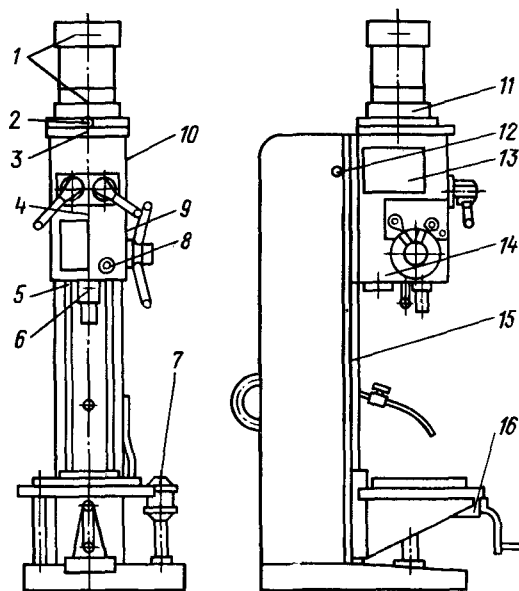


Рис. 12.7. Схема смазки станков 2Н125 и 2Н135

## 12.1. Карта смазки

Позиция на рис. 12.7	Места смазки и смазочные устройства	Способ смазки	Периодич- ность смазки	Марка смазочного материала	Марка смазочного материала для тро- пических условий
1	Подшипники элект- родвигателя	Набивка	1 раз в год	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
2	Контрольный гла- зок	—	—	—	—
3	Подшипники и ше- стерни коробки ско- ростей, подач и меха- низма подач	Циркуляция от насоса	Смена масла 1 раз в 3 месяца	Индустриаль- ное 20	Индустриаль- ное 50
4	Верхний подшип- ник шпинделя	Набивка	1 раз в 6 месяцев	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
5	Место слива масла	—	—	—	—
6	Нижний подшип- ник шпинделя	Пресс- масленка	—	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
7	Подшипники на- соса охлаждения	Набивка	1 раз в 6 месяцев	Солидол УС-2, ГОСТ 1033—79	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
8	Указатель уровня масла	—	—	—	—
9	Место залива мас- ла	—	—	—	—
10	Плунжерный на- сос для станков мо- делей 2Н135 и 2Н150	—	—	—	—
11	Подшипники при- водной шестерни	Набивка	1 раз в 6 месяцев	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
12	Ролик противовеса	Пресс- масленка	То же	Солидол УС-2, ГОСТ 1033—79	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
13	Плунжерный насос для станка модели 2Н125	—	—	—	—
14	Масляный резер- вуар	—	—	—	—
15	Направляющие ко- лонны	Поверху	1 раз в смену	Индустриаль- ное 20	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74
16	Валик подъема стола	Пресс- масленка	1 раз в 6 месяцев	Солидол УС-2, ГОСТ 1033—79	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74

Примечание. Солидол УС-2 ГОСТ 1033—79 — температура каплепадения не ниже 75 °С. Индустриальное 20 — вязкость при 50 °С 17—23 сСт. Смазка ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—74 — температура каплепадения не ниже 170 °С.

после его выключения через 10—15 мин (после стока масла в резервуар). Количество заливаемого масла в резервуары станка модели 2Н125 — 2,8 л; 2Н135 — 5,6 л. Через 2—3 мин после пуска станка масло должно показаться в контрольном глазке. При нормальной работе насоса масло должно непрерывно поступать в контрольный глазок. Если масло не поступает в глазок, необходимо осмотреть насос, выяснить и устранить причину отсутствия подачи масла. Насос крепится к нижней пли-

те корпуса коробки скоростей. Для доступа к нему необходимо снять боковую крышку сверлильной головки.

Убедившись в нормальной работе насоса и смазав все остальные точки согласно схеме смазки (табл. 12.1), можно приступить к работе.

Смену масла рекомендуется производить первый раз через 10 дней работы, второй — через 20 дней, а затем через каждые 3 месяца. Проверку системы смазки производить также через каждые 3 месяца.

# ГЛАВА 13 РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 2Л53У

## 13.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Станок радиально-сверлильный облегченный модели 2Л53У предназначен для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания отверстий, нарезания резьбы, подрезки плоскостей резцом и торцовым инструментом и выполнения других аналогичных операций.

Станок рассчитан на сверление отверстий диаметром до 35 мм в стали марки 45.

### Техническая характеристика станка 2Л53У

Наибольший условный диаметр сверления (в стали марки 45 по ГОСТ 1050—74), мм . . . . .	35
Вылет шпинделя от образующей колонны, мм:	
наименьший . . . . .	290
наибольший . . . . .	1000
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм . . . . .	1120
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм:	
наименьшее . . . . .	15
наибольшее . . . . .	630
Диаметр колонны, мм . . . . .	250
Наибольший угол поворота рукава вокруг оси колонны, град . . . . .	330
Зажим рукава на колонне . . . . .	Ручной
Наибольший ход сверлильной головки на направляющих рукава, мм . . . . .	710
Зажим головки на направляющих рукава . . . . .	Ручной
Ход шпинделя, мм:	
на 1 оборот лимба . . . . .	94,2
наибольший . . . . .	1
Размер конуса шпинделя . . . . .	Морзе
Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
ширина по ГОСТ 6569—75 (СТ СЭВ 3114—81) . . . . .	450
длина . . . . .	800
Ширина паза по ГОСТ 1574—75, мм . . . . .	22
Расстояние между пазами по ГОСТ 6569—75, мм . . . . .	100
Количество пазов . . . . .	3
Ширина фундаментной плиты, мм . . . . .	800
Ширина паза по ГОСТ 1574—75, мм . . . . .	22

Расстояние между пазами по ГОСТ 6569—75, мм . . . . .	160
Количество пазов . . . . .	3
Габаритные размеры станка (длина×ширина×высота), мм . . . . .	1850×600×2430
Масса станка, кг . . . . .	2100

## 13.2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СТАНКА

Общая компоновка станка показана на рис. 13.1. Общий вид станка с обозначением органов управления представлен на рис. 13.2, перечень органов управления приведен в табл. 13.1.

### 13.1. Органы управления станком 2Л53У

Позиция на рис. 13.1	Органы управления и их назначение
1	Рукоятка зажима рукава
2	Пульт управления: лампа «Станок под напряжением» лампа «Станок готов к работе» кнопка включения подъема бочки с поворотным столом кнопка включения опускания бочки с поворотным столом кнопка «Общий стоп»
3	Выключатель насоса охлаждения
4	Вводный выключатель
5	Командоаппарат
6	Рукоятка зажима сверлильной головки
7	Рукоятки переключения подачи
8	Маховик перемещения сверлильной головки
9	Рукоятка включения подачи
10	Фиксатор блокировки включения механической подачи
11	Рукоятка зажима лимба
12	Кнопка жесткого упора
13	Маховик толковой ручной подачи шпинделя
14	Рукоятки установки частоты вращения шпинделя
15	Квадрат ручного поворота стола
16	Рукоятка зажима бочки

**Основание станка.** На фундаментной плите 1 (см. рис. 13.1) жестко установлена колонна, на которой смон-

тированы рукав со сверлильной головкой 6 и бочка 2 с поворотным столом. Сверлильная головка перемещается по рукаву и вместе с ним поворачивается вокруг колонны.

Бочка с поворотным столом также может поворачиваться вокруг колонны и перемещаться вертикально по ней.

Поворотный стол имеет возможность поворачиваться вокруг горизонтальной оси. На торце рукава смонтирован электрошкаф 5. Органы управления сосредоточены в удобном для работы месте: на сверлильной головке и электрошкафу.

Для освещения рабочей зоны на станке установлена лампа освещения.

**Плита и рукав.** Плита представляет собой жесткую чугунную отливку с продольными и поперечными ребрами.

Верхняя полость плиты является рабочей поверхностью, к которой с помощью Т-образных пазов могут крепиться обрабатываемые изделия или приспособления.

На плите закреплена колонна, представляющая собой полую отливку. В верхней части колонны на опорах качения закреплён рукав. Поворот рукава относительно колонны ограничен жесткими упорами с целью предотвратить обрыв электропроводки, проходящей внутри колонны.

Рукав на колонне зажимается с помощью рукоятки. При повороте рукоятки усилие, возникающее в винтовой паре, передается через упор к рубашке, жестко закрепленной на колонне, деформирует ее и прочно прижимает к рукаву, чем надежно затормаживает рукав на колонне.

По направляющим рукава с помощью рейки перемещается сверлильная головка, ее перемещение ограничивают два упора.

Бочка с помощью винта, смонтированного с кронштейном, перемещается по колонне.

В плите имеется резервуар 9 для охлаждающей жидкости. На плите смонтирован насос охлаждения. На торце рукава крепится электрошкаф.

**Бочка.** Бочка 2 смонтирована на колонне. Корпус бочки — чугунная от-

ливка. В нем размещены: механизм перемещения по колонне, механизм зажима бочки на колонне, ограничители хода бочки, блокировка перемещения бочки.

Перемещение бочки по колонне производится с помощью электродвигателя, установленного на корпусе бочки. Вращение передается червяку, который вращает червячное колесо с гайкой. Для предотвращения падения бочки, при поломке грузовой гайки, имеется предохранительная гайка.

Зажим бочки на колонне осуществляется вручную рукояткой, которая с помощью кулачка стягивает разрезную часть корпуса бочки вокруг колонны, осуществляя жесткий зажим. Для предотвращения перемещения бочки в зажатом положении имеется блокирующий контактный выключатель.

В передней части бочки предусмотрено место для базирования и закрепления поворотного стола. В корпусе бочки расположен червяк, входящий в зацепление с колесом стола, служащий для поворота последнего.

**Головка сверлильная.** Корпус сверлильной головки 6 представляет собой жесткую чугунную отливку, внутри которой размещены: коробка скоростей, коробка подачи, механизм включения подачи, командоаппарат; снаружи — насос смазки, тормоз шпинделя и привод главного движения.

Коробка скоростей расположена в левой части корпуса сверлильной головки. Валы коробки смонтированы вертикально на шарикоподшипниках в расточках корпуса плиты.

Коробка скоростей обеспечивает восемь ступеней частоты вращения шпинделя.

Вал получает вращение от электродвигателя через паразитную шестерню. Зубчатые колеса передают вращение валу. В зависимости от того, какие из пар колес будут находиться в зацеплении, вал получит частоту вращения, равную 3 об/мин. На валу по шлицам перемещается блок зубчатых колес, обеспечивающий включение пар зубчатых колес.

Затем через шестерню (большой венец) и дальше получит вращение

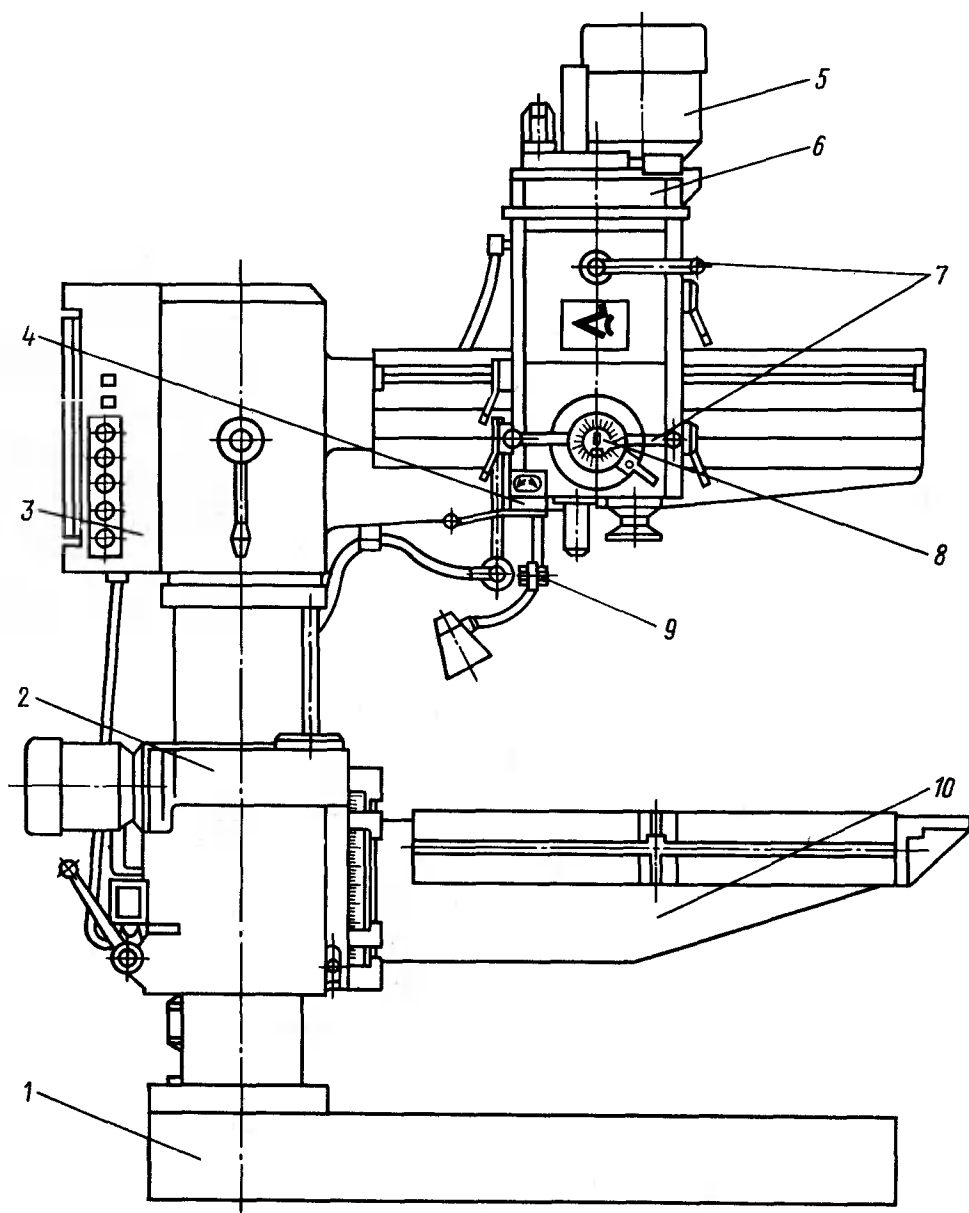


Рис. 13.1. Общая компоновка станка 2Л153У:

1 — плита, 2 — бочка, 3 — электрошкаф, 4 — командоаппарат, 5 — электрооборудование, 6 — головка сверлильная, 7 — механизм зажима сверлильной головки, 8 — механизм включения подачи, 9 — охлаждение, 10 — стол поворотный

шпиндель. Из девяти полученных ступеней частоты вращения одна перекрывается, и шпиндель обеспечивает получение восьми ступеней частоты вращения в диапазоне от 35,5 до 1400 об/мин.

Переключение скоростей осуществляется с помощью рукояток, рас-

положенных с левой стороны сверлильной головки.

Коробка подачи расположена в правой части головки и получает вращение от шпинделя. Через колеса получает вращение вал. На валу по шлицам перемещается тройной зубчатый блок. В зависимости от вклю-

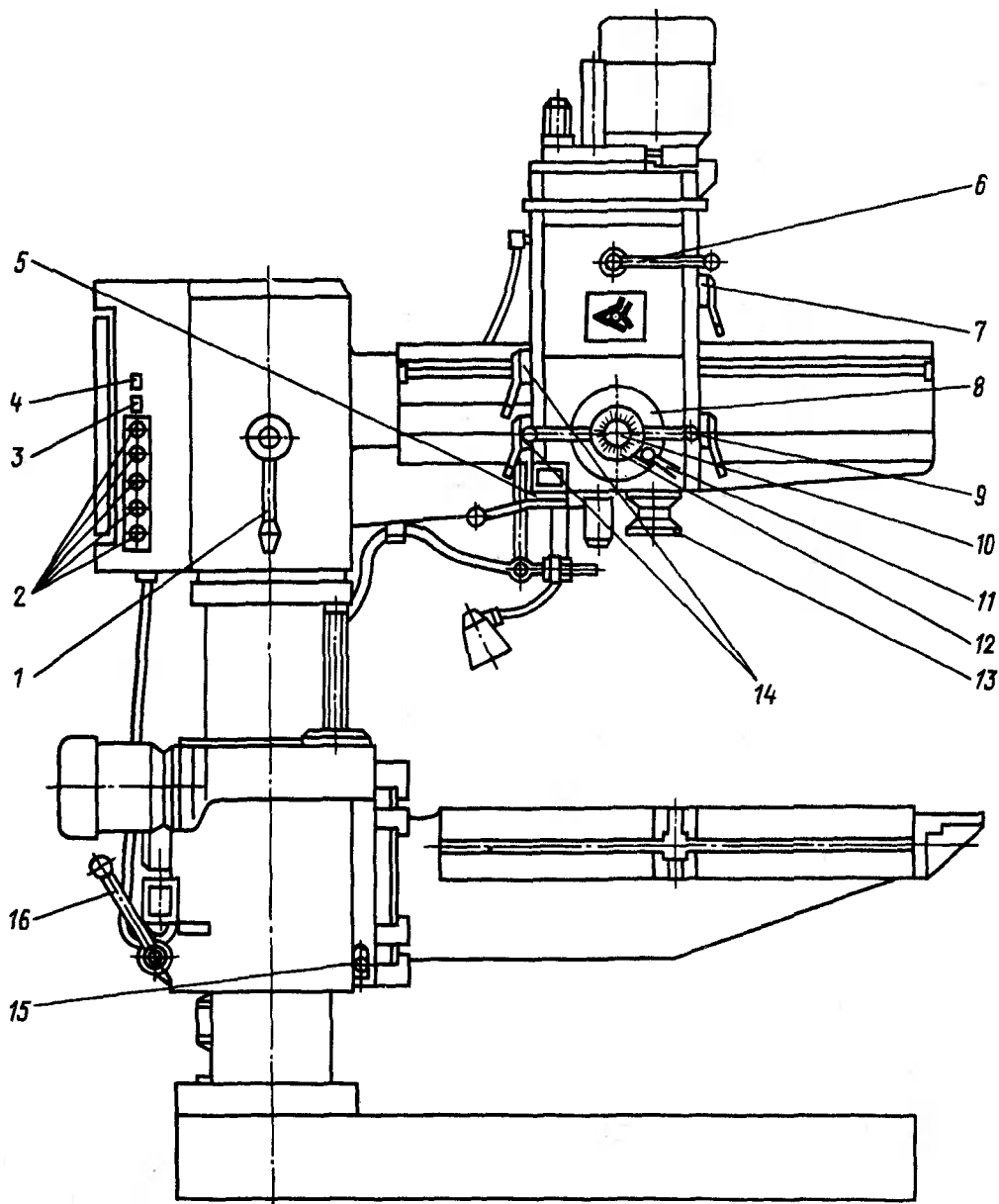


Рис. 13.2. Органы управления станком 2Л53У

чения блока и переключения шестерни на валу получается шесть различных подач в диапазоне от 0,1 до 1,1 мм/об.

Управление коробкой подач осуществляется рукоятками, расположенными с правой стороны сверлильной головки.

Перемещение шестерен по шлицам осуществляется вилками, сидящими на штоках. Штоки приводятся в движение

шестернями, сидящими на одной оси с рукоятками. На штоках имеются прорезы, а в корпус головки ввинчены фиксаторы.

Зубчатые колеса коробки скоростей и подач изготовлены из легированной стали и подвергнуты термической обработке.

Вал передает вращение червяку с помощью кулачковой муфты, имеющей

зубья треугольного профиля. Муфта служит для предохранения цепи подач от перегрузки.

Смазка всех механизмов коробки скоростей, подач и включения подач осуществляется от специального насоса, расположенного на крышке сверлильной головки.

Включение и выключение вращения шпинделя осуществляется командоаппаратом, расположенным слева, в низу сверлильной головки.

Полная остановка вращения шпинделя осуществляется тормозом под действием пружины.

**Механизм включения подачи и перемещения сверлильной головки.** Механизм состоит из полого вала, на котором на подшипниках сидит ступица, несущая червячное колесо, входящее в зацепление с червяком последнего вала коробки подач.

На валу на шлицах сидит обойма, в которой перемещаются две собачки, отжимающиеся от зубчатого венца ступицы пружиной. При движении рукояток «от себя» механическая подача отключается, и вращением этих рукояток можно производить ручную быстрое перемещение шпинделя.

Благодаря этому от червячного колеса начинает вращаться полый вал, шестерня которого сообщает гильзе шпинделя подачу. Движением рукояток «на себя» механическая подача отключается, и вращением этих рукояток можно производить ручную быстрое перемещение шпинделя.

Механизм подачи снабжен устройством для автоматического выключения механической подачи на заданной глубине. Устройство состоит из лимба с фланцем, несущим упор. Фланец фиксируется прихватом.

При наезде упора, расположенного на рукоятке, на упор на лимбе происходит выключение механической подачи.

Механизм подачи снабжен устройством, позволяющим работать по жесткому упору. Для этой цели в ступице рукояток имеется выдвижной упор, а на фланце — постоянный упор. При включении выдвижного упора, наезде его на фиксированный лимб происходит останов шпинделя на заданной глубине.

Механизм подачи снабжен блокирующим устройством. Во избежание включения (при нарезании резьбы) механической подачи шпинделя последняя блокируется фиксацией толкателя упором с рукояткой.

В механизме подачи помещается пружина, уравнивающая массу гильзы и шпинделя.

Перемещение сверлильной головки осуществляется маховиком через шестерни.

**Механизм зажима сверлильной головки.** Сверлильная головка расположена на направляющих рукава и перемещается на подшипниках. Оси подшипников выполнены эксцентричными, что позволяет регулировать величину зазора в направляющих сверлильной головки.

Зажим сверлильной головки осуществляется рукояткой, расположенной на передней стороне головки. Усилие через эксцентриковый вал передается упору, который прижимает сверлильную головку к «ласточкину хвосту» и фиксирует ее на рукаве.

**Поворотный стол.** Поворотный стол 10 представляет собой жесткую чугунную отливку. Стол монтируется на бочке и имеет три Т-образных паза на горизонтальной плоскости и один в вертикальной, что позволяет базировать и закреплять детали и приспособления. Сектор червячного колеса позволяет осуществлять поворот стола вокруг горизонтальной оси на  $+90^\circ$  и  $-80^\circ$  вручную. Для ограничения поворота стола предусмотрен ограничительный палец. На фланце стола нанесены деления в градусах, позволяющие вести отсчет угла поворота. В горизонтальном положении стол фиксируется коническим штифтом. Подставка с резиновой подушкой служит для расположения измерительных инструментов.

**Кинематическая схема станка 2Л35У (рис. 13.3).** Шпиндель станка приводится во вращение от электродвигателя мощностью 2,2 кВт с номинальной частотой вращения 1430 об/мин через передачу 42—43—1, восьмиступенчатую коробку скоростей (зубчатые колеса 9, 10, 11, 12, 13, 14, 6, 4, 8, 7, 4, 3) и передачу 2—40.

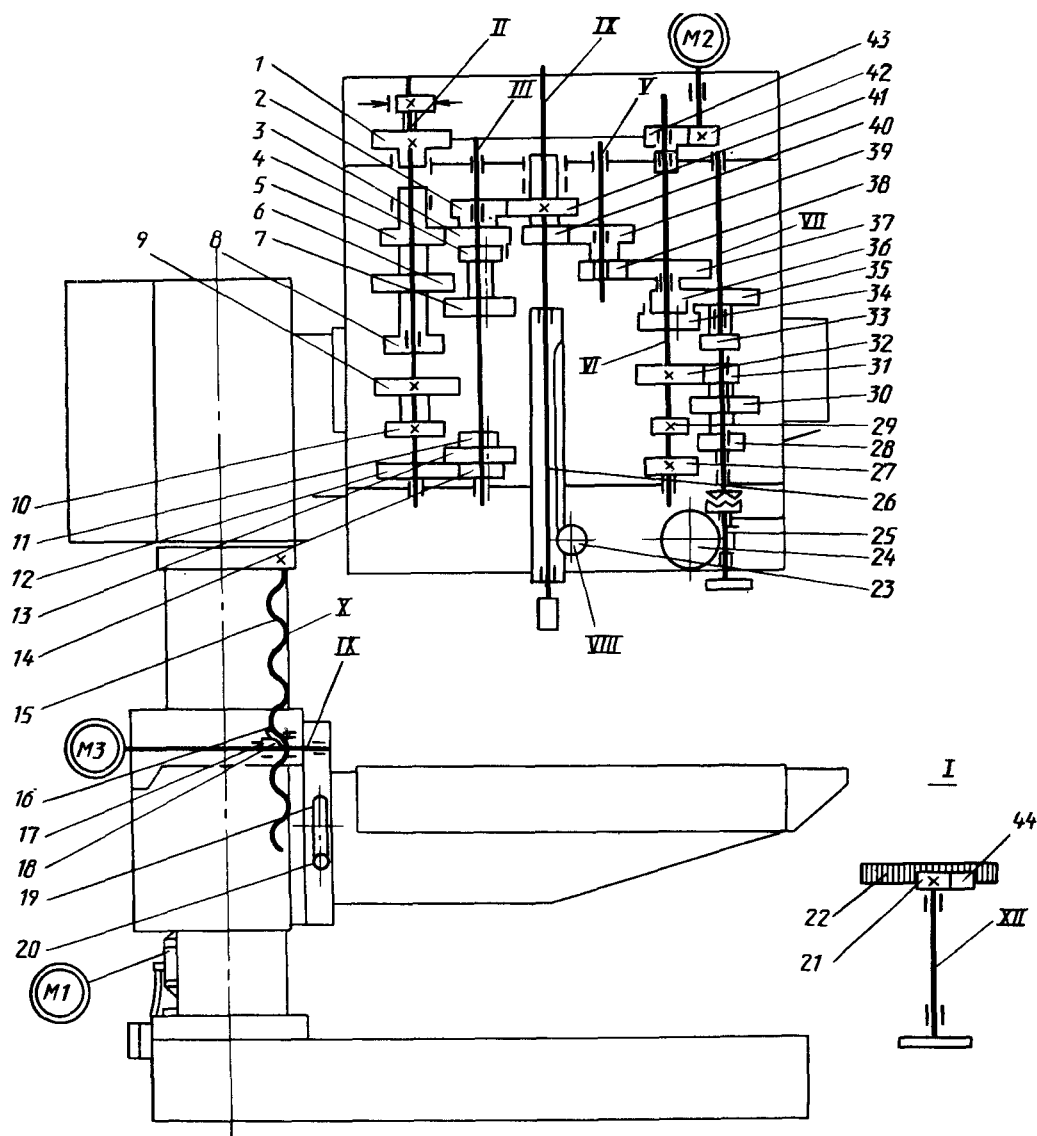


Рис. 13.3. Кинематическая схема станка 2Л53У

Диапазон изменения частоты вращения шпинделя 35,5—1400 об/мин.

Расчетное уравнение цепи главного движения:

$$1430 \cdot \frac{z_{42}}{z_{43}} \cdot \frac{z_{43}}{z_1} \cdot \frac{z_{12}}{z_{14}} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot (1) \cdot \frac{z_2}{z_{41}} = n.$$

Привод подач — от шпинделя через передачи 40—39, 38—37, шестиступенчатую коробку подач (зубчатые колеса 36, 35, 33, 34, 27, 28, 29, 30, 31, 32), зубчатую муфту, червячную передачу

25—24 и передачу шестерня — рейка. Диапазон подач 0,1—1,1 мм/об.

Расчетное уравнение цепи подач:

$$1 \cdot \frac{z_{40}}{z_{39}} \cdot \frac{z_{38}}{z_{37}} \cdot \frac{z_{36}}{z_{34}} \cdot 1 \cdot \frac{z_{32}}{z_{31}} \cdot \frac{K_{25}}{z_{24}} \cdot \pi m z_{25} = S \text{ мм/об.}$$

### 13.3. ПОДГОТОВКА СТАНКА К РАБОТЕ

Для подготовки станка к работе необходимо: плотно закрыть дверку электро-



шкафа, включить вводный выключатель, убедиться, что сигнальная белая лампочка загорелась; подъемом рукоятки командоаппарата включить станок, при этом должна загореться зеленая лампочка.

Наладочные перемещения стола осуществляются кнопками, но прежде необходимо отжать бочку.

Для включения прямого вращения шпинделя необходимо рукоятку командоаппарата повернуть влево, для обратного вращения — вправо. Для остановки шпинделя рукоятку командоаппарата следует вернуть в нейтральное положение.

Отключение станка, обычное и аварийное, осуществляется красной грибовидной кнопкой.

Необходимо соблюдать все общие правила безопасности труда при работе на металлорежущих станках.

Периодически проверять правильность работы блокировочных устройств. Для первоначального пуска станок должен быть заземлен подключением к общей цеховой системе заземления. Затем следует подключить станок к электросети, проверив соответствие напряжения сети электрооборудованию станка.

Ознакомившись со значением рукояток управления (см. рис. 13.2), следует проверить (от руки) работу всех механизмов станка.

После включения вращения шпинделя следует обратить внимание на работу смазочной системы сверлильной головки по маслоуказателю. При отсутствии масла в маслоуказателе работа на станке недопустима.

На малых оборотах шпинделя необходимо опробовать на холостом ходу работу всех механизмов станка. Убедившись в нормальной работе всех механизмов, можно приступить к настройке станка для работы.

Настройка необходимой частоты вращения шпинделя и величины подачи указана в описании сверлильной головки. Работая со столом, необходимо установить его на такой высоте, чтобы работать с минимальным вылетом гильзы шпинделя. При выборе режимов резания следует иметь в виду динамические параметры станка. Регулирование усилия подачи осуществляется вращением гайки муфты.

При необходимости уменьшить зазор между направляющими корпуса головки и рукава следует ослабить гайки эксцентриковых осей и поворотом осей установить необходимый зазор. При этом легкость перемещения головки по рукаву не должна нарушаться.

Повышенный осевой люфт шпинделя устраняется подтяжкой гайки на оси шпинделя.

13.2. Карта смазки станка

Позиция на рис. 13.4	Смазываемая точка	Куда входит	Периодичность смазки	Смазочный материал	Расход смазочного материала
1	Подшипники поворота рукава	Плита и рукав	Раз в год	Смазка ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	0,5 кг
2	Винт механизма подъема бочки	То же	Раз в неделю	Смазка ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	0,03 кг
3	Направляющие колонны		Раз в смену	Масло Индустриальное И-20А, ГОСТ 20799—75	0,03 л
4	Опоры червяка поворота стола	Бочка	Раз в месяц	Смазка ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	0,05 кг
6	Направляющие рукава	Плита и рукав	Раз в смену	Масло Индустриальное И-20А, ГОСТ 20799—75	0,05 л
9	Сверлильная головка	Сверлильная головка	Непрерывно	Масло Индустриальное И-20А, ГОСТ 20799—75	0,35 л/мин

### 13.4. СХЕМА СМАЗКИ

Станок снабжен комбинированной системой смазки (рис. 13.4). Механизмы, расположенные внутри сверльной головки, смазываются автоматически от системы смазки сверильной головки, состоящей из плунжерного насоса и системы каналов, подводящих смазку на все валы. Направляющие рукава и колонны смазываются периодически вручную с помощью лейки.

Ниже подшипники шпинделя смазываются периодически с помощью шприца. Смазка возможна при выдвинутом шпинделе. Верхние подшипники шпинделя смазываются при сборке. Подшипники поворота рукава, винт подъема бочки, опоры червяка поворота стола смазываются периодически вручную.

Карта смазки приведена в табл. 13.2. Перед пуском станка необходимо снять пробку 7 и заполнить резервуар сверильной головки маслом в количестве 1,5 л, контролируя уровень по маслоуказателю 5. Затем произвести смазку станка.

При работе станка контролировать уровень масла в сверильной головке и работе насоса смазки по маслоуказателю 8.

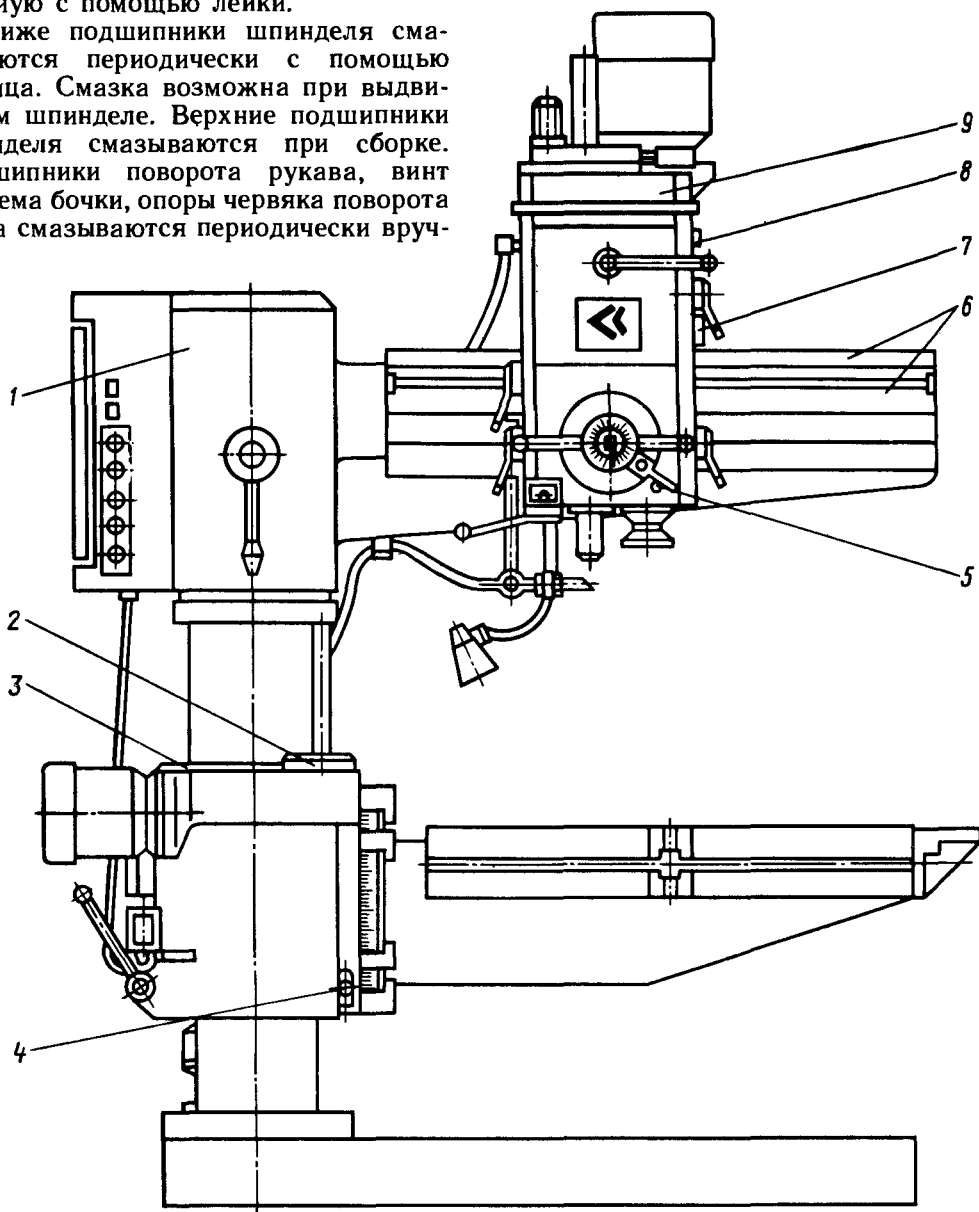


Рис. 13.4. Схема смазки станка 2Л53У

# ГЛАВА 14 ОТДЕЛОЧНО-РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ МОДЕЛЕЙ 2А78 И 2А78Н И РАБОТЫ НА НИХ

## 14.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Вертикальные отделочно-расточные станки моделей 2А78 и 2А78Н предназначены для ремонтной расточки блоков цилиндров и гильз автомобильных, тракторных и мотоциклетных двигателей, а также для сверления и расточки отверстий в отдельных деталях, размеры которых соответствуют технической характеристике станков.

Технические данные станков позволяют производить тонкую расточку в сталях, чугунах и цветных металлах.

Каждый станок снабжен комплектом шпинделей, один из которых устанавливается на шпиндельную бабку в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия. Универсальным шпинделем кроме операции расточки может производиться сверление, зенкерование и развертывание.

На станке модели 2А78 стол может быть выполнен с устройством для отсчета координат, включающим точные штриховые меры длины и приставные отсчетные микроскопы типа МО.

Ниже приведены технические характеристики станков 2А78 и 2А78Н.

### Техническая характеристика станков 2А78 и 2А78Н

#### Основные размеры

Диаметр растачиваемого отверстия, мм:	
наименьший	27
наибольший	200
Наибольший диаметр сверления, мм	15
Прямоугольник координатной расточки на станке модели 2А78 (длина × ширина), мм	800×150
Точность межцентровых координатных отверстий, полученных на станке модели 2А78, мм	0,032
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемого изделия (длина × ширина × высота), мм	750×500×450

Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	200
Расстояние от оси шпинделя до шпиндельной бабки, мм	280
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм:	
наименьшее	25
наибольшее	525

#### Стол

Размеры рабочей поверхности (длина × ширина); мм:	
станка модели 2А78	100×500
станка модели 2А78Н	1250×500
Величина наибольшего перемещения стола станка модели 2А78, мм:	
в продольном направлении	800
в поперечном направлении	150
Скорость быстрого хода стола станка модели 2А78, мм/мин:	
в продольном направлении	2000
в поперечном направлении	Не имеется
Включающие упоры механического быстрого хода	Имеются
Предохранение от перегрузки (муфта)	Имеется
Перемещение стола станка модели 2А78 на 1 оборот маховика, мм:	
в продольном направлении	4,68
в поперечном направлении	3,0
Способ отсчета координат при перемещении стола станка модели 2А78	Отсчетный проекционный микроскоп

Закрепление стола станка модели 2А78 от перемещений:

в продольном направлении	Ручное
в поперечном направлении	Ручное

#### Шпиндельная бабка

Величина наибольшего вертикального перемещения, мм	500
Величина перемещения на 1 оборот маховика, мм	0,75

Скорость быстрого хода, мм/мин . . . . .	2000
Предохранение от пере- грузки (муфта) . . . . .	Имеется
Выключающие упоры . . . . .	Имеются
Автоматический возврат в исходное положение после окончания расточки . . . . .	Имеется

#### Сменные шпиндели

Диаметр отверстия под резец . . . . .	16A
Номинальный диаметр отверстия, мм:	
растачиваемого шпин- делем диаметром 48 мм:	
наименьший . . . . .	50
наибольший . . . . .	82
растачиваемого шпин- делем диаметром 78 мм:	
наименьший . . . . .	82
наибольший . . . . .	125
растачиваемого шпин- делем диаметром	
120 мм:	
наименьший . . . . .	125
наибольший . . . . .	200
Наибольшая глубина расточки в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия $D_p$ , мм:	
шпинделем диаметром	
48 мм . . . . .	185
то же, 78 мм . . . . .	$250 + (D_p - 82) \cdot 3$
» 120 мм . . . . .	$365 + (D_p - 125) \times$ $\times 5 \leq 410$

#### Универсальный шпиндель

Приемный конус . . . . .	Специальный
Наибольший размер ко- нуса инструмента . . . . .	Морзе 4
Номинальный диаметр растачиваемого отверстия, мм:	
наименьший . . . . .	27
наибольший . . . . .	200
Наибольшая глубина рас- точки в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия, мм . . . . .	200
Наибольший диаметр сверления в сплошном ма- териале, мм . . . . .	15

#### Привод

Электродвигатель глав- ного движения:	
мощность, кВт . . . . .	1,7/2,3
частота вращения, об/мин . . . . .	1000/3000
Электродвигатель приво- да быстрых ходов:	
мощность, кВт . . . . .	0,6
частота вращения, об/мин . . . . .	1000

#### Габаритные размеры и масса

Габаритные размеры, мм:	
станка 2A78 . . . . .	2500×1500×2135
станка 2A78H . . . . .	1250×1350×2055
Масса, кг	
станка 2A78 . . . . .	2300
станка 2A78H . . . . .	2000

#### 14.2. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

На рис. 14.1 и 14.2 показаны основные узлы и органы управления станков 2A78 и 2A78H, а в табл. 14.1 — перечень органов управления этих станков.

Станки состоят из следующих основ-ных узлов: I — основание, II — стол, III — колонна, IV — шпиндельная баб-ка, V — сменные шпиндели, VI — элек-троборудование, VII — коробка скоро-стей и подач.

#### 14.3. ОБЩАЯ КОМПОНОВКА СТАНКОВ И КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Отличительной особенностью конструк-ций станков является выполнение узлов в отдельных корпусах, что облегчает их сборку не только в процессе изго-товления, но и при ремонте станков. Станки широко унифицированы.

Станок модели 2A78 отличается от станка модели 2A78H наличием стола, перемещающегося в продольном и по-перечном направлениях. У станка моде-ли 2A78H неподвижная плита, совме-щенная с основанием.

Кинематическая схема станка мод. 2A78 (рис. 14.3) состоит из следу-ющих кинематических цепей: главного движения, движения подачи, ускорен-ных перемещений, а также ручных перемещений шпиндельной бабки и сто-ла.

Главное движение. Станок приводится в движение от двухскорост-ного электродвигателя М1 ( $N=1,7/2,3$  кВт,  $n=960/2880$  об/мин). С вала I электродвигателя через клиноремен-ную передачу  $\frac{d_1}{d_2} = \frac{90}{180}$  движение переда-ют на вал II коробки скоростей. С вала II на вал III коробки скоростей движение может быть передано через зубчатые колеса 39—39 или через ряд колес  $\frac{26}{52} \cdot \frac{26}{52}$ . Следовательно, вал

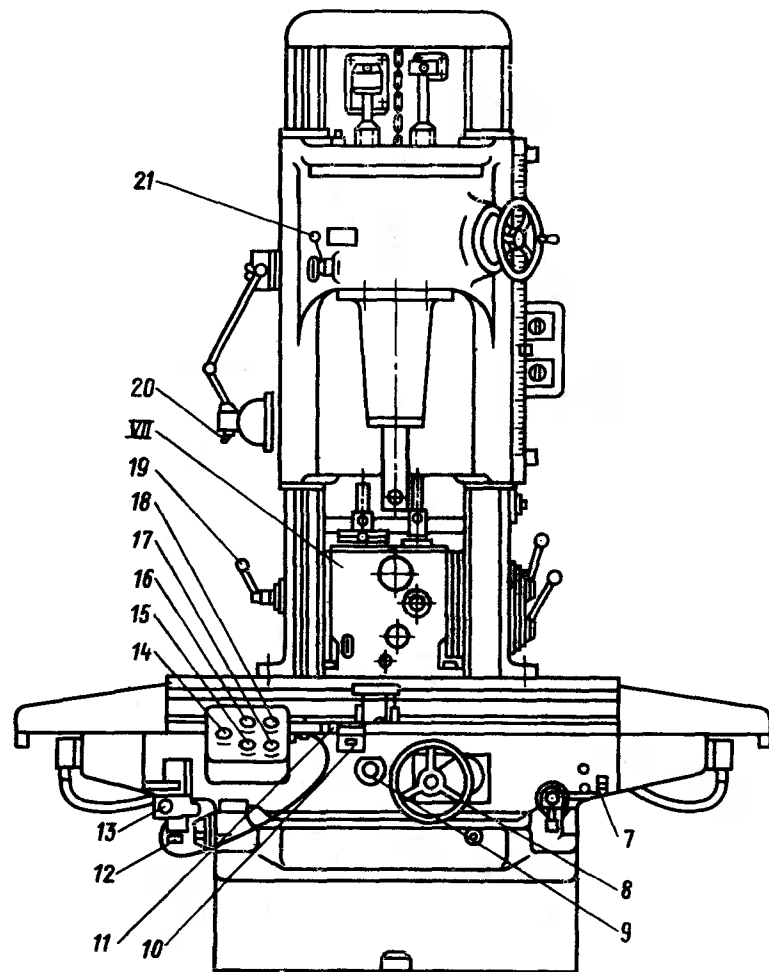
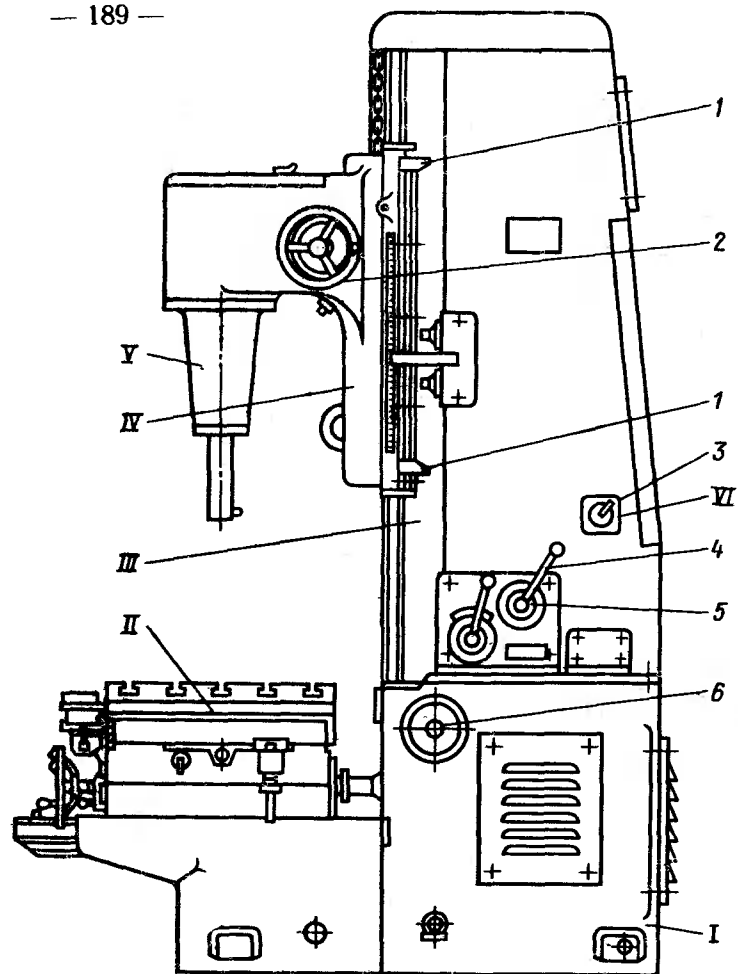


Рис. 14.1. Узлы и органы управления станка 2А78

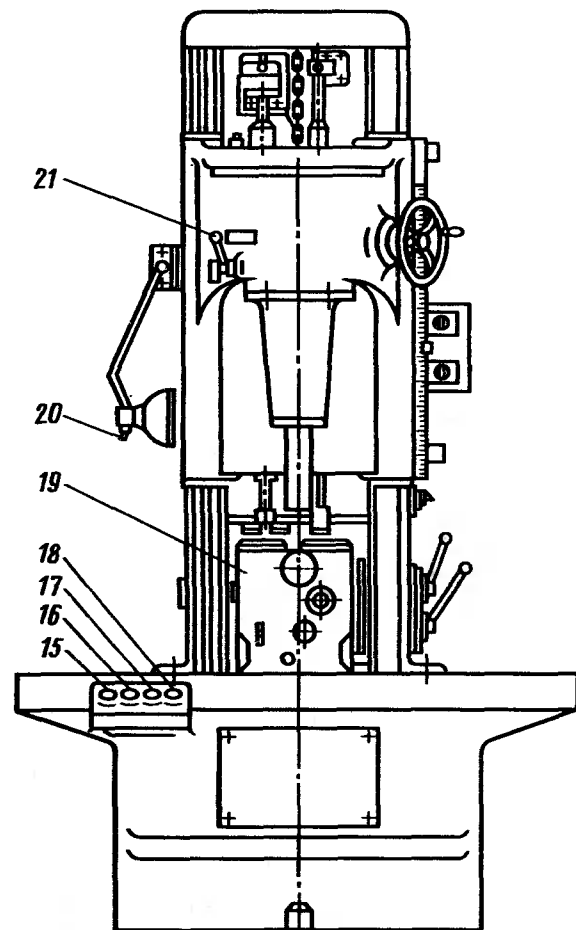
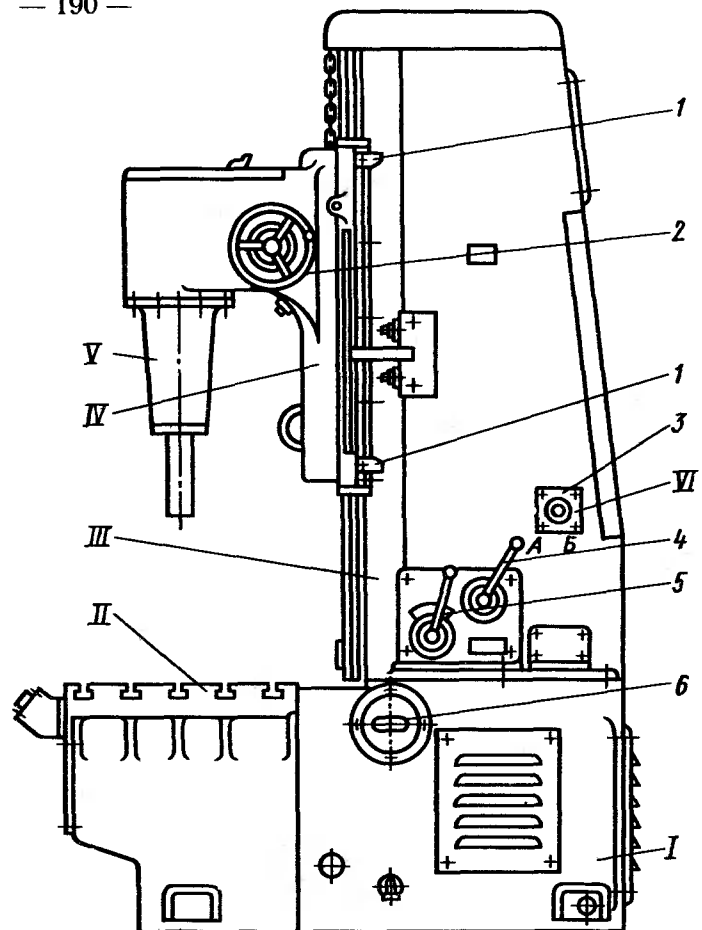


Рис. 14.2. Узлы и органы управления станка 2А78Н

## 14.1. Органы управления станков

Номера позиций на рис. 14.1 и 14.2	Органы управления и их назначение
1	Упоры автоматического выключения движения шпиндельной бабки
2	Маховик перемещения шпиндельной бабки вручную
3	Переключатель скоростей электродвигателя главного движения
4	Рукоятка переключения подачи шпиндельной бабки
5	Рукоятка переключения скоростей шпинделя
6	Вводный выключатель
7	Рукоятка для закрепления стола от поперечного перемещения
8	Маховик перемещения стола вручную в поперечном и продольном направлениях
9	Рукоятка для закрепления стола от продольного перемещения
10	Винт для закрепления микроскопа от перемещений
11	Винт установочных перемещений микроскопа
12	Винт для закрепления микроскопа от перемещений
13	Винт установочных перемещений микроскопа
14	Выключатель освещения микроскопа
15	Кнопка «Шпиндель вниз — стол вправо» — быстрый ход шпиндельной бабки вниз, быстрый ход стола вправо (для станка модели 2A78)
16	Кнопка «Шпиндель вверх — стол влево» — быстрый ход шпиндельной бабки вверх, быстрый ход стола влево (для станка модели 2A78)
17	Кнопка «Пуск» — рабочее движение шпиндельной бабки
18	Кнопка «Стоп» — останов станка
19	Рукоятка переключения передачи от привода быстрых ходов на шпиндельную бабку или стол
20	Выключатель местного освещения
21	Рукоятка для отключения шпинделя от кинематической цепи

III будет иметь три скорости. С вала III коробки скоростей на вал IV движение передают через тройной блок зубчатых колес 30—36—24. Вал IV будет иметь шесть скоростей, которые передаются через постоянные передачи  $z=20$  и  $z=20$ , вал V, клиноременную передачу  $\frac{d_3}{d_4} = \frac{132}{150}$ , на шпиндель VI.

Напишем расчетное уравнение для определения минимальной частоты вращения шпинделя:

$$n_{\min} = 960 = \frac{90}{180} \cdot 0,985 \cdot \frac{26}{52} \cdot \frac{26}{52} \cdot \frac{26}{52} \times \\ \times \frac{24}{42} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{132}{150} \cdot 0,985 \approx 26 \text{ об/мин,}$$

где 0,985 — коэффициент скольжения ремня.

Напишем расчетное уравнение для определения максимальной частоты вращения шпинделя:

$$n_{\max} = 2880 \cdot \frac{90}{180} \cdot 0,985 \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{20}{20} \times \\ \times \frac{132}{150} \cdot 0,985 \approx 1200 \text{ об/мин.}$$

Станок имеет 12 частот вращения: 26, 37, 52, 76, 109, 153, 204, 290, 407, 600, 875 и 1200 об/мин, расположенных по геометрической прогрессии со знаменателем  $\phi = 1,41$ .

Движение подачи. Величину вертикального перемещения шпиндельной бабки относят к одному обороту шпинделя. Движение со шпинделя VI передается через клиноременную передачу  $\frac{150}{132}$  на вал V, конические колеса 20—20, вал IV. С вала IV на вал VII движение передают через четырехскоростную коробку подач, имеющую скользящий блок колес с числами зубьев 32—57—50—42. С вала VII через червячную передачу  $\frac{1}{52}$  движение передается на ходовой винт VIII с шагом  $P=6$  мм.

Напишем расчетное уравнение для определения минимальной величины подачи шпиндельной бабки:

$$S_{\min} = 1 \cdot \frac{150}{132} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{23}{57} \cdot \frac{1}{52} \cdot 6 \approx 0,05 \text{ мм/об.}$$





На наружной обойме 1 жестко установлено червячное зубчатое колесо  $z=52$ , получающее вращение от червяка  $K=1$ . При рабочей подаче шпиндельной бабки вращение обоймы 1 через ролики 2 передается звездочке 3; при этом ролики закатываются в сужающуюся полость и заклиниваются между звездочкой и обоймой, обеспечивая связь с ходовым винтом VIII. Ролики муфты поджимаются пружинками. При быстром врезании обоймы 4 вращение через ролики 2 передается звездочке 3, а затем на ходовой винт VIII. Благодаря роликовой обгонной муфте включение быстрого вращения обоймы 4 автоматически исключает рабочий ход шпинделя бабки.

Ускоренное перемещение шпиндельной бабки. От электродвигателя M2 ( $N=0,6$  кВт,  $n=960$  об/мин) с вала IX на вал X движение передается через клиноременную пере-

дачу  $\frac{d_5}{d_6} = \frac{80}{164}$ . Далее через колеса

40—52 (сцепление показано на кинематической схеме) движение передается на ходовой винт VIII.

Величину ускоренного перемещения шпиндельной бабки найдем по следующему уравнению:

$$S_y = 960 \cdot \frac{80}{164} \cdot 0,985 \cdot \frac{40}{52} \cdot 6 \approx 2000 \text{ мм/мин.}$$

#### 14.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

**Основание.** Основной базовой деталью, на которой устанавливаются все остальные узлы станка, является основание I. Оно имеет сверху привалочную плоскость, к которой крепятся колонна и коробка скоростей и подач станка.

Основание станка модели 2A78 имеет направляющие, по которым перемещается подвижный стол. Основание станка модели 2A78Н выполнено за одно целое со столом, имеющим Т-образные пазы.

Внутри основания располагаются электродвигатели главного движения (фланцевый с перемещающейся подмоторной плитой) и быстрых ходов шпиндельной бабки и стола, укрепленный на подмоторной плите.

На правой стенке основания в нише расположен выключатель. Подвод электроэнергии—через угольник.

К левой стенке основания станка модели 2A78 крепится линейка для точного отсчета по ней поперечных перемещений стола. На передней стенке основания станка модели 2A78 слева расположен пульт управления станком.

**Стол.** Перемещение обрабатываемого изделия в двух взаимно перпендикулярных направлениях на станке модели 2A78 осуществляется с помощью узла «Стол», состоящего из двух частей: нижней — салазок, перемещающихся в поперечном направлении по направляющим основания, и верхней— собственно стола, перемещающегося в продольном направлении по направляющим салазок.

На передней стенке салазок станка могут быть установлены два отсчетных микроскопа с точностью нониуса 0,01 мм: один для отсчета координат при перемещении стола в продольном направлении, второй — в поперечном.

Линейка для точного отсчета продольных перемещений стола расположена на передней стенке стола, линейка для точного отсчета поперечных перемещений стола—на левой стенке основания.

Установочные перемещения стола, продольные и поперечные, а также установка по координатам производятся вручную с помощью маховика. Для перемещения стола в продольном направлении нужно, подав маховик от себя с помощью сжатия отжимной пружины, ввести в зацепление шестерни. В нужном положении стол фиксируется рукоятками с помощью эксцентриковых зажимов.

Установочное перемещение стола в продольном направлении можно осуществить механически от электродвигателя быстрого хода. Для этого рукоятка переключения быстрых ходов поворачивается в положение «Стол». При этом вращение гайке ходового винта передается от редуктора через винтовую пару.

Изменение направления быстрых ходов стола осуществляется поочередным нажатием на кнопки привода

стола «Вправо» или «Влево», в результате чего происходит реверсирование электродвигателя быстрых ходов.

Для предотвращения поломок механизма привода быстрого хода стола вследствие перегрузок вал редуктора и вал стола соединены с помощью шариковой предохранительной муфты, рассчитанной на передачу максимального крутящего момента.

**Колонна.** Колонна III крепится на основании. По ее направляющим, призматической и плоской, в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка. В верхней части колонны на кронштейне укреплены ролики, по которым движется цепь противовеса, перемещающегося внутри колонны.

Противовес, уравнивающий массу шпиндельной бабки со шпинделем, состоит из цельной чугунной отливки.

У передней стенки колонны, между направляющими, расположены ходовой винт шпиндельной бабки и шлицевый валик привода шпинделя, укрепленные в верхней части колонны в приставных кронштейнах.

В нижней части колонны располагается установленная на основании коробка скоростей и подач. Управление коробкой, состоящее из рукоятки переключения подач и рукоятки переключения скоростей, выведено на крышку на правой стенке колонны. Рукоятка переключения передачи от привода быстрых ходов на шпиндельную бабку или стол выведена на левую стенку колонны.

Над крышкой установлены два конечных выключателя, ограничивающих перемещение шпиндельной бабки вверх и вниз, и переключатель скоростей двигателя главного привода.

В задней стенке колонны в нише расположен электрошкаф, закрываемый дверкой. Через окна колонны, закрытые крышками, открывается доступ к винтам, крепящим коробку скоростей и подач к основанию.

**Шпиндельная бабка.** Шпиндельная бабка VI перемещается в вертикальном направлении по направляющим колонны. В ней расположены механизмы привода шпинделя, привода

шпиндельной бабки и ручных перемещений. Сменные шпиндели устанавливаются посадочным пояском в корпусе шпиндельной бабки и крепятся шестью гайками.

Механизм привода шпинделя представляет собой клиноременную передачу. Ведущий шкив этой передачи укреплен на вращающейся в подшипниках шлицевой гильзе, которая при перемещении шпиндельной бабки скользит по шлицевому валику колонны, выходящему из коробки скоростей и подач. Ведомый шкив укреплен на валу, имеющем на шлицевом конце кулачковую полумуфту, с помощью которой вращение сообщается шпинделю. Натяжение ремней осуществляется перемещением винта натяжного ролика. Кулачковая муфта — управляемая, ее включение осуществляется рукояткой, расположенной на левой стороне шпиндельной бабки, через валик с эксцентриковым пальцем.

Отключение шпинделя муфтой от кинематической цепи его привода облегчает вращение шпинделя от руки при установке и центрировании по оси шпинделя обрабатываемых деталей.

Механизм ручных перемещений состоит из вращающейся в подшипниках гайки, выполненной заодно с червячным колесом, находящимся в зацеплении с червяком. Червяк сидит на одном валу с маховиком. При вращении маховика вращается гайка, осуществляя перемещение шпиндельной бабки.

При механической подаче, когда вращается ходовой винт, гайка удерживается от проворота самотормозящейся червячной парой. Такое исполнение механизма ручных перемещений позволяет вмешиваться в механическую подачу, благодаря чему сокращается время подвода резца на врезание.

Шпиндельная бабка поджимается к направляющим цельными прижимными планками, расположенными с обратной стороны направляющих. На планке крепятся перемещаемые по высоте кулачки для включения перемещений шпиндельной бабки.

С правой стороны шпиндельной бабки укреплен линейка для отсчета длины обрабатываемой поверхности.

Маховик ручных перемещений снабжен лимбом для отсчета глубины врезания при подрезке торцов.

Ребра внутри корпуса шпиндельной бабки образуют ванну, используемую как масляный резервуар для лубрикации.

**Коробка скоростей и подач.** Коробка скоростей и подач *VII* установлена на основании внутри колонны и служит для передачи вращения от электродвигателя главного привода к валу привода шпинделя и ходовому винту шпиндельной бабки, а также для передачи от электродвигателя быстрых ходов ходовому винту шпиндельной бабки или гайке винта продольных перемещений стола. Она обеспечивает шпинделю шесть рядов частоты вращения.

Внутри ее расположены червячная передача, конические со спиральным зубом и цилиндрические прямозубые шестерни, обеспечивающие необходимые передаточные отношения, механизмы переключения скоростей и подач, двусторонняя муфта обгона. Снизу к коробке крепятся корпус ведомого шкива привода быстрых ходов и (на станке модели 2A78) конический редуктор привода быстрых ходов стола, располагающиеся в основании.

Управление коробкой скоростей и подач осуществляется тремя рукоятками: одна предназначена для переключения скоростей вращения шпинделя; вторая — для переключения величин подач; третья (на станке модели 2A78) — для переключения передачи от привода быстрых ходов на шпиндельную бабку или стол.

Механизм переключения скоростей состоит из одной пары шестерен с эксцентрично расположенными пальцами, на которые насажены камни, входящие в пазы переключающих вилок. При повороте шестерен вилки перемещаются по цилиндрической направляющей, передвигая блоки шестерен на валу *III*.

Механизм переключения подач состоит из шестерни и рейки-вилки. Рейка-вилка, перемещаясь по цилиндрической направляющей, переключает блок шестерен цепи подач на валу *VII*.

Механизм переключения быстрых

ходов в станке модели 2A78 состоит из поворотного рычага с пальцем, на который насажен камень, входящий в выточку перемещаемой шестерни.

В положениях, соответствующих включению определенных положений скоростей и подач, вилки удерживаются шариковыми фиксаторами.

Обгонная двусторонняя муфта на валу *VIII* позволяет осуществлять быстрые ходы, рабочую и ручную подачу шпиндельной бабки. При рабочей подаче наружная обойма муфты, жестко связанная с червячным колесом, получает вращение от червяка и через ролики ведет ступицу, связанную с ходовым винтом; при ручной подаче наружная обойма муфты не вращается, так как ее удерживает самотормозящаяся червячная пара. При быстром ходе средняя обойма муфты через ролики вращает внутреннюю обойму и ходовой винт.

Ролики муфты поджимаются пружинами (Д81-1 0,6×5×25). Благодаря обгонной муфте возможно включение быстрого хода шпиндельной бабки без выключения ее рабочего хода.

Для предотвращения поломок коробки скоростей и подач вследствие перегрузки ходовой винт колонны соединен с помощью шариковой предохранительной муфты, рассчитанной на передачу максимального крутящего момента.

Для транспортировки коробки скоростей и подач выполнено отверстие М12×1,25, закрытое пробкой.

**Сменные шпиндели.** Узел состоит из трех сменных шпинделей *V* с диаметрами резцовых головок 48, 78 и 120 мм.

Шпиндель устанавливается на шпиндельную бабку с учетом диаметра отверстия, которое предстоит растачивать: с диаметром 48 — для расточки отверстий диаметром от 50 до 82 мм; диаметром 78 — от 82 до 125 мм; диаметром 120 — от 125 до 200 мм.

Шпиндели собраны на прецизионных подшипниках качения, причем передние радиально-упорные подшипники установлены с предварительным натягом. Проникновение пыли в подшипники предотвращается лабиринтовыми уплотнениями.

Резцовые головки шпинделей диаметром 78 и 120 мм выполнены съемными. Снимать резцовые головки со шпинделей не рекомендуется.

На торцах шпинделей имеется отверстие для установки индикаторного устройства, применяемого при центрировании обрабатываемой детали. На шпинделе диаметром 48 мм индикаторное устройство устанавливается с помощью переходника.

Центрирование обрабатываемой детали можно производить также с помощью шариковых оправок, вылет которых регулируется винтами.

Вылет резцов регулируется винтами и лимбами, ввинчиваемыми в торцы резцов. С помощью лимба возможна установка резца с точностью 0,02 мм.

**Универсальный шпиндель.** Универсальный шпиндель устанавливается на станок для расточки отверстий диаметром от 27 до 200 мм небольших глубин с помощью борштанг или резцедержателя с точной подачей, а также для сверления или развертывания отверстий в отдельных деталях.

Шпиндель собран на прецизионных подшипниках качения, причем передние радиально-упорные подшипники установлены с предварительным натягом.

Приемный конус шпинделя рассчитан на применение вспомогательного инструмента либо нормального инструмента в сочетании с переходными втулками.

Закрепление инструмента и извлечение его из шпинделя не требует приложения усилия, так как угол приемного конуса достаточно велик ( $10^\circ$ ).

Гайка на конце шпинделя имеет радиусный паз и проточку, в которые входит радиусными выступами на хвостовике специальный инструмент или переходная втулка, что дает возможность легко вставить и закрепить, а также извлечь инструмент, не отвинчивая гайку полностью. Конец приемного конуса шпинделя также снабжен радиусным пазом, в который входит при закреплении в шпинделе инструмент радиусными выступами на хвостовике.

Такое устройство крепления инстру-

мента гарантирует от проворота его в конусе шпинделя и предохраняет шпиндель от повреждений.

#### 14.5. СМАЗКА СТАНКОВ

Механизм шпиндельной бабки и шпиндель смазываются централизованно с помощью лубрикатора с ручным приводом. Через отводы масло подается к подшипникам ведомого шкива и шпинделя, к левым направляющим шпиндельной бабки, к подшипникам гайки ходового винта, к гайке ходового винта, к подшипникам ведущего шкива, к правым направляющим шпиндельной бабки.

Механизмы стола смазываются также централизованно с помощью лубрикатора с ручным приводом. Через отводы масло подается к плоской направляющей для стола, к винтовой передаче, к призматической направляющей для основания, к ходовому винту и гайке продольного движения стола, к плоской направляющей для основания, к призматической направляющей для стола.

Механизмы коробки скоростей и подач, кроме верхних подшипников вертикальных валов, смазываются разбрызгиванием, масляным туманом. Первая смена масла в коробке скоростей и подач рекомендуется после 10 дней работы, вторая — после 20 дней, а в дальнейшем — по спецификации к схеме смазки станков.

Остальные механизмы станка смазываются согласно спецификации к схемам смазки.

Перед пуском станка необходимо:

1. Заполнить масляные емкости салазок стола, шпиндельной бабки, коробки скоростей и подач маслом марки «Индустриальное-20» до уровня середины маслоуказателей.

2. Смазать с помощью пресс-масленок все точки, указанные на схеме смазки.

3. Смазать механизмы шпиндельной бабки с помощью многоточечного лубрикатора, для чего необходимо произвести 5—6 оборотов рукояткой лубрикатора.

4. Смазать механизмы стола с помощью многоточечного лубрикатора,

для чего необходимо произвести 5—6 оборотов рукояткой лубрикатора.

Во время эксплуатации станка необходимо постоянно следить за уровнем масла в глазках маслоуказателей стола, шпиндельной бабки и коробки скоростей и подач, доливать масло в резервуары по мере его расходования.

Схемы смазки станков приведены на рис. 14.4 и 14.5 и в табл. 14.2.

#### 14.6. НАСТРОЙКА И НАЛАДКА СТАНКОВ. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

**Установка частоты вращения шпинделя.** Установка выбранной частоты вращения шпинделя в соответствии с требуемой скоростью резания осуществляется поворотом рукоятки до момента, пока рукоятка не станет в положение, соответствующее выбранной из таблицы на станке частоте вращения шпинделя. После этого нужно поставить переключатель скоростей электродвигателя главного движения в необходимое положение, ориентируясь по буквам в таблице А или Б.

**Установка величины подачи шпиндельной бабки.** Для настройки величины подачи служит рукоятка. Положение рукоятки и соответствующие им подачи даны также в таблице на станке.

При переключении с одной подачи на другую происходит переход через фиксированное нейтральное положение, необходимое для отключения цепи подач при расточке деталей с подачей вручную.

Настройку величины перемещения шпиндельной бабки целесообразно производить при обработке партии одинаковых деталей. Достигается настройка перестановкой кулачков, укрепленных в Т-образном пазу правой прижимной планки шпиндельной бабки.

Кулачок, ограничивающий перемещение бабки вниз, устанавливается таким образом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключателя при выходе резца из растачиваемого отверстия на 3—5 мм.

Кулачок, ограничивающий перемещение бабки вверх, устанавливается с таким расчетом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключателя, когда

шпиндель отойдет от растачиваемого отверстия на расстояние, достаточное для удобной смены инструмента или обрабатываемой детали.

**Установка инструмента.** В зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия подбирается на шпиндельную бабку соответствующий шпиндель. Диапазоны диаметров отверстий и их соответствие видам шпинделей указаны в паспорте станка.

После окончания центрирования изделия резец подводится режущей гранью к поверхности отверстия. Затем с помощью лимба на резцовой головке (либо с помощью наездника с индикатором) отсчитывается добавочное движение резца, необходимое для получения нужного размера отверстия. Величина припуска на обработку не должна выходить за пределы, указанные в табл. 14.3.

**Установка изделия.** Блоки цилиндров автомобильных двигателей устанавливаются непосредственно на стол станка и крепятся прихватами. Гильзы устанавливаются в приспособление, которое также крепится на столе.

Ось растачиваемого отверстия должна точно совпадать с осью шпинделя. Эксцентричность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. Соосность достигается с помощью приспособления для центрирования или центроискателя с индикатором, а также шариковых оправок.

При установке блока цилиндров центрирование ведется по поверхности зеркала цилиндра.

При установке приспособления для расточки гильз центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего кольца наладки, установленной в приспособлении.

При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода с помощью рукоятки на шпиндельной бабке.

Перемещение растачиваемой детали в продольном и поперечном направлениях при центрировании производится продольным и поперечным движением стола или перемещением детали по плоскости стола ручным способом.

Для закрепления обрабатываемого изделия стол станка имеет пять Т-образ-

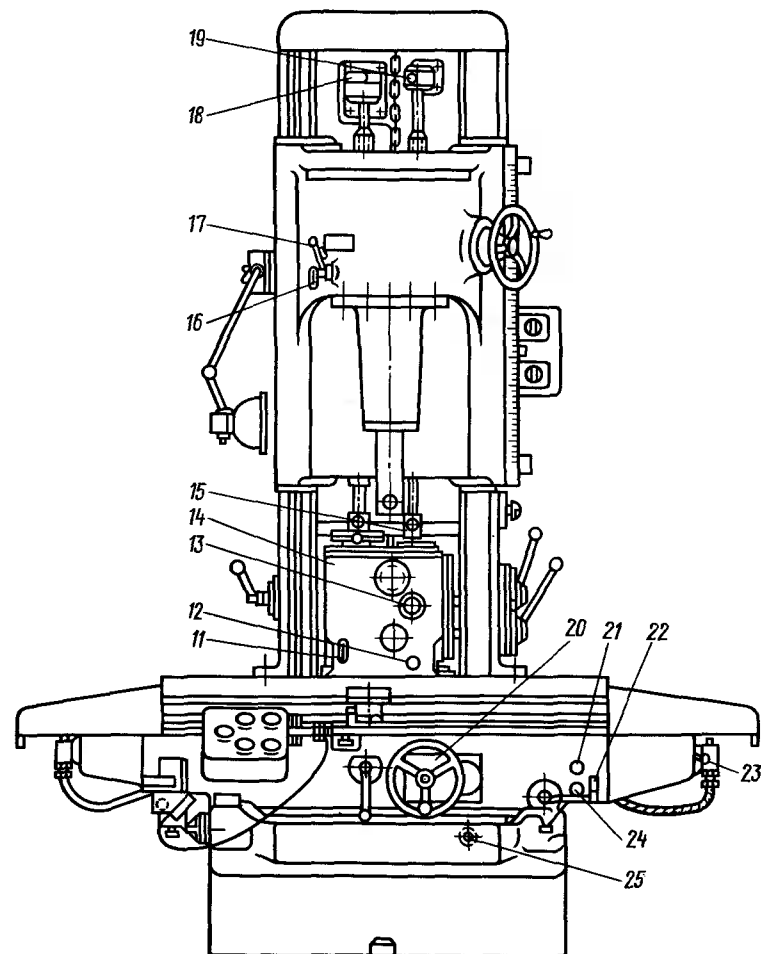
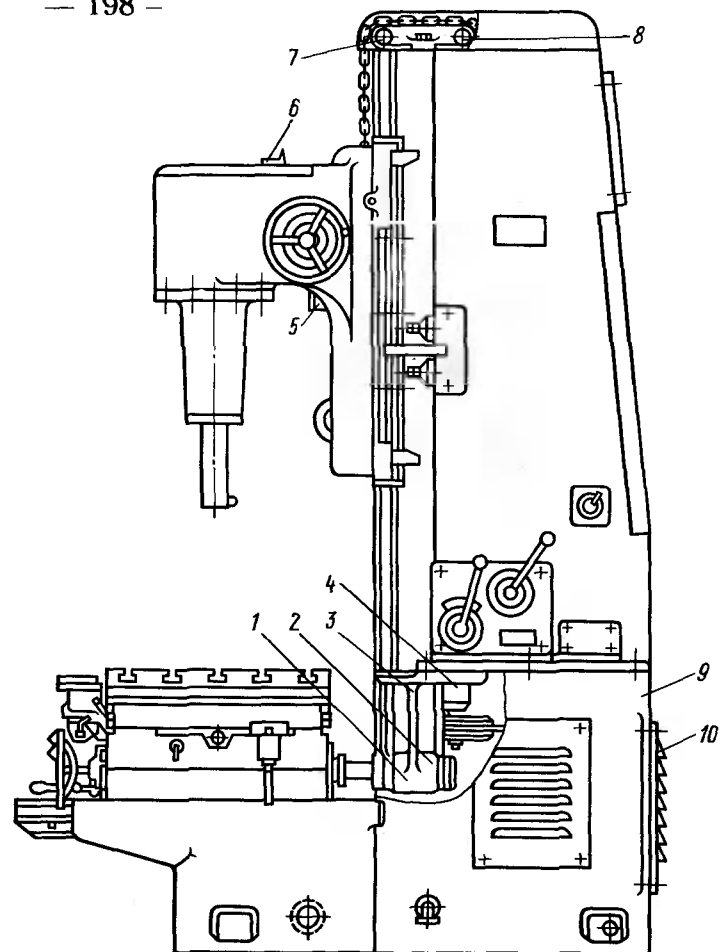


Рис. 14.4. Схема смазки станка 2А78

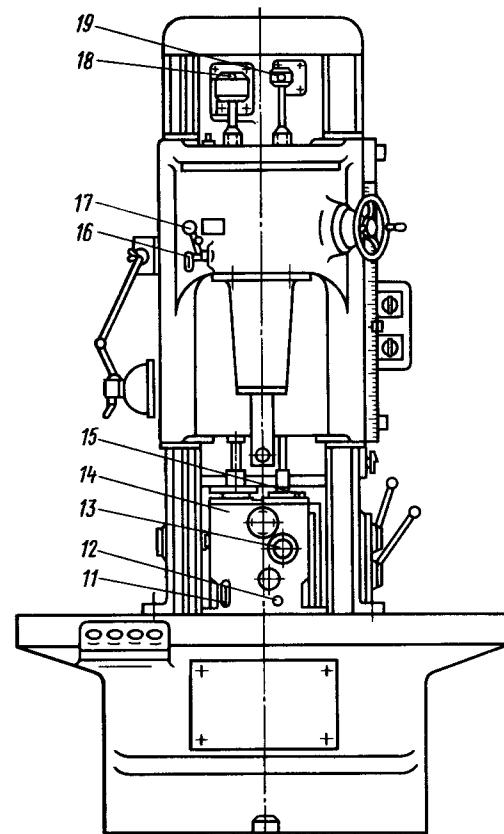
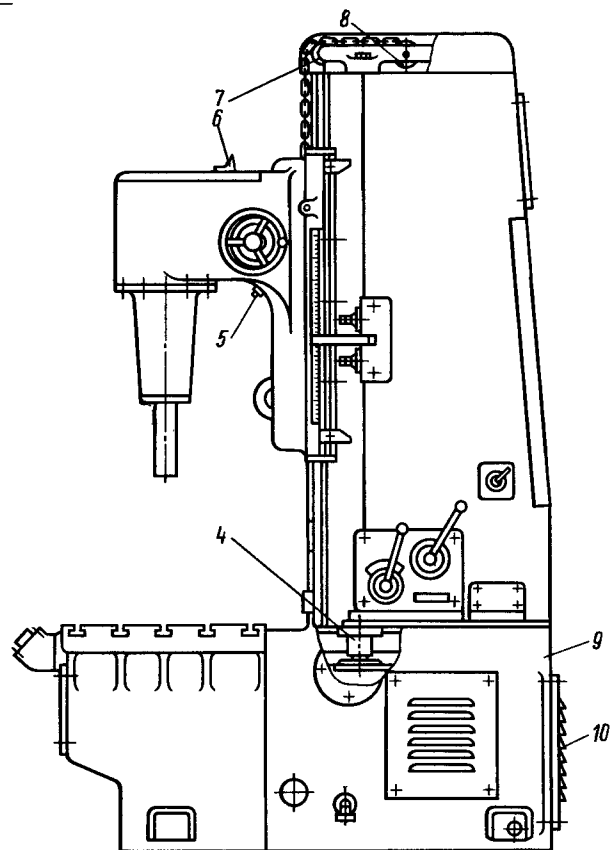


Рис. 14.5. Схема смазки станка 2A78H

# 14.2. Карта смазки

Позиции на рис. 14.4 и 14.5	Наименование смазываемых устройств	Режим смазки или смена масла	Марка смазочного материала ГОСТ	Примечание
1	Резервуар конического редуктора	При ремонте станка	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	0,14 кг
2	Нижний подшипник вертикального вала конического редуктора	То же	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
3	Верхний подшипник вертикального вала конического редуктора		ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
4	Подшипники ведомого шкива привода быстрых ходов		ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
5	Пробка слива масла из резервуара шпиндельной бабки	—	—	—
6	Рукоятка лубрикатора для смазки механизмов шпиндельной бабки	2 раза в смену	—	Рукояткой лубрикатора сделать 5—6 оборотов
7	Подшипник переднего ролика цепи противовеса	1 раз в 3 месяца	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
8	Подшипник заднего ролика цепи противовеса	То же	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
9	Подшипники электродвигателя привода быстрых ходов	1 раз в год	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
10	Подшипники электродвигателя главного движения	То же	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
11	Указатель уровня масла в резервуаре	—	—	—
12	Пробка слива масла из резервуара коробки скоростей и подач	—	—	На станке модели 2А78 стол переместить в переднее положение
13	Пробка для заливки масла в резервуар коробки скоростей и подач	Полная смена масла 1 раз в 3 месяца	Масло «Индустриальное-20»	4,5 л
14	Верхний подшипник вертикального вала подач коробки скоростей и подач	При ремонте станка	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
15	Пресс-масленка смазки верхнего подшипника вертикального вала главного движения коробки скоростей и подач	1 раз в 3 месяца	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
16	Указатель уровня масла в резервуаре шпиндельной бабки	—	—	—
17	Пробка для заливки масла в резервуар шпиндельной бабки	Полная смена масла 1 раз в 3 месяца	Масло «Индустриальное-20»	2,5 л
18	Пресс-масленка смазки опоры ходового винта	1 раз в неделю	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
19	Пресс-масленка смазки опоры вала главного движения	2 раза в неделю	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—
20	Пресс-масленка смазки направляющей втулки маховика ручных перемещений стола	1 раз в неделю	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—



Позиция на рис. 14.4 и 14.5	Наименование смазываемых устройств	Режим смазки или смена масла	Марка смазочного материала ГОСТ	Примечание
21	Пробка для заливки масла в резервуар салазок стола	Полная смена масла 1 раз в 3 месяца	Масло «Индустриальное-20»	1 л
22	Указатель уровня масла в резервуаре салазок стола	—	—	—
23	Рукоятка лубрикатора для смазки механизмов стола	2 раза в смену	—	Сделать рукояткой 5—6 оборотов
24	Пробка слива масла из резервуара салазок стола	—	—	—
25	Пресс-масленка смазки гайки ходового винта поперечных перемещений стола	1 раз в неделю	ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267—74	—

## 14.3. Средние режимы резания при тонком точении

Обрабатываемый материал	Инструмент с алмазом			Инструмент с твердым сплавом		
	глубина резания $t$ , мм	подача $S$ , мм/об	скорость резания $v$ , мм/мин	глубина резания $t$ , мм	подача $S$ , мм/об	скорость резания $v$ , мм/мин
Баббит, белый металл	0,05—0,25	0,04—0,10	400—800	0,05—0,45	0,03—0,10	400—800
Алюминий, латунь	0,05—0,35	0,02—0,08	400—800	0,05—0,45	0,03—0,10	200—600
Бронза	0,05—0,35	0,02—0,08	400—800	0,05—0,45	0,03—0,10	150—500
Конструкционная сталь	—	—	—	0,08—0,35	0,04—0,12	150—300
Серый чугун (НВ 160)	—	—	—	0,05—0,55	0,04—0,12	100—200
Серый чугун (НВ 360)	—	—	—	0,10—0,20	0,125—0,20	30—40

ных пазов. В случае необходимости следует использовать для закрепления обрабатываемой детали на столе станка прижимные планки, болты и гайки других размеров и форм, отличных от поставленных со станков, а также сухари и домкратики;

они изготавливаются самим потребителем в соответствии с размерами и конструкцией обрабатываемого изделия.

**Рекомендуемые режимы резания при тонком точении.** При тонком точении применяются высокие скорости резания (от 30 до 1000 м/мин и выше), подачи от 0,02 до 0,2 мм/об при глубине резания 0,05—0,6 мм (табл. 14.3).

**Регулировка станков.** В процессе эксплуатации станка возникает необходимость в регулировании отдельных узлов и элементов с целью восстановления их нормальной работы.

Ниже указаны требующие регулирования узлы и способы их регулирования.

Клиноременная передача от электродвигателя главного движения к коробке скоростей и подач помещается в основании и колонне. При ослаблении ремней вследствие их вытяжки следует, сняв крышку с жалюзиями, ослабить гайки, удерживающие подмоторную плиту, подтянуть ремни опусканием подмоторной плиты с мотором, вновь затянуть гайки и поставить крышку.

Клиноременная передача от электродвигателя быстрых ходов к коробке скоростей и подач расположена в основании. При ослаблении ремней вследствие вытяжки их натягивают подвинчиванием натяжного винта на левой стенке основания, перемещая электродвигатель с подмоторной плитой.

Клиноременная передача от коробки скоростей и подач к шпинделю помещается в шпиндельной бабке. При ослаблении ремней следует снять верхнюю крышку, ослабить контргайку винта на рычаге натяжного ролика, подтягивая винт, натянуть ремни.

Особенности регулирования зазора между направляющими колонны и шпиндельной бабки. Вследствие износа направляющих колонны и шпиндельной бабки увеличивается зазор между ними, что отрицательно сказывается на качестве обрабатываемой поверхности. Зазор не должен превышать 0,03 мм. Регулировка его производится подшлифовкой планок, прижимающих бабку к направляющим колонны.

#### 14.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

**Приспособление для центрирования детали.** Приспособление (рис. 14.6) предназначено для совмещения оси шпинделя с осью обрабатываемого отверстия перемещением изделия на столе станка. Приспособление состоит из колодки 2, ввинчиваемой в торец резцовой головки шпинделя, державки 1 с гайкой 3 цапгового зажима на конце для крепления индикатора 4. Рычаг 5 свободно поворачивается на оси 6, касаясь упором на конце одного плеча обрабатываемой поверхности, другим — измерительного штифта индикатора 4.

Подвод к обрабатываемой поверхности упора рычага производится пере-

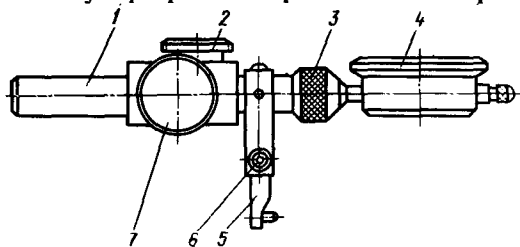


Рис. 14.6. Приспособление для центрирования деталей

мещением державки 1 в колодке 2, положение фиксируется винтом 7.

**Резцедержатель с точной подачей.** Резцедержатель с точной подачей (рис. 14.7) предназначен для расточки отверстий диаметром 27—200 мм. В комплект резцедержателя входят две переходные втулки 6, две державки резцов 4 и 10, оправка 12 и ключ. Оправка 12 служит для расточки отверстий диаметром 27—80 мм, глубиной до 70 мм; державка 10 — для обработки отверстий диаметром 80—150 мм, глубиной до 80 мм; державка 4 — для отверстий диаметром 150—200 мм, глубиной до 200 мм. При расточке отверстий малых размеров резец закрепляется непосредственно в одной из переходных втулок 6.

Подача резца на углубление производится перемещением ползуна 3, на котором закреплена державка (оправка) в направляющей конической оправки 1 типа «ласточкин хвост» с помощью винта 2, имеющего лимб 9 с ценой деления 0,01 мм. Накопленная ошибка на десять делений лимба — не более 0,01 мм. Наибольшее перемещение ползуна 3—17,5 мм. Фиксирование положения ползуна производится винтом 8, крепление державок на ползуне — винтом 13, переходных втулок в ползуне — винтом 7. Резцы в державке закрепляются винтами 5, в оправке 12 — винтом 11.

**Центроискатель с индикатором.** Центроискатель с индикатором (рис. 14.8) предназначен для совмещения оси шпинделя с осью отверстия или цилиндрического выступа в закрепленном изделии; установки горизонтальной плоскости обрабатываемого изделия перпендикулярно оси шпинделя или параллельно плоскости стола; установки вертикальной плоскости обрабатываемого изделия (грани) или образующей цилиндрической поверхности изделия параллельно перемещению в продольном и поперечном направлениях.

Центроискатель с индикатором состоит из конической оправки 15, соединенной с корпусом 4, на котором закрепляется индикатор 1. На цилиндрический выступ оправки 15 напескована направляющая планка 14, по

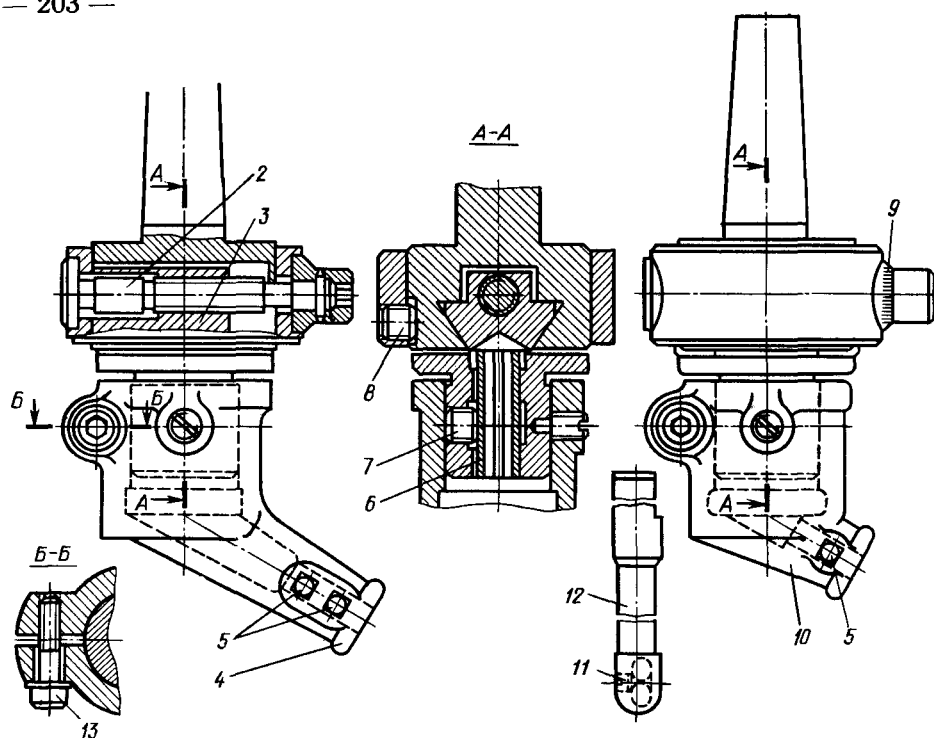


Рис. 14.7. Резцедержатель с точной подачей

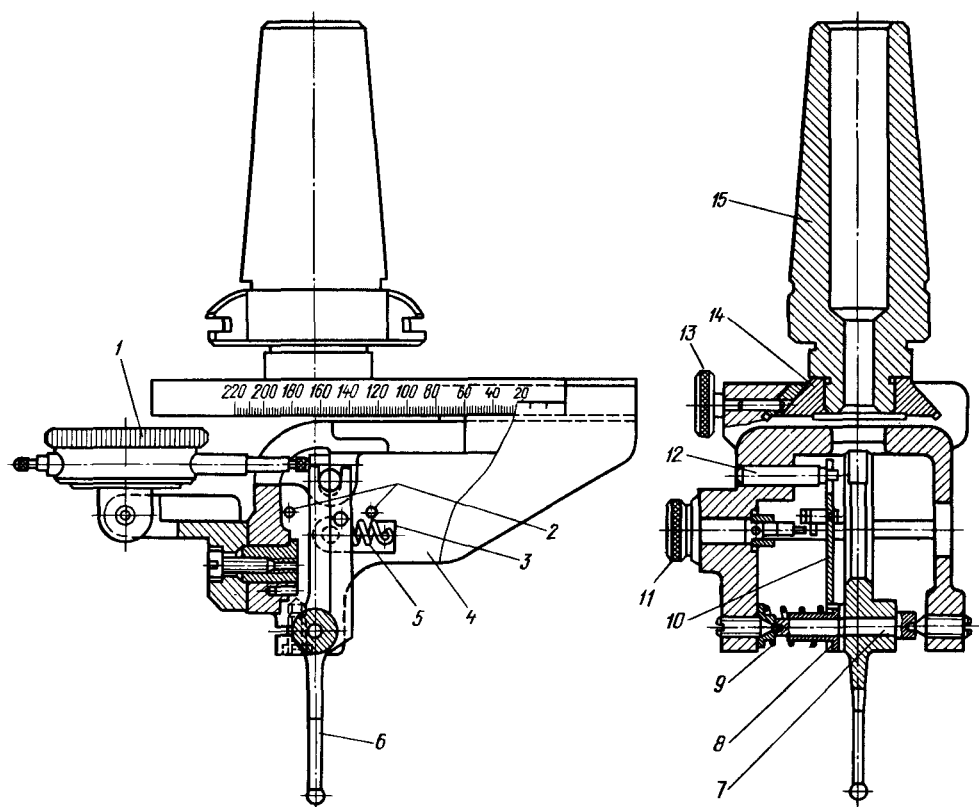


Рис. 14.8. Центроискатель с индикатором

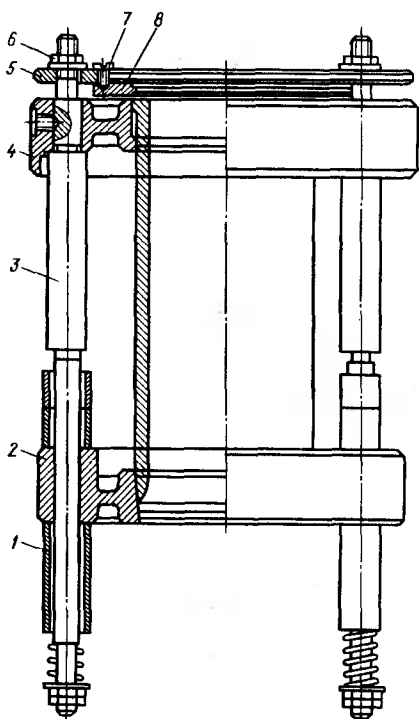


Рис. 14.9. Наладка

которой перемещается корпус 4. На направляющей планке нанесена шкала, показывающая диаметр окружности, по которой надлежит установить контактирующий рычаг 6. Фиксирование положения корпуса 4 на планке 14 производится винтом 13.

Контактирующий рычаг 6 насажен на ось 7, помещенную в центрах. Центры отрегулированы таким образом, чтобы ось легко вращалась и не имела при этом никакого люфта.

На торце ступицы рычага 6 имеется два паза, в которые входит зуб втулки 8. Пружиной 5 планка притягивается к штифту 12.

В зависимости от вида проводимой установки — по наружной или внутренней поверхности изделия — пружина 5 действует на планку 10, прижимая ее к одной стороне штифта 12 или к другой (диаметрально противоположно). Для изменения направления действия пружины 5 поворачивается рычаг 3 с помощью винта 11. Выгравированные на корпусе 4 буквы показывают, для какой

установки поставлен контактирующий рычаг: Н — по наружной, В — по внутренней поверхности.

Фиксация положения рычага 3 осуществляется пружинкой 5, прижимающей рычаг 3 к одному из штифтов 2.

Контактирующий рычаг 6 одним своим концом, имеющим форму шарика, касается поверхности изделия, вторым концом, имеющим отполированную плоскость, упирается в штифт индикатора.

Индикатор 1 своим хвостовиком зажимается в кронштейне, укрепленном на корпусе 4.

При проверке торцов индикатор поворачивается измерительным штифтом вниз.

Для того чтобы контактирующий рычаг 6 при этом не мешал, следует его повернуть на угол  $90^\circ$  вокруг оси В. В этом положении он фиксируется с помощью пружины 9.

**Приспособление для установки наладок и наладки.** В узел входят приспособление для установки наладок, наладки для расточки гильз, винты длиной 120 мм для крепления приспособления на столе станка.

Каждая наладка состоит из двух чугунных колец 2 и 4 (рис. 14.9), соединенных тремя стяжками 3. Нижнее кольцо 2 подпружинено и может перемещаться по стяжкам в вертикальном направлении.

Обрабатываемая деталь центрируется в наладке по внутренней поверхности колец 2 и 4, прижимается к верхнему торцу кольцом 5 и крепится тремя гайками 6 с шайбами. К кольцу 5 крепится двумя винтами 7 одна из трех сменных вставок 8. При обработке отверстий большого диаметра вставка снимается и гильза прижимается к центрирующей поверхности кольца 4 непосредственно кольцом 5.

Нижнее кольцо 2 центрирует обрабатываемую деталь внутренней конической поверхностью. С помощью трех съемных втулок 1 кольцо 2 настраивают по длине обрабатываемой детали.

Приспособление (рис. 14.10) состоит из корпуса 4 и крышки 1, соединенных шарнирами.

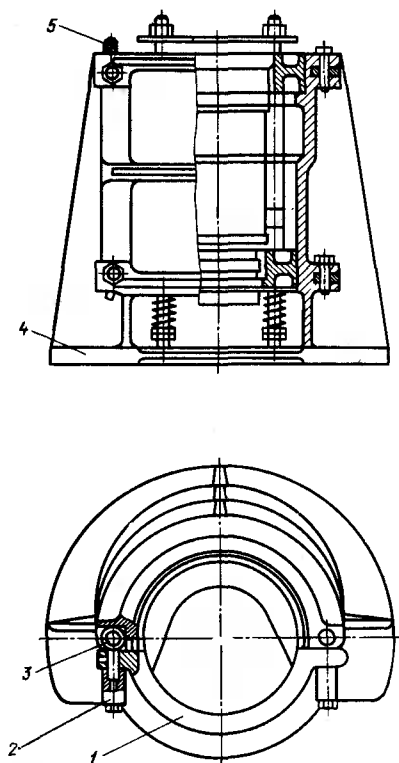


Рис. 14.10. Приспособление для установки наладок

Чтобы установить наладку в приспособление, нужно вставить ее в корпус 4, закрыть крышку 1, пропустить сквозь отверстия в корпусе 4 и винтах 3 штырь 5, равномерно зажать гайками 2.

Наладка упирается нижним торцом верхнего кольца в приспособление и центрируется в корпусе по наружной поверхности колец.

**Эталон и наездник.** Наездник и эталон предназначены для установки резца шпинделя диаметром 78 мм на заданный размер расточки.

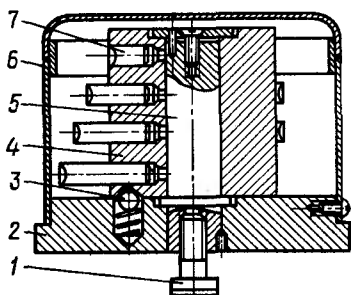


Рис. 14.11. Эталон

Эталон (рис. 14.11) представляет собой барабан 4, диаметр которого соответствует резцовой головке шпинделя.

В барабан 4 запрессованы десять штырей 7, шлифованных на десять ходовых ремонтных размеров расточки цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Около каждого штыря выгравирован размер.

Барабан может поворачиваться на оси 5, закрепленной в плите 2. Положения барабана 4 фиксируются фиксатором 3. В торец оси 5 ввернут винт 1 с головкой для Т-образного паза. Эталон заводится в Т-образный паз стола головкой винта 1 и поворотом эталона затягивается на винте 1, закрепляется в нужном месте на столе станка. Эталон закрывается крышкой 6.

Наездник (рис. 14.12) состоит из призматического корпуса 3, в отверстие которого вставляется державка 5 с внутренним стержнем-упором 4, в который упирается измерительный штифт индикатора 7. Индикатор 7 в державке 5 крепится гайкой 6 цапгового зажима. Подвод индикатора 7 с упором 4 к штырю эталона производится перемещением державки 5 в наезднике, положение фиксируется винтом 1.

Наездник устанавливается ножками на наружный диаметр эталона 2 так, чтобы измерительный штифт индикатора

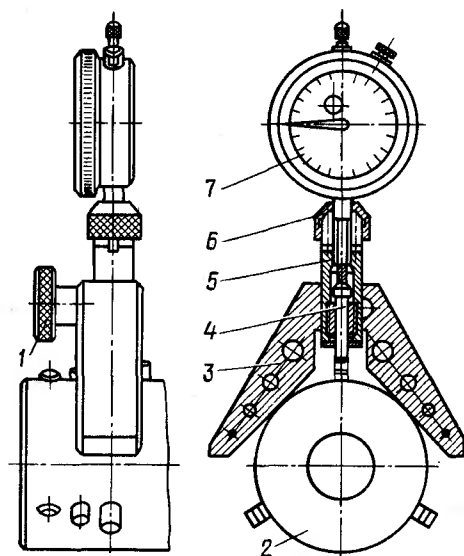


Рис. 14.12. Наездник

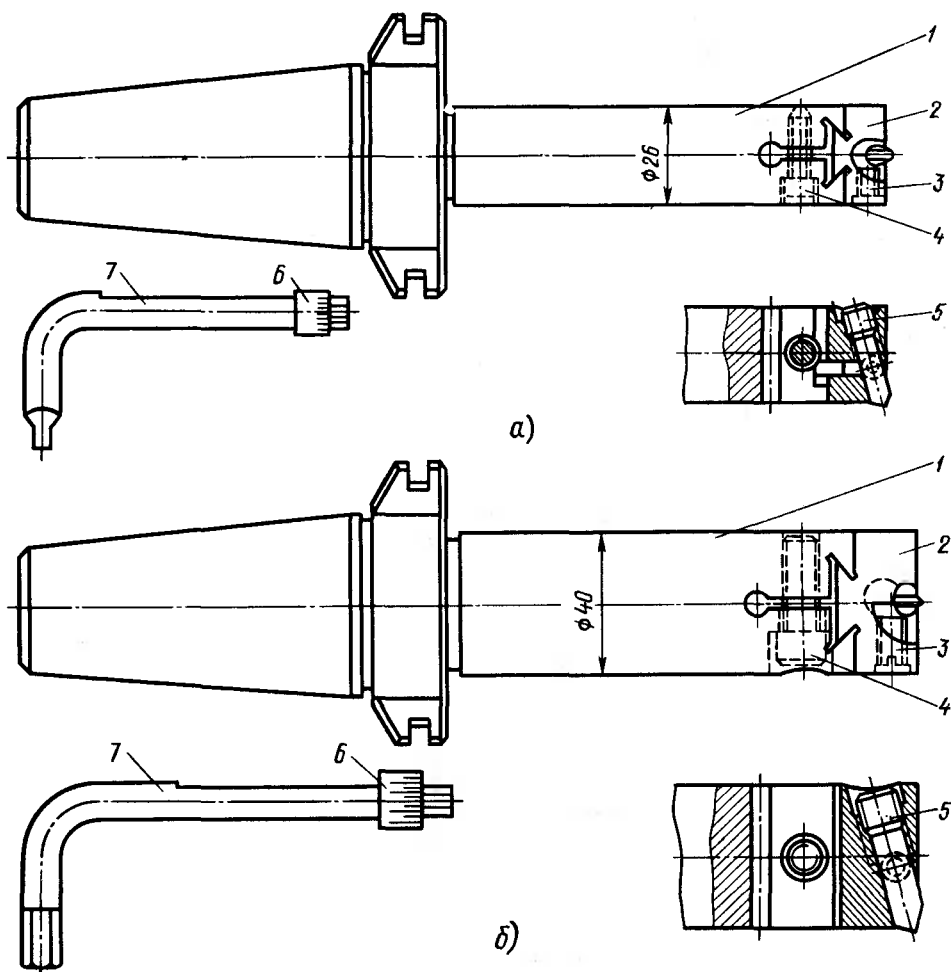


Рис. 14.13. Борштанги для расточки отверстий:  
а — диаметром 27—42 мм, б — диаметром 42—65 мм

ра 7 через упор 4 упирался в один из штырей эталона 2, определяющего заданный диаметр настройки резца. Фиксируется показание индикатора. На резцовую головку шпинделя наездник устанавливается так же, как и на эталон 2, причем измерительный штифт индикатора 7 через упор 4 должен упираться в режущую кромку резца. Резец выводится из резцовой головки до тех пор, пока индикатор не будет показывать значение, зафиксированное при настройке на эталоне, и фиксируется винтом. Таким образом, резец настроен на расточку диаметра, определяемого эталоном.

**Борштанги.** Борштанга (рис. 14.13, а) предназначена для расточки отверстий диаметром от 27 до 42 мм,

глубиной до 110 мм; борштанга (рис. 14.13, б) — для расточки отверстий диаметром от 42 до 65 мм, глубиной 150 мм.

Борштанги крепятся непосредственно в конусе универсального шпинделя. Установочное перемещение резца к обрабатываемой поверхности производится перемещением ползуна 2 в направляющей конической оправки 1 типа «ласточкин хвост». Положение ползуна 2 фиксируется винтом 4. Подача резца на углубление производится винтом 5, упирающимся в торец резца. Положение резца фиксируется винтом 3. Вращение винта 5 осуществляется ключом 7, имеющим лимб 6 с ценой деления 0,01 мм, что позволяет с этой же точностью устанавливать резец.

# ГЛАВА 15 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ СЕЛЬХОЗМАШИН

## 15.1 СТАНОК МОДЕЛИ РР4 ДЛЯ РАСТОЧКИ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Назначение и техническая характеристика станка.** Расточный станок модели РР4 предназначен для чистовой расточки посадочных мест под вкладыши и вкладышей коренных подшипников тракторных, автомобильных и комбайновых двигателей в сборе с блоком, для расточки колес сельскохозяйственных машин диаметром до 1500 мм.

На станке можно выполнять операции по расточке базисных деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин с применением плавающей борштанги.

### Техническая характеристика станка РР4

#### Основные размеры

Диаметр шпинделя, мм	50
Наибольшее осевое перемещение шпинделя, мм	200
Расстояние от оси шпинделя до поверхности стола, мм:	
наибольшее	800
наименьшее	300
Размеры крепежной поверхности стола, мм	1120×500
Ручное перемещение шпинделя за один оборот рукоятки	5
Габаритные размеры станка, мм (длина × ширина × высота)	1810×830×1130
Масса станка, кг	810

#### Борштанги

Тип	Плавающая		
Соединение со шпинделем	Шарнирное		
Диаметр борштанги номинальный	70	50	30
Количество гнезд для резцов	15	11	2
Диаметр резца, мм	14	10	8

#### Привод

Род привода	Индивидуальный электромотор АОЛ-32/4
Частота вращения, об/мин	1410
Мощность, кВт	1,0

### Механизм главного движения

Сменные зубчатые колеса      Частота вращения шпинделя, об/мин

A	B	
30	51	40
37	44	56
44	37	80
51	30	112

### Механизм подачи

Число подач	1 (реверсивная)
Подача, мм/об	0,08

**Устройство и эксплуатация станка.** Станок состоит из фундаментной плиты 1 (рис. 15.1), на которой закреплена тумба 2 с вертикальными направляющими. Шпиндельная бабка 9 смонтирована на направляющих тумбы.

Плита является одновременно столом для установки обрабатываемых деталей или приспособлений. Для закрепления изделий и приспособлений плита имеет три продольных Т-образных паза.

С помощью винта 8 шпиндельная бабка может перемещаться в вертикальном направлении, при этом изменяется расстояние от поверхности плиты до оси шпинделя. Величина этого расстояния (в мм) отмечается по линейке указателем.

Внутренняя полость тумбы служит шкафом для инструмента и принадлежностей. В шпиндельной бабке смонтированы все механизмы станка и шпиндель. На корпусе бабки установлен электромотор.

Вращение от электромотора через эластичную муфту передается приемному валу редуктора шпиндельной бабки, затем через пару зубчатых колес, гитару скоростей и вторую пару зубчатых колес — шпинделю. Изменение скорости вращения шпинделя осуществляется за счет сменных шестерен гитары. В комплекте станка имеются две пары сменных шестерен, обеспечивающих четыре различные скорости шпинделя.

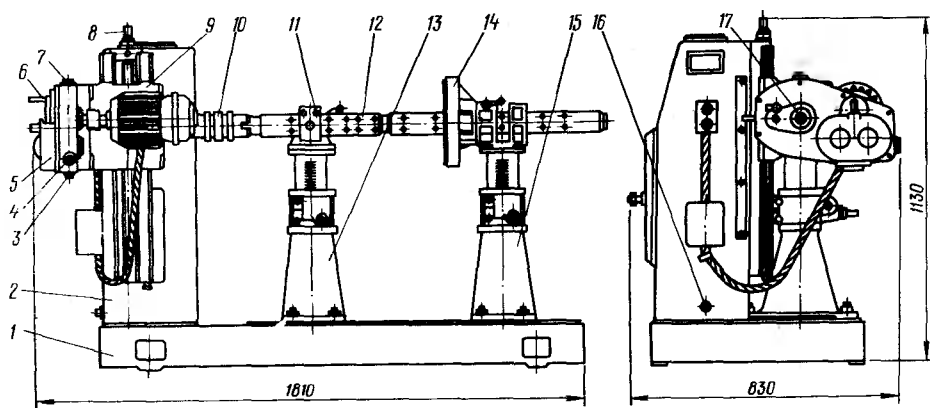


Рис. 15.1. Общий вид станка модели PP4:

1 — плита, 2 — тумба, 3 — сливная пробка, 4 — маслоуказатель, 5 — кожух сменных шестерен, 6 — кнопка включения подачи, 7 — заливная пробка, 8 — винт подъема, 9 — шпиндельная бабка, 10 — шарнирный патрон, 11 — опора борштанги, 12 — борштанга, 13 — стойка передняя, 14 — планшайба, 15 — стойка задняя, 16 — болт заземления, 17 — винт подачи

Установка шестерен и соответствующие им скорости вращения шпинделя указаны в таблице, укрепленной рядом с кожухом сменных шестерен, и в паспорте станка.

Шпиндель вращается в двух нерегулируемых подшипниках. Внутри шпинделя на шпонке смонтирована пиноль, которая вращается вместе со шпинделем и может иметь осевое перемещение относительно шпинделя.

К переднему концу пиноли с помощью специального шарнирного патрона можно присоединить борштангу 12, которая будет вращаться вместе с пинолью и шпинделем, а подача будет осуществляться за счет осевого перемещения пиноли относительно шпинделя. Движение подачи передается пиноли от винта 17. Винт подачи имеет хвостовик с квадратом под ключ. Его можно вращать от руки с помощью рукоятки (ускоренное перемещение пиноли) и механически (рабочая подача). Величина механической подачи — 0,08 мм/об при любой частоте вращения шпинделя; направление подачи может быть изменено при одном и том же направлении вращения шпинделя.

Для включения механической подачи в нужном направлении служит кнопка 6, имеющая три положения: среднее, при котором подача выключена, переднее, при котором подача направлена вперед (от шпиндельной

бабки), и заднее, при котором подача направлена назад (к шпиндельной бабке). Ручное перемещение пиноли с помощью рукоятки может производиться только при выключенной механической подаче. Перед пуском станка необходимо снять рукоятку. Воспрещается пользоваться рукояткой на ходу.

Для предохранения от поломок механизма подачи в переднем и заднем крайних положениях пиноли винт подачи выходит из гайки, подача, как механическая, так и ручная, выключается. Для введения в зацепление винта и гайки подачи необходимо выключить механическую подачу и, проворачивая винт от рукоятки, отжимать рукой пиноль назад (если выключение произошло в переднем крайнем положении) или вытягивать (если выключение произошло в крайнем заднем положении).

Станок укомплектован тремя борштангами диаметрами 70, 50 и 30 мм с двумя парами кронштейнов и опор, а также четырьмя подкладками под них.

**Уход за станком.** Срок службы станка и точность его работы зависят от ухода за станком. Необходимо особо следить за смазкой станка. Во время работы фитильные масляные шпиндели должны быть заправлены маслом.

Картер редуктора заправляют маслом по принятой схеме. После первых 20—30 ч работы масло из картера необходимо слить, залить в картер



1 л керосина и включить станок на холостом ходу на 2—3 мин, после чего слить керосин и заправить картер чистым машинным маслом. В дальнейшем смену масла в картере следует производить 1 раз в 3 месяца. При каждой смене масла рекомендуется делать промывку картера керосином.

Сменные шестерни следует содержать в чистоте, оберегать от забоин и других повреждений; хранить их следует в тумбочке станка. После установки сменных шестерен зубья следует смазать небольшим количеством густой смазки (солидол синтетический УСс2 ГОСТ 4366—76). При работе станка кожух сменных шестерен должен быть закрыт.

При регулировке и настройке станка следует пользоваться специальным инструментом и ключами, приложенными к станку. Не рекомендуется производить разборку станка или его узлов без крайней необходимости.

Особое внимание необходимо уделять состоянию резцов, так как неправильная их заточка или чрезмерное затупление могут понизить параметр шероховатости обрабатываемой поверхности и вызвать вибрации борштанги при расточке.

Станок и все его принадлежности следует содержать в чистоте. Особенно нужно следить за чистотой борштанг, подшипников и стоек. После окончания работы борштанги и подшипники необходимо тщательно промыть керосином и смазать чистым маслом. Хранить борштанги, опоры и все принадлежности станка следует в специальном ящике, присылаемом со станком, который должен стоять рядом с рабочим местом.

## 15.2. СТАНОК МОДЕЛИ УРБ-ВПМ ДЛЯ РАСТОЧКИ ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Назначение и техническая характеристика станка.** Станок УРБ-ВПМ предназначен для чистовой расточки отверстий в шатунных вкладышах и втулках, залитых антифрикционными цветными сплавами (баббит, свинцовистая бронза и др.).

Не рекомендуется использовать станок не по назначению (для расточки стали и чугуна, для сверловки и т. п.)

### Техническая характеристика

#### Основные размеры

Диаметр расточки, мм:	
наибольший	100
наименьший	28
Длина шатуна, мм:	
наибольшая	406
наименьшая	160
Наибольшее перемещение шпинделя	265
Высота оси шпинделя над станком	153
Расстояние от конуса шпинделя до оси призмы:	
наибольшее	266
наименьшее	1
Конусное гнездо шпинделя	Морзе № 4, укороченный
	80
Диаметр борштанги	
Габаритные размеры, мм (длина × ширина × высота)	1350 × 890 × 1180
Масса, кг	550

#### Привод

Род привода	Индивидуальный, электродвигатель АОЛ-32/4
Частота вращения, об/мин	1410
Мощность, кВт	1,0

#### Ремень привода шпинделя

Профиль ремня	Клиновой тип А
Длина, мм	2025

#### Механизм главного движения

Диаметр шкива, мм:	
на электродвигателе	82
	112
на приемном валу	192
	162
Частота вращения шпинделя, об/мин	600
	975
Крутящий момент на шпинделе по приводу, Н·м	1,6
	1,0
Мощность шпинделя по приводу, кВт	1
	1

#### Механизм подачи

Число подач	1
Подача, мм/об	0,04

**Устройство станка.** Все основные узлы монтируются на станине, покоящейся на двух тумбах (рис. 15.2). В

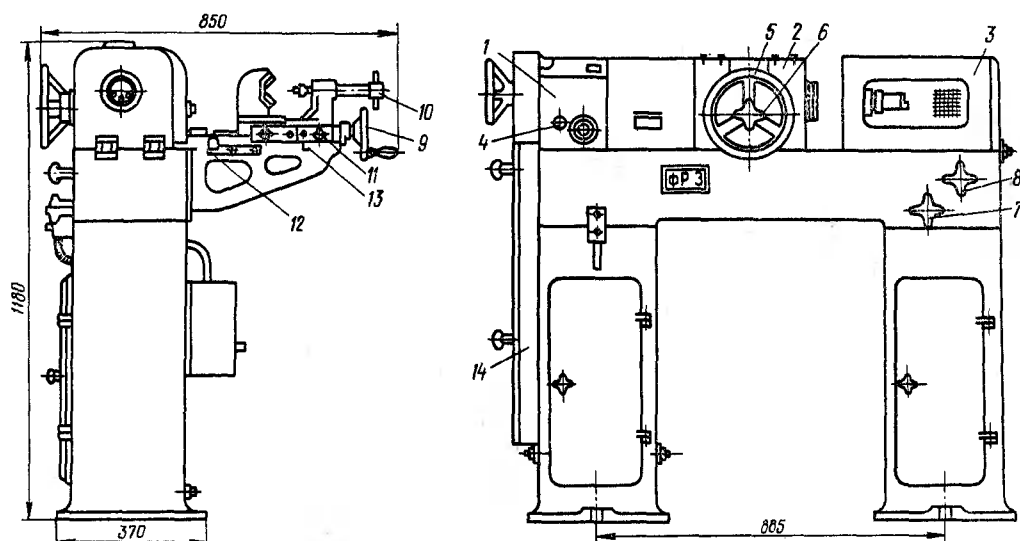


Рис. 15.2. Общий вид станка УРБ-ВПМ:

1 — коробка подачи, 2 — стойка шпинделя, 3 — кожух для стружки, 4 — маслоуказатель коробки подачи, 5 — маховичок ручного перемещения шпинделя, 6 — рукоятка включения механической подачи, 7 — рукоятка подъема установочного штока, 8 — рукоятка закрепления штока, 9 — маховичок перемещения салазок с призмой, 10 — винт крепления верхней головки шатуна, 11 — рукоятка закрепления салазок, 12 — упор неподвижный, 13 — упор подвижный, 14 — ограждение ремня

левой тумбе на качающейся плите установлен приводной электродвигатель. Правая тумба представляет собой шкаф для инструмента и принадлежностей станка. На левом конце станины укреплен шкаф подачи 1, в которой смонтирован вал привода шпинделя и две червячные пары механизма подачи. На некотором расстоянии от коробки подачи на станине установлена шпиндельная стойка 2. В ней смонтированы гильза шпинделя и механизм включения подачи. Внутри гильзы помещен шпиндель, передней опорой которого является конусная бронзовая втулка, а задней — группа подшипников качения (радиальный и два упорных). Механизм подачи станка состоит из двух червячных пар, расположенных в коробке подачи, и червячной пары, фрикционной муфты включения и шестерни, находящейся в зацеплении с рейкой гильзы, помещенных в шпиндельной стойке. Фрикционная муфта включения подачи одновременно является предохранительным звеном механизма подачи, поэтому включение ее следует производить только вручную, избегая излишнего затяга фрикционной муфты с помощью како-

го-либо инструмента. Между коробкой подачи и стойкой шпинделя установлен съемный кожух.

На стойке шпинделя справа смонтирован откидной кожух для улавливания стружки, а рядом со стойкой в станине помещен лоток для сброса стружки. На правом конце станины находится механизм установки шатунов по высоте, состоящий из выдвижного штока и устройства для его подъема и закрепления.

С тыльной стороны правого конца станины укреплен кронштейн, на котором с помощью маховика перемещаются салазки с призмой и винтовым упором для установки и крепления верхней головки шатуна в сборе с поршневым пальцем.

Инструмент — проходные и подрезные (для галтелей) резцы, они крепятся в резцовых головках, прилагаемых к станку. Головкой  $\varnothing 25$  мм растачивают отверстия диаметром до 55—60 мм; а головкой  $\varnothing 50$  — до 100 мм. Головки вставляются конусным хвостовиком в конусное отверстие шпинделя. Снимают головки отжимной гайкой с помощью ключа. Привод станка

осуществляется от электродвигателя клиновым ремнем.

**Эксплуатация и уход за станком.** Срок службы станка и точность зависят от внимательного и аккуратного ухода за ним.

Перед тем как приступить к работе на станке, необходимо проверить натяжение ремня, наличие смазки в корпусе коробки передач 1 по маслоуказателю 4 (рис. 15.2), в корпусе шпиндельной стойки 2 и в гильзе шпинделя.

Все перечисленные узлы следует смазывать отфильтрованным машинным маслом «Л». Заливают масло в корпус через крышки, а в гильзу шпинделя — через отверстие, закрытое пробкой. Смазка шпинделя возобновляется по мере расходования. Смена масла в корпусах — через 6 месяцев.

Необходимо проверить правильность регулировки зазоров в направляющих гильзы шпинделя и в передней опоре шпинделя во втулке. Эту проверку следует производить периодически, особенно в первые месяцы работы станка.

Для этого необходимо выключить механическую подачу поворотом влево рукоятки 6 (рис. 15.2), маховиком ручной подачи 5 гильзу выдвинуть вперед на 180—200 мм.

На станину станка устанавливают штатив с индикатором, мерный штифт которого опирается на поверхность гильзы. Усилиями 70—80 Н (от руки) покачивают гильзу. Если индикатор отклоняется на величину свыше 0,03 мм, направляющие гильзы необходимо отрегулировать.

Затем гильзу ставят в крайнее левое положение, мерный штифт индикатора опирается на поверхность шпинделя. Таким же усилием шпиндель покачивается за резцовую головку. При отклонении индикатора свыше 0,02 мм шпиндель необходимо регулировать.

Регулировка направляющих гильзы шпинделя производится в следующем порядке:

1. Снять крышку стойки шпинделя 2 (рис. 15.2) и кожух между коробкой подачи и стойкой шпинделя.

2. Специальным ключом «120» отвернуть на 1/4 оборота гайку.

3. Ослабить разжимные клинья, отвернув гайку на 2—3 оборота.

4. Подтянуть цангу.

5. Затянуть разжимные клинья.

6. Законтрить гайку.

### 15.3. СПЕЦИАЛЬНЫЙ КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК ДЛЯ ПЕРЕШЛИФОВКИ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МОДЕЛИ 3А423

**Назначение, основные узлы и органы управления.** Специальный круглошлифовальный станок 3А423 предназначен для перешлифовки шатунных и коренных шеек коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей. На станке можно производить шлифование различных цилиндрических и конических поверхностей с небольшим углом уклона. Станок предназначен для работы в условиях авторемонтных заводов, РТС и других ремонтных службах.

На рис. 15.3 показаны органы управления станка.

#### Техническая характеристика станка 3А423

##### Основные размеры

Наибольшие размеры устанавливаемого изделия, мм:	
диаметр . . . . .	580
длина . . . . .	1600
Диаметр шлифования, мм:	
наименьший . . . . .	30
наибольший:	
в люнетах . . . . .	100
без люнетов . . . . .	150
Наибольшая длина шлифования, мм . . . . .	1500—1600

##### Станина и столы

Скорость гидравлического перемещения стола, мм/мин:	
наибольшая . . . . .	7000
наименьшая . . . . .	200
Наибольший угол поворота верхнего стола, град:	
по часовой стрелке . . . . .	2
против часовой стрелки . . . . .	3
Ручное перемещение стола за один оборот маховика, мм:	
ускоренное . . . . .	14,2
медленное . . . . .	5,3

##### Шлифовальная бабка

Наибольший диаметр шлифовального круга, мм . . . . .	900
Наибольшая ширина шлифовального круга, мм . . . . .	40

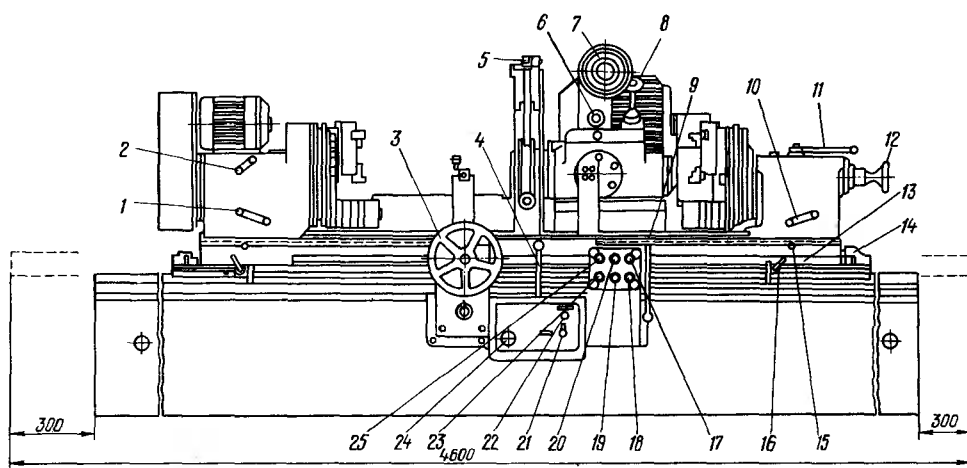


Рис. 15.3. Общий вид станка 3А423:

1 — рукоятка фиксатора планшайбы передней бабки, 2 — рукоятка переключения частоты вращения двухскоростного двигателя, 3 — маховик ручного перемещения стола, 4 — рукоятка гидравлического перемещения стола, 5 — рукоятка крана системы охлаждения, 6 — индикатор осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки, 7 — маховик поперечной подачи шлифовального круга, 8 — маховик осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки, 9 — рукоятка быстрого отвода и подвода шлифовальной бабки, 10 — рукоятка фиксатора планшайбы задней бабки, 11 — рукоятка отвода пиноли, 12 — маховик поджима центра, 13 — винт поворота верхнего стола, 14 — индикаторное устройство поворота стола, 15 — рукоятка для перемещения задней бабки по столу, 16 — упор реверса стола, 17 — кнопки «Изделие пуск — стоп», 18 — выключатель освещения, 19 — рукоятка «Автоматическая работа», 20 — рукоятка «Изделие проворот», 21 — рукоятка блокировки перемещения стола при врезном шлифовании, 22 — рукоятка регулирования подачи при врезном шлифовании, 23 — кнопка «Общий стоп», 24 — рукоятка регулирования скорости гидравлического перемещения стола, 25 — кнопка включения шлифовального круга и гидронасоса

Количество скоростей шпинделя шлифовальной бабки	2
Мощность электродвигателя привода шлифовального круга, кВт	7

#### Механизм поперечных подач

Величина быстрого гидравлического подвода шлифовальной бабки, мм	50
Цена деления лимба перемещения шлифовальной бабки, мм	0,0025

#### Гидропривод и охлаждение

Давление масла в гидросистеме, МПа	0,8—1
Мощность электродвигателя гидронасоса, кВт	1,7
Производительность насоса охлаждения, л/мин	22

#### Передняя бабка

Частота вращения изделия, об/мин	31; 62; 108; 216
----------------------------------	------------------

#### Задняя бабка

Величина отвода пиноли, мм	35
----------------------------	----

По техническим условиям станок должен обеспечивать следующую точность обработки деталей:

а) при шлифовании шеек коленчатого вала в патроне овальность и конусность равны 0,01 мм;

б) при круглом шлифовании в центрах валика диаметром 70 мм и длиной 600 мм овальность равна 0,005 мм и конусность — 0,01 мм.

Станок 3А423 может быть использован для бесцентрового шлифования поршневых пальцев, валиков и других деталей.

**Гидрокинематическая схема работы станка.** На рис. 15.4 представлена гидрокинематическая схема станка. Посредством ряда кинематических цепей и гидравлической системы в станке осуществляются: вращение шпинделя шлифовальной бабки, вращение детали, ручная поперечная подача, быстрый гидравлический подвод и отвод шлифовальной бабки, гидравлическая подача шлифовальной бабки на врезание, руч-

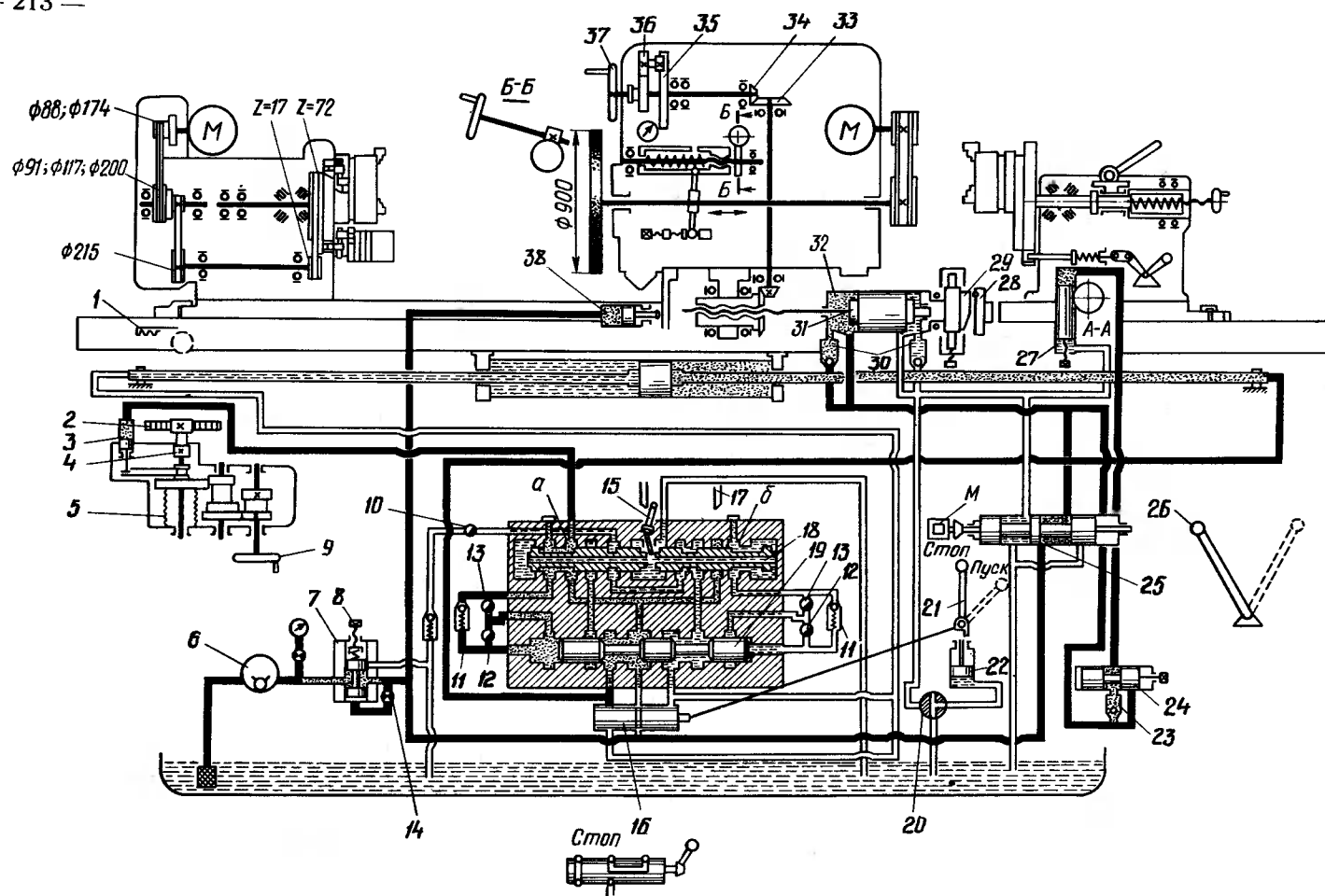


Рис. 15.4. Гидрокинематическая схема станка 3А423

ное или гидравлическое перемещение стола.

Вращение шлифовального круга осуществляется от отдельного электродвигателя через клиноременную передачу. Сменой шкивов на шпинделе шлифовальной бабки могут быть получены две различные скорости вращения круга.

Вращение изделия производится двухскоростным электродвигателем, установленным на корпусе передней бабки через две клиноременные передачи и бесшумную цепь.

Перестановкой ремней на ступенчатых шкивах передачи достигаются две различные скорости. Таким образом, от двухскоростного электродвигателя и посредством ступенчатых шкивов изделие может получить четыре скорости вращения.

Перемещение шлифовальной бабки для осуществления ручной поперечной подачи производится вращением маховика 37, через конические шестерни 34, 33, гайку и винт.

Рукоятка, цилиндрические шестерни 36 и шестерня внутреннего зацепления 35, выполненная в одном блоке с лимбом, служат для поворота лимба в случае необходимости компенсации износа круга при шлифовании до упора.

Ручное перемещение стола производится с помощью маховика 9 и шестеренчатого механизма, связанного, с рейкой стола. Переключением шестеренных пар механизма достигаются две скорости перемещения стола. Получение двух скоростей осуществляется передвижением маховика 9 в осевом направлении: для получения большей скорости необходимо передвинуть маховик на себя, для получения меньшей скорости маховик нужно передвинуть от себя.

Гидросистемой осуществляется перемещение стола с бесступенчатым регулированием скорости и автоматическим реверсом в конце хода, быстрый подвод и отвод шлифовальной бабки, автоматическая подача шлифовального круга (врезание).

Лопастным насосом 6 масло из резервуара подается через напорный золотник 7 к цепям гидросистемы

под давлением 0,8—1 МПа. На схеме показано такое положение кранов и золотников, при котором происходит выключение механизма ручного перемещения стола; движение стола вправо; отвод шлифовальной бабки; возврат механизма врезания в исходное положение.

При включении гидравлического перемещения стола механизм ручного перемещения автоматически выключается. Это достигается тем, что при переводе рукоятки 21 в положение «Пуск» масло поступает под плунжер 3, который, перемещаясь, выключает муфту 4, и вращение маховика 9 не передается шестерне 2, связанной с рейкой 1.

При выключении гидравлического перемещения стола масло из-под плунжера сливается, а муфта снова включается пружинами 5.

Управление движением стола производится с помощью гидропанели, которая дает возможность включать и выключать гидравлическое перемещение стола, изменять его направление и скорость. Рукояткой 21 управляют золотник реверса 18 и кран включения 16. Наклоном рукоятки вправо или влево готовят гидросистему для движения стола в соответствующую сторону, а наклоном той же рукоятки «на себя» включают это движение.

Если поставить золотник 18 и кран 16 в положение, изображенное на схеме, то масло под давлением будет поступать через полый шток в правую полость цилиндра, и цилиндр будет двигаться вместе со столом вправо. Из левой полости цилиндра масло будет вытесняться через дроссель 10 на слив. Регулирование скорости перемещения стола достигается поворотом рукоятки дросселя 10.

При перемещении золотника 18 влево (противоположно показанному на схеме) прекращается слив масла из левой полости цилиндра. Движение стола в прежнем направлении прекращается. Одновременно масло под давлением из канала «б» через обратный клапан 11 поступает в правую полость золотника 19. Золотник 19 начнет перемещаться влево, а скорость

этого перемещения будет зависеть от регулировки дросселей 12 и 13 с левой стороны золотника 19.

Регулировкой дросселя 13 задается время задержки стола при реверсе, а регулировкой дросселя 12 — плавное увеличение скорости стола при реверсе.

Величина хода стола при автоматическом реверсе определяется положением передвижных упоров 17, закрепленных на столе. Эти упоры, передвигая рычаг 15, переключают в крайние положения золотник 18.

Для выключения гидравлического перемещения стола рукоятку 21 следует наклонить «от себя». При этом кран 16 отключит гидروпанель от насоса. Для наглядности кран 16 в положении «Стоп» изображен вынесенным из схемы.

В таком положении крана 16 становится возможным перемещать стол механизмом ручного перемещения, вытесняя масло из одной полости цилиндра в другую.

Запирание рукоятки включения перемещения стола.

Для предотвращения случайного включения движения стола при шлифовке шейки коленчатого вала служат кран 20 и золотник 22. При установке крана 20 в положение «Шлифование» и при подведенной шлифовальной бабке давление масла поднимает вверх золотник 22, который запирает рукоятку в положении «Стоп». При установке крана 20 в положение «Правка», т. е. при правке круга и шлифовке гладких валов, масло из-под золотника 22 идет на слив. Под действием пружины золотник опускается, освобождая рукоятку 21.

Управление быстрым подводом и отводом шлифовальной бабки осуществляется с помощью рукоятки 26. При включении быстрого отвода шлифовальной бабки масло под давлением поступает через выточку золотника 25 (как показано на схеме) в левую полость цилиндра 32 и удерживает поршень 31 в крайнем правом положении. Если рукоятку 26 перевести в положение «Подвод» (изображено на схеме пунктиром), то масло начнет поступать через левую

выточку золотника 25 и обратный клапан 30 в правую полость цилиндра.

Поршень 31 переместится влево, передвинув шлифовальную бабку. Замедление скорости движения поршня в конце хода достигается постепенным перекрыванием поршнем каналов, через которые масло вытесняется из цилиндра быстрого подвода. Выборка люфта в винтовой паре рабочей подачи шлифовальной бабки производится с помощью цилиндра 38, шток поршня которого упирается в угольник, закрепленный на корпусе бабки. Усилие цилиндра 38 направлено в сторону подвода шлифовальной бабки.

Автоматическая врезная подача осуществляется специальным механизмом. Поршень-рейка цилиндра 27 находится в зацеплении с зубчатым колесом, выполненным за одно целое с торцовым кулачком 29. Быстрый подвод шлифовальной бабки происходит до тех пор, пока втулка 28 своим роликом не станет на наклонную плоскость кулачка подачи 29. Дальнейшее движение шлифовальной бабки на изделие будет возможным при условии вращения кулачка.

Скорость перемещения поршня-рейки, а следовательно, скорость вращения кулачка 29 регулируется дросселем 24. Врезание будет продолжаться до упора поршня 31 в крышку цилиндра 32. Время, в течение которого кулачок продолжает вращаться после упора поршня 31 в крышку цилиндра, используется для «выхаживания» шлифуемого места. В конце вращения кулачок 29 нажимает микровыключатель электромагнита М, а электромагнит ставит золотник 25 в положение, изображенное на схеме.

Происходит быстрый отвод шлифовальной бабки и возврат механизма врезания в исходное положение. Обратный клапан 23 обеспечивает быстрый возврат механизма врезания в исходное положение.

Напорный золотник 7 применен для обеспечения постоянства давления в гидросистеме. Давление масла зависит от усилия пружины, регулируемой винтом 8. Через демпфер 14 давление масла поступает под золотник. Если давление в системе поднимается выше задавае-

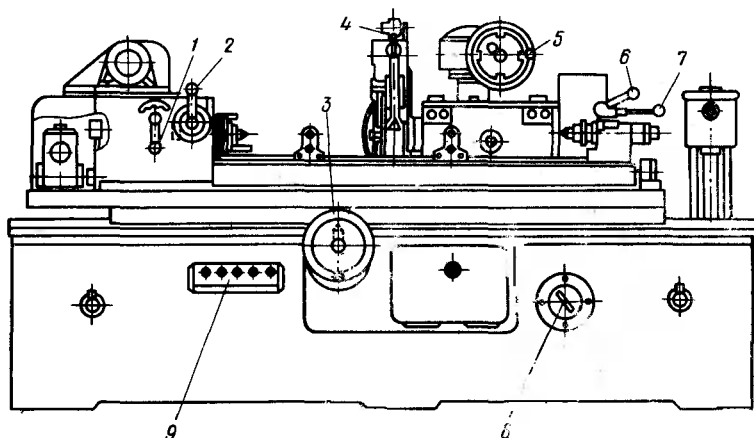


Рис. 15.5. Общий вид станка 3А433:

1 — рукоятка для перевода опорного ролика с копира на копир, 2 — рукоятка для отвода люльки в нерабочее положение, 3 — маховичок механизма перемещения стола, 4 — кран для пуска смазочно-охлаждающей жидкости, 5 — маховичок подачи шлифовальной бабки, 6 — рукоятка для зажима панели, 7 — рукоятка для отвода пиннолы, 8 — выключатель, 9 — колодка с кнопками для включения и выключения электродвигателей

мого пружиной, то золотник передвигается, давая возможность части масла устремляться в сливной канал.

#### 15.4. СТАНОК ДЛЯ ПЕРЕШЛИФОВКИ КУЛАЧКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

**Назначение и техническая характеристика.** Станок 3А433 предназначен для перешлифовки кулачков распределительных валов тракторных и автомобильных двигателей.

Станок работает методом копирования. Для перешлифовки распределительных валков различных автомобильных двигателей предусмотрена установка сменных копирных блоков.

##### Техническая характеристика станка

Высота центров над люлькой, мм	95
Расстояние между центрами, мм	1260
Наибольший радиус изделия, мм	90
Наибольший подъем кулачков, мм	20
Диаметр шлифуемой шейки в люнете, мм:	
наибольший	75
наименьший	20
Размеры шлифовального круга, мм:	
диаметр	500—600
ширина	25—40
диаметр отверстия	305

Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1033
Мощность электродвигателя шлифовального круга, кВт	4,3
Мощность электродвигателя шпинделя изделия, кВт	0,55

На рис. 15.5 приведен общий вид станка с указанием органов управления. На рис. 15.6 показана кинематическая схема станка.

Настройка станка производится следующим образом. Соответствующий копирный блок 11 и делительное приспособление 10 устанавливают на коническую шейку шпинделя 5. Шлифуемый распределительный валик с закрепленным на нем хомутиком устанавливают в центрах станка. В прорези хомутика закрепляют поводковый палец делительного приспособления. Поворотом рукоятки 28 опорный ролик 33 устанавливают против копира выпускного кулачка. После этого включают электродвигатель, переводят люльку в рабочее положение и шлифуют первый выпускной кулачок вала. Поочередно шлифуют все остальные выпускные кулачки, при этом вал поворачивают при помощи делительного приспособления. Таким же образом шлифуют впускные кулачки и эксцентрик. При шлифовании необходимо пользоваться люнетом. Переводить опорный ролик 33 следует только



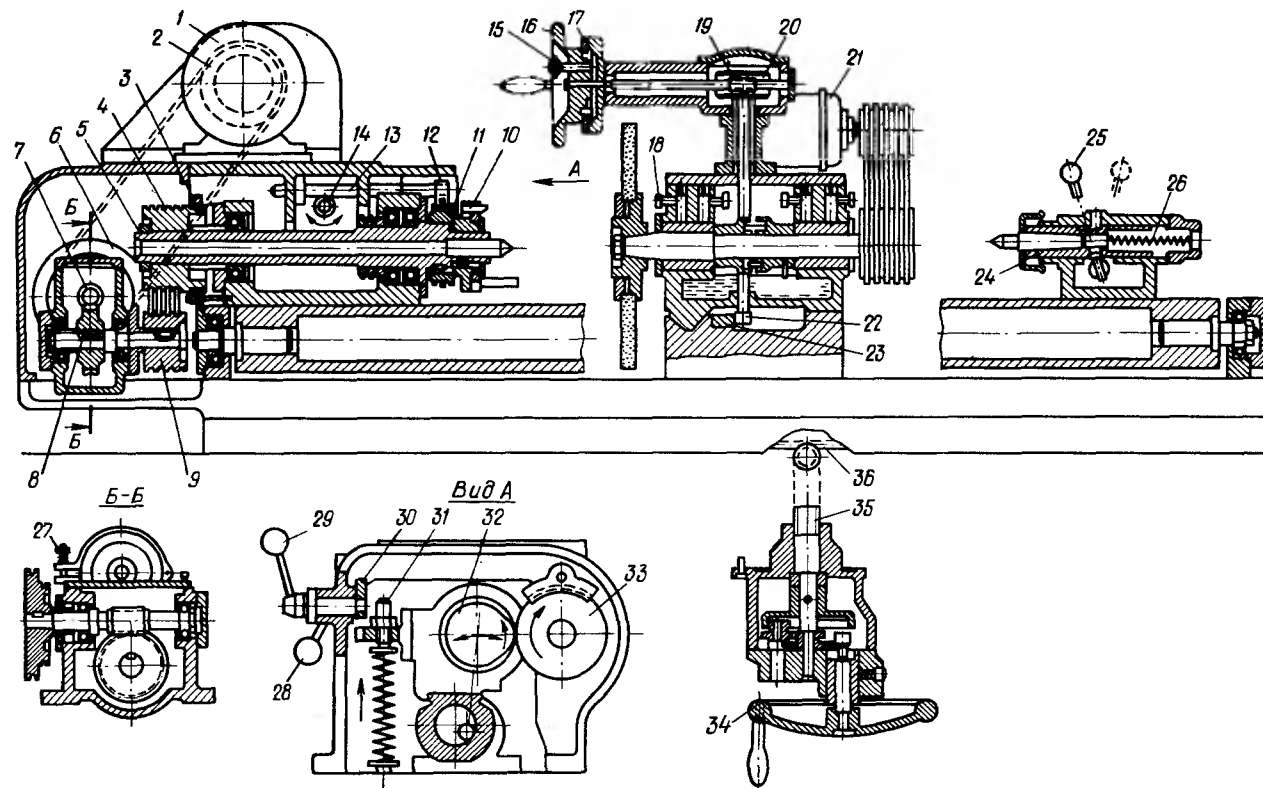


Рис. 15.6. Кинематическая схема станка 3А433:

1 — электродвигатель передней бабки, 2 — шкив электродвигателя, 3 — тормоз, 4 — шкив шпинделя, 5 — шпиндель, 6 — ведомый шкив редуктора, 7 — червяк, 8 — червячная шестерня, 9 — ведущий шкив редуктора, 10 — делительное приспособление, 11 — сменный копиный блок, 12 — вилка для перевода опорного ролика, 13 — рейка, 14 — валик с шестерней, 15 — рукоятка для установки лимба, 16 — маховичок механизма подачи шлифовальной бабки, 17 — лимб, 18 — зажимный винт, 19 — червяк, 20 — червячная шестерня, 21 — электродвигатель, 22 — шестерня, 23 — рейка, 24 — пиноль, 25 — рукоятка для отвода пинולי, 26 — пружина пинולי, 27 — гайка для регулирования пружины тормоза, 28 — рукоятка для перевода опорного ролика с копира на копир, 29 — рукоятка для отвода люльки в нерабочее положение, 30 — эксцентрик, 31 — винт для регулирования натяжения пружины, 32 — копир, 33 — опорный ролик, 34 — маховичок механизма перемещения стола, 35 — шестерня, 36 — рейка

при отведенной люльке и выключенном электродвигателе.

Подшипники шпинделя шлифовальной бабки следует регулировать один раз в 3—4 месяца. Для этого необходимо снять крышку корпуса шлифовальной бабки, отвернуть, а затем затянуть винты поршнейков (рис. 15.6), передающих давление пружин на подшипники. К указанной регулировке можно приступить только после того, как шпиндель проработает не менее 15—20 мин и подшипники шпинделя нагреются до нормальной рабочей температуры.

Силу торможения шкива 6 шпинделя передней бабки регулируют гайкой 27, а силу натяжения пружины люльки — гайкой на винте 31.

**Регулировка станка.** Клиновые ремни не следует натягивать туго, так как при этом произойдет преждевременный износ ремней и подшипников и могут возникнуть вибрации. Нормальным является такое натяжение, при котором полная нагрузка передается без скольжения ремней.

Плита электродвигателя привода шлифовального круга закреплена на направляющих задней части корпуса шлифовальной бабки двумя сухарями. Для регулирования натяжения ремней необходимо отпустить два винта, которыми затянуты эти сухари, и передвинуть плиту на нужную величину вместе с электродвигателем.

Для натяжения ремней привода от электродвигателя на промежуточный шкив следует открыть кожух передней бабки и специальным ключом отпустить винты, которыми плита электродвигателя закреплена на корпусе передней бабки, передвинуть плиту с электродвигателем в нужное положение и снова закрепить ее винтами. Натяжение ремней в пределах от промежуточного шкива на планшайбу производится эксцентриком. Для того чтобы отрегулировать натяжение ремней, необходимо отпустить три винта фланца, расположенного на правой торцевой стенке передней бабки, и поворачивать его до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое натяжение. После регулировки фланец должен быть снова зафиксирован в требуемом положении винтами.

При эксплуатации станка необходимо один раз в 3—4 месяца регулировать подшипники шпинделя шлифовальной бабки. Эту регулировку надо производить только после работы шпинделя в течение 15—20 мин и нагрева подшипников и шпинделя до рабочей температуры. Регулировку вкладышей опор шпинделя шлифовальной бабки надо выполнять в следующем порядке (рис. 15.7).

Вывернуть пробки левого и правого подшипников, затем вывернуть контрящие винты *a* и *б*. Отверткой затягивают регулировочные винты 1*в* левого подшипника и 4*в* правого подшипника. При затяжке винтов *в* необходимо поворачивать шпиндель в сторону рабочего вращения (на рабочего) с помощью ключа за гайку, крепящую шкив на шпинделе.

Верхние вкладыши рекомендуется затягивать туго для того, чтобы хорошо фиксировать шпиндель, прижав его к нижним вкладышам. Шпиндель должен поворачиваться от усилия 250—300 кН, приложенного на конце ключа. Далее регулируют винты 5 и 6. Регулировочные винты *в* заворачивают туго, но без приложения больших усилий. После этого ввинчивают промежуточные винты *б*, которые осторожно вводят до упора в регулировочные, и отвертывают на 3/4 оборота обратно, с тем чтобы обеспечить нужный для натяга зазор между винтами. Внимательно следят за тем, чтобы винты *б* не провернулись, заворачивают винты *а*. Эти винты затягивают очень туго, чтобы законтрить регулировочные винты *в*.

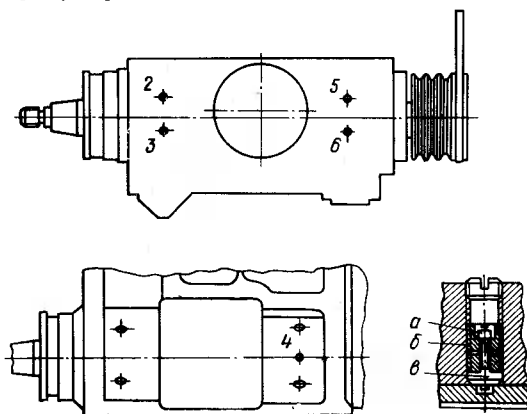


Рис. 15.7. Схема регулировки вкладышей

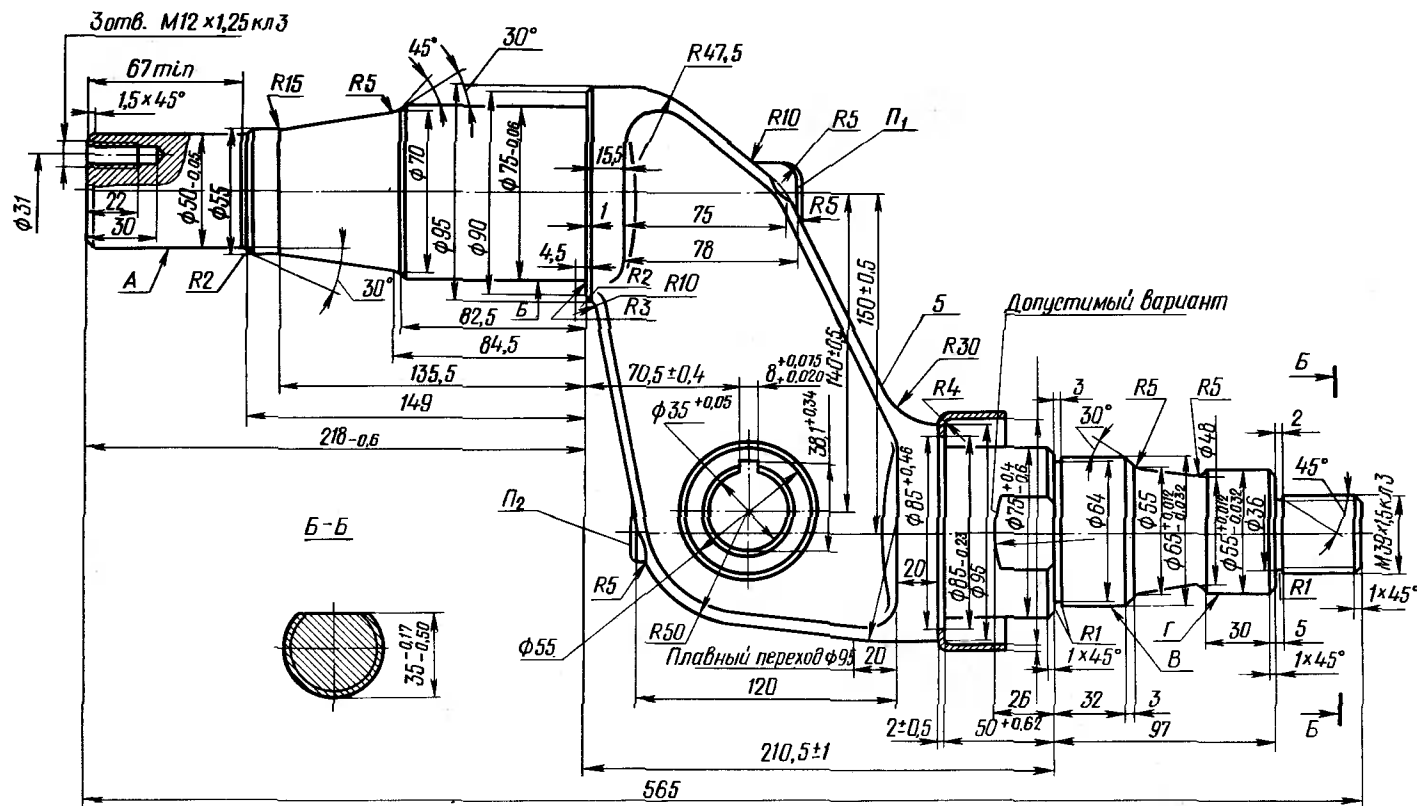


Рис. 15.8. Коленчатая ось

Затем переходят к регулировке винтов 2 и 3, которые регулируют так же, как и винты 5 и 6. После этого можно, если это необходимо, слегка отпустить винты 1 и 4а и поставить в их отверстия контрвинты. После затяжки винтов а шпиндель должен проворачиваться в сторону рабочего вращения без особого усилия. Смазка подшипников шлифовальной бабки производится маслом, залитым в резервуар корпуса, и контролируется положением уровня масла в маслоуказателе.

Напорный золотник смонтирован на насосном узле. Если необходимо регулировать давление, надо отвернуть колпа-

чок на золотнике, ослабить контргайку и вращать регулировочный винт за четырехгранный хвостовик, следя за показаниями манометра. Нормальное давление в гидросети 0,8—1 МПа. После регулировки надо обязательно законтрить винт гайкой и одеть колпачок, не забыв о медном уплотняющем кольце, прижимаемом колпачком.

### 15.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ОСЕЙ

Рассмотрим технологию восстановления коленчатой оси (табл. 15.1, рис. 15.8).

#### 15.1. Технологическая карта восстановления коленчатой оси

Материал: сталь 40Х

Термообработка: закалка твч поверхностей  $\varnothing$  75 и 50 мм на глубину не менее 2,0 мм

Твердость поверхностей  $\varnothing$  75 и 50 мм не менее НВ 52, остальных поверхностей — НВ 217—255

Масса в обработанном виде: 20,861 кг

Наименование дефекта и способы устранения	Операции и режимы обработки	Оборудование, приспособления и инструмент	Технические условия	Способы контроля, контрольные приборы и инструмент
1. Изгиб оси более 2,0 мм Правка	Выправить ось на прессе до устранения недопустимого изгиба	Пресс гидравлический 10 000 МПа; приспособление для правки коленчатой оси	Отклонение от параллельности верхней и нижней осей детали не должно превышать 0,5 мм на длине шеек. Изгиб оси допускается не более 2 мм на всей длине	Проверка изгиба. Шаблон для проверки изгиба оси; шуп (набор № 5)
2. Износ или повреждение резьбы М39Х×1,5 под гайку крепления подшипника Нарезание резьбы ремонтного размера	Обточить резьбовой конец оси до $\varnothing 36 \pm 0,17$ мм на длине 35 мм и нарезать на обточенном конце резьбу ремонтного размера М36×1,5 Режимы обработки: скорость резания, м/мин 60, 12; частота вращения, об/мин 520, 170; подача, мм/об 0,2, 1,5; глубина резания, мм 1,6	Станок токарно-винторезный 1К62; резец проходной Т15К6; резец резьбовой	Резьба должна быть чистой, полной, без сорванных ниток	Осмотр; проверка резьбы. Калибр резьбовой или гайка контрольная М36×1,5
3. Износ поверхностей А, Б, В и Г до диаметров соответственно: 49,00; 73,60; 64,92 и 54,93 мм. Наплавка и обработка до	1. Установить ось в приспособлении на станке. Исправить центровое отверстие со стороны шейки $\varnothing$ 50 мм и на поверхности П <sub>1</sub> . Перевернуть ось в приспособлении и исправить центровое отверстие со стороны шейки $\varnothing$ 55 мм и	Станок радиально-сверлильный 2А55; приспособление для исправления центров коленчатой оси ПТ-4402; зенковка центровочная 60°, 22 мм	Центровые отверстия должны быть чистыми, гладкими и без забот	Осмотр

Наименование дефекта и способы устранения	Операции и режимы обработки	Оборудование, приспособления и инструмент	Технические условия	Способы контроля, контрольные приборы и инструмент
нормального размера	<p>на поверхности П<sub>2</sub> Снять ось со станка</p> <p>2. Установить ось в центрах шеек <math>\varnothing 65</math> и <math>55</math> мм на станке. Наплавить поверхность Г до <math>\varnothing 58 \pm 0,5</math> мм на длине <math>30</math> мм, а поверхность В до <math>\varnothing 68 \pm 0,5</math> мм на длине <math>26</math> мм</p> <p>Снять коленчатую ось с центров, перевернуть и закрепить в центре шеек <math>\varnothing 50</math> и <math>75</math> мм. Наплавить поверхность А до <math>\varnothing 53 \pm 0,5</math> мм на длине <math>67</math> мм, а поверхность Б до <math>\varnothing 78 \pm 0,5</math> мм на длине <math>81</math> мм</p>	Станок токарно-винторезный 16К20; установка для вибродуговой наплавки с головкой ГМВК-2, центр ведущий	<p>Наплавленный слой металла должен быть плотным, без глубоких раковин и пропусков.</p> <p>Твердость наплавленного металла на поверхностях Г и В должна быть <math>HV = 217 \div 255</math>, на поверхностях А и Б не менее <math>HV 50</math></p>	Осмотр; замер диаметров шеек Штангенциркуль $200$ мм
	<p>Наплавку вести электродом из проволоки НП-30 <math>\varnothing 1,6</math> мм</p> <p>Режим обработки: скорость подачи проволоки <math>1,7</math> мм/мин; подача суппорта <math>2,5-2,8</math> мм/об; частота вращения детали <math>3</math> об/мин (для поверхностей А и Г) или <math>2</math> об/мин (для поверхностей Б и В); ток <math>150-180</math> А; расход охлаждающей жидкости <math>0,8-1,2</math> л/мин</p> <p>Примечание. Поверхности Г и В наплавить без подачи жидкости в зону наплавки.</p> <p>Снять ось со станка</p> <p>3. Установить коленчатую ось на магнитный дефектоскоп. Размагнитить ось и снять ее с дефектоскопа</p> <p>4. Установить коленчатую ось в центрах шеек <math>\varnothing 65</math> и <math>55</math> мм на станке. Обточить поверхность Г до <math>\varnothing 55,4-0,1</math> мм на длине <math>26</math> мм</p> <p>Снять коленчатую ось с центров, перевернуть и закрепить в центрах шеек <math>\varnothing 50</math> и <math>75</math> мм. Обточить поверхность А до <math>50,4-0,1</math> мм на длине <math>67</math> мм, поверхность Б до <math>\varnothing 75,4-0,1</math> мм на длине <math>81</math> мм</p>	<p>Магнитный дефектоскоп</p> <p>Станок токарно-винторезный 16К20, патрон поводковый; резец проходной прямой Т15К6 <math>12 \times 20 \times 150 \times 45^\circ</math>, канавочный <math>3 \times 16 \times 16 \times 150</math>; центр с длинным хвостиком (<math>L=450</math> мм)</p>	<p>На обработанной поверхности допускаются раковины диаметром до <math>2</math> мм и глубиной до <math>0,5</math> мм, расположенные друг от друга не ближе <math>20</math> мм</p>	Осмотр; замер диаметров шеек. Штангенциркуль $20$ мм

Наименование дефекта и способы устранения	Операции и режимы обработки	Оборудование, приспособления и инструмент	Технические условия	Способы контроля, контрольные приборы и инструмент
	<p>Режим обработки: скорость резания 50—60 м/мин; частота вращения 300—400 об/мин; глубина резания 0,7—0,2 мм; подача 0,2 мм/об.</p> <p>Снять ось со станка</p> <p>5. Установить коленчатую ось в центрах шеек <math>\varnothing 65</math> и 55 мм на станке.</p> <p>Шлифовать поверхность Г до <math>\varnothing 55 \pm_{0,032}^{0,012}</math> мм на длине 30 мм, а поверхность В до <math>\varnothing 65 \pm_{0,032}^{0,012}</math> мм на длине 26 мм.</p> <p>Снять коленчатую ось с центров, перевернуть и закрепить в центрах шеек <math>\varnothing 50</math> и 75 мм.</p>	<p>Станок круглошлифовальный 3Б151; центр с длинным хвостовиком (<math>L = 350</math> мм); кругошлифовальный ПП 600×63×305, ЭБ40, СТ1 — СТ2К; патрон поводковый</p>	<p>Поверхности шеек должны быть чистыми, гладкими, без трещин и раковин. Шероховатость поверхности шеек должна соответствовать параметру шероховатости <math>Ra</math> 1,25 мкм.</p>	<p>Осмотр; замер диаметров шеек.</p> <p>Микрометр 50—75 мм или скоба индикаторная 50—100 мм</p>
	<p>Шлифовать поверхность А до <math>\varnothing 50_{-0,05}^{0,02}</math> мм на длине 67 мм, а поверхность Б до <math>\varnothing 75_{-0,06}^{0,02}</math> мм на длине 81 мм</p> <p>Режим обработки: окружная скорость шлифовального круга 35 м/с; частота вращения 75 об/мин; поперечная подача 1,2 мм/мин; продольная подача 0,3 ширины круга на оборот детали</p>		<p>Овальность и конусность допускаются не более 0,02 мм на длине каждой шейки.</p> <p>Взаимное биение поверхностей А и Б, В и Г должно быть не более 0,1 мм</p>	

## ГЛАВА 16 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

### 16.1. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, СТАНДАРТЫ

Термины «техника» и «технология» греческого происхождения (от греческого «*technē*» — искусство, мастерство, умение).

Основное назначение техники — полная или частичная замена производственных функций человека с целью облегчения труда и повышения его производительности.

Технология — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции.

Технологию необходимо рассматривать в связи с конкретной отраслью производства. Так, предметом разработки в технологии машиностроения являются: основы проектирования технологических процессов — это виды

обработки, выбор заготовок, качество поверхности обрабатываемых изделий, точность обработки и припуски на нее, базирование заготовок; способы механической обработки поверхностей (плоских, фасонных и др.); методы изготовления типовых деталей (корпусов, валов, зубчатых колес и др.); процессы сборки — это характер соединения деталей и узлов, принципы механизации и автоматизации сборочных работ; основы конструирования приспособлений.

В СССР в машиностроении с 1975 г. внедряется Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Определение и назначение ЕСТПП согласно ГОСТ 14.004—83 (СТ СЭВ 2521—80), введенному взамен ГОСТ 14.004—74 с 1 июля 1983г., — Система организации и управления технологической подготовкой производства, регламентированная государственными стандартами, т. е. система, установленная нормативно-технической документацией предприятия в соответствии с государственными стандартами ЕСТПП и отраслевыми стандартами. ЕСТПП предусматривает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ.

Внедрение ЕСТПП вводит единый порядок и системный подход к выбору и применению методов и средств технологической подготовки производства (ТПП);

сокращает срок освоения производства и выпуска изделий высшей категории и требуемого качества;

обеспечивает организацию машиностроительного производства высокой степени гибкости, допускающей возможность непрерывного его совершенствования и быструю переналадку на выпуск новых изделий.

ЕСТПП базируется на государственных стандартах, в том числе: Единой системе конструкторской документации (ЕСКД); Единой системе технологической документации (ЕСТД); Единой системе классификации и кодирования технико-экономической информации;

Единой системе государственного управления качеством продукции (ЕСГ У КП); Государственной системе обеспечения единства измерений; Системе стандартов безопасности труда (ССБТ) и документации, регламентирующей и регулирующей технологическую подготовку производства (ТПП). Технологическая готовность предприятия определяется наличием на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями.

**Технологическая документация.** Комплекс графических и текстовых документов, определяющих процесс получения продукции изготовления (ремонта) изделия, которые содержат данные для организации производственного процесса, — технологическая документация.

В машиностроении государственными стандартами установлена Единая система технологической документации (ЕСТД), являющаяся составной частью Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). ЕСТД определяет взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой всеми машиностроительными и приборостроительными предприятиями. Основное назначение стандартов ЕСТД — установление на всех предприятиях единых правил оформления и ведения технологической документации. ЕСТД обеспечивает стандартизацию обозначений и унификацию документации на различные виды работ. ЕСТД предусматривает возможность обмена между предприятиями технологическими документами без их переоформления, что обеспечивает стабильность комплектности документации, исключаящую повторную разработку предприятиями.

В соответствии с ГОСТ 3.1102—81 ЕСТД (СТ СЭВ 1799—79) взамен ГОСТ 3.1102—74 основные технологические документы подразделяют на до-

кументы общего и специального назначения.

К документам общего назначения относятся технологические документы, применяемые в отдельности или в комплектах документов на технологические процессы (операции), независимо от применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий.

К документам специального назначения относятся документы, применяемые при описании технологических процессов и операций в зависимости от типа и вида производства и применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий). Обязательным документом является *маршрутная карта* (МК). Документ предназначен для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия, включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

Допускается взамен маршрутной карты использовать соответствующую *карту технологического процесса* (КТП). КТП предназначена для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

*Карта типового (группового) технологического процесса* (КТТП) предназначена для описания типового (группового) технологического процесса в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

При разработке единичных технологических процессов разрабатывается *операционная карта* (ОК), в которой содержится описание технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах.

К документам общего назначения относятся *карта эскизов* (КЭ) и *технологическая инструкция* (ТИ).

КЭ — это графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, предназначенные для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или ремонта изделия, включая контроль и перемещения.

ТИ предназначена для описания технологических процессов, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении, правил эксплуатации средств технического оснащения и используется в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации.

**Машиностроительное производство и его характеристики.** В соответствии с ГОСТ 14.004—83 производство с преимущественным применением методов технологии машиностроения именуется машиностроительным производством. Основой машиностроительного завода является цех, представляющий собой совокупность производственных участков. Производственный участок — соответственно это группа рабочих мест, организованных по принципам: предметному, технологическому или предметно-технологическому.

**Рабочее место** — это элементарная единица структуры предприятия, где размещаются исполнители работы, обслуживаемое технологическое оборудование, часть конвейера, оснастка и предметы труда.

Отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест называется *коэффициентом закрепления операций*.

В соответствии с ГОСТ 3.1108—74 одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций.



Различают три типа машиностроительного производства: единичное, серийное, массовое.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматриваются.

Серийное производство обеспечивает изготовление или ремонт изделий периодически повторяющимися партиями. Подразделяется на мелкосерийное производство при коэффициенте закрепления операций равным свыше 20 до 40 включительно; среднесерийное производство — свыше 10 до 20 включительно; крупносерийное производство — свыше 1 до 10 включительно принимается равным коэффициент закрепления операций.

Производство, характеризуемое большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция, называется массовым производством. Коэффициент закрепления для массового производства принимается равным 1.

Массовому производству свойственны следующие особенности: расположение оборудования в последовательности выполнения операций; применение высокопроизводительного оборудования, специальных приспособлений и инструмента; широкое использование транспортных устройств для передачи заготовок вдоль поточной линии; механизация и автоматизация технического контроля; короткие грузопотоки на линии обработки; наименьшая длительность производственного цикла, т. е. наименьший интервал календарного времени от начала до окончания процесса изготовления или ремонта изделия (части изделия).

Наиболее совершенной формой организации массового производства является прохождение заготовок по всем операциям без задержек, т. е. непрерывным потоком. Для организации непрерывно-поточного производства требуется одинаковая или кратная производительность на всех опе-

рациях. На линии непрерывно-поточного производства обработанные заготовки или собранные узлы выпускаются через строго определенный промежуток времени, называемый тактом выпуска. Такт выпуска (в мин/шт) определяется по формуле

$$\tau = 60\Phi_d / N,$$

где  $\Phi_d$  — располагаемый (действительный) фонд времени в планируемом периоде (месяц, сутки, смена), ч;  $N$  — производственная программа на этот же период, шт.

Действительный фонд времени работы оборудования  $\Phi_d$  меньше номинального или календарного  $\Phi_n$  на размер потерь времени на ремонт оборудования, т. е.

$$\Phi_d = \Phi_n \cdot \eta.$$

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования при односменной работе равен 2070 ч, при двухсменной — 4140, при трехсменной — 6210 ч. Коэффициент  $\eta$  для металлорежущих станков составляет 0,98—0,96.

Непрерывно-поточное производство является наиболее прогрессивным и экономичным. По этому принципу строятся автоматические линии обработки (сборки). Особенность автоматического производства — выполнение операций без непосредственного участия рабочего либо под его наблюдением и контролем. Непрерывно-поточное производство может быть и неавтоматическим, если установку заготовок и их снятие после обработки выполняет рабочий.

В целом производственный процесс — это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции.

Согласно ГОСТ 3.1109—82 (СТ СЭВ 2064—79, СТ СЭВ 2522—80, СТ СЭВ 2523—80), введенным с 1 января 1983 г. взамен ГОСТ 3.1109—73, технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабо-

чем месте, называется технологической операцией.

Технологический переход — это законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок, называется установом.

Позиция — это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Технологическая операция в механообработке связана с удалением слоя материала.

Слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности, называется припуском, а разность между наибольшим и наименьшим значениями размеров припуска — допуском припуска.

**Обработка резанием.** ГОСТ 25761—83 и ГОСТ 25762—83, введенные с 1 июля 1984., устанавливают термины, определения и обозначения общих понятий обработки резанием, обязательные для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе.

Обработка резанием (резание) — это обработка, заключающаяся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки, деформированного и отделенного в результате обработки резанием поверхностного слоя материала заготовки (рис. 16.1).

К общим видам обработки резанием, осуществляемой лезвийным инструментом, относится так называемая лезвийная обработка. Лезвийная обработка с вращательным главным движением резания и возможностью изменения радиуса его траектории называется точением.

Точение наружной поверхности с движением подачи вдоль образующей

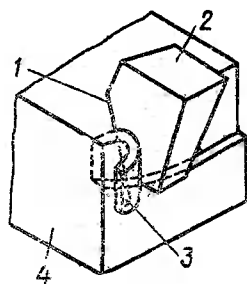


Рис. 16.1. Обработка резанием:

1 — режущая кромка, 2 — лезвие, 3 — стружка, 4 — заготовка

линии обработанной поверхности — обтачивание (рис. 16.2).

Точение внутренней поверхности с движением подачи вдоль образующей линии обработанной поверхности — растачивание.

Точение торцевой поверхности — подрезание.

Лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории и движении подачи только вдоль оси главного движения резания называется осевой обработкой, соответственно сверление — осевой обработкой сверлом, зенкерование — осевой обработкой зенкером, развертывание — осевой обработкой разверткой.

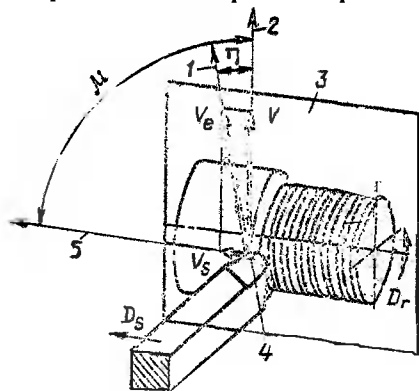


Рис. 16.2. Элементы движения в процессе резания при обтачивании:

1 — направление скорости результирующего движения резания, 2 — направление скорости главного движения резания, 3 — рабочая плоскость  $P_s$ , 4 — рассматриваемая точка режущей кромки, 5 — направление скорости движения подачи

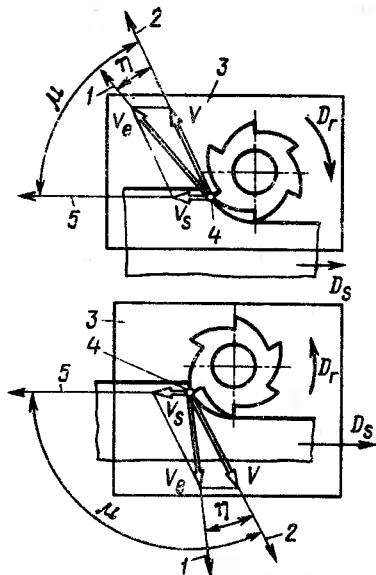


Рис. 16.3. Элементы движения в процессе резания при периферийном фрезеровании:

1 — направление скорости результирующего движения резания, 2 — направление скорости главного движения резания, 3 — рабочая плоскость  $P_s$ , 4 — рассматриваемая точка режущей кромки, 5 — направление скорости движения подачи

Лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории, сообщаемым инструменту, и хотя бы одним движением подачи, направленным перпендикулярно оси главного движения резания, называется фрезерованием. В зависимости от вида лезвийного инструмента фрезерование может быть периферийным (рис. 16.3) и торцовым, круговое фрезерование применяется при обработке поверхностей вращения.

Фрезерование, при котором в месте контакта инструмента и заготовки векторы скоростей главного движения резания и движения подачи заготовки относительно инструмента направлены в противоположные стороны, — встречное фрезерование, в одну сторону — попутное фрезерование.

Резание характеризуется режимами резания — это совокупность значений скорости резания, подачи или скорости движения подачи и глубины резания.

Прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или

режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания (рис. 16.2—16.4), — главное движение резания  $D_r$ ; скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в главном движении резания (рис. 16.2—16.4) — скорость главного движения резания  $v$ .

Прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которых меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность, — движение подачи  $D_s$ , скорость рассматриваемой точки режущей кромки в движении подачи —

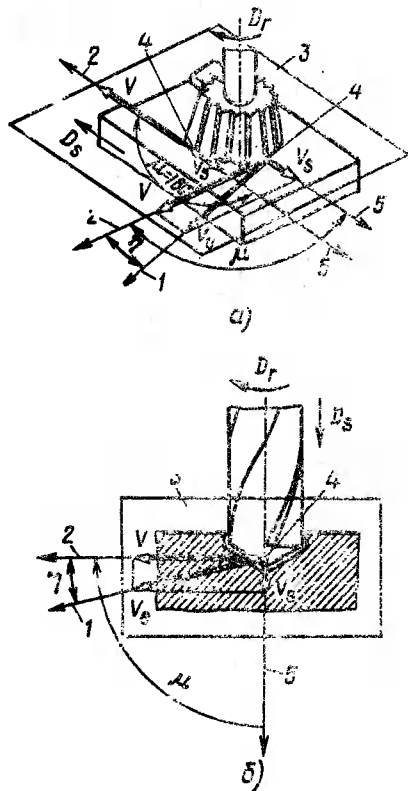


Рис. 16.4. Элементы движений в процессе резания при фрезеровании концевой угловой фрезой (а) и при сверлении (б):

1 — направление скорости результирующего движения резания, 2 — направление скорости главного движения резания, 3 — рабочая плоскость  $P_s$ , 4 — рассматриваемая точка режущей кромки, 5 — направление скорости движения подачи

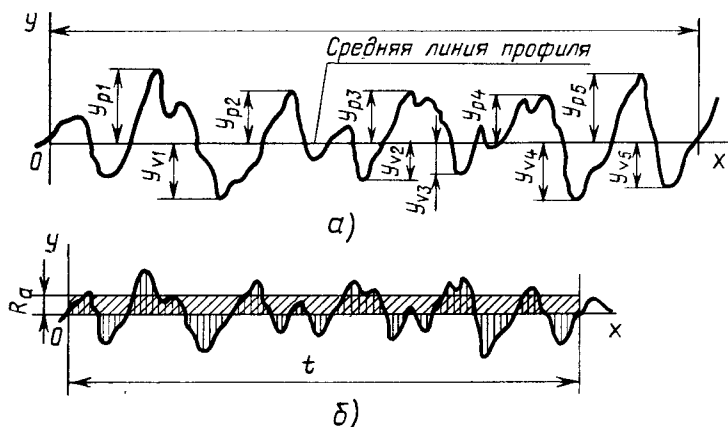


Рис. 16.5. Параметры шероховатости профиля поверхности:  
 $a$  — высота неровностей профиля по десяти точкам  $R_z$ ;  $b$  — среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$

скорость движения подачи  $v_s$ . В зависимости от направления различают следующие движения подачи: продольное, поперечное и др.

Отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов движения (цикл движения — это полный оборот, ход или двойной ход режущего инструмента или заготовки) называется *подачей*. Подача, соответствующая одному обороту инструмента или заготовки, — подача на оборот  $S_o$ ; подача, соответствующая одному ходу заготовки или инструмента, — подача на ход  $S_x$ .

**Шероховатость поверхности и точность изготовления деталей.** Точность, надежность и долговечность механизмов и машин непосредственно связана с изготовлением изделия с минимальными неровностями поверхности.

В соответствии с ГОСТ 25142—82 (СТ СЭВ 1156—78) шероховатость поверхности — это совокупность неровностей поверхности, выделенная с помощью базовой длины  $l$  (рис. 16.5). Базовая длина  $l$  — длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности. Для количественного определения шероховатости, кроме  $l$ , имеется средняя линия профиля — базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная

так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Числовые значения базовой длины  $l$  выбирают из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 мм.

Параметрами шероховатости, связанными с высотными свойствами неровностей, являются высота выступа профиля  $y_p$  — расстояние от средней линии профиля до высшей точки выступа профиля (рис. 16.5) и  $y_v$  — глубина впадины профиля, расстояние от средней линии профиля до низшей точки впадины профиля.

Высота неровностей профиля по десяти точкам  $R_z$  — сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины (рис. 16.5,  $a$ ):

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5},$$

где  $y_{pi}$  — высота  $i$ -го наибольшего выступа профиля;

$y_{vi}$  — глубина  $i$ -й наибольшей впадины профиля.

Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  — среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины (рис. 16.5,  $b$ ):

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|; \quad R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx.$$

ГОСТ 2789—73 устанавливает указания требований к шероховатости поверхности числовыми значениями параметров. Для выбора числовых значений параметров  $Ra$  и  $Rz$  ( $Ra$  предпочтительнее) можно пользоваться табл. 16.1.

**16.1. Соответствие классов шероховатости параметрам  $Ra$  и  $Rz$ , мкм**

Класс шероховатости	$Ra$		$Rz$
1	50	80; 63; 40	320; 250; 200;
2	25	40; 32; 20	160
3	12,5	20; 16,0; 10,0	160; 125; 100;
4	6,3	10,0; 8,0; 5,0	80
5	3,2	5,0; 4,0; 2,5	80; 63; 50; 40
6	1,6	2,5; 2,0; 1,25	40; 32; 25; 20
7	0,80	1,25; 1,00; 0,63	20; 16; 12,5;
8	0,40	0,63; 0,50; 0,32	10,0
9	0,20	0,32; 0,25; 0,160	10; 8,0; 6,3
10	0,10	0,160; 0,125	6,3; 5,0; 4,0;
11	0,050	0,080	3,2
12	0,025	0,080; 0,063;	3,2; 2,5; 2,0;
13	0,012	0,040	1,60
14		0,020	1,60; 1,25;
		0,020; 0,016;	1,00; 0,80
		0,010	0,80; 0,63;
		0,010; 0,008	0,50; 0,40
			0,40; 0,32;
			0,25; 0,20
			0,20; 0,16;
			0,25; 0,100
			0,100; 0,080;
			0,063; 0,050
			0,050; 0,040;
			0,032

ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79) устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 16.6.

При наличии в обозначении шероховатости только значения параметра применяют знак без полки, значение параметра шероховатости указывают для параметра  $Ra$  — без символа, например 0,1, для параметра  $Rz$  после символа —  $Rz$  40 (рис. 16.7,а).

В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой кон-

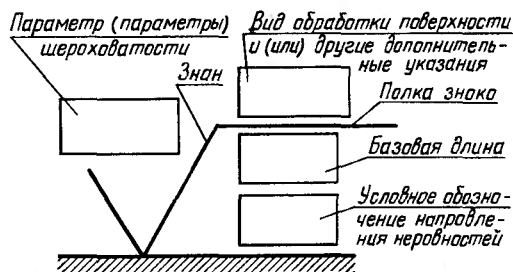


Рис. 16.6. Структура обозначения шероховатости поверхности

структором не устанавливается, применяют знак ✓ (рис. 16.7,в).

Знак ✓ применяется в обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, например, литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т. п.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала: точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием, полированием, травлением и т. п., применяют знак ✓ (рис. 16.7, б).

**Точность в машиностроении.** В зависимости от поставленной задачи различают: технологическую точность процесса обработки; операционную точность; технологическую точность станков и т. д.

Классы точности в машиностроении, характеристика точности изготовления изделия (детали, узлы машины или прибора), определяемая значениями допусков, указанных в стандартах. Классы точности могут быть установлены на отдельные геометрические параметры изделий (линейные размеры, углы, параметры зубчатых колес и т. д.) на изделия в целом, например на металлорежущие станки, подшипники и т. д.

Классы точности отдельных геометрических параметров являются составной частью стандартных систем допусков и посадок для типовых соединений, например гладких, резьбовых, конических, шлицевых.

В большинстве стандартных систем допуски во всех классах точности определяют на основе единицы допуска  $i$ , зависящей от номинального размера. Для гладких цилиндричес-

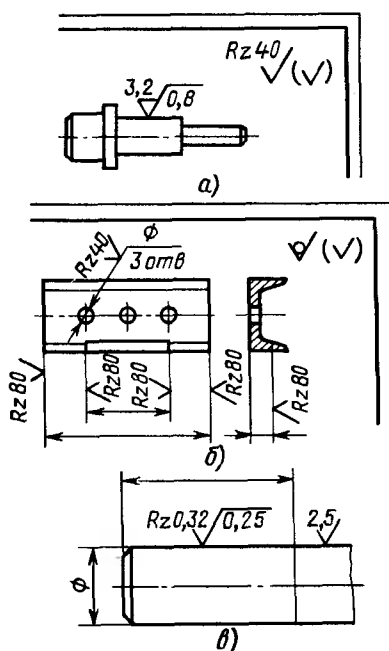


Рис. 16.7. Обозначения шероховатости поверхностей на чертежах: а — поверхности должны иметь шероховатость

по данному чертежу —  $\sqrt{\text{Rz 40}}$ ; б — часть поверхностей не выполняется по данному чертежу —  $\sqrt{\text{Rz 80}}$ ; в — части поверхности имеют различную шероховатость —  $\sqrt{\text{Rz 0,32/0,25}}$

ких соединений единица допуска (в мкм) при размерах 1—500 мм равна:  $i = 0,5\sqrt[3]{d}$  (в общесоюзной системе ОСТ),  $i = 0,45\sqrt[3]{d} + 0,001d$  (в международной системе ИСО), где  $d$  — среднее значение номинальных размеров (в мм) для данного интервала, в пределах которого допуск принимают постоянным.

В каждой системе допусков существует несколько классов точности, обозначаются они порядковыми номерами. Обычно класс точности возрастает с увеличением допусков. В системе допусков ОСТ для цилиндрических соединений при размерах от 1 до 500 мм имеются классы точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, которые используются, как правило, для сопрягаемых размеров, и 7, 8, 9, 10 — для неотвечественных, так называемых свободных размеров.

Установлены классы точности точнее 1-го, обозначаемые (в порядке уменьшения

допуска) 09, 08, 07, 06, 05, 04, 03, 02, предназначенные для измерительных средств и деталей в особо точных соединениях (посадки прецизионных подшипников).

В системе ИСО 18 основных классов точности — квалитетов, обозначаемые номерами 0, 1, 0, 1, 2, ..., 16.

Классы точности металлорежущего станка определяют отклонения размеров и геометрической формы поверхностей деталей, обработанных на этом станке, а также предельные погрешности базирующих поверхностей станка, предельные погрешности взаимного перемещения рабочих органов станка и т. п.

При изготовлении деталей невозможно достичь абсолютно точных номинальных размеров. В связи с этим при составлении рабочих чертежей деталей назначаются допустимые отклонения от номинальных размеров, которые отвечают требованиям точности их изготовления.

Точность детали характеризуется: допускаемыми отклонениями ее действительных размеров от номинальных; допускаемыми отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов (овальность, огранка, отклонение от круглости, отклонение от цилиндричности, изогнутость, конусообразность, отклонение от плоскостности, отклонение от прямолинейности и др.); допускаемыми отклонениями поверхностей и осей детали от их взаимного расположения или расположения относительно базы (например, отклонение межцентрового расстояния двух отверстий, непараллельность плоскостей, осей, несоосность, отклонение базового торца относительно оси отверстия и др.).

Самостоятельным критерием является оценка точности детали по шероховатости поверхности.

При изготовлении деталей необходимо также требования к физико-механическим свойствам их материала, а в отдельных случаях и такие требования, как точность массы детали, дисбаланс и др.

Под точностью изготовления детали понимается степень соответствия ее всем требованиям рабочего чертежа,

технических условий и стандартов. Чем больше это соответствие, тем выше точность изготовления. Действительные отклонения параметров реальной детали от заданных номинальных их значений называют погрешностью изготовления.

Известно, разность предельных отклонений рассматриваемого параметра называется допуском. Допуски, предоставляемые на рабочем чертеже, носят название конструкторских.

В процессе разработки технологического процесса технолог проставляет допуски на размеры заготовок, которые необходимо выдержать при выполнении промежуточных технологических операций, например, допуски на длину при отрезке заготовки, на размеры после черновой обработки и т. д. Эти допуски называют технологическими или операционными.

Методы обеспечения заданной точности. Необходимая точность обработки может быть достигнута следующими методами.

Метод пробных рабочих ходов заключается в индивидуальной выверке устанавливаемой на станок заготовки, последовательном снятии стружки путем пробных рабочих ходов, измерении получаемых размеров. Скорректировав по результатам замеров положение режущего инструмента, производят окончательную обработку заданной поверхности. Метод пробных ходов трудоемкий, так как требует много времени на выверку заготовки и на корректировку положения режущего инструмента. Метод применяется в единичном и реже в мелкосерийном производстве.

Метод автоматического получения заданного размера заключается в том, что партию заготовок обрабатывают на предварительно настроенном станке с установкой заготовок в приспособлении без выверки их положения, а режущий инструмент при наладке станка устанавливают на определенный размер, называемый настроечным. Получение заданного размера достигают за один рабочий ход, т. е. при однократной обработке. Этот метод более производительен, чем метод проб-

ных рабочих ходов, но требует специальных приспособлений и более стабильных по размерам исходных заготовок.

Обработку методом автоматического получения заданных размеров широко применяют в серийном и массовом производстве.

В обоих рассмотренных методах на точность обработки оказывает влияние квалификация рабочего, т. е. субъективный фактор: при первом методе это влияние сказывается на точности установки и выверки заготовки и на точности установки режущего инструмента, при втором методе — на точности установки инструмента и приспособления в процессе наладки станка перед обработкой партии заготовок.

## 16.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Трудоемкость выполнения технологических операций является критерием эффективности технологического процесса. Трудоемкость выполнения операций определяется на основе технических норм.

В соответствии с ГОСТ 3.1109—82 норма времени — это регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма выработки — это регламентированный объем работы, которая должна быть выполнена в единицу времени в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации. Норма выработки выражает количество изделий (деталей), выпускаемых в единицу времени.

Имеются три метода установления норм: на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением; по нормативам; сравнением и расчетом по типовым нормам. При первом методе норму времени устанавливают путем изучения затрат времени непосредственно в производственных условиях на рабочих местах. Этот метод используют для обобщения передового опыта и для разработки нормативов. При втором методе

производят расчет длительности операции, используя нормативы длительности выполнения отдельных элементов работы (операции). При третьем методе нормирование операции осуществляется приближенно с использованием типовых норм. Первые два метода нормирования применяют в серийном и массовом производстве, третий метод — в единичном и мелкосерийном.

Норма времени на выполнение операции по обработке одной заготовки или по сборке одной сборочной единицы называется штучным временем.

Согласно ГОСТ 3.1109—82 штучное время — это интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции.

Различают подготовительно-заключительное время, основное время, вспомогательное время, оперативное время, время обслуживания рабочего места, время на личные потребности.

Подготовительно-заключительное время — интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены.

Основное время — часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и последующее определение состояния предмета труда.

Вспомогательное время — часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предмета труда.

Время обслуживания рабочего места — часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом.

Время на личные потребности — часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых.

Штучное время  $t_{ш}$  для неавтомати-

зированного производства состоит из нескольких элементов:

$$t_{ш} = t_0 + t_b + t_t + t_{орг} + t_n;$$

где  $t_0$  — основное (технологическое) время;  $t_b$  — вспомогательное время;  $t_t$  — время технического обслуживания рабочего места;  $t_{орг}$  — время организационного обслуживания рабочего места;  $t_n$  — время перерывов.

Основное время  $t_0$  — время, затрачиваемое на непосредственное изменение размеров, формы, физико-механических свойств или внешнего вида обрабатываемой заготовки (станочная, кузнечная, слесарная и другая обработка), или время, затрачиваемое на соединение деталей при сборочных работах. При обработке на станках основное время определяют расчетным методом по формуле

$$t_0 = l_p i / S_m;$$

где  $l_p$  — расчетная длина обработки, мм (длина хода инструмента в направлении подачи);  $i$  — число рабочих ходов инструмента;  $S_m$  — минутная подача инструмента, мм/мин.

При ручном подводе инструмента расчетная длина обработки представляет собой сумму собственно длины обработки  $l$ , размера врезания инструмента  $l_b$  и размера схода (сбега) инструмента  $l_{сх}$ :

$$l_p = l + l_b + l_{сх}.$$

На рис. 16.8, а показана схема определения расчетной длины обработки для случая продольного точения.

При автоматическом цикле обработки следует учитывать путь холостого подхода  $l_n$  инструмента к заготовке для облегчения работы инструмента в начале резания. На рис. 16.8, б показан путь  $l_n$  при точении на много-резцовом токарном полуавтомате, на рис. 16.8, в — при продольном фрезеровании, на рис. 16.8, г — при сверлении. В этом случае расчетная длина  $l_n = l + l_n + l_b + l_{сх}$ .

Значения величин  $l_n$ ,  $l_b$  и  $l_{сх}$  берут по нормативным таблицам. Значение  $l_b$  можно определить и расчетным путем. Например, при продольном точении по схеме, показанной на рис. 16.8, а,  $l_b = t \operatorname{ctg} \varphi$ , где  $t$  — глубина резания, при фрезеровании паза (рис. 16.8, в)  $l_b = \sqrt{t(d-t)}$ , где  $t$  — глубина паза;  $d$  — диаметр фре-



зы; при сверлении отверстия стандартным сверлом (рис. 16.8, з)  $l_b = 0,3 d$ , где  $d$  — диаметр сверла.

Вспомогательное время  $t_b$  — время, затрачиваемое на различные действия, обеспечивающие выполнение элементов работы, относящихся к основному времени, например на уста-

новку и снятие заготовки или собираемого узла, на пуск и останов станка или подъемника, на переключение режимов обработки в процессе выполнения операции, на промеры заготовок или контроль качества сборки узла и др. Вспомогательное время может быть неперекрываемым и перекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки (например, снятие обработанной заготовки и установка другой для обработки), то такое вспомогательное время называют неперекрываемым. Если же часть вспомогательных работ производят в процессе выполнения основной работы, то эта часть вспомогательного времени называется перекрываемой. При расчете нормы времени учитывают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не может быть перекрыта машинным временем. Вспомогательное время рассчитывают в соответствии с действующими на данном предприятии нормативами по эмпирическим формулам или на основании хронометражных наблюдений.

Сумма основного времени  $t_o$  и вспомогательного неперекрываемого времени  $t_b$  называется оперативным временем

$$t_{оп} = t_o + t_b.$$

Оперативное время затрачивается на выполнение каждой операции и представляет собой основную часть технической нормы.

Время технического обслуживания  $t_t$  затрачивается рабочим на смену инструмента, на правку инструмента (например, шлифовальных кругов), на регулировку и подналадку станка и другие действия, связанные с уходом за рабочим местом при выполнении заданной работы.

Время организационного обслуживания  $t_{орг}$  включает затраты времени рабочего на уход за рабочим местом в течение смены (смазка и чистка механизмов, раскладка и уборка инструмента в начале и в конце смены, уборка рабочего места).

Время технического и организационного обслуживания рабочего места устанавливают на основании нормати-

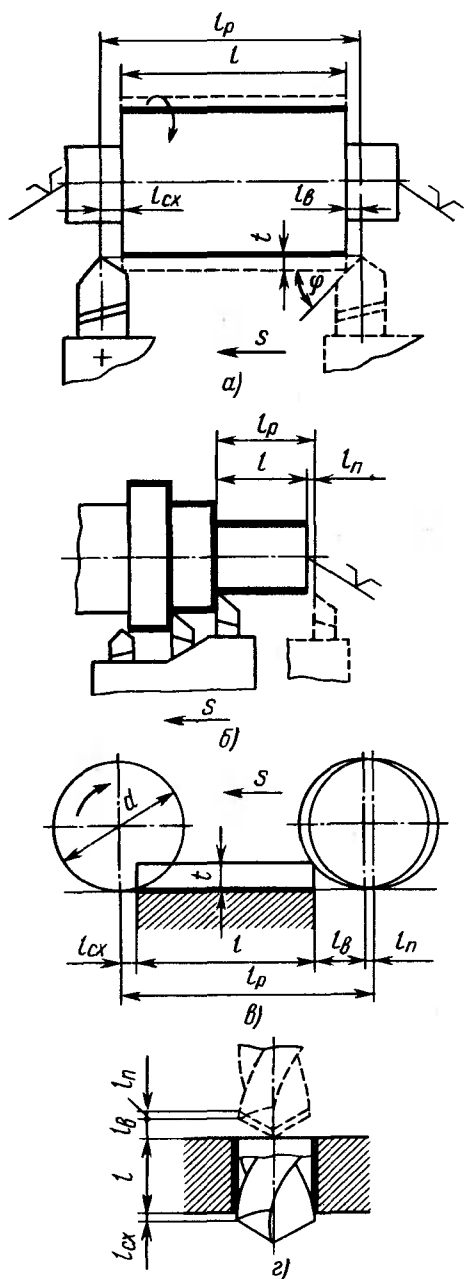


Рис. 16.8. Схемы определения длины обработки

вов и во многих случаях определяют в процентах (до 4—8%) к оперативному времени.

Время перерывов в  $t_n$  на отдых, производственную гимнастику и личные надобности регламентируют законодательством и исчисляют в процентах к оперативному времени. Для механических цехов  $t_n \approx 2,5\%$  от оперативного времени.

Штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{ш} = t_{оп} (1 + \varphi + \beta + \nu),$$

где  $\varphi$ ,  $\beta$ ,  $\nu$  — коэффициенты, характеризующие соответственно время технического обслуживания, время организационного обслуживания и время на отдых и личные надобности.

В серийном производстве при расчете норм времени на партию необходимо учитывать подготовительно-заключительное время.

Подготовительно-заключительное время  $t_{п.з}$  затрачивается рабочим перед началом обработки партии заготовок или партии сборочных единиц и после окончания задания. К подготовительной работе относятся: получение задания, ознакомление с работой, наладка оборудования, в том числе установка специального приспособления; к заключительной работе относятся: сдача выполненной работы, снятие специального приспособления и режущего инструмента, приведение в порядок оборудования и т. д. Подготовительно-заключительное время зависит от сложности задания, в частности от сложности наладки оборудования, и не зависит от размера партии.

В массовом производстве в силу повторяемости одной и той же операции необходимость в работах, выполняемых в подготовительно-заключительное время, отпадает.

В единичном производстве подготовительно-заключительное время включается в штучное время.

В серийном производстве норму времени на обработку партии заготовок или сборку партии сборочных единиц рассчитывают по формуле

$$T_n = t_{ш} \cdot n + t_{п.з},$$

где  $n$  — размер партии.

Штучное время и подготовительно-заключительное время на выполнение операции над одной деталью образует норму штучно-калькуляционного времени:

$$t_{ш.к} = k + t_{п.з}/n.$$

На основе норм времени определяют расценки выполняемых операций, рассчитывают потребное количество оборудования для выполнения программы, осуществляют планирование производственного процесса.

### 16.3. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Под качеством продукции понимается совокупность ее свойств, определяющих пригодность продукции удовлетворять определенным потребностям в соответствии с ее назначением. Качество машин характеризуется рядом показателей (ГОСТ 15467—79), которые можно разделить на следующие три группы:

1) технический уровень (мощность, кпд, производительность, экономичность и др.), определяющий степень совершенства машины;

2) производственно-технологические показатели (или показатели технологичности конструкций), характеризующие эффективность конструктивных решений с точки зрения обеспечения оптимальных затрат труда и средств на изготовление изделий, его техническое обслуживание и ремонт;

3) эксплуатационные показатели, включающие: а) показатели надежности изделия; б) эргономическую характеристику, т. е. степень учета комплекса гигиенических, физиологических и других потребностей человека в системе «человек — машина — среда»; в) эстетическую характеристику, т. е. совершенство художественной композиции, внешнее оформление изделия и др.

При оценке качества изделия следует также учитывать степень патентной защиты в СССР и за рубежом, а также патентную чистоту.

Качество продукции оценивают системой показателей, которые позволяют дать количественную характеристику ее свойств, входящих в состав качества. Различают единичные и комплексные показатели. Единичный показатель

(например, экономичность изделия, производительность машины) относится только к одному из свойств изделия. Комплексный показатель характеризует качество по двум или нескольким оцениваемым свойствам изделия. Применяют также интегральный (комплексный) показатель, оценивающий эффективность машины. Он, в частности, может выражаться отношением общего полезного эффекта от эксплуатации машины к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию за весь период срока службы машины.

В соответствии с основными принципами Единой системы государственного управления качеством продукции (ЕСГ УКП) ГОСТ 22851—77 устанавливает следующую номенклатуру основных групп показателей качества по характеризующим ими свойствам продукции:

- показатели назначения;
- показатели надежности (безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности);

- эргономические показатели;
- эстетические показатели;
- показатели технологичности;
- показатели транспортабельности;
- показатели стандартизации и унификации;

- патентно-правовые показатели;
- экологические показатели;
- показатели безопасности.

Примерами экономических показателей качества служат (входят в показатели технологичности): затраты на изготовление и испытание опытных образцов; себестоимость изготовления продукции; затраты на расходные материалы при эксплуатации технических объектов.

Показателями назначения в изделиях машиностроения могут быть: показатель производительности; максимальная и минимальная скорости; мощность; маневренность и проходимость и др.

Показатели безотказности характеризуют свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Показатели долговечности характеризуют свойство объекта сохранять работоспособность до наступления пре-

дельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Показатели ремонтпригодности характеризуют свойство объекта, заключающееся в приспособленности его к предупреждению и обнаружению причин повреждения и их устранению (средняя продолжительность и трудоемкость планового (непланового) текущего ремонта).

Показатели технологичности характеризуют свойства продукции, обуславливающие оптимальное распределение затрат материалов, средств труда и времени при технологической подготовке производства, изготовления и эксплуатации продукции.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными частями.

Показатели экологические характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации продукции.

Уровень качества — это относительная характеристика, основанная на сравнении показателей качества данного изделия с соответствующими показателями лучших отечественных и зарубежных образцов. Систематическое повышение уровня качества — ответственная задача и конструктора изделия, и технолога.

Один из важнейших факторов в области управления качеством продукции является ее аттестация, которая проводится систематически. При этом предприятия разрабатывают и осуществляют комплекс мероприятий с целью планомерного повышения качества продукции, обновления выпускаемой номенклатуры изделий.

В нашей стране установлены единые и обязательные для всех министерств и ведомств правила аттестации промышленной продукции по двум категориям качества (высшей и первой).

Аттестация продукции проводится в целях обеспечения выпуска продукции, отвечающей по своим технико-экономическим показателям высшему мировому уровню, потребностям народного хозяйства, населения страны.

К высшей категории качества дол-

жна относиться продукция, которая по технико-экономическим показателям находится на уровне лучших мировых достижений или превосходит их, соответствует значениям, предусмотренным стандартами для вновь разработанной (модернизированной) продукции и отвечает нормативно-техническим документам, по которым она выпускается.

Такая продукция должна характеризоваться высокой стабильностью показателей качества, основанной на высоком техническом уровне производства, строгом соблюдении технологической дисциплины и высокой культуре производства, подлежит обязательной демонстрации на ВДНХ СССР с целью привлечения научно-технической общественности к объективной оценке ее технического уровня и качества.

Промышленная продукция высшей категории качества должна обозначаться государственным Знаком качества в соответствии с ГОСТ 1.9—67.

К первой категории качества должна относиться продукция, отвечающая нормативно-техническим документам, по которым она выпускается, содержащим современные требования, соответствующие значениям, предусмотренным стандартами для серийно выпускаемой продукции.

Продукцией первой категории качества считается продукция, на которую зарегистрировано соответствующее решение государственной аттестационной комиссии.

Продукция, подлежащая аттестации, но не представленная государст-

венной аттестационной комиссии для ее проведения в установленный срок, а также продукция, получившая отказ в аттестации, считается подлежащей снятию с производства.

Предприятие-изготовитель ежемесячно направляет перечень неаттестованной продукции министерству (ведомству), а также территориальным органам Госстандарта.

В случае, если продукция не аттестована из-за недостатков в условиях и техническом уровне производства, не обеспечивающих стабильности качества изготовления продукции в соответствии с нормативно-техническими документами на нее, министерство (ведомство)-изготовитель в двухмесячный срок обязано устранить отмеченные государственной аттестационной комиссией недостатки и представить продукцию на повторную аттестацию.

Продукция, не аттестованная при повторной аттестации по высшей или первой категории качества, подлежит снятию с производства в месячный срок после принятия решения государственной аттестационной комиссией.

Единый порядок систематической оценки технического уровня и качества машин, оборудования и другой техники и аттестации этой продукции по категориям качества введен в нашей стране в целях обеспечения повышения технического уровня и качества продукции, повышения ответственности производителей продукции за высокий технический уровень, за применение прогрессивной технологии, за экономию сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Продовольственная программа СССР на период до 1990 года и меры по ее реализации. Материалы майского Пленума ЦК КПСС 1982 г.-М.: Политиздат, 1982

Воловик Е. Л. Восстановление деталей сельхозмашин.-М.: Машиностроение, 1981

Чернов М. Н. Металлорежущие станки.-М.: Машиностроение, 1978

Иванов Г. М. Наладка и эксплуатация металлорежущих станков.-М.: Машиностроение, 1978

Фещенко В. Н., Махмутов Р. Х. Токарная обработка. М., 1984

Барбашов Ф. А. Фрезерное дело. М., 1980

Лурье Г. Б., Комиссаржевская В. Н. Устройство шлифовальных станков. М., 1983

Лурье Г. Б., Комиссаржевская В. Н. Наладка шлифовальных станков. М., 1983.

Винников И. З. Устройство сверлильных станков и работа на них. М., 1984  
Наладка станков с программным управлением/Ковшов А. Н. и др. М., 1976.

Справочник металлста. Т. 1, 3-е изд., перераб. М., 1976.

Устройство, наладка и обслуживание металлорежущих станков и автоматических линий/Власов С. Н. и др. М., 1983.

Введение	3	<b>Глава 5. Вертикальные консольно-фрезерные станки</b>	<b>Стр.</b> 81
<b>Глава 1. Общие сведения о металлорежущих станках</b>	5	5.1. Общие сведения	81
1.1. Классификация и условные обозначения	5	5.2. Назначение и техническая характеристика	81
1.2. Основные и вспомогательные движения в станках	8	5.3. Узлы и органы управления станка	82
1.3. Привод металлорежущих станков	10	5.4. Кинематическая схема станка	84
1.4. Кинематическая схема станка	13	5.5. Наладка станка	85
1.5. Типовые детали и механизмы станков	17	5.6. Система смазки	90
1.6. Системы смазывания и охлаждения	24	5.7. Возможные неисправности в работе станка и методы их устранения	92
<b>Глава 2. Токарные станки. Базовая модель 16К20 и ее модификации</b>	26	<b>Глава 6. Широкоуниверсальные фрезерные станки моделей 6Р82Ш и 6Р83Ш</b>	94
2.1. Назначение и основные типы токарных станков	26	6.1. Назначение и техническая характеристика	94
2.2. Токарно-винторезный базовый станок модели 16К20	27	6.2. Основные узлы и органы управления	95
2.3. Органы управления станком 16К20	28	6.3. Конструкции узлов станка и их регулирование	99
2.4. Устройство, наладка и настройка станка 16К20	32	6.4. Смазка станка	106
2.5. Система смазки станка 16К20	41	6.5. Неисправности в работе станка и их устранение	108
2.6. Пуск станка и возможные неисправности	43	<b>Глава 7. Обработка деталей на фрезерных станках</b>	109
<b>Глава 3. Обработка деталей на токарных станках</b>	45	7.1. Приспособления для фрезерных станков	110
3.1. Базирование деталей	45	7.2. Режущий инструмент	111
3.2. Приспособления для токарных станков	46	7.3. Основные виды и схемы фрезерования	113
3.3. Режущий инструмент	50	7.4. Фрезерование плоскостей	115
3.4. Мерительный инструмент	52	7.5. Фрезерование прямоугольных пазов, канавок и уступов	116
3.5. Краткие сведения о безопасности труда в механических цехах	56	7.6. Фрезерование фасонных и криволинейных поверхностей	119
3.6. Обтачивание цилиндрических и торцовых поверхностей	58	7.7. Делительные головки	120
3.7. Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обтачивании наружных поверхностей	63	7.8. Фрезерование четырехгранника с помощью делительной головки	121
3.8. Растачивание и обработка внутренних поверхностей вращения	63	7.9. Выбор подач и скоростей резания	122
3.9. Нарезание резьбы	69	<b>Глава 8. Круглошлифовальный станок модели 3М151</b>	123
<b>Глава 4. Токарная обработка при восстановлении деталей</b>	73	8.1. Назначение и техническая характеристика	123
4.1. Виды износов и причины их возникновения	73	8.2. Основные узлы и органы управления	125
4.2. Методы и способы восстановления	74	8.3. Кинематическая схема	126
4.3. Механическая обработка наплавленных поверхностей	76	8.4. Конструктивные особенности основных узлов	129
4.4. Механическая обработка поверхностей с металлizaционным слоем	78	8.5. Гидросистема и циклы работы станка	131
4.5. Обтачивание закаленных сталей	79	8.6. Неисправности станка и их устранение	136
4.6. Выбор баз для обработки изношенных деталей	80	8.7. Смазка станка	136

**Глава 9. Плоскошлифовальный станок модели 3Е711В**

9.1. Назначение и техническая характеристика	139
9.2. Основные узлы и органы управления	140
9.3. Конструкция основных узлов и механизмов	140

**Глава 10. Обработка деталей на шлифовальных станках**

10.1. Виды и способы шлифования	147
10.2. Выбор шлифовального круга	149
10.3. Повышение качества шлифованной поверхности	150
10.4. Смазочно-охлаждающие жидкости при шлифовании	151
10.5. Технический контроль и измерения при шлифовальной обработке	152
10.6. Шлифование наружных и внутренних цилиндрических поверхностей	154
10.7. Шлифование наружных конических и торцовых поверхностей	157
10.8. Шлифование плоских поверхностей	159

**Глава 11. Шлифование при восстановлении деталей**

11.1. Основные сведения	160
11.2. Шлифование коренных и шатунных шеек коленчатого вала	161
11.3. Шлифование опорных шеек и кулачков распределительного вала	165
11.4. Шлифование деталей типа тел вращения	166

**Глава 12. Сверлильные станки и их эксплуатация**

12.1. Назначение и основные узлы станков	167
12.2. Устройство сверлильной головки	167
12.3. Основные технические данные вертикально-сверлильных станков 2Н125 и 2Н135	172
12.4. Конструкция узлов и механизмов станков 2Н125 и 2Н135	173
12.5. Наладка и регулировка станков	176
12.6. Система смазки	177

**Глава 13. Радиально-сверлильный станок модели 2Л53У**

13.1. Назначение и техническая характеристика станка	179
13.2. Устройство и работа станка	179
13.3. Подготовка станка к работе	184
13.4. Схема смазки	186

**Глава 14. Отделочно-расточные станки моделей 2А78 и 2А78Н и работа на них**

14.1. Назначение и техническая характеристика	187
14.2. Органы управления	188
14.3. Общая компоновка станков и кинематические цепи	188
14.4. Конструктивные особенности отдельных узлов	193
14.5. Смазка станков	196
14.6. Настройка и наладка станков. Режимы резания	197
14.7. Технологические приспособления	202

**Глава 15. Специальные станки для восстановления деталей и узлов сельхозмашин**

15.1. Станок модели РР4 для расточки коренных подшипников тракторных двигателей	207
15.2. Станок модели УРБ-ВРМ для расточки шатунных подшипников автотракторных двигателей	209
15.3. Специальный круглошлифовальный станок для перешлифовки шеек коленчатых валов модели 3А423	211
15.4. Станок для перешлифовки кулачков распределительных валов	216
15.5. Восстановление коленчатых осей	220

**Глава 16. Основы технологии машиностроения**

16.1. Термины, определения, основные понятия, стандарты	222
16.2. Технологические нормы	231
16.3. Качество продукции	234
Рекомендуемая литература	237

*Анатолий Николаевич Ковшов*

**СТАНОЧНИК-УНИВЕРСАЛ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
МАСТЕРСКОЙ**

---

Заведующий редакцией Г. П. Стадниченко  
Редактор Е. Б. Коноплева  
Мл. редакторы Н. В. Захарова, О. В. Каткова  
Художественный редактор В. П. Спирина  
Технический редактор Э. М. Чижевский  
Корректор С. К. Завьялова

ИБ № 4454

Изд. № М-262 Сдано в набор 24.01.85. Подп. в печать 19.06.85. Т — 04445.  
Формат 70×100/16 Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать офсетная.  
Объем 19,5 усл. печ. л. 39 усл. кр.-отт. 21,46 уч. изд. л.  
Тираж 45 000 экз. Зак № 667 Цена 70 коп.  
Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.  
Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете  
СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
129041, Москва, ул. Б. Переяславская, 46