

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

**Спицын И.А**

**ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА  
В МАСТЕРСКИХ**

**Раздел «Металлорежущие станки»**

**Пенза 2021**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ  
Кафедра «Технический сервис машин»**

**И.А. Спицын**

# **ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА В МАСТЕРСКИХ**

**Раздел «Металлорежущие станки»**

**Учебное пособие**

**Пенза 2021**

**УДК 621.91 (075)**  
**ББК 34.5 (я7)**  
**С 72**

Рецензент В.А. Овтов, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Механизация технологических процессов в АПК»

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета от \_\_ 2021 г., протокол № .

**Спицын, Иван Алексеевич**

Ознакомительная практика в мастерских. Раздел «Металлорежущие станки»: учебное пособие / И.А. Спицын. – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – 103 с.

Учебное пособие предназначено для студентов инженерного факультета Пензенского ГАУ, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Полезно для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при прохождении практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных навыков научно-исследовательской деятельности.

В соответствии с программой учебной практики «Ознакомительная практика в мастерских» в пособии приведены устройство станков, режущий инструмент, приспособления и основные виды выполняемых работ, а также контрольные вопросы.

© ФГБОУ ВО  
Пензенский ГАУ, 2021  
© И.А. Спицын, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с профессиональным стандартом «Специалист в области механизации сельского хозяйства» обобщённой трудовой функцией шестого квалификационного уровня является «Организация обслуживания и эксплуатация сельскохозяйственной техники». При этом одной из трудовых функций специалиста является организация технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в организации. Исполнение данной трудовой функции связано с оснащением рабочих мест, определением количества и вида специального оборудования, инструментов, распределением операций по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения, а также с решением других сопутствующих вопросов.

Операции технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники проводятся в организациях, эксплуатирующих эту технику, на станциях технического обслуживания и других сервисных предприятиях. Основной объём работ выполняется на ремонтно-технической базе сельскохозяйственных организаций, основным структурным подразделением которой является центральная ремонтная мастерская. В составе мастерской имеются пункт технического обслуживания, сварочное, слесарно-механическое, кузнечное и другие отделения. В этой связи в учебный план подготовки бакалавров по направлению Агроинженерия включена практика «Ознакомительная практика в мастерских». В ходе практики студенты ознакомятся с технологическим оснащением мастерской и приёмами выполнения работ, сопутствующих выполнению операций технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, что способствует формированию компетенций необходимых для выполнения части трудовых функций, установленных профессиональным стандартом.

В учебном пособии приводятся основные сведения о конструкции металлорежущих станков, инструментах, приспособлениях, способах и приёмах обработки заготовок для получения деталей определённой формы, размеров, точности и шероховатости обработанной поверхности.



# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

## 1.1 Материалы, применяемые в машиностроении и ремонтном производстве

В машиностроении и ремонтном производстве детали изготавливают из сталей, чугуна, цветных сплавов, пластмасс и других конструкционных материалов. Сталь и чугун – важнейшие конструкционные материалы для изготовления деталей современной техники. Производство этих сплавов по объёму превышает производство других металлов и сплавов более чем в десять раз.

### 1.1.1 Стали и чугуны

*Сталями называют сплавы железа с углеродом, содержащие 0,02...2,14% углерода, заканчивающие кристаллизацию образованием аустенита. Однако сталь является многокомпонентным сплавом, содержащим наряду с железом и углеродом полезные (марганец и кремний) и вредные примеси (сера, фосфор, кислород, азот, водород). Для придания стали тех или иных специальных свойств в её состав вводят такие элементы, как хром, ванадий, вольфрам, титан, молибден и др. Эти элементы называются легирующими, а стали – легированными.*

Стали классифицируют по назначению, химическому составу, степени раскисления, качеству и структуре.

*По назначению* стали разделяют на конструкционные, инструментальные и специальные (сталь с особыми физическими и химическими свойствами).

*По химическому составу* различают стали углеродистые и легированные. Углеродистые стали по содержанию углерода делят на низкоуглеродистые (0,02...0,25 %C), среднеуглеродистые (0,30...0,55 % C) и высокоуглеродистые (0,6 % C и более).

*В зависимости от условий и степени раскисления* стали делят на спокойные, полуспокойные и кипящие.

*В зависимости от качества* углеродистые стали делят на стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные. Качество стали определяется содержанием в них вредных примесей: серы и фосфора. Так, в сталях обыкновенного качества допустимое содержание серы составляет  $\leq 0,05$  %, а фосфора  $\leq 0,04$  %; в качественных – серы и фосфора около 0,035 %, а в высококачественных –  $\leq$

0,025%.

*Углеродистую конструкционную сталь обыкновенного качества* изготавливают следующих марок: Ст0, Ст1, Ст2...Ст6. Буквы «Ст» обозначают «Сталь», цифры – условный номер марки в зависимости от химического состава. В конце марки стали показывается степень раскисления – сп, пс или кп, а также повышенное содержание марганца (буква Г). Например, Ст3Гсп – сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества, с повышенным содержанием марганца (около 1%), спокойная.

Вместе с буквенно-цифровым обозначением стали маркируют несмываемой краской (обычно концевые или торцевые участки), при этом независимо от степени раскисления используют следующие цвета: Ст0 – красный и зелёный, Ст1 – белый и чёрный, Ст2 – жёлтый, Ст3 – красный, Ст4 – чёрный, Ст5 – жёлтый, Ст6 – синий. Из сталей изготавливают горячекатаный прокат (прутки, швеллера, уголки, трубы, листы и др.), поковки, строительные конструкции, арматуру и малоответственные детали машин.

*Углеродистые конструкционные качественные стали* поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом. В соответствии с ГОСТ 1050–88 маркируют двухзначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Степень раскисления указывается, если она отличается от спокойной. Например, сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45. Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,1 %, 0,45 %.

Стали 15, 20, 25 – подвергают цементации, т.е. насыщению углеродом. Их из них изготавливают детали небольших размеров: кулачки, толкатели, малонагруженные зубчатые колёса. Стали этих марок хорошо свариваются и обрабатываются резанием.

Среднеуглеродистые стали 30, 35, 40, 45, 55, 55 характеризуются большей прочностью и меньшей пластичностью. Их используют для изготовления валов, в том числе коленчатых и распределительных, зубчатых колёс, осей, плунжеров и др. деталей. Высокоуглеродистые стали 60 обладают высокой прочностью износостойкостью и упругими свойствами. Их используют для изготовления силовых упругих элементов: рессор, пружин, упругих колец и т.п.

*Для сталей легированных конструкционных* принята буквенно-цифровая система маркировки. Каждая марка стали содержит определённое сочетание букв и цифр. Легированные элементы обозначаются буквами русского алфавита: Х – хром, Н – никель, В – вольфрам,

М – молибден, Ф – ванадий, К – кобальт, Т – титан, Ю – алюминий; Д – медь, Г – марганец, С – кремний, Ц – цирконий, Р – бор, Б – ниобий. Для конструкционных сталей первые две цифры указывают содержание углерода в сотых долях %, а цифры после букв, обозначающий легирующий элемент, его содержание в %. Если цифра отсутствует, то содержание элемента около 1%. Например, 12ХНЗ – конструкционная легированная сталь с содержанием углерода 0,12%, хрома около 1%, никеля 3%.

Специальная углеродистая конструкционная сталь, предназначенная для изготовления болтов, гаек, винтов и других крепёжных деталей на металлорежущих станках-автоматах, называется автоматной сталью. Она содержит повышенное количество серы (до 0,3 %) и фосфора (до 0,15 %), маркируется буквой «А», после которой следует двузначное число, указывающее среднее содержание углерода в сотых долях процента. При повышенном содержании в стали марганца после двузначного числа ставится буква «Г», например А40Г.

*Инструментальные стали* предназначены для изготовления режущего, измерительного инструмента и штампов.

*Углеродистые инструментальные стали* маркируют буквой «У» и числом (однозначным или двузначным), показывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента (7, 8, 9...1,3). По качеству они бывают качественные и высококачественные. Если в конце марки стали стоит буква А, то сталь высококачественная. Например, У7 – углеродистая инструментальная сталь качественная с содержанием углерода 0,7%, а У13А – углеродистая инструментальная сталь высококачественная с содержанием углерода 1,3 %. Красностойкость сталей около 220 °С. Стали применяют для изготовления шаберов, зубил, напильников и других инструментов, работающих на малых скоростях резания, а также некоторые измерительные инструменты, шаблоны и калибры.

*Легированные инструментальные стали* маркируют цифрами и буквами. В начале обозначения марки стали ставится цифра, показывающая содержание углерода в десятых долях процента. Если углерода около 1%, то цифра не ставится. Например, 9ХС – инструментальная легированная сталь с содержанием углерода 0,9%, хрома и кремния около 1% каждого; ХВГ – инструментальная легированная сталь с содержанием углерода около 1%, хрома, вольфрама и марганца около 1% каждого. Красностойкость сталей, в зависимости от содержания легирующих элементов, составляет 250...300 °С. Стали

применяют для изготовления свёрл, метчиков, развёрток, протяжек, корпусов штампов и пресс-форм.

*Быстрорежущая сталь* – сталь, в которой основным легирующим элементом является вольфрам, а также хром (3...4,6%), ванадий (1...4%) и др. Маркируется буквой Р (что означает рапид – скорость) и далее цифра или число означающее содержание вольфрама. Например, Р18 – быстрорежущая сталь, с содержанием вольфрама 18 %, углерода около 1%, хрома около 4 %. Р6М5 – быстрорежущая сталь, с содержанием вольфрама 6 %, молибдена 5 %, углерода около 1%, хрома около 4 %. Красностойкость 620...640 °С. Допустимая скорость резания по сравнению с инструментальными углеродистыми сталями в два – три раза выше.

*Чугунами называют сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода (до 6,67%), заканчивающие кристаллизацию образованием эвтектики (ледебурита). Именно наличие эвтектики в сплаве обеспечивает хорошие литейные свойства чугунов.*

Чугуны, кристаллизующиеся в соответствии с диаграммой железо цементит, отличаются высокой хрупкостью. Цвет их излома серебристо-белый. И поэтому чугуны называют белыми чугунами.

В промышленности широко применяют серые, ковкие и высокопрочные чугуны с содержанием углерода от 2,4 % до 3,8 %, в которых весь углерод или его часть находится в виде графита. Графит обеспечивает пониженную твёрдость, хорошую обрабатываемость резанием, высокие антифрикционные свойства, гасит вибрации. Вместе с тем включения графита снижают прочность и пластичность, так как нарушается сплошность металлической основы сплава.

*Серыми чугунами называются чугуны, в которых весь или часть углерода находится в виде графита пластинчатой формы. Их получают при медленном охлаждении из расплавленного состояния. Маркируется серый чугун буквами и цифрами: СЧ10, СЧ15, СЧ20...СЧ35. СЧ – серый чугун, 10...45 – предел прочности при растяжении, кгс/мм<sup>2</sup>, или МПа·10<sup>-1</sup>.*

Литые детали из серого чугуна могут работать только на сжатие и изгиб. Наилучшими свойствами обладают доэвтектические чугуны СЧ20 и СЧ25, которые находят широкое применение для изготовления сложных и ответственных отливок: блок цилиндров ДВС, корпуса компрессоров и насосов, корпуса коробок редукторов и др.

*Чугун, в котором углерод находится в виде графита шаровидной формы, называется высокопрочным. Такой чугун в литом состо-*

янии получают модифицированием расплава магнием, церием или редкоземельными металлами (0,03...0,05)%. Предел прочности при растяжении до 1000 МПа. Из чугуна изготавливают коленчатые валы, детали турбин, зубчатые колёса и др. детали.

Маркируется чугун буквами и цифрами: ВЧ 35, ВЧ 40, ВЧ 45, ВЧ 50, ВЧ 60...ВЧ 100. ВЧ – высокопрочный чугун, 35...100 – предел прочности при растяжении, кгс/мм<sup>2</sup>, или МПа·10<sup>-1</sup>.

*Чугун, в котором весь или часть углерода находится в виде графита хлопьевидной формы, называется ковким.* Его получаем из белого доэвтектического чугуна путём длительного отжига (до 80 час). Из него изготавливают детали, работающие при ударных и вибрационных нагрузках: муфты, рычаги, корпуса редукторов, ступицы, звёздочки, храповики, корончатые гайки, кронштейны, карданные валы, тормозные колодки и др.

Маркируется чугун буквами и цифрами: КЧ 35–10, КЧ 37–12, КЧ 45–7, КЧ 50–5 и т.п. КЧ – чугун ковкий, 35, 37, 45, – первые две цифры – предел прочности при растяжении, МПа·10<sup>-1</sup>; 10, 7, 5 – вторые цифры или цифра – относительное удлинение, %.

### 1.1.2 Цветные сплавы

Большое распространение имеют сплавы на основе меди, алюминия, магния, титана и других металлов.

**Медь** – металл красно-розового цвета. Обладает высокой электропроводностью, теплопроводностью и коррозионной стойкостью. Температура плавления – 1083 °С. Основные сплавы – латуни и бронзы.

*Латунь – сплав меди с цинком.* Цинк повышает прочность до определённых пределов. Наибольшей пластичностью обладают латуни, содержащие 30% цинка, а наибольшей прочностью – 45%. Поэтому более 45% цинка в латунях содержаться не может. Латуни характеризуются высокой электропроводностью, теплопроводностью, коррозионной стойкостью, хорошо обрабатываются резанием.

По технологическому признаку латуни делятся на деформируемые и литейные. В деформируемых указывается содержание меди и легирующих элементов, которые обозначаются соответствующими буквами. Содержание элементов даётся в % после буквенных обозначений. Например, Л63 – латунь с содержанием меди 63%, остальное цинк; Латунь ЛАЖ 60–1–1 содержит 60% меди, 1% алюминия, 1% железа и 38% цинка.

В литейных указывается содержание цинка, а количество легирующих элементов (%) ставится после букв их обозначающих. Например, литейная латунь ЛЦ40Мц3А содержит 40% цинка, 3% марганца, около 1% алюминия и 56% меди.

*Бронза – сплав меди с оловом, бериллием, алюминием, свинцом и другими элементами, среди которых цинк не является основным.* Бронзы обладают высокой коррозионной стойкостью, хорошими литейными качествами, хорошо обрабатываются давлением и резанием. По названию основного легирующего элемента они делятся на оловянные, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые, свинцовые и др.

По технологическому признаку бронзы делят на *деформируемые и литейные*. Маркируются буквами Бр, далее также как у латуни. Например, деформируемая бронза БрОФ 6,5– 0,4 содержит 6,5% олова, 0,4% фосфора, остальное медь; литейная бронза БрОЗЦ7С5Н содержит 3% олова, 7% цинка, 5% свинца, около 1% алюминия, остальное медь. БрБ2 – бронза бериллиевая, деформируемая.

*Алюминий – металл серебристо-белого цвета.* Обладает высокой электропроводностью и коррозионной стойкостью. Температура плавления – 660 °С. Наибольшее распространение получили сплавы алюминия с кремнием, медью, марганцем, магнием, медью и др. элементами. Они делятся на литейные и деформируемые.

*Литейные сплавы алюминия (ГОСТ 1583–93)* маркируются буквами АЛ (алюминий литейный) и цифрой, показывающей условный номер сплава, соответствующий его химическому составу и механическим свойствам. Наибольшее применение получили сплавы алюминия с кремнием, образующие эвтектику при содержании 11,6% кремния. Их называют силуминами: АЛ2, АЛ4, АЛ9.

*Деформируемые сплавы алюминия (ГОСТ 4784–97)* делятся на упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. К не упрочняемым термической обработкой относятся сплавы алюминия с марганцем (АМц) и магнием (АМг2... АМг6). Они имеют низкую прочность, но высокую пластичность и коррозионную стойкость.

*Дюралюминий – сплав с медью (до 5%), марганцем (до 1,8%) и магнием (до 0,9%).* Маркируются буквой Д и цифрой, показывающей порядковый номер: Д1, Д16 и т.п.). Выпускается в виде листов и прутков. Применяется в основном в самолётостроении (до 75% массы пассажирского самолёта).

*Ковочные сплавы алюминия* предназначены для изготовления деталей ковкой, штамповкой и деталей работающих при высокой

температуре. Маркируются АК – алюминий ковочный и цифрой – порядковый номер, соответствующий определённому составу и свойствам.

*Магний* – самый лёгкий металл, используемый в промышленности. Его плотность  $1,74 \text{ г/см}^3$ . Имеет гексагональную плотноупакованную кристаллическую решётку. Температура плавления –  $651^\circ\text{C}$ . Он имеет низкую прочность, пластичность и коррозионную стойкость, способность к возгоранию при нагреве. Поэтому чистый магний в качестве конструкционного материала не используется. Его сплавляют с алюминием, марганцем и цинком.

По технологическому признаку магниевые сплавы делят литейные и деформируемые. Литейные маркируются буквами МЛ, деформируемые МА. Далее идёт номер сплава, соответствующий его химическому составу и механическим свойствам (МА1, МА8, МА14; МЛ3, МЛ4, МЛ11). Деформируемые магниевые сплавы упрочняются термообработкой (закалка + старение).

Магниевые сплавы хорошо поглощают вибрацию, они легки, что очень важно для их применения в авиационной промышленности. Удельная вибрационная прочность с учётом демпфирующей способности почти в 100 раз больше, чем у дюралюминия, и в 20 раз выше, чем у легированной стали. Недостаток – невысокая коррозионная стойкость. Надо применять соответствующие методы защиты от коррозии: краски, лаки, оксидирование.

*Титан* – металл серебристо-белого цвета с плотностью  $4,5 \text{ г/см}^3$ . Он обладает невысокой прочностью ( $\sigma_b = 300 \text{ МПа}$ ) и твёрдостью (70 НВ) хорошей пластичностью ( $\delta = 60 \dots 70\%$ ), низкой электропроводностью и теплопроводностью, но высокой коррозионной стойкостью (за счёт плотной оксидной плёнки). Температура плавления –  $1665^\circ\text{C}$ . Для него характерно взаимодействие с газами при температуре  $500 \dots 600^\circ\text{C}$ , плохая обрабатываемость резанием, высокая стоимость.

Повышение механических свойств достигается легированием алюминием, хромом, молибденом, ванадием, марганцем.

По технологическому признаку сплавы титана делятся на литейные и деформируемые. Маркируются чаще всего буквами ВТ далее номер сплава, соответствующий его химическому составу и механическим свойствам. Среди сплавов титана имеются обладающие высокой прочностью до  $\sigma_b = 1200 \text{ МПа}$  (ВТ6, ВТ14), жаропрочностью до  $500^\circ\text{C}$  (ВТ1, ВТ8). Литейные сплавы маркируются также, только в конце марки ставится буква Л (ВТ5Л, ВТ6Л). Они обладают хороши-

ми литейными свойствами. Сплавы применяются в химической промышленности, в ракетной и авиационной технике.

### 1.1.3 Пластмассы и композиционные материалы

*Пластическими массами* (пластмассами) называются материалы, получаемые на основе природных или синтетических полимеров. Пластмассы являются важнейшими современными конструкционными материалами. Они обладают рядом ценных свойств: малой плотностью (до  $2 \text{ г/см}^3$ ), высокой удельной прочностью, низкой теплопроводностью, химической стойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами, звукоизоляционными свойствами. Некоторые пластмассы обладают оптической прозрачностью, фрикционными и антифрикционными свойствами, стойкостью к истиранию и др. Кроме того, пластмассы имеют хорошие технологические свойства: легко формуются, прессуются, обрабатываются резанием, их можно склеивать и сваривать. Недостатками пластмасс являются низкая теплоустойчивость, низкая ударная вязкость, склонность к старению для ряда пластмасс.

Основой пластмасс являются полимерные *связующие* вещества (смолы). Кроме связующих в состав пластмасс входят: *наполнители* для повышения прочности и придания специальных свойств; *пластификаторы* для повышения пластичности, что необходимо при изготовлении изделий из пластмасс; *отвердители*, ускоряющие переход пластмасс в неплавкое, твердое и нерастворимое состояние; *стабилизаторы*, предотвращающие или замедляющие процесс старения; *красители*.

По поведению при нагреве все пластмассы делятся на термопластичные и термореактивные. *Термопластичные* при неоднократном нагревании и охлаждении каждый раз размягчаются и затвердевают. *Термореактивные* при нагревании размягчаются, затем еще до охлаждения затвердевают (вследствие протекания химических реакций) и при повторном нагревании остаются твердыми.

По виду наполнителя пластмассы делятся на порошковые, волокнистые, слоистые, газонаполненные и пластмассы без наполнителя.

В машиностроении и ремонтном производстве наиболее широкое применение получили гетинакс, текстолит, капрон, винипласт, органическое стекло и др.



*Текстолит* — это материал, полученный прессованием пакета кусков хлопчатобумажной ткани, пропитанной смолой. Обладает хорошей "способностью поглощать вибрационные нагрузки, электроизоляционными свойствами. Теплостоек до 80°C.

*Стеклотекстолит* отличается от текстолита тем, что в качестве наполнителя используется стеклоткань. Более прочен и теплостоек, чем текстолит, имеет лучшие электроизоляционные свойства. В *асботекстолите* наполнителем является асбестовая ткань. Кроме электроизоляционных, он имеет хорошие теплоизоляционные и фрикционные свойства.

*Гетинакс* представляет собой материал, полученный прессованием нескольких слоев бумаги, пропитанной смолой. Он обладает электроизоляционными свойствами, устойчив к действию химикатов, может применяться при температуре до 120-140 °C.

*Стекловолокнистый анизотропный материал (СВАМ)* получают прессованием листов стеклошпона, пропитанных смолой. Стеклошпон изготавливается из стеклянных нитей, которые склеиваются между собой сразу после изготовления. Листы стеклошпона располагаются в материале так, чтобы волокна соседних листов располагались под углом 90°. СВАМ обладает высокой прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами, теплостоек до 200-400 °C.

*Органическое стекло* — прозрачный термопластичный материал на основе полиакриловой смолы. Отличается высокой оптической прозрачностью, в 2 раза легче минеральных стекол, обладает химической стойкостью. Недостатки — низкая твердость и низкая теплостойкость. Используется для остекления в автомобиле- и самолетостроении, для прозрачных деталей в приборостроении.

*Винипласт* представляет собой твердый листовый материал, полученный из поливинилхлорида без добавки пластификаторов. Обладает высокой прочностью, химической стойкостью, электроизоляционными свойствами.

*Полистирол* — твердый, жесткий, прозрачный полимер. Имеет очень хорошие электроизоляционные свойства. Его недостатки — низкая теплостойкость, склонность к старению и растрескиванию. Используется в электротехнической промышленности.

### 1.1.4 Инструментальные материалы повышенной красностойкости

К инструментальным материалам повышенной температуростойкости относятся твёрдые сплавы, минералокерамика, нитрид бора и синтетические алмазы.

*Твёрдые сплавы* пришли на замену инструмента из быстрорежущих сталей и они позволяют повысить скорость резания в 1,5...2 раза и увеличить время работы инструмента между его переточками в 3...5 раз. Твёрдые сплавы для оснащения режущего инструмента выпускаются в виде пластин, форма и размеры которых определяется соответствующими стандартами. Пластины чаще всего крепят к телу инструмента высокотемпературной пайкой (твёрдыми припоями) или механическим путём с помощью соответствующих прижимов. По химическому составу твёрдые сплавы подразделяют на три группы: вольфрамокобальтовую, условно обозначаемую ВК, вольфрамотитанокобальтовую ВТК и вольфрамотитанотанталокобальтовую ВТТК. Температуростойкость твёрдых сплавов составляет 1100...1250 °С.

В состав твёрдых сплавов входят карбиды вольфрама (В), титана (Т) и тантала (Т). Кобальт выполняет роль связки. Размещаясь между частицами карбидов, он связывает их в единый монолит. Углерод присутствует в связанном состоянии в составе карбидов вольфрама, титана и тантала.

Твёрдые сплавы группы ВК маркируются буквами ВК и цифрами: ВК3, ВК6, ВК8, ВК10 и др. Например, в сплаве ВК3 кобальта 3% и карбида вольфрама 97%. Твёрдые сплавы группы ВК применяют для обработки чугуна, цветных сплавов и неметаллических материалов.

Твёрдые сплавы группы ВТК маркируются буквами ТК и цифрами: Т15К6, Т30К4, Т5К10 и др. Например, в сплаве Т5К10 кобальта 10%, карбидов титана 5%, а остальное карбиды вольфрама – 85%. Твёрдые сплавы этой группы применяют для чернового и чистового точения сталей.

Твёрдые сплавы группы ВТТК маркируются буквами ТТК и цифрами: ТТ17К6, ТТ7К12 и др. Например, в сплаве ТТ17К6 кобальта 6%, карбидов титана и тантала 17%, а остальное карбиды вольфрама. Твёрдые сплавы этой группы применяют для точения стальных отливок, нержавеющей, жаропрочных сталей, титановых сплавов и др.

Основой твёрдых сплавов являются карбиды вольфрама. Высокая стоимость исходных материалов для изготовления твёрдых сплавов на вольфрамовой основе привела к созданию *безвольфрамовых твёрдых сплавов*, в которых вместо карбидов вольфрама используют карбиды, нитриды, карбонитриды титана, окислы других металлов, а в качестве связки – никель и молибден. ГОСТ 26530 предусматривает использование двух сплавов: нитрид титана – ТН20 и карбонитрид титана КТН16. В основном их используют для получистового и чистового точения сталей и других сплавов.

*Минералокерамические материалы* получают из частиц оксида алюминия  $Al_2O_3$  (электрокорунда) и стекла, выполняющего роль связующего вещества. Белые минералокерамические пластинки выпускаются под маркой ВО-100 (ЦМ332), ВО-13, ВШ-75 и др.. Твёрдость минералокерамики близка к алмазу, а температуростойкость порядка 1400 °С. Однако минералокерамика имеет низкую механическую прочность и поэтому пригодна только для тонкой чистовой обработки. Для повышения механической прочности в состав минералокерамики добавляют различные тугоплавкие соединения – карбиды титана, вольфрама, молибдена и др. Образовавшиеся составы из кристаллов электрокорунда и карбидов тугоплавких металлов называются *керметами*. Они имеют марки ВОК-60, ВОК-63 и ВЗ. По сравнению с минералокерамикой их прочность почти в два раза выше, чем у пластин марки ЦМ332, а теплостойкость составляет 1300 °С. Керметы применяют для окончательной обработки металлов резанием.

*Нитридная керамика* (силинит-Р) создана на основе нитрида кремния, оксидов алюминия и нитрида титана (композиция  $SiN_4 - Al_2O_3 - TiN$ ). Теплостойкость керамики составляет 1200 °С.

*Сверхтвёрдые инструментальные материалы* получают с использованием больших давлений и температур на основе алмаза и нитрида бора.

*Поликристаллы на основе алмаза* получают двумя способами: в результате фазового перехода графита в алмаз и спеканием алмазных зёрен. Фазовый переход графита в алмаз осуществляется при давлении 105 МПа и температуре около 2500 °С. Таким путём получают синтетические алмазы – карбонадо (АСПК) и баллас (АСБ). Поликристаллы на основе алмаза имеют высокую микротвёрдость около 100 МПа и невысокую теплостойкость около 700 °С. Но лезвийный инструмент, оснащённый поликристаллами на основе алмаза, за счёт высокой теплопроводности, работает на скоростях резания до 1200

м/мин. Синтетические алмазы широко используются и для изготовления абразивного инструмента – кругов, дисков, брусков, надфилей, хонов, паст и др.

Эльбор получают спеканием 56% нитрида бора и 43% азота в специальных камерах под давлением 100 МПа и температуре 1000 °С. На его базе выпускают поликристаллические синтетические материалы – эльбор-Р, гексанит-Р и другие компоненты. В зависимости от химического состава они имеют теплостойкость от 800 до 1500 °С. Их широко применяют для изготовления лезвийного инструмента, используемого для обработки закалённых сталей и чугунов.

## **1.2 Основные понятия, относящиеся к обработке материалов резанием**

Обработка материалов резанием – это процесс срезания с обрабатываемой заготовки некоторой массы материала – припуска в виде стружки с помощью инструмента, режущая часть которого имеет форму клина, для получения детали определённой формы, размеров, заданной точности и шероховатости поверхности. Обработка резанием по применяемому инструменту может быть лезвийной или абразивной. В первом случае обработка осуществляется инструментом, режущая часть которого выполнена в виде лезвия (рис. 1.1, а-в, д), во втором – содержит абразивные частицы (рис. 1.1, г).

В процессе резания заготовка и режущий инструмент совершают движения, строго согласованные между собой и с разной скоростью. При этом одно движение называется главным движением резания –  $D_r$ , другое – движением подачи –  $D_s$ .

Главное движение резания – прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания (при точении – вращательное движение заготовки; при сверлении, фрезеровании, шлифовании – вращательное движение инструмента).

Скорость главного движения резания  $V$  – скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в главном движении резания.

Движение подачи  $D_s$  – прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала

на всю обрабатываемую поверхность (движение резца при точении, движение заготовки при фрезеровании т. п.). Оно может быть непрерывным (точение, сверление и др.) и прерывистым (строгание, долбление). В зависимости от направления различают движения продольной, поперечной, круговой подачи.

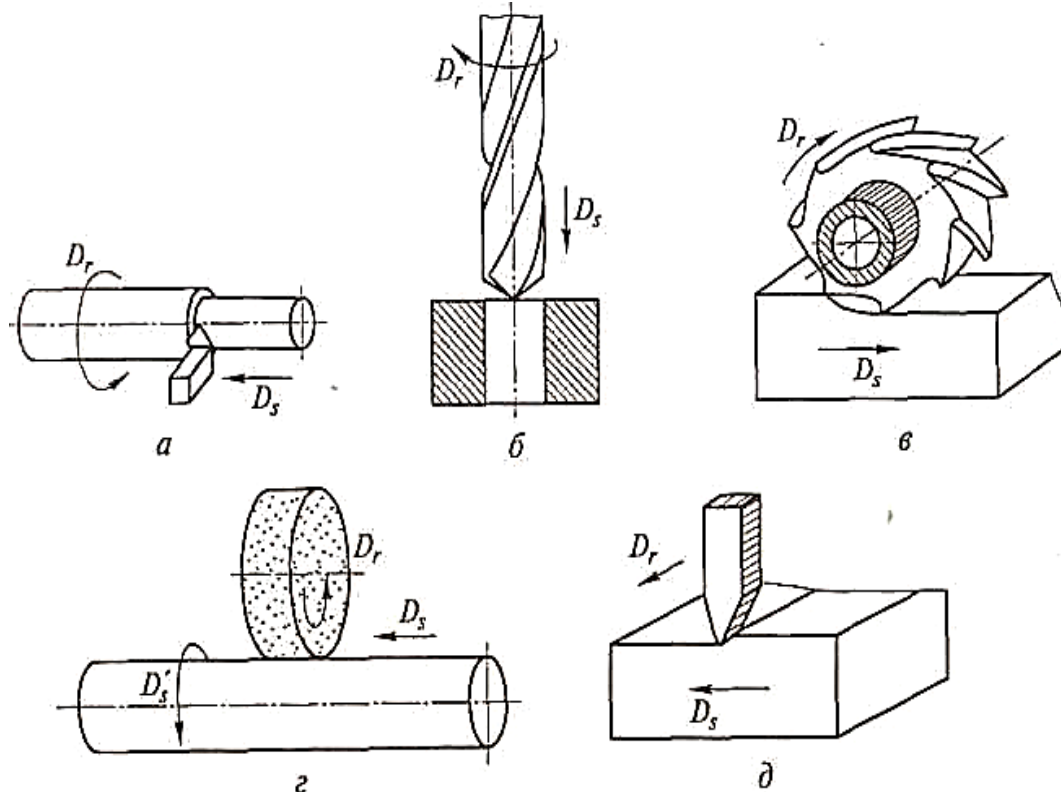


Рисунок 1.1 – Схемы основных методов обработки резанием:  
а – точение; б – сверление; в – фрезерование;  
г – шлифование; д – строгание

Скорость движения подачи  $V_s$  – скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в движении подачи.

На обрабатываемой заготовке рассматривают поверхность резания 1, обрабатываемую поверхность 2 и обработанную поверхность 3 (рис. 1.2).

Поверхность резания – поверхность, образуемая режущей кромкой в результирующем движении резания. Она является переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностью.

Обрабатываемая поверхность – поверхность заготовки, с которой снимается стружка.

Обработанная поверхность – поверхность, полученная после снятия стружки.

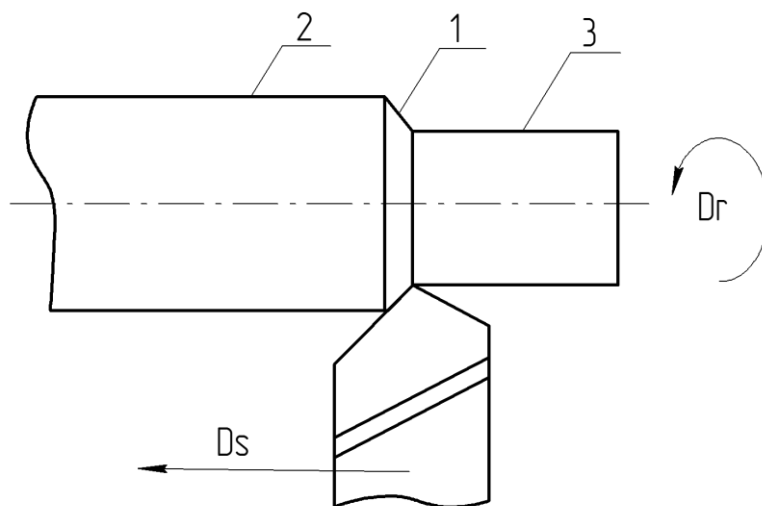


Рисунок 1.2 – Поверхности на заготовке при токарной обработке

### 1.3 Элементы режима резания и параметры срезаемого слоя

Режим резания – это совокупность значений глубины резания ( $t$ ), подачи ( $S$ ) и скорости резания ( $V$ ).

Глубина резания  $t$  (рис. 1.3) – величина срезаемого слоя за один рабочий ход, измеренная в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности.

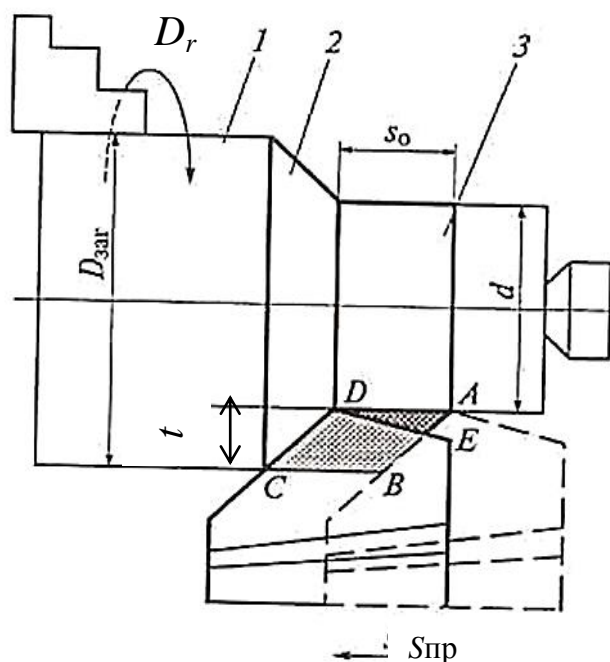


Рисунок 1.3 – Элементы режима резания при точении:

1 и 3 обрабатываемая и обработанная поверхности;  
 2 – поверхность резания;  $D_r$  – главное движение резания (вращательное движение заготовки);  $S_{пр}$  – продольная подача;  $S_o$  – подача на один оборот заготовки;  
 ABCD – номинальное сечение срезаемого слоя;  
 $t$  – глубина резания

Рабочий ход – однократное перемещение режущего инструмента относительно обрабатываемой поверхности, сопровождаемое изменением, формы, размеров и шероховатости поверхности.

Поскольку обрабатываемая поверхность может быть нецилиндрической и некруглой, в разных местах заготовки глубина резания может быть разной, то для обрабатываемой заготовки принимают за глубину резания наибольшее значение. Глубина резания при точении определяется по формуле

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - d}{2}, \text{ мм},$$

где  $D_{\text{заг}}$  – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм;  
 $d$  – диаметр обработанной поверхности заготовки, мм.

Подача ( $s$ ) – отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов другого движения во время резания. Согласно определению подача определяется по формуле

$$s = l/n, \text{ мм/об},$$

где  $l$  – расстояние, которое проходит резец за время обработки, мм;  
 $n$  – число оборотов заготовки за этот промежуток времени, об.

Если заготовка сделает один оборот, то  $s_o = l/1 = 1$  мм/об, то есть подача – это расстояние на которое перемещается резец за один оборот заготовки. При этом резец может перемещаться параллельно оси заготовки с продольной подачей  $s_{\text{пр}}$  или перпендикулярно – с поперечной подачей  $s_{\text{поп}}$ .

В зависимости от вида обработки подача имеет и другие размерности:

- минутная подача ( $s_{\text{мин}}$ ),  $\text{мм}/\text{мин}$  (фрезерование);
- подача на один зуб режущего инструмента ( $s_z$ ),  $\text{мм}/\text{зуб}$  (фрезерование, протягивание);
- подача на двойной ход ( $s_{\text{д.х.}}$ ),  $\text{мм}/\text{д.х.}$  (строгание, долбление, шлифование на плоскошлифовальных станках).

Скорость резания ( $V$ ) – скорость рассматриваемой точки режущей кромки инструмента или заготовки в главном движении резания. При точении её значение связано с диаметром заготовки и частотой её вращения и находится по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м / мин,}$$

где  $\pi = 3,14..$ ;

$D$  – максимальный диаметр заготовки на выполняемом переходе, мм;

$n$  – частота вращения заготовки, об/мин;

$1/1000$  – переводной коэффициент.

От режима резания зависит основное (машинное) время – время взаимодействия режущего инструмента с заготовкой, сопровождаемое изменением формы, размеров и шероховатости поверхности заготовки. Из курса физики известно, что время равно пути, делённому на скорость. Путь при точении – это длина хода режущего инструмента в направлении обработки  $L$  (рис. 1.4). Скорость – скорость подачи, равная произведению частоты вращения на подачу.

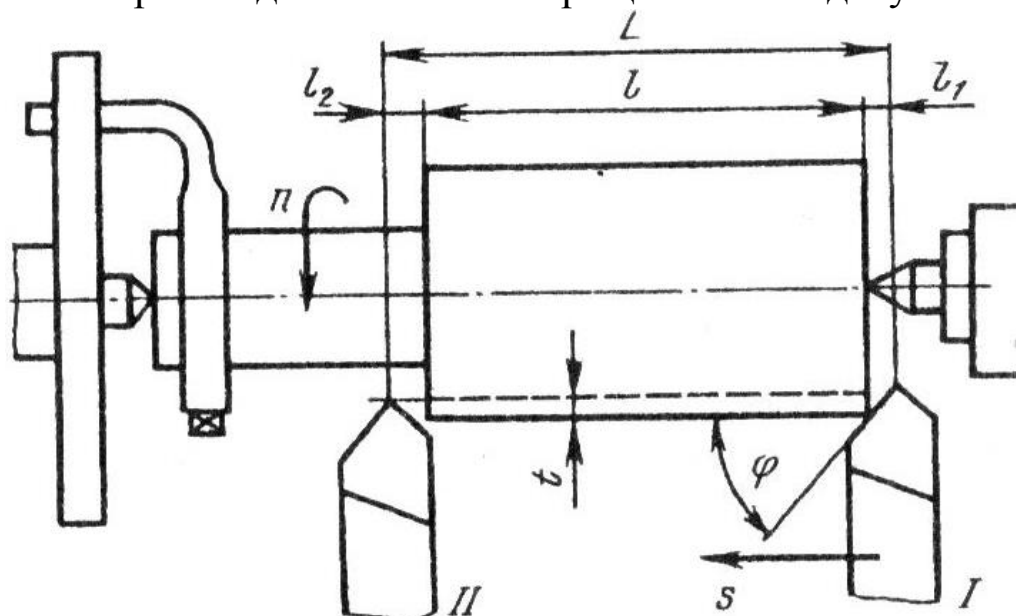


Рисунок 1.4 – Схема к расчёту расчётной длины хода режущего инструмента при точении: I и II – положения резца в начале и конце технологического перехода

Технологический переход – законченная часть технологической операции, характеризующая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой. Технологический переход состоит из рабочих ходов.

Итак, основное время определяется по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{\phi} \cdot s_{\phi}}, \text{ мин,}$$

где  $i$  – количество рабочих ходов, шт.;

$n_{\phi}$  – фактическая частота вращения заготовки, мин<sup>-1</sup>;



$s_\phi$  – фактическая подача, мм/об.

Расчётная длина хода режущего инструмента определяется по формуле

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

$l_2$  – длина пути перебега резца, мм (1...3 мм);

$l_1$  – длина пути врезания резца, мм. Определяется по формуле

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \text{ мм},$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – главный угол в основной плоскости (в плане).

Производительность при обработке на металлорежущих станках определяется объёмом снятой стружки в единицу времени. Для определения объёма необходимо площадь сечения срезаемого слоя (стружки) умножить на длину обрабатываемой поверхности, проходимой относительно резца за единицу времени, то есть на скорость резания.

Сечение срезаемого слоя при различных способах обработки – это фигура, получаемая при рассечении слоя материала заготовки, отделяемого лезвием за один цикл главного движения резания, основной плоскостью. Для токарной обработки один цикл – один оборот заготовки. В общем случае сечение срезаемого слоя имеет форму параллелограмма ABCD (рис. 1.3) с основанием равным подаче  $s$  и высотой, равной глубине резания  $t$  (рис. 1.5).

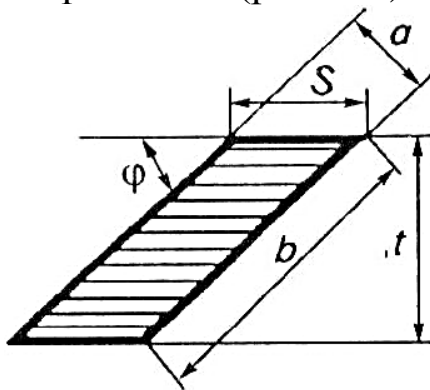


Рисунок 1.5 – Номинальное сечение срезаемого слоя:  $a$  – толщина;

$b$  – ширина;  $\varphi$  – главный угол в основной плоскости (в плане)

Срезаемый слой характеризуется двумя параметрами: толщиной и шириной.

Толщина срезаемого слоя  $a$  – длина нормали к поверхности резания, проведённой через рассматриваемую точку режущей кромки, ограниченная сечением срезаемого слоя. Она зависит от подачи и

главного угла в основной плоскости и определяется по формуле

$$a = s \cdot \sin \varphi.$$

Ширина срезаемого слоя  $b$  – длина стороны сечения срезаемого слоя, образованная поверхностью резания. Она зависит от глубины резания и главного угла в основной плоскости и определяется по формуле

$$b = t / \sin \varphi.$$

Таким образом, производительность металлообработки  $Q$  определяется по формуле

$$Q = t \cdot s \cdot V / 1000 = a \cdot b \cdot V / 1000, \text{ мм}^3/\text{мин.}$$

Толщина и ширина срезаемого слоя оказывают значительное влияние на физику процесса резания, в частности на силы резания и температуру в зоне резания. И, в этой связи, их относят к физическим, а глубину резания и подачу к технологическим параметрам обработки материалов резанием.

#### 1.4 Процесс образования стружки и её виды

Процесс резания рассматривают как процесс местного сжатия и сдвига металла резцом с последующим образованием стружки. Слой металла, подлежащий срезанию, находится в сложнапряжённом состоянии. Упругому и пластическому деформированию подвергаются также близлежащие слои металла, расположенные впереди резца и под ним.

Образование стружки скалывания происходит следующим образом (рис. 1.6).

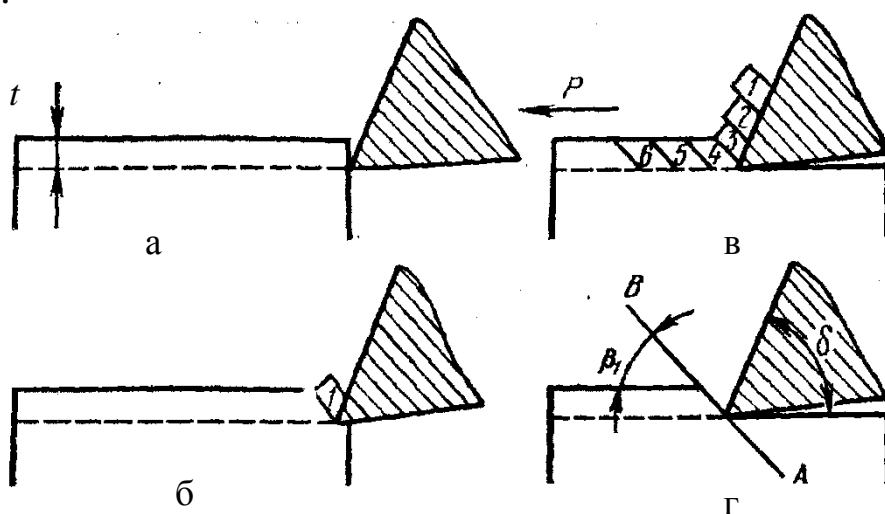


Рисунок 1.6 – Схема образования стружки скалывания

Резец под действием силы  $P$  внедряется в материал и сжимает его, вызывая в нём упругие, а затем пластические деформации, т.е. создаётся сложное напряжённое состояние (рис.1.6, а). В тот момент, когда напряжения превысят силу сцепления частиц материала между собой, происходит скалывание элемента 1 (рис.1.6, б). Дальнейшее постепенное вдавливание резца приводит к скалыванию элементов 2, 3, 4 и т.д. (рис. 1.6, в). И.А. Тиме установил, что скалывание элементов происходит всегда в одной и той же плоскости  $AB$  и она была названа плоскостью скалывания, а угол  $\beta_1$  - между направлением движения резца и данной плоскостью – *углом скалывания*. Этот угол несколько изменяется с изменением условий резания, и главным образом с изменением угла резания  $\delta$  (рис. 1.6, г).

В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания, геометрии режущего инструмента образуются следующие виды стружек: сливные, скалывания и надлома (рис.1.7).

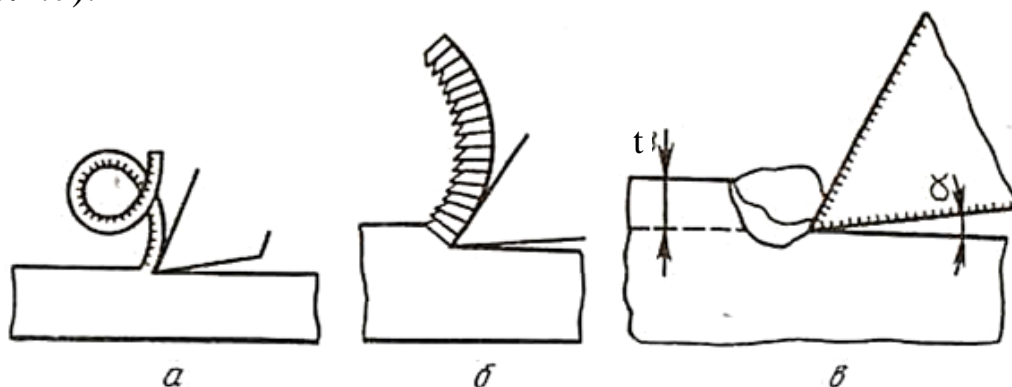


Рисунок 1.7 – Виды стружек: а – сливная; б – скалывания; в - надлома

Сливная стружка – это сплошная непрерывная лента, на верхней и обеих боковых сторонах которой видны следы пластической деформации в виде мелких заострённых выступов. Образуется при обработке вязких и мягких материалов.

Стружка скалывания состоит из отдельных пластически деформированных элементов, достаточно прочно соединённых по плоскости скалывания. Образуется при обработке некоторых марок латуней и твёрдых сталей с большими подачами и невысокими скоростями резания. С изменением условий обработки может измениться и вид стружки: скалывания может перейти в сливную, и наоборот.

Стружка надлома состоит из отдельных деформированных элементов, несвязанных между собой, и образуется при обработке хрупких материалов (серый чугун). При этом обработанная поверхность имеет большую шероховатость.

## 1.5 Шероховатость поверхности

При резании на обработанной поверхности всегда остаются небольшие остаточные гребешки АДЕ (рис. 1.3), высота которых зависит от подачи и геометрических параметров резца (радиуса закругления при вершине резца, главного и вспомогательного углов в основной плоскости и др.). Эта зависимость хорошо видна из схемы (рис. 1.8): высота остаточных гребешков возрастает при увеличении подачи, а при увеличении радиуса закругления при вершине резца и при уменьшении вспомогательного угла в плане  $\phi_1$  уменьшается с  $h_1$  до  $h_2$  соответственно. Приблизительно высоту гребешков определяют по формуле

$$R_{\text{расч}} = S^2 : 8r,$$

где  $S$  – подача, мм/об;

$r$  – радиус закругления при вершине резца, мм.

Остаточное сечение площади срезаемого слоя материала образует на обработанной поверхности микровыступы и микровпадины, характеризующие шероховатость поверхности.

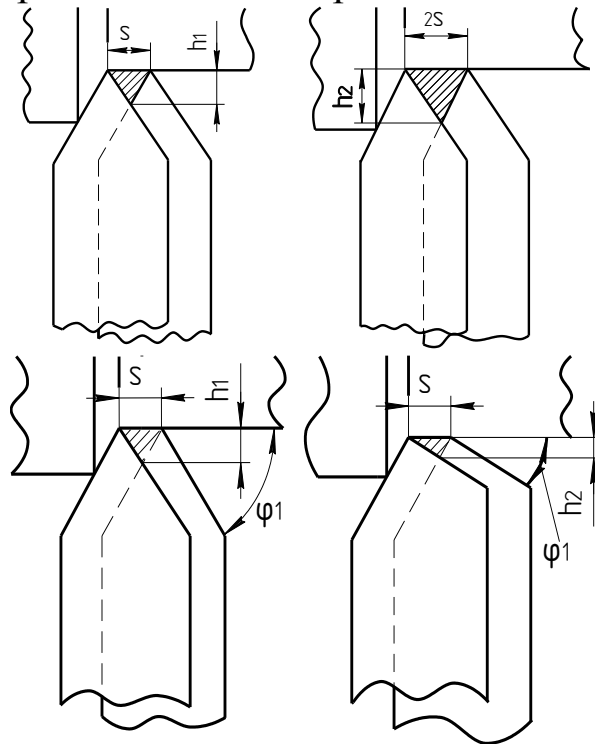


Рисунок 1.8 – Влияние подачи, вспомогательного угла в плане на высоту остаточных гребешков

Согласно ГОСТ 2789-73, под шероховатостью поверхности подразумевают совокупность неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине  $l$ .

Базовая длина  $l$  – минимальная длина участка поверхности, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности, и для количественного определения её параметров (рис. 1.9).

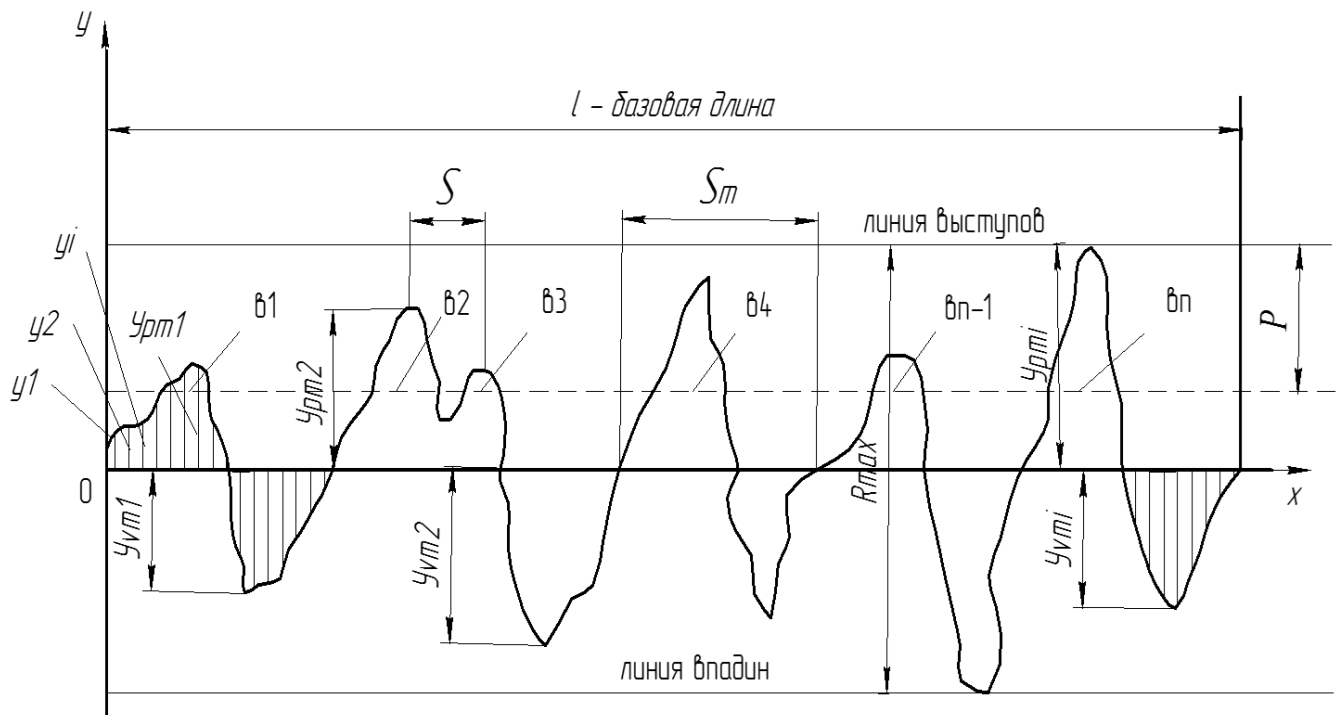


Рисунок 1.9 – Профилограмма обработанной поверхности  
По ГОСТ 2789-73 установлено шесть параметров шероховатости:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| \cdot dx \quad \text{или} \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где  $l$  – базовая длина;  
 $n$  – число измеренных точек профиля на базовой длине.

2. Высота неровностей профиля по десяти точкам

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^{i=5} |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^{i=5} |y_{vmi}| \right),$$

где  $y_{pmi}$  – высота  $i$  наибольшего выступа профиля;  
 $y_{vmi}$  – глубина  $i$  наибольшей впадины профиля.

3. Наибольшая высота неровностей профиля –  $R_{max}$ .
4. Средний шаг неровностей профиля по средней линии –  $S_m$ .
5. Средний шаг местных выступов профиля –  $S$ .

6. Относительная опорная длина профиля –  $t_p$ .

$$t_p = \frac{\eta_p}{l} \cdot 100\%,$$

где  $\eta_p$  – опорная длина профиля, равная сумме длин отрезков  $b_i$ , отсекаемых на уровне  $P$  ( $P = 5 \dots 90\%$ ) в материале профиля линией, эквидистантной средней линии в пределах базовой длины.

$$\eta_p = \sum_{i=1}^{i=n} b_i$$

Требование к шероховатости поверхности устанавливают по одному или нескольким параметрам. Обычно это среднее арифметическое отклонение профиля неровностей –  $R_a$  или высота неровностей профиля по десяти точкам –  $R_z$ , а также наибольшая высота неровностей профиля –  $R_{max}$ .

На рабочих чертежах деталей шероховатость поверхности обозначают знаком (рис.1.10).

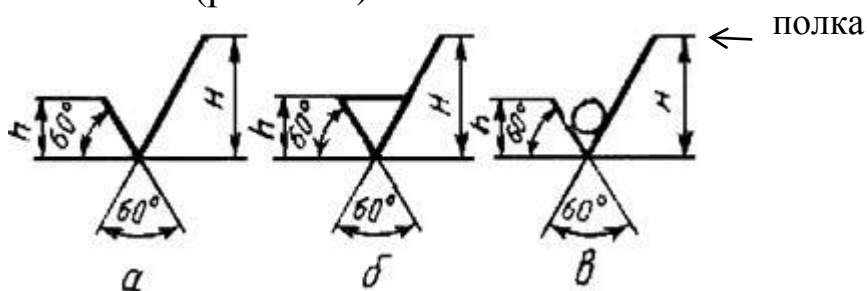


Рисунок 1.10 – Обозначение шероховатости поверхности: а – способ обеспечения шероховатости конструктором не устанавливается; б – шероховатость обеспечивается удалением слоя материала; в – шероховатость образована без удаления слоя материала;  $h$  – 5 мм.;  $H$  – 10 мм. Длина полки соответствует длине записи. Например,  $R_a 2,5$  мкм.

## 1.6 Допуски и предельные отклонения

Под точностью детали понимается соответствие её требованиям рабочего чертежа по размерам, геометрической форме, правильности взаимного расположения поверхностей и их шероховатости. Допуски и предельные отклонения связаны с размерами деталей. Но ни один элемент детали нельзя изготовить абсолютно точно по рабочему чертежу, поскольку каждое оборудование, режущий инструмент изготавливается с определённой точностью. В процессе обработки мате-

риалов резанием режущий инструмент изнашивается, в системе станок – приспособление – инструмент – заготовка возникают колебания и вибрации, происходят температурные изменения, средства измерения имеют определённую погрешность, возможны субъективные ошибки при контроле размера и т.п. Поэтому конструктор, учитывая, что погрешности неизбежны, определяет, в каких пределах они допустимы, и устанавливает по два предельных размера для вала ( $d_{max}$ ,  $d_{min}$ ) и отверстия ( $D_{max}$ ,  $D_{min}$ ), внутри которых должны находиться действительные размеры сопрягаемых деталей (рис. 1.11).

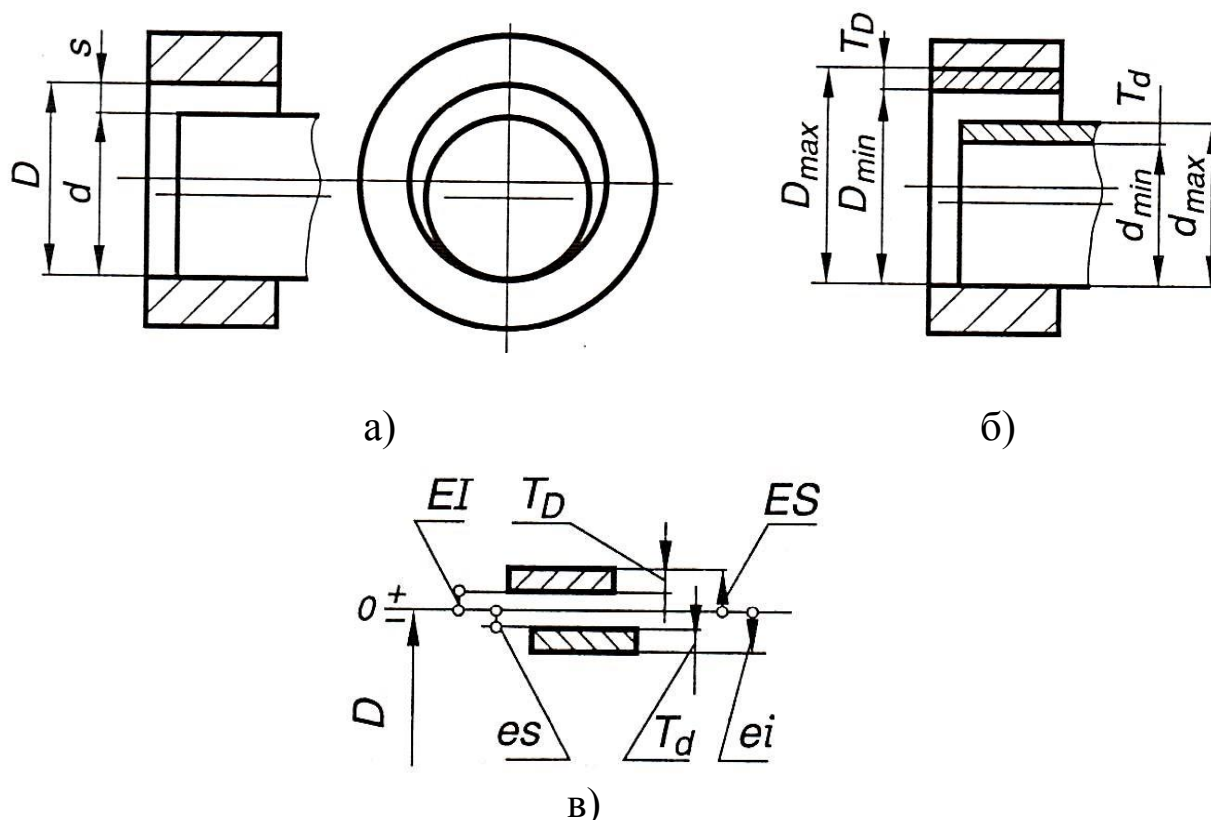


Рисунок 1.11 – Схема расположения предельных размеров и полей допусков отверстия ( $T_D$ ) и вала ( $T_d$ ) в сопряжении с зазором ( $S$ )

Для получения сопряжения с зазором ( $S$ ) диаметр отверстия ( $D$ ) должен быть больше диаметра вала ( $d$ ) (рис. 1.11, а). Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском –  $T_d$  и  $T_D$  (рис. 1.11, б), то есть

$$T_d = d_{max} - d_{min} \text{ и } T_D = D_{max} - D_{min}.$$

Номинальный размер – это размер, относительно которого указывают предельные отклонения. Для сопряжения это один общий для вала и отверстия размер –  $D$  (рис. 1.11, в).

Различают верхнее и нижнее отклонение. *Верхнее отклонение*  $ES$  или  $es$  – алгебраическая разность между наибольшим и номинальным размерами:

$$ES = D_{max} - D; es = d_{max} - D.$$

Нижнее отклонение  $EI$  и  $ei$  – алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами:

$$EI = D_{min} - D; ei = d_{min} - D.$$

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его расположением относительно нулевой линии, соответствующей номинальному размеру. Графическое изображение полей допусков (заштрихованные прямоугольники) приведено на рис. 1.11, в. Все детали, размеры которых не выходят за поле допуска, являются качественными и пригодными для использования. Чем уже поле допуска, тем более высокой считается степень точности, которая обозначается цифрой и называется квалитетом. В соответствии с ГОСТ 25346 установлено 19 квалитетов, обозначаемых цифрами порядкового номера квалитета – 01, 1, ...17. Самые точные квалитеты (01, 0, 1, 2, 3, 4), как правило, применяются при назначении допусков образцовых мер и калибров. Квалитеты с 5 по 11 применяются для изготовления сопрягаемых элементов деталей, с 12 по 17 – несопрягаемых. Для некоторых размеров и квалитетов значение допусков приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Значения допусков (мкм) для номинальных размеров

Интервалы размеров, мм	Квалитет										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Св. 3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
Св. 18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
Св. 30 до 50	7	11	16	25	39	63	100	160	250	390	620
Св. 50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740













Предельные отклонения сопряжённых размеров деталей указывают на рабочих чертежах деталей. Например, диаметр отверстия  $\phi 40^{+0,063}$ , диаметр вала  $\phi 40_{-0,018}^{+0,007}$ . Предельные отклонения свободных размеров оговариваются общей записью в технических требованиях, например, H14; h14;  $\pm IT14/2$ , которая означает, что отверстия должны



быть выполнены по H14 (основное отклонение равно 0, а верхнее по14 квалитету), валы – по h14 (основное отклонение равно 0, а нижнее по14 квалитету), а элементы не относящиеся к отверстиям и валам, с симметричными предельными отклонениями, равными половине допуска по 14 квалитету.

Все виды отклонения от геометрической формы (допуски) и взаимного расположения поверхностей делятся на три группы: формы, расположения и суммарные допуски формы и расположения. ГОСТ 2.308-79 предусматривает термины, определения и графические знаки (обозначения) допусков формы и расположения поверхностей (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей

№ п/п	Группа допусков	Вид допуска	Знак
1	Допуски формы	Допуск цилиндричности	
		Допуск круглости	
		Допуск профиля продольного сечения	
		Допуск плоскостности	
		Допуск прямолинейности	
2	Допуски расположения	Допуск параллельности	
		Допуск перпендикулярности	
		Допуск наклона	
		Допуск соосности	
		Допуск симметричности	
3	Суммарные допуски формы и расположения поверхностей	Допуск радиального биения	
		Допуск торцового биения	
		Допуск биения в заданном направлении	
		Допуск полного ради-	

		ального или торцового биения	
		Допуск формы заданной поверхности	

Допуски формы и расположения поверхностей деталей указывают на чертежах условными обозначениями, проставляемыми в рамках, разделёнными на два или три поля, в следующем порядке (рис. 1.12, а): в первом поле приводят знак допуска; во второе поле вписывают числовое значение допуска в миллиметрах; в третье, при необходимости, буквенное обозначение базы, относительно которой измеряется указанный допуск. Базы обозначают зачернённым треугольником, который соединяют соединительной линией с рамкой допуска (рис. 1.12, б), или прописной буквой в специальной рамке и эту же букву вписывают в третье поле рамки допуска (рис. 1.12, в).

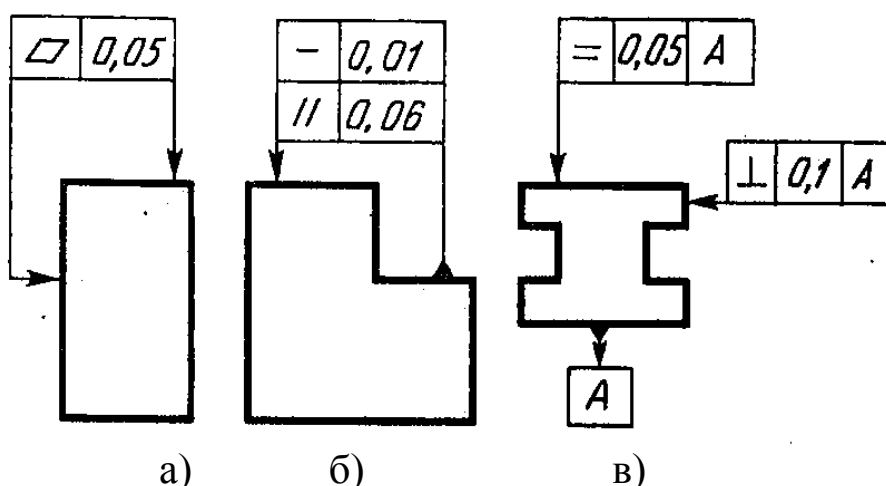


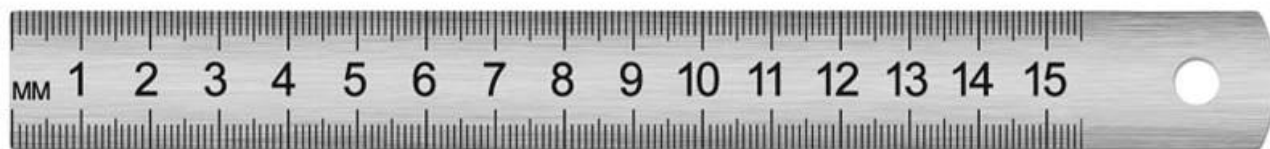
Рисунок 1.12 – Примеры нанесения условных знаков и данных допуска формы и расположения поверхностей на чертежах

## 1.7 Измерительный и контрольный инструмент

Контроль действительных размеров детали и отклонение от номинальных значений определяют с помощью измерительных инструментов, к которым относятся: линейки измерительные, штангенциркули, микрометры, угломеры, индикаторы и др. Контроль отклонений детали от заданных формы и расположения поверхностей производят контрольными приборами, калибрами, шаблонами, лекальными линейками, угольниками, щупами и др.

Измерительная металлическая линейка (рис. 1.13) имеет штрихи-деления, расположенные друг от друга на расстоянии 1 мм. Каждое сантиметровое и миллиметровое деления шкалы отличаются

штрихами различной длины. Линейки могут иметь один (рис.1.13) или два рабочих торца, одну или две шкалы, а также штрихи, расположенные друг от друга на расстоянии 0,5 и 0,25 мм.



*Рисунок 1.13 – Измерительная металлическая линейка с одним рабочим торцом с сантиметровыми и миллиметровыми делениями*

Для переноса на измерительную линейку размера наружного или внутреннего диаметров, толщин буртиков, стенок и т.п. применяют кронциркули и нутромеры, которые могут быть шарнирными (рис.1.14, а) и пружинными (рис.1.14, б).



*Рисунок 1.14 – Кронциркули и кронциркули-нутромеры: 1- пружина кольцевая разжимная; 2 – гайка регулировочная; 3 - винт*

Вначале работы ножки кронциркуля устанавливаются в размер по линейке, шаблону, калибру или по образцовой детали. После этого происходит сравнение снятых показаний с размером измеряемых деталей.

Штангенинструменты являются распространёнными в машиностроительном и ремонтном производствах видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и других элементов деталей.

Штангенциркули изготовляют трёх типов: I (двухсторонний с глубиномером), Т-I (односторонний с глубиномером и измерительными ножками из твёрдых сплавов), II (двухсторонний), III – (односторонний). Они имеют различный диапазон измерений от 0 до 2000 мм, чаще применяют с диапазоном 0-125, 0-160, 0-200, 0-250 и др. Всего 12 типоразмеров. Величина отсчёта по нониусу составляет 0,1 и 0,05 мм.

Штангенциркуль ШЦ-I с диапазоном измерения 0-125 и величиной отсчёта по нониусу 0,1 мм приведён на рисунке 1.15. Его применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин. Он имеет штангу 1, на которой нанесена основная шкала (шкала штанги) с миллиметровыми делениями. На одном конце штанги имеются измерительные губки 2 и 6. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками 2 и 6 и линейкой для измерения глубин. Рамку при измерении закрепляют на штанге зажимом 4. Нижние губки 6 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 – для внутренних размеров. На скошенной грани 3 нанесена шкала 5 с делениями, называемой *нониусом*. Он предназначен для определения дробной величины деления штанги, т.е. определения доли миллиметра.

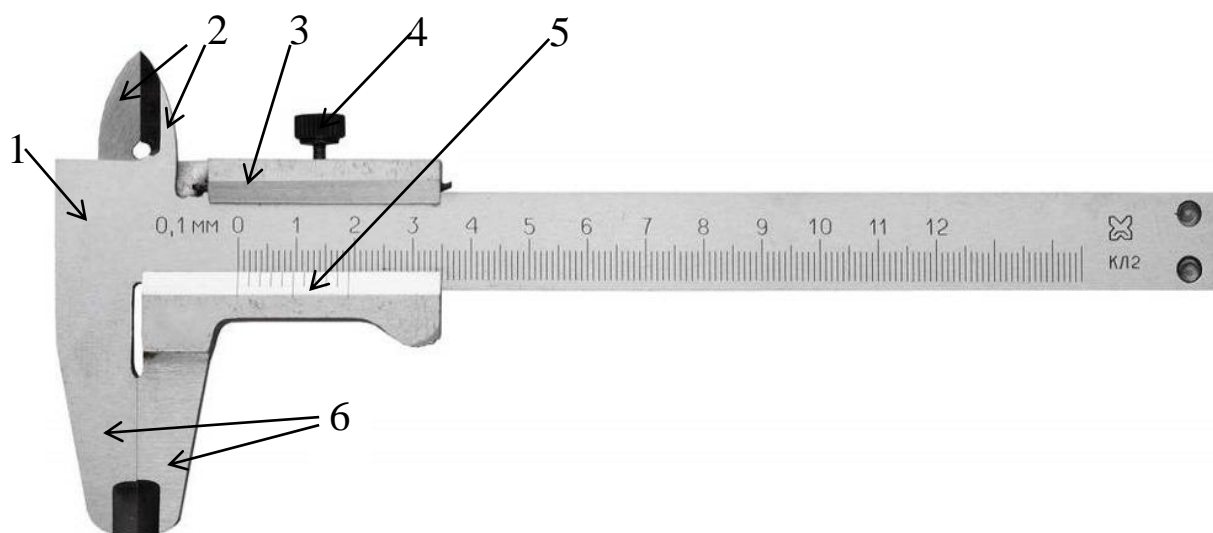


Рисунок 1.15 – Общий вид штангенциркуля ШЦ-I

Длина шкалы нониуса 19 мм разделена на 10 частей. Таким образом одно деления нониуса составляет  $19:10=1,9$  мм, что на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров. При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым делением основной шкалы, а последний – 10 штрих нониуса – с 19 делением шкалы (рис. 1.15), то есть каждый штрих нониуса находится от ближайшего справа штриха штанги на расстоянии, равном величине отсчёта – 0,1 мм. При определении размера целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Количество десятых долей определяется умножением величины отсчёта (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги (рис. 1.16).

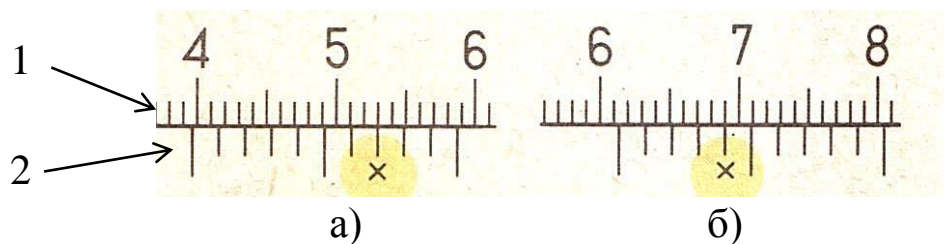


Рисунок 1.16 – Примеры чтения показаний на штангенциркуле с величиной отсчёта по нониусу 0,1 мм: 1 – шкала штанги; 2 – шкала нониуса

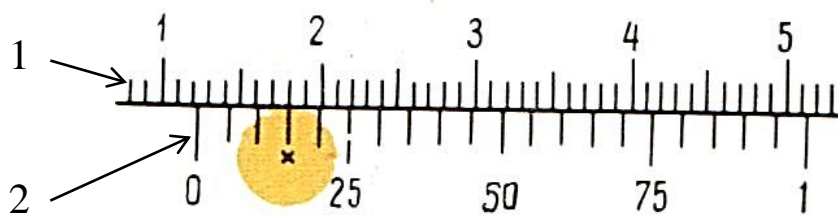
На рисунке 1.16 (а) размер 39,7 мм получен в результате сложения целого числа миллиметров, отсчитанного по шкале штанги, - 39 мм и дробной части, полученной умножением величины отсчёта 0,1 мм на седьмой порядковый номер штриха нониуса, совпадающего со штрихом штанги –  $0,1 \cdot 7 = 0,7$  мм. На рисунке 1.16 (б) размер 61,4 мм получен в результате сложения целого числа миллиметров – 61 мм и дробной части  $0,1 \cdot 4 = 0,4$  мм.

Длина нониуса штангенциркуля с величиной отсчёта 0,05 мм составляет 39 мм и она разделена на 20 частей. Одно деление нониуса составляет  $39:20 = 1,95$  мм, что на 0,05 мм меньше целого числа миллиметров. Устройство шкалы нониуса и порядок отсчёта измерений аналогичны выше рассмотренному.

На рисунке 1.17 (а) размер 12,15 мм получен в результате сложения целого числа миллиметров, отсчитанного по шкале штанги, - 12 мм и дробной части, полученной умножением величины отсчёта 0,05 мм на третий порядковый номер штриха нониуса, совпадающего со штрихом штанги –  $0,05 \cdot 3 = 0,15$  мм.

На рисунке 1.17 (б) размер 71,85 мм получен в результате сложения целого числа миллиметров, отсчитанного по шкале штанги, – 71 мм и дробной части, полученной умножением величины отсчёта 0,05 мм на 17 порядковый номер штриха нониуса, совпадающего со штрихом штанги –  $0,05 \cdot 17 = 0,85$  мм. Для ускорения отсчёта используют цифры нониуса 25, 50, 75, обозначающие сотые доли миллиметра. В этом случае размер 71,85 мм может быть получен следующим образом:  $71 \text{ мм} + 0,75 \text{ мм} + 0,05 \cdot 2 = 71,85 \text{ мм}$ .

При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 1.18, а). Правая рука должна поддерживать штангу, а её большим пальцем перемещают рамку до соприкосновения с поверхностью детали, не допуская перекоса губок и добиваясь измерительного усилия.



а)



б)

Рисунок 1.17 – Примеры чтения показаний на штангенциркуле с величиной отсчёта по нониусу 0,05 мм: 1 – шкала штанги; 2 – шкала нониуса

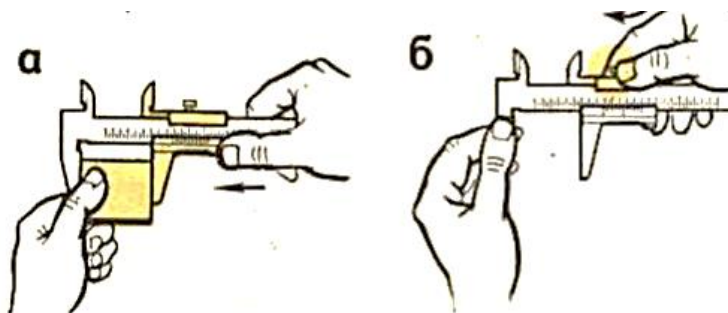


Рисунок 1.18 – Приёмы измерения штангенциркулем:  
а – установка инструмента на деталь;  
б – закрепление рамки

Рамку закрепляют зажимом большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки. Левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги. Возможно расположение детали на столе, в приспособлении, например, в патроне станка или центрах. При чтении показаний штангенциркуля следует держать прямо перед глазами.

Другие штангенинструменты, например, штангенрейсмасс, штангенглубиномер, имеют такое же нониусное устройство, как у штангенциркуля.

Микрометры (рис. 1.18) предназначены для измерения наружных размеров деталей.





*Рисунок 1.18 – Микрометр*

Микрометр состоит из стальной скобы 1, с одной стороны которой имеется неподвижная пятка 2 с измерительной поверхностью, а с другой микрометрическая головка, состоящая из втулки-стебля 3, внутрь которой ввёрнут микрометрический винт 4 с шагом 0,5 мм и закреплённым на нём барабаном 5 с трещёткой 6. Положение винта фиксируется фиксатором 7. На наружной поверхности втулки-стебля 3 проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше её – такие же деления, но сдвинутые относительно нижних на 0,5 мм. На коническом скосе барабана нанесена шкала нониуса с 50 равными делениями. При повороте микрометрического винта на один оборот его перемещение вдоль оси равно шагу винта, то есть 0,5 мм. Цена одного деления нониуса составляет 0,01 мм, то есть при повороте барабана 5 на одно деление микрометрический винт перемещается вдоль оси на 0,01 мм. Для ограничения усилия нажатия винта 4 на поверхность детали микрометрическая головка имеет трещётку 6, за которую и поворачивают винт при измерении. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 9Н она не вращает винт, а проворачивается.

Микрометры имеют следующие пределы измерений: 0...25, 25...50, 50...75, 75...100 и т.д. до 500 мм. Все микрометры, кроме микрометра с пределом измерения 0...25, снабжаются установочными мерами, для проверки их начальных показаний. Для проверки микрометра с пределами измерения 0...25 мм протирают замшей измерительные плоскости пятки и винта, а затем медленно вращая трещотку 6 сводят их до соприкосновения. Трещотку вращают до тех пор, пока она не начнёт проворачиваться, издавая

характерный треск. При этом нулевой штрих барабана должен совместиться с продольной линией втулки-стебля. Если при проверке окажется, что нулевой штрих (деление) барабана не совпадает с продольной линией на втулке, то выполняют установку на нуль в следующем порядке: закрепляют винт фиксатором; разъединяют барабан с микрометрическим винтом; устанавливают барабан на нуль и закрепляют его; проверяют нулевое положение.

При измерении детали трещотку также вращают медленно пока она не начнёт проворачиваться. Измеряемый рамер определяется суммой показаний основной шкалы на стебле и шкалы нониуса на барабане. Целое число миллиметров и половину миллиметра отсчитывают краем скоса барабана по шкале стебля, а сотые доли определяют порядковым номером штриха на нониусе барабана, совпадающего с продольной линией втулки (рис. 1.19).

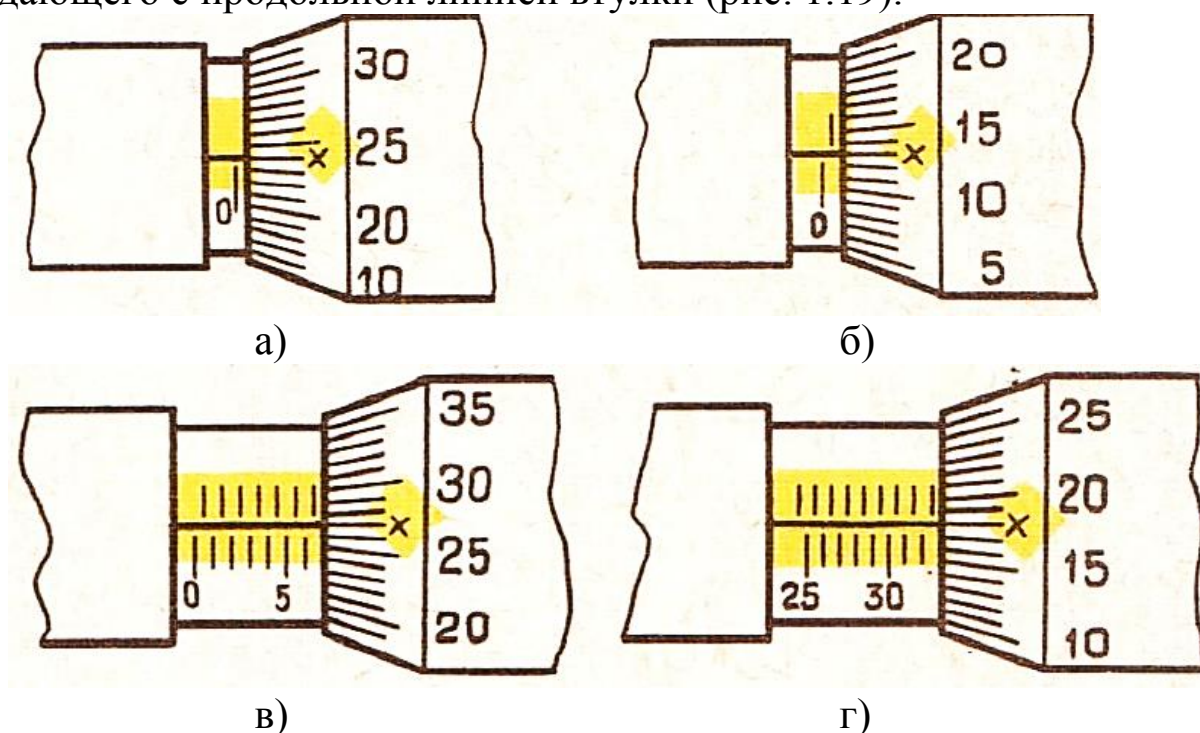


Рисунок 1.19 – Примеры чтения показаний микрометра

На рис.1.19 (а) – размер 0,24 мм получен в результате поворота барабана до 24 деления нониуса барабана; размер 0,63 мм (рис. 1.19, б) получен в результате поворота барабана на один полный оборот, о чём свидетельствует появление первого полумиллиметрового деления на стебле и далее до совпадения 13 деления нониуса барабана с продольной линией втулки ( $0,5 + 0,13 = 0,63$  мм); размер 6,77 мм приведён на рис.1.19 (в) –  $6 + 0,5 + 27 = 6,77$  мм; размер 32, 68 мм приведён на рис.1.19 (г) – 32 мм показания размера на стебле, плюс полумиллиметровое деление (0,5 мм) и 18 делений



шкалы нониуса барабана ( $18 \cdot 0,01 = 0,18$  мм), то есть  $32 + 0,5 + 0,18 = 32,68$  мм.

Микрометрический глубиномер применяют для измерения пазов, отверстий и высоты уступов, а нутромер для измерения внутренних размеров. Отсчёт размеров производят также как по микрометру.

Для контроля отклонений от геометрической формы (допуски) и взаимного расположения поверхностей (овальности, непараллельности, неплоскостности, неперпендикулярности, радиального и торцевого биения) применяют индикаторы. Наиболее характерным представителем индикаторов является индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и интервалами измерений 0...10 мм (рис. 1.20), 0...5 мм и 0...2 мм.

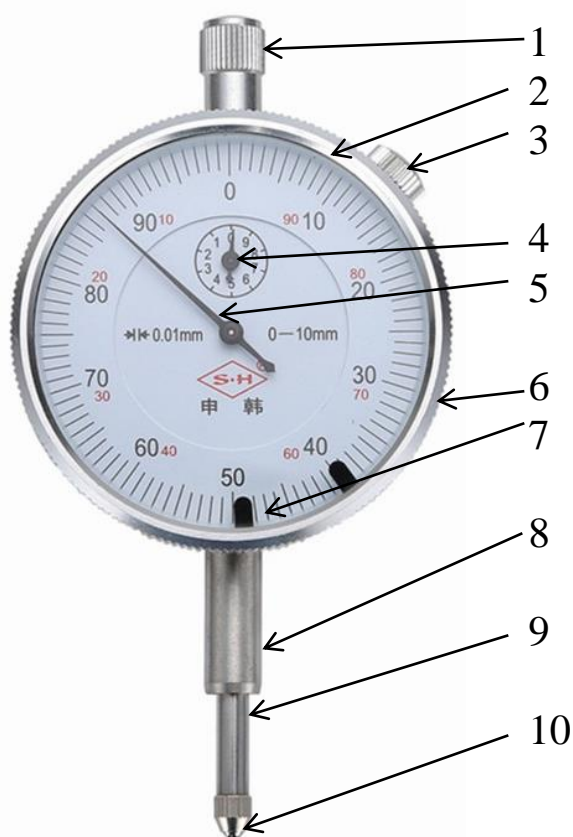


Рисунок 1.20 – Индикатор часового типа: 1 – головка; 2 – корпус;  
3 – фиксатор обода; 4 – указатель полных чисел оборотов; 5 – стрелка; 6 – обод; 7 – циферблат;  
8 – гильза; 9 – стержень; 10 – наконечник с шариком

Большая шкала индикатора (циферблат) разделена на 100 делений, что обеспечивает цену деления 0,01 мм. Целое число миллиметров отсчитывается маленькой стрелкой указателя полных чисел оборотов 4, а сотые – большой стрелкой 5 по шкале циферблата 7. При подъеме измерительного стержня 9 с наконечником 10 большая стрелка поворачивается по ходу часовой стрелки и

показания читают по большим цифрам циферблата, а при опускании измерительного стержня показания читают по маленьким цифрам циферблата. Отсчёт целых чисел миллиметров по малой шкале производят в обратном порядке, то есть при подъёме измерительного стержня – против хода часовой стрелки, а при опускании – по ходу часовой стрелки.

Установку большой стрелки в нулевое положение производят вращением обода индикатора 6, а его фиксацию – фиксатором 3.

При измерениях индикатор устанавливают на нуль по эталонной детали, блоку концевых мер или на заданный размер по отношению к базовой поверхности приспособления или стойки. Для измерения отклонений индикатор устанавливают так, чтобы при номинальном измеряемом размере большая стрелка индикатора сделала 1...2 оборота, то есть создают натяг. Приёмы измерения индикатором приведены на рисунке 1.21. При вращении детали отклонение стрелки индикатора от первоначального положения покажет радиальное биение наружной поверхности вала или поверхности отверстия.

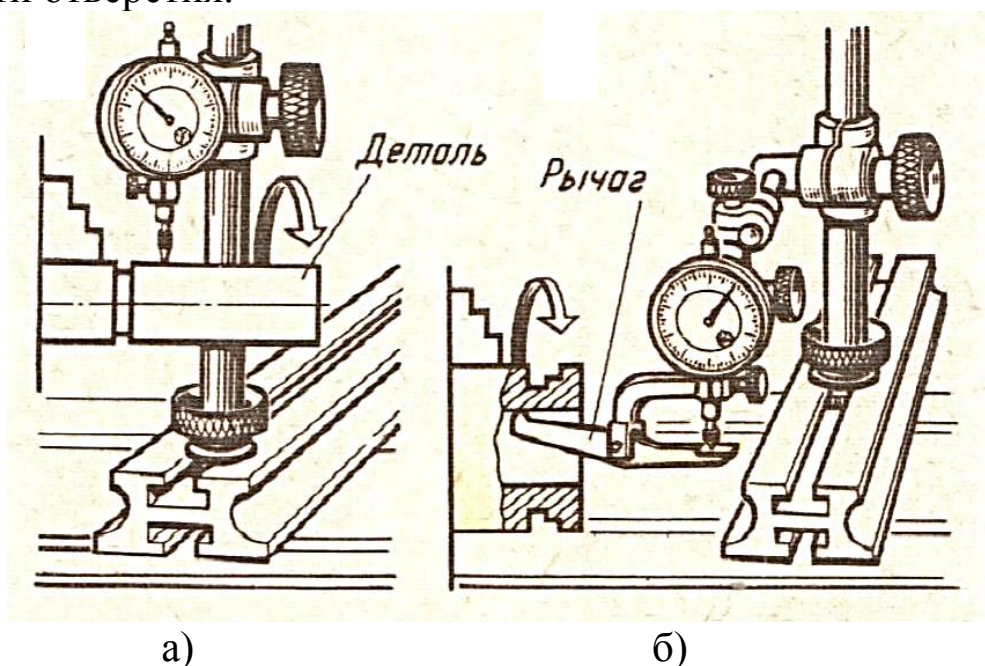


Рисунок 1.21 – Приёмы измерения индикатором: а – проверка радиального биения вала; б – проверка радиального биения отверстия

В тех случаях, когда требуется убедиться, что действительный размер находится в пределах установленного допуска, то есть между наибольшим и наименьшим предельными размерами, применяют калибры. Различают калибры гладкие, резьбовые, конусные и др. Для

проверки отверстий используют калибры-пробки, а для валов – скобы.

Калибр-пробка представляют собой стержень, на обоих концах которого расположены цилиндрические элементы (рис. 1.22). Один из них имеет наибольший предельный размер отверстия и называется непроходной пробкой (НЕ), а второй наименьший и зовется проходной (ПР). Непроходная пробка заметно короче проходной, благодаря чему рабочий или контролер быстро и правильно определяет пригодность деталей.

Проходная сторона (ПР) скобы имеет размер, равный наибольшему предельному размеру вала, а непроходная сторона (НЕ) – наименьшему размеру вала (рис. 1.23).



Рисунок 1.22 – Калибр-пробка для контроля отверстия диаметром 28H9

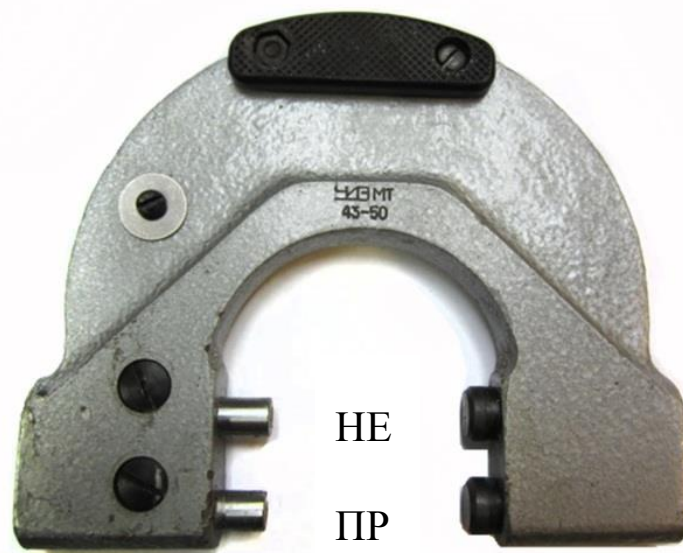


Рисунок 1.23 – Калибр-скоба для контроля валов

Резьбовые калибры (пробки и кольца) применяют для контроля внутренних и наружных резьб. Они также имеют проходную и непроходную стороны (рис. 1.24).



Рисунок 1.24 – Резьбовые калибры: 1 – кольцо; 2 – пробка

На практике для определения шага и профиля резьбы применяют резьбовые шаблоны, которые представляют собой закреплённые в обойме наборы пластин с точными профилями метрической или дюймовой резьбы (рис. 1.25). На каждой пластине указаны значения шага, диаметра резьбы или количество ниток на дюйм.

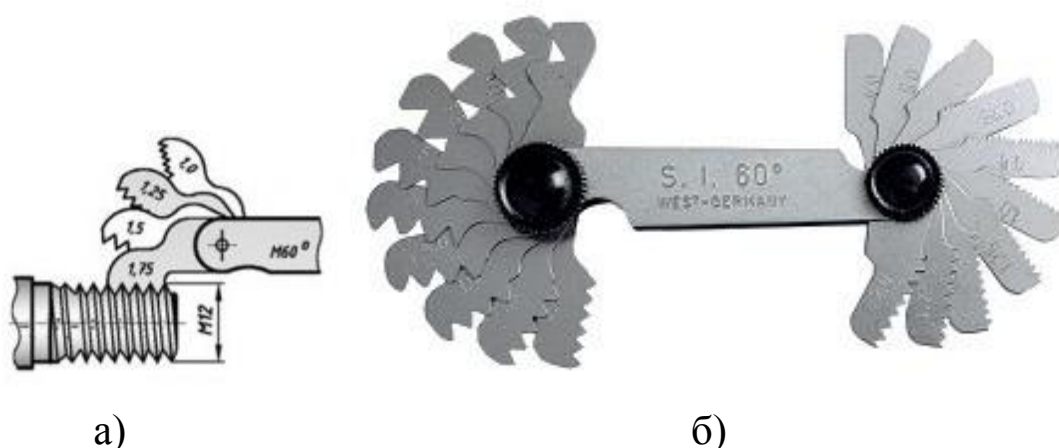
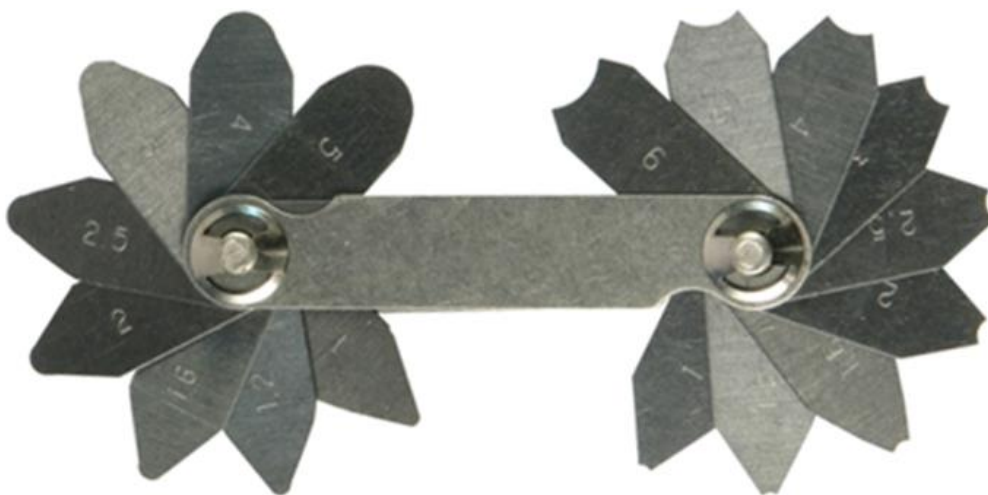


Рисунок 1.25 – Приемы контроля резьбы (а) и общий вид (б) резьбового шаблона

Шаблоны радиусные служат для измерения размеров выпуклых и вогнутых поверхностей деталей. В обойме имеется набор шаблонов с различными радиусами закруглений (рис.1.26). Контроль производят сопряжением шаблона с деталью. По размеру и равномерности просвета судят о погрешности и качестве обработки.





*Рисунок 1.26 – Шаблоны радиусные*

Контроль углов осуществляют различными измерительными средствами: угольниками и транспортирными угломерами, которые бывают простые, оптические и универсальные. В мастерских для определения и контроля углов чаще пользуются универсальными угломерами, которые состоят из сектора основания 1, на плоскости которого нанесена основная шкала с ценой деления один градус (рис. 1.27).



*Рисунок 1.27 – Угломер универсальный с нониусом: 1 – сектор-основание; 2 – линейка измерительная; 3 – сектор подвижный; 4 – нониус с ценой деления 5 минут; 5 – фиксатор; 6 – линейка измерительная подвижная; 7 – механизм крепления угольника; 8 - угольник*

На основании 1 и неподвижно закреплённой на нём измерительной линейке 2 шарнирно закреплён сектор 3 с нониусом 4 и подвижной измерительной линейкой 6. При измерении углов менее

90° на линейке закрепляют угольник 8. Отсчёт измеренного угла по угломеру производят так же, как и у штангенинструментов: целое число градусов по основной шкале положением нулевого штриха нониуса, дробную часть в минутах – штрихом нониуса, совпадающим с соответствующим штрихом основной шкалы. Цена деления нониуса может быть и две минуты.

Для контроля зазора между сопрягаемыми деталями применяют щупы. Их изготавливают в виде узких стальных пластин с параллельными измерительными плоскостями, собранных в обоймы комплектами из определённого количества. Толщина пластин устанавливается 0,05...1,0 мм с интервалом 0,05, 0,01...0,1 мм с интервалом 0,01 мм и др. При этом на каждой пластине комплекта указывается номинальный размер щупа в миллиметрах.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под режимом резания?
2. Что называется глубиной резания при точении? По какой зависимости она определяется?
3. Что называется подачей при точении? Какую размерность она имеет?
4. Что называется скоростью резания? Что нужно знать для её определения?
5. Что понимается под качеством обработанной поверхности?
6. Что называется шероховатостью обработанной поверхности?
7. Какими критериями оценивается шероховатость обработанной поверхности?
8. Что называется средним арифметическим профилем неровностей и как оно определяется?
9. Что называется высотой неровностей профиля неровностей по десяти точкам и как она определяется?
10. Как обозначается шероховатость поверхности на чертежах?
11. Каким методом определяют шероховатость поверхности в цеху механической обработки?
12. Что понимается под волнистостью поверхности?
13. От каких факторов зависит шероховатость поверхности?
14. Что понимается под черновой и чистовой обработкой?
15. Что понимается под точностью обработки?



## 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

### 2.1 Классификация металлорежущих станков

*Металлорежущие станки* являются сложными технологическими машинами и предназначены для обработки материалов резанием с целью получения деталей заданной формы, размеров, с требуемой точностью и качеством обработанной поверхности. Согласно классификации Экспериментального научно-исследовательского института металлорежущих станков (ЭНИМС) в зависимости от характера выполняемых работ, станки разделены на 10 групп (таблица :1 – токарные; 2 – сверлильные и расточные; 3 – шлифовальные и доводочные; 4 – комбинированные; 5 – зубо- и резьбообрабатывающие; 6 – фрезерные; 7 – строгальные, долбежные и протяжные; 8 – разрезные; 9 – разные; 0 – резервная группа (таблица 2.1). В каждой группе станки разделены на типы, объединённые общими технологическими и конструктивными признаками. Всего 10 типов. Так, например, 6 тип в токарной группе – станки токарные и токарно-лобовые.

По нормам точности станки разделены на пять классов: *Н – нормальной точности*; *П – повышенной точности* (с более высокими требованиями к точности и качеству изготовления основных деталей станка, их монтажу и регулированию при сборке); *В – высокой точности* (с применением специальной конструкции отдельных деталей, высокой точностью изготовления, качеством сборки и регулирования); *А – особо высокой точности* (основные и базовые элементы которых изготовлены и собраны с более жесткими требованиями, чем в станках класса В); *С – станки особо точные или мастер-станки* (предназначены для изготовления деталей наивысшей точности для станков класса А и В).

По массе станки бывают: *легкие* (до 1 т); *средние* (от 1 до 10 т); *тяжелые* (свыше 10 т): *крупные* (до 30 т), *собственно тяжелые* (до 100 т), *особо тяжелые или уникальные* (свыше 100 т).

По степени универсальности (специализации) станки бывают: *универсальные* – для обработки поверхностей разных форм и размеров деталей многих наименований (токарно-винторезные, сверлильные, фрезерные и др.); *специализированные* – для обработки деталей одного наименования или сходной конфигурации, но разных размеров (токарно-затыловочные, станки для обработки шеек коленчатых валов и др.); *специальные* – для обработки одной или



Таблица 2.1 – Классификация металлорежущих станков

Станки	Гру ппа	Типы станков								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лоботокарные	Многорезцовые	Специализированные для фасонных изделий	Разные токарные
		одношпиндельные	многшпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	Вертикально-сверлильные	Одношпиндельные полуавтоматы	Многшпиндельные полуавтоматы	Координатно-расточные одностоечные	Радиально-сверлильные	Расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Шлифовальные, полировальные, доводочные	3	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочношлифовальные	Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоскошлифовальные с прямоугольным или круглым столом	Притирочные и полировальные	Разные станки, работающие абразивным инструментом
Комбинированные	4	Универсальные	Полуавтоматы	Автоматы	Электрохимические	Электроискровые	—	Электроэрозионные, ультразвуковые	Анодно-механические	—
Зубо-резьбо-обработывающие	5	Зубострогальные для цилиндрических колёс	Зуборезные для конических колёс	Зубофрезерные для цилиндрических колёс и шлицевых валков	Зубофрезерные для червячных колёс	Для обработки торцов зубьев колёс	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообработывающие
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные	Фрезерные непрерывного действия	—	Копировальные и гравировальные	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтальные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	—	Протяжные вертикальные	—	Разные строгальные
		одностоечные	двухстоечные							
Резервные	8	Отрезные, работающие:			Правильно-отрезные	Пилы			—	—
		токарным резцом	абразивным кругом	фрикционным блоком		ленточные	дисковые	ножовочные		
Разные	9	Муфто- и трубо-обработывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	—	Для испытания инструмента	Делительные машины	Балансировочные	—	—

нескольких подобных деталей одного типоразмера (например, для фрезерования лопаток турбин, для фасонной обточки профиля реборд вагонных колес и т.д.).

Деление станков на группы и типы позволяет присваивать каждому станку индекс модели, состоящий из трех или четырех цифр и букв.

*Первая цифра* означает его принадлежность к группе;

*вторая* – шифр типа;

*третья (или третья и четвертая)* – типоразмер (высоту центров, максимальный диаметр обработки, номер стола и т.п.).

*Буквы между цифрами или в конце индекса* означают модернизацию или модификацию станка соответственно.

Кроме того, в обозначении станка *после третьей (четвертой) цифры* буквой указывается класс точности данной модели (при нормальной точности станка обозначение его класса Н не приводится).

Дополнительные шифры для станков с ЧПУ: *Ф1* – с цифровой индикацией и преднабором координат;

*Ф2* – с позиционными и прямоугольными системами;

*Ф3* – с контурными системами;

*Ф4* – с универсальной системой для позиционной и контурной обработки.

Эти шифры пишутся в конце индекса модели. (Кроме того, в обозначении станка после шифра его точности может указываться буква М, свидетельствующая о наличии на нем инструментального магазина).

Например: *Станок 1А62*:

1 – станок относится к токарной группе;

А – станок модернизирован;

6 – относится к типу токарных и лобовых станков;

2 – типоразмер (высота центров 200 мм);

станок нормальной точности (шифр точности отсутствует).

*Станок 2А135*:

2 – станок относится к группе сверлильных и расточных станков;

А – станок модернизирован;

1 – относится к типу вертикально-сверлильных станков;

35 – типоразмер (максимальный диаметр сверления – 35 мм); станок нормальной точности (шифр точности отсутствует).

*Станок 6Н12ПБ*:

6 – станок относится к фрезерной группе;

Н – станок модернизирован;

1 – относится к типу вертикально-фрезерных станков;  
2 – типоразмер (размер стола №2 – ширина стола 320 мм);  
П – станок повышенной точности;  
Б – модификация станка 6Н12П.

*Станок 265ПМФ2:*

2 – станок относится к группе сверлильных и расточных станков;  
6 – относится к типу горизонтально-расточных станков;  
5 – типоразмер (наименьшее расстояние от оси шпинделя до поверхности стола – 50 мм);  
П – станок повышенной точности;  
М – модификация станка 265П (с инструментальным магазином);  
Ф2 – с числовым программным управлением с прямоугольной системой.

Примеры обозначения специальных станков. Специальные, специализированные и опытные станки обозначают индексом из одной или двух букв и порядковым номером модели, буквенный индекс присвоен каждому заводу, например: *ЕЗ-9*: 9-ая модель Егорьевского завода зуборезных станков; *ОФ-72*: 72-ая модель Одесского завода фрезерных станков им. С.М. Кирова.

По степени автоматизации выделяют станки – автоматы и полуавтоматы. Автоматом называют станок, в котором после наладки все движения, необходимые для выполнения цикла обработки, в том числе загрузка заготовок и выгрузка готовых деталей, осуществляются автоматически, т.е. выполняются механизмами станка без участия оператора.

С целью комплексной автоматизации для крупносерийного и массового производства создают автоматические линии и комплексы, объединяющие различные автоматы, а для мелкосерийного производства – гибкие производственные модули (ГПМ).

## **2.2 Компоновки металлорежущих станков**

Основой любого станка являются его более или менее крупные корпусные детали. Они могут быть неподвижными и подвижными, и, в конечном счете, определяют контур станка. Эти базовые детали служат для создания требуемого пространственного размещения исполнительных органов – узлов, несущих режущий инструмент и обрабатываемую заготовку, и обеспечивают точность их взаимного расположения и перемещения в процессе обработки. Совокупность базовых деталей образует несущую систему станка. К базовым дета-

лям относятся станины, стойки, траверсы, суппорты, планшайбы, ползуны и др. Базовые детали должны обладать высокой жесткостью и виброустойчивостью, сохранять заданную точность в течение всего срока эксплуатации станка, иметь минимальную массу.

Корпусные детали станков обычно представляют собой отливки достаточно сложной формы. Они имеют ребра жесткости, базовые поверхности для крепления к другим деталям, направляющие для перемещения подвижных узлов.

Корпусные детали определяют пространственную компоновку станка. Компоновкой называют рациональное расположение основных узлов станка по отношению к обрабатываемой заготовке и друг к другу. Компоновка станка должна обеспечивать его высокую жесткость и виброустойчивость, удобство доступа к обрабатываемой заготовке и узлам станка при обслуживании и ремонте, минимальную материалоемкость, а также отвечать эргономическим и эстетическим требованиям. В процессе многолетней практики конструирования, изготовления и эксплуатации металлорежущих станков сформировались оптимальные компоновки основных типов станков, ставшие традиционными. На рисунке 2.1 приведены типовые компоновки вертикально-сверлильного (*а*), токарно-винторезного (*б*), токарно-карусельного (*в*), горизонтально-фрезерного (*г*) и поперечно-строгального (*д*) станков.

Координатные оси на компоновках показывают направления возможных перемещений подвижных узлов станка. Принято, что ось *X* всегда лежит в горизонтальной плоскости, а ось *Z* параллельна оси шпинделя; при отсутствии шпинделя ось *Y* перпендикулярна к плоскости стола (*д*). На компоновках станков показаны рабочие движения исполнительных органов: главное движение *V* – вращение шпинделя (*а...г*) и возвратно-поступательное движение (*д*); подачи *S* (продольная, поперечная, вертикальная, горизонтальная) – непрерывные (*а...г*) и периодические (*д*).

Несмотря на большое число и разнообразие конструкций станков, в их устройстве есть много общего. С точки зрения выполняемых функций практически все составные части станка можно свести к четырем основным группам: несущей системе, приводу, системе управления, вспомогательным устройствам.

Основным опорным элементом любого станка является станина, на которой монтируются остальные узлы и механизмы станка. Станины *б* могут быть горизонтальными (рис. 2.1, *б*) и вертикальными

(рис. 2.1, а, б, в, г). Вертикальные станины (стойки) для повышения устойчивости станков опираются на плиту (основание) 1. Стойка сверлильного станка называется колонной 5. Ряд станков наряду с горизонтальной станиной имеет одну или две стойки.

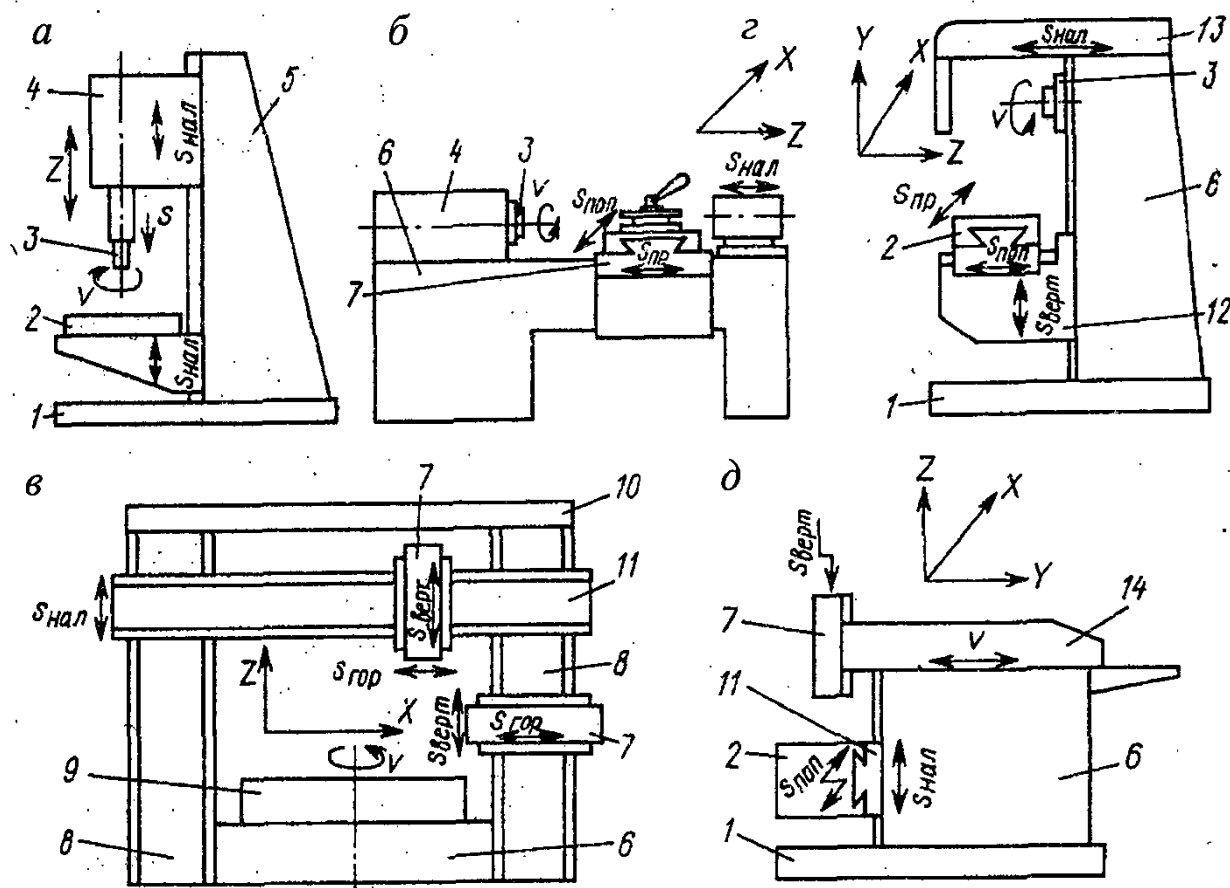


Рисунок 2.1 – Компоновки металлорежущих станков: 1 – основание; 2 – стол; 3 – шпиндель; 4 – шпиндельная бабка; 5 – колонна; 6 – станина; 7 – суппорт; 8 – стойка; 9 – планшайба; 10 – перекладина; 11 – траверса; 12 – консоль; 13 – хобот; 14 – ползун;  $S_{пр}$  – продольная подача;  $S_{гор}$  – поперечная подача;  $S_{верт}$  – вертикальная подача;  $S_{нал}$  – горизонтальная подача;  $S_{нал}$  – движения наладки

У многих станков (радиально-сверлильных, токарно-карусельных, продольно-фрезерных, строгальных) имеется траверса 11, которая может перемещаться по вертикальным направляющим станины, стойки или стоек. По горизонтальным направляющим траверсы перемещаются подвижные узлы станка. У тяжелых двухстоечных станков (например, токарно-карусельных) верхние концы стоек соединены неподвижной перекладиной 10, создающей жесткую рамную конструк-

цию – портал. Горизонтально-фрезерные станки для повышения жесткости оправки, несущей фрезу, оснащаются хоботом 13.

Для размещения механизмов станков (коробок скоростей со шпинделем, коробок подач и т. п.) в тех случаях, когда они не расположены внутри станины или стойки, применяются бабки или головки 4 (шпиндельные, шлифовальные и т.д.).

Исполнительными органами называются подвижные детали и узлы станка, сообщающие режущему инструменту и обрабатываемой заготовке необходимые движения – рабочие, вспомогательные, установочные, делительные. У станков с вращательным главным движением наиболее важным исполнительным органом является шпиндель 3 – вал, сообщающий вращение режущему инструменту или заготовке. Суппорт 7 служит для установки инструмента и сообщения ему движения подачи. Суппорт перемещается по направляющим станины, стойки или траверсы. Стол 2 служит для сообщения закрепленной на нем заготовке движения подачи. У некоторых типов станков столы в процессе обработки неподвижны. Планшайба 9 представляет собой круглый стол, сообщающий непрерывное вращение заготовкам на карусельных и других станках. Обычно планшайба вращается относительно вертикальной оси. Ползун 14 служит для сообщения режущему инструменту возвратно-поступательного движения. Исполнительные органы станка приводятся в движение приводом, состоящим из источника движения – двигателя и передачи – механизма или среды, передающей движение от двигателя к исполнительным органам.

Система управления может быть ручной или автоматической. Ручное управление осуществляется рабочим, обслуживающим станок, с помощью рукояток, кнопок и т.д. Автоматическое управление осуществляется по заданной программе и может быть либо механическим или гидравлическим (станки-автоматы и полуавтоматы), либо электронным (станки с ЧПУ и многоцелевые).

Вспомогательные устройства обслуживают процесс обработки: обеспечивают смазывание станка, охлаждение зоны резания, отсос тумана и пыли, работу гидро- и пневмосистемы, автоматическую уборку стружки и т.д.

## 3 СТАНКИ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ

### 3.1 Общий вид и основные сборочные единицы

Станки токарной группы универсальные – токарно-винторезные станки предназначены для наружной и внутренней обработки заготовок широкой номенклатуры, включая нарезание резьбы. Техническими параметрами, по которым различают станки, являются наибольший диаметр обрабатываемой заготовки (или высота центров над станиной, равная 0,5 диаметра заготовки) и её длина. Ряд наибольших диаметров обрабатываемой заготовки имеет вид:  $D = 100, 125, 160, 200, 250, 320$  и др. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки определяется расстоянием между центрами станка (один центр устанавливается в отверстие шпинделя, а другой в отверстие пиноли задней бабки). Общее устройство токарно-винторезного станка приведено на рис. 3.1.

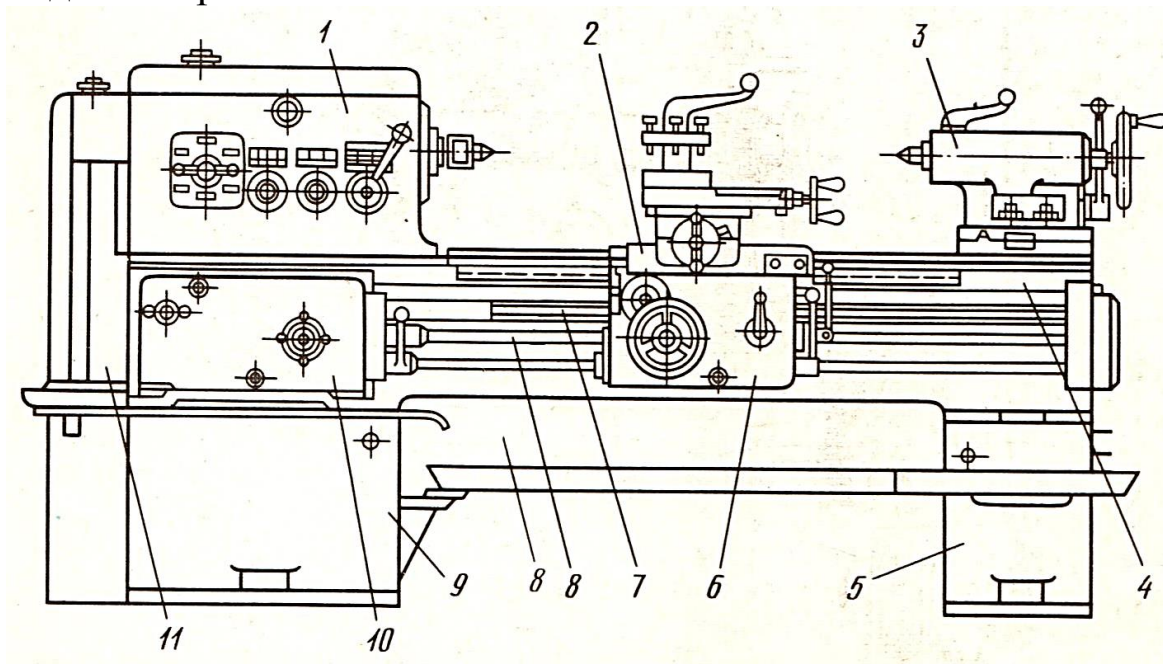


Рисунок 3.1 – Устройство токарно-винторезного станка: 1 – передняя бабка; 2 – суппорт; 3 – задняя бабка; 4 – станина; 5 и 9 – правая и левая тумбы; 6 – фартук; 7 – ходовой винт; 8 – ходовой валик; 10 – коробка подач; 11 – гитара сменных зубчатых колёс

Станина изготавливается из серого чугуна и состоит из двух продольных стенок 1 и 7 (рис. 3.1), соединенных поперечными ребрами жесткости 4. Станина имеет две плоские (3 и 6) и две призматические (2 и 8) направляющие.

Каретка суппорта движется, опираясь на одну призматическую 2 и одну плоскую 6 направляющие. Другие направляющие – призматическая 8 и плоская 3 – служат для передвижения задней бабки и закрепления ее в требуемом положении.

Передняя (шпиндельная) бабка 1 с коробкой скоростей крепится на левом конце станины 4 (рис. 3.2).

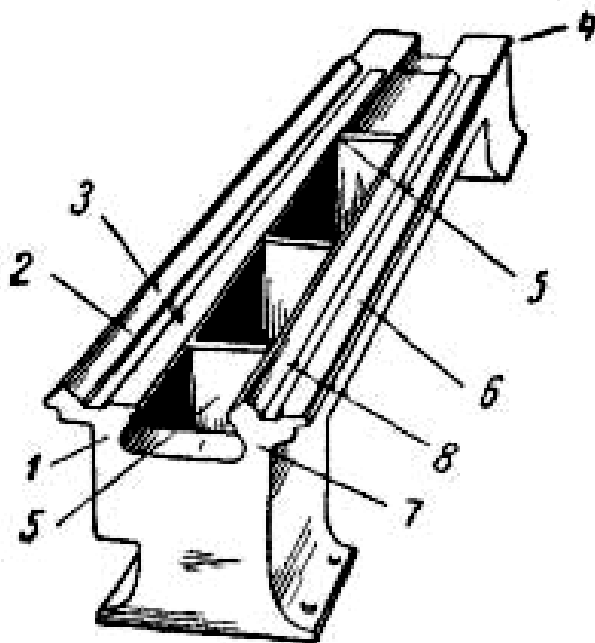


Рисунок 3.2 – Станина токарного станка

Передняя бабка служит для закрепления обрабатываемой заготовки и передачи ей вращения – главного движения резания. Наиболее ответственной деталью передней бабки является шпиндель 3 (рис. 3.1), представляющий собой стальной пустотелый вал для размещения в нем обрабатываемого прутка. На переднем конце шпинделя нарезана точная резьба, на которую можно навернуть кулачковый или поводковый патрон, либо планшайбу для закрепления обрабатываемых заготовок, а также имеется коническое отверстие, в которое можно вставлять центр станочный.

Для примера рассмотрим шестискоростную коробку скоростей простейшего токарно-винторезного станка (рис. 3.3). От электродвигателя 1 через плоскоременную передачу вращение передается на приводной шкив 2, который свободно сидит на валу 5 коробки скоростей. Внутри шкива находится муфта включения 3. Если посредством пусковой рукоятки (на рис.3.3 не показана) включить муфту 3, то



шкив 2 соединится с валом 5 коробки скоростей и приведет его во вращение.

На валу 5 сидит блок зубчатых колес 7, 8 и 9, который можно перемещать по шпонке вдоль вала 5 рукояткой 17. Передаточные отношения зубчатых колес во всех трех случаях различны. Поэтому, несмотря на то, что вал 5 имеет постоянное число оборотов, валу 6 можно сообщить три различных числа оборотов в зависимости от того, какая пара зубчатых колес находится в сопряжении.

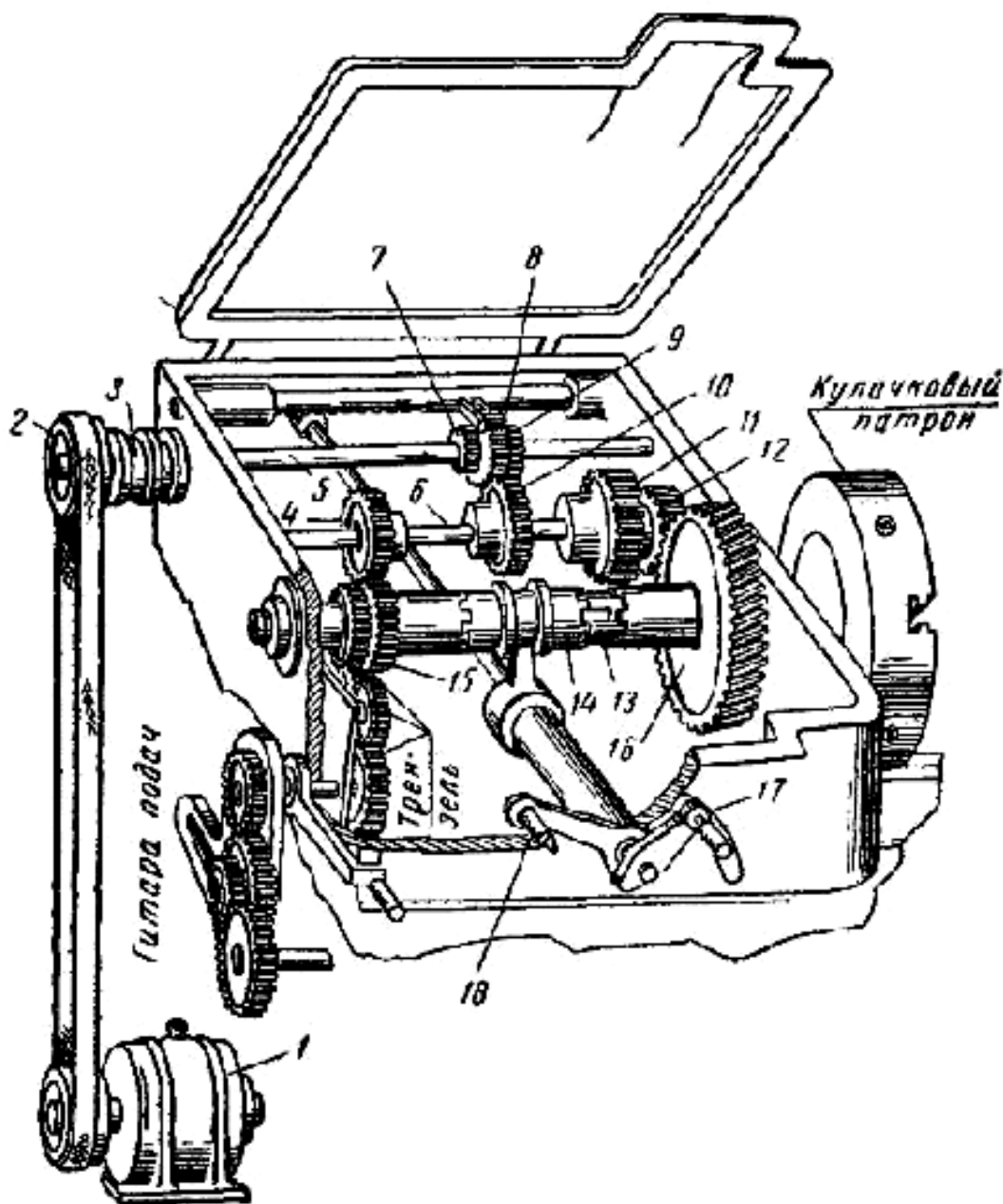


Рисунок 3.3 – Кинематическая схема шестискоростной коробки скоростей

Колеса 4 и 12 сопряжены соответственно с колесами 15 и 16, свободно сидящими на шпинделе 12. Для того чтобы шпиндель получил вращение, необходимо, чтобы находящаяся на нем двусторонняя зубчатая муфта 14 была сопряжена с одним из зубчатых колес 15 или 16, для чего торцы их снабжены зубьями (кулачками).

Муфта 14 перемещается рукояткой 18 по шпонке шпинделя 13, всегда соединена со шпинделем. Следовательно, соединение муфты с любым из двух колес 15 или 16 обеспечивает соединение этих колеса со шпинделем.

Допустим, что муфта 14 передвинута вправо. Это значит, что вращение шпинделю передается через зубчатые колеса 12 и 16. При этом в соответствии с тремя положениями рукоятки 17 шпиндель получает три различные частоты вращения, если муфта 14 передвинута влево, то передача происходит через колеса 4 и 14. В соответствии с теми же тремя положениями рукоятки 17 шпиндель будет иметь три других частоты вращения. Таким образом, шпиндель получает всего шесть различных частот вращения путем переключения рукояток 17 и 18, расположенных на наружной стенке передней бабки.

В какое положение необходимо поставить рукоятки 17 и 18 для получения требуемой частоты вращения шпинделя, указано на металлической табличке, прикрепленной к стенке передней бабки.

Коробка подач служит для изменения скорости вращения ходового винта и ходового вала, т. е. для изменения величины подачи (рис. 3.4).

Сменные зубчатые колеса у этих станков используются лишь тогда, когда требуемой подачи нельзя достигнуть переключением рукояток коробки подач. Существует много различных конструкций коробок подач. Весьма распространена коробка подач, в которой применяется механизм накидного зубчатого колеса. Первичный валик 15 (рис. 3.4) коробки подач получает вращение от сменных зубчатых колес гитары. Этот валик имеет длинный шпоночный паз 14, в котором скользит шпонка зубчатого колеса 11, расположенная в рычаге 10. Рычаг несет ось 13, на которой свободно вращается зубчатое колесо 12, находящееся в постоянном сопряжении с колесом 11. Посредством рычага 10 колесо 11 вместе с колесом 12 можно перемещать вдоль валика 15; поворачивая рычаг 10, можно сцепить зубчатое колесо 12 с любым из десяти зубчатых колес 1, закрепленных на валике 2.

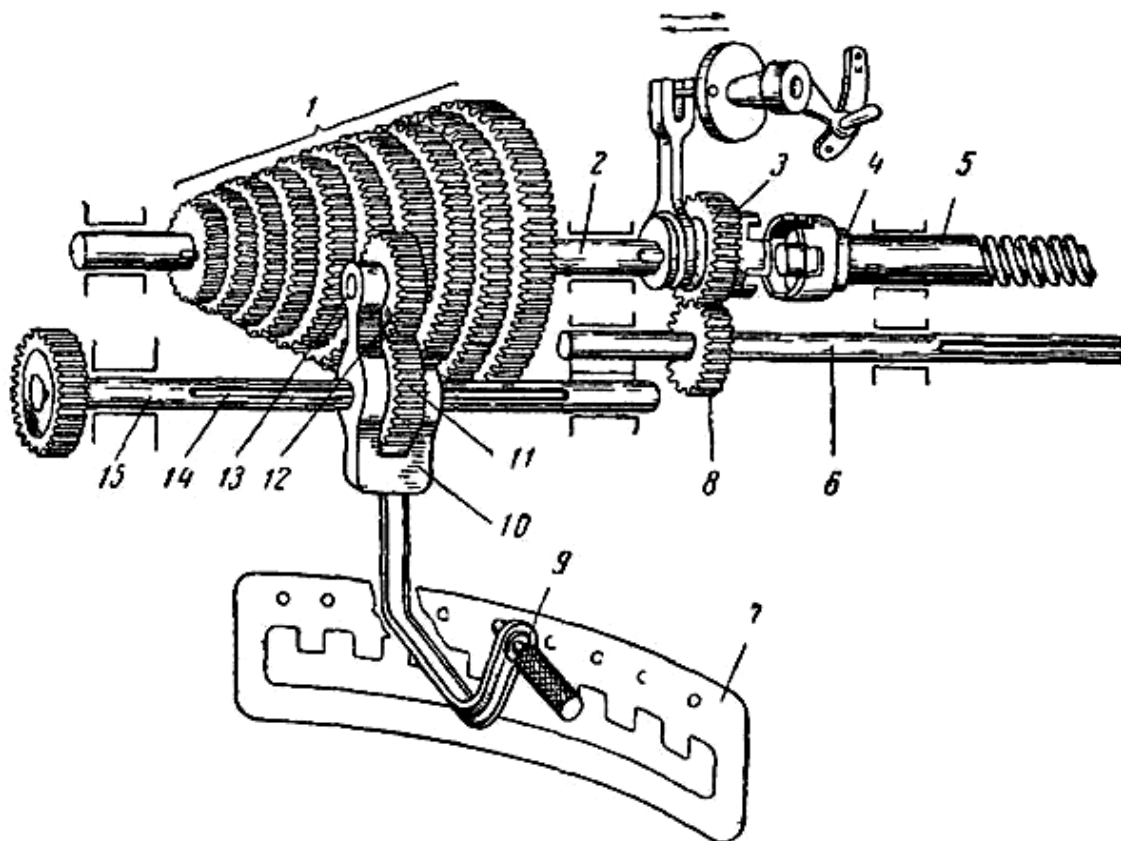


Рисунок 3.4 – Схема коробки подач с накидным зубчатым колесом

Рычаг 10 может занимать десять различных положений по числу зубчатых колес 1. В каждом положении рычаг удерживается штифтом 9, входящим в одно из отверстий передней стенки 7 коробки подач.

При каждом положении рычага 10, благодаря сопряжению зубчатого колеса 12 с одним из колес ступенчатого конуса зубчатых колес 1, валик 2 получает различные скорости вращения. На правом конце этого валика на шпонке расположено передвижное зубчатое колесо 3, имеющее на правом торце ряд выступов. В левом положении колесо 3 сопряжено с колесом 8, закрепленным на ходовом валу 6. Если колесо 3 сместить вправо вдоль валика 2, то оно выйдет из сопряжения с колесом 8 и торцовыми выступами, сцепится с кулачковой муфтой 4, жестко сидящей на ходовом винте 5. При этом валик 2 будет непосредственно соединен с ходовым винтом 4. При включении ходового винта ходовой вал 6 остается неподвижным и, наоборот, при включении ходового вала остается неподвижным ходовой винт.

На стенке коробки подач обычно имеется табличка, указывающая, какая подача или какой шаг резьбы получается при каждом из

десяти положений рычага 10 при определенном подборе зубчатых сменных колес гитары.

Фартук 25 (рис. 3.5) крепится к каретке суппорта. В нем расположен механизм, при помощи которого вращательное движение ходового вала 20 или ходового винта 19 преобразуется в поступательное прямолинейное (продольное или поперечное) движение суппорта. Рукоятка 24 служит для включения маточной гайки (при нарезании резьбы).

Продольная подача резца при выполнении всех токарных работ, кроме нарезания резьбы резцом, осуществляется при помощи зубчатой рейки 14, *прикреплённой к станине*, и катящегося по ней зубчатого колеса 17. Это колесо может получать вращение либо механически – от ходового вала 1, либо вручную. Механическая продольная подача осуществляется следующим образом. В длинную шпоночную канавку 2 ходового вала 1 входит шпонка сидящего на нем червяка 9. Вращаясь, червяк приводит в движение червячное колесо 8. Для включения механической продольной подачи нужно рукояткой 11 соединить (с помощью муфты) червячное колесо с колесом 10. Последнее сообщит вращение колесу 15, а вместе с ним будет вращаться сидящее на том же валике реечное колесо 17. Это колесо катится по неподвижной рейке 14, приводя в движение фартук и суппорт с резцом вдоль станины.

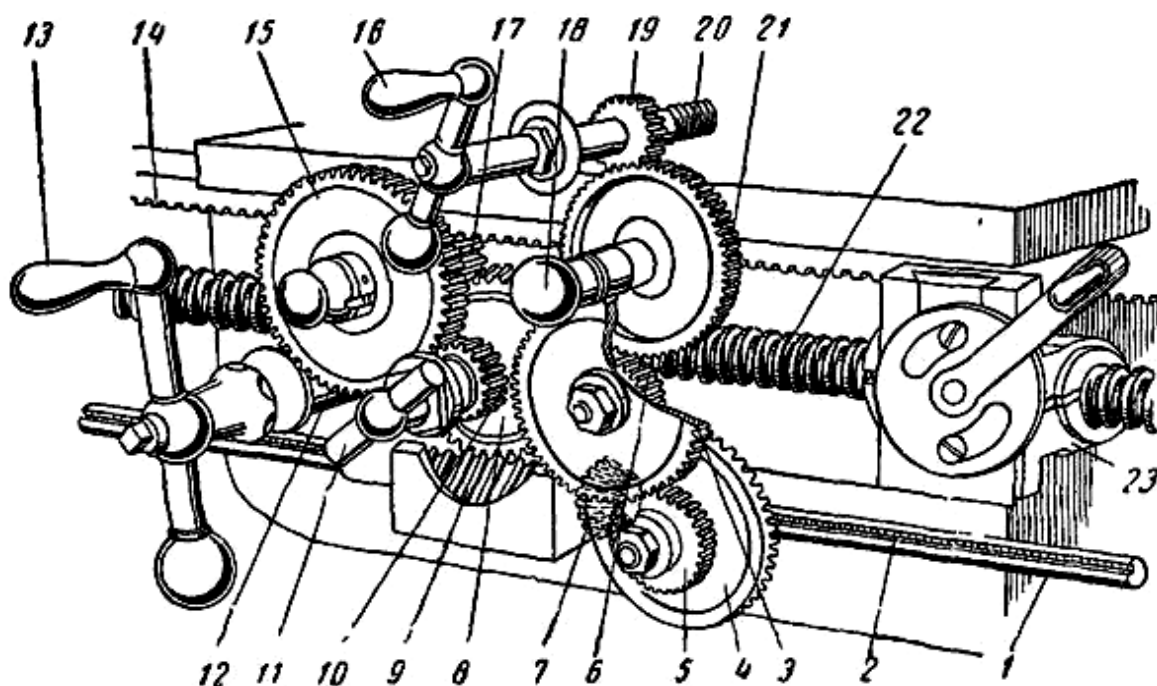


Рисунок 3.5– Схема фартука токарно-винторезного станка

Ручная продольная подача производится рукояткой 13 через колеса 12, 15, 17 и рейку 14.

Для осуществления механической поперечной подачи рядом с червяком 9 на ходовом валу сидит коническое зубчатое колесо 7, шпонка которого также скользит в длинной шпоночной канавке 2 ходового вала 1. Вращаясь вместе с валом, колесо 7 приводит во вращение другое коническое колесо 4 и цилиндрические колеса 5, 3, 6 и 21. Посредством кнопки 18 можно колесо 21 сцепить с колесом 19. Вместе с колесом 19 приходит во вращение винт 20, осуществляя поперечную подачу резца. Для выключения поперечной подачи колесо 21 выводят из зацепления с колесом 19, пользуясь той же кнопкой 18.

Ручная поперечная подача производится рукояткой 16.

Для продольного перемещения суппорта с резцом при нарезании резьбы пользуются ходовым винтом 22, с которым связана разъемная гайка 23, установленная в фартуке.

Устройство разъемной гайки показано на рис. 2.7 (нумерация позиций общая с рис. 3.6). При нарезании резьбы обе половины гайки 23 сближают при помощи рукоятки 25; сближаясь, они захватывают нарезку винта 22, при вращении которого фартук, а вместе с ним и суппорт с резцом получают продольное перемещение. Для сдвигания и раздвигания половин разъемной гайки на валике рукоятки 25 закреплен диск 24 с двумя спиральными прорезями 26, в которые входят пальцы 27 нижней и верхней половины гайки 22. При повороте диска 24 прорези заставляют пальцы, следовательно, и половины гайки сближаться или раздвигаться.

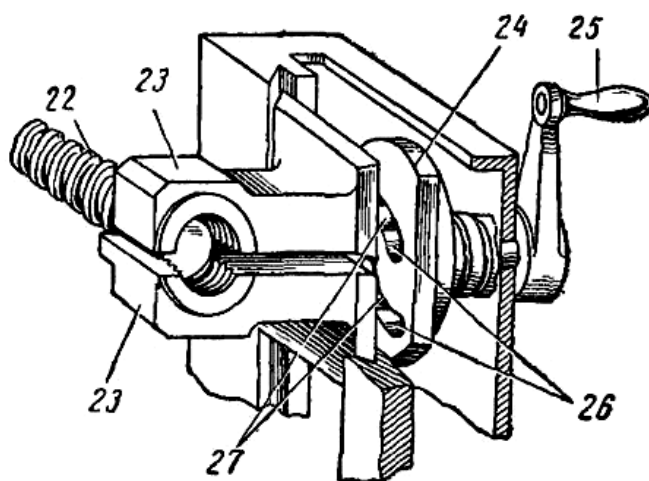
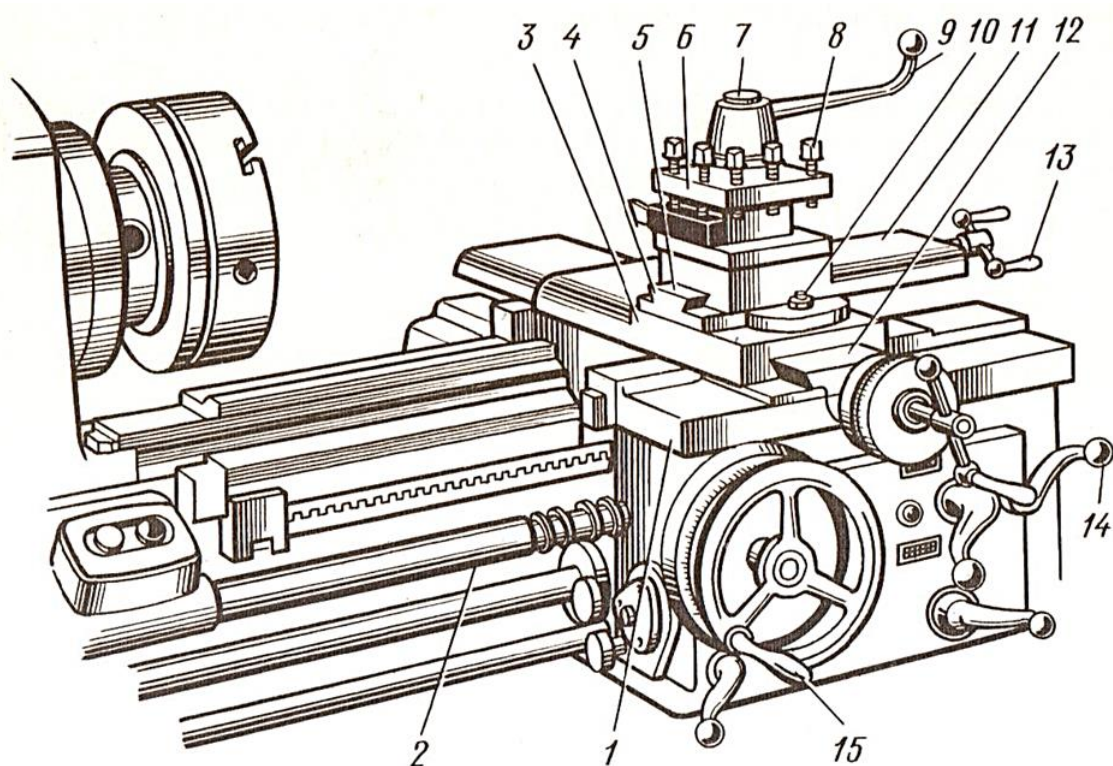


Рисунок 3.6 – Устройство разъемной гайки

Нижняя плита 1 суппорта (рис. 3.7), называемая кареткой или продольными салазками, перемещается по направляющим станины механически или вручную. Резец при этом движется в продольном направлении (это и есть продольная подача). На верхней поверхности каретки имеются поперечные направляющие 12 в форме ласточкина хвоста, расположенные перпендикулярно к направляющим станины. На направляющих 12 перемещаются поперечные салазки 3 суппорта, посредством которых резец получает движение, перпендикулярное к оси шпинделя (это – поперечная подача).

На верхней поверхности поперечных салазок 3 расположена поворотная плита 4 суппорта, положение которой фиксируется двумя гайками 10.



*Рисунок 3.7 – Суппорт токарно-винторезного станка*

На верхней поверхности поворотной плиты расположены направляющие 5, по которым при вращении рукоятки 13 перемещается верхняя плита 11 – верхние салазки суппорта.

Резцедержатель 6 служит для установки и крепления резцов. Он имеет четыре позиции, что позволяет установить одновременно четыре инструмента и менять их, поворачивая резцедержатель рукояткой 11.

Резцедержатель 6 устанавливается на верхней части суппорта 11; в нем можно закрепить винтами 8 четыре резца одновременно.

Работать можно любым из установленных резцов. Для этого нужно повернуть головку и поставить требуемый резец в рабочее положение. Перед поворотом головку необходимо открепить, повернув рукоятку 9, связанную с гайкой, сидящей на винте 7. После каждого поворота головку нужно снова зажать рукояткой 9.

Задняя бабка 3 (рис. 3.1) служит для поддержания обрабатываемой заготовки при работе в центрах, а также для закрепления сверл и других инструментов при обработке осевых отверстий. Корпус задней бабки установлен на направляющих станины и может по ним перемещаться.

Корпус 7 задней бабки (рис. 3.8) расположен на плите 8, передвигаемой по направляющим станины. В отверстии корпуса может в продольном направлении перемещаться пиноль 4 с закрепленной в ней гайкой 4. С переднего конца пиноль снабжена коническим отверстием, в которое вставляется конический хвостовик центра 1, а иногда хвостовая часть сверла, зенкера или развертки. Перемещается пиноль 4 при помощи маховика 6, вращающего винт 3; винт при вращении перемещает гайку 5, а вместе с ней и пиноль.

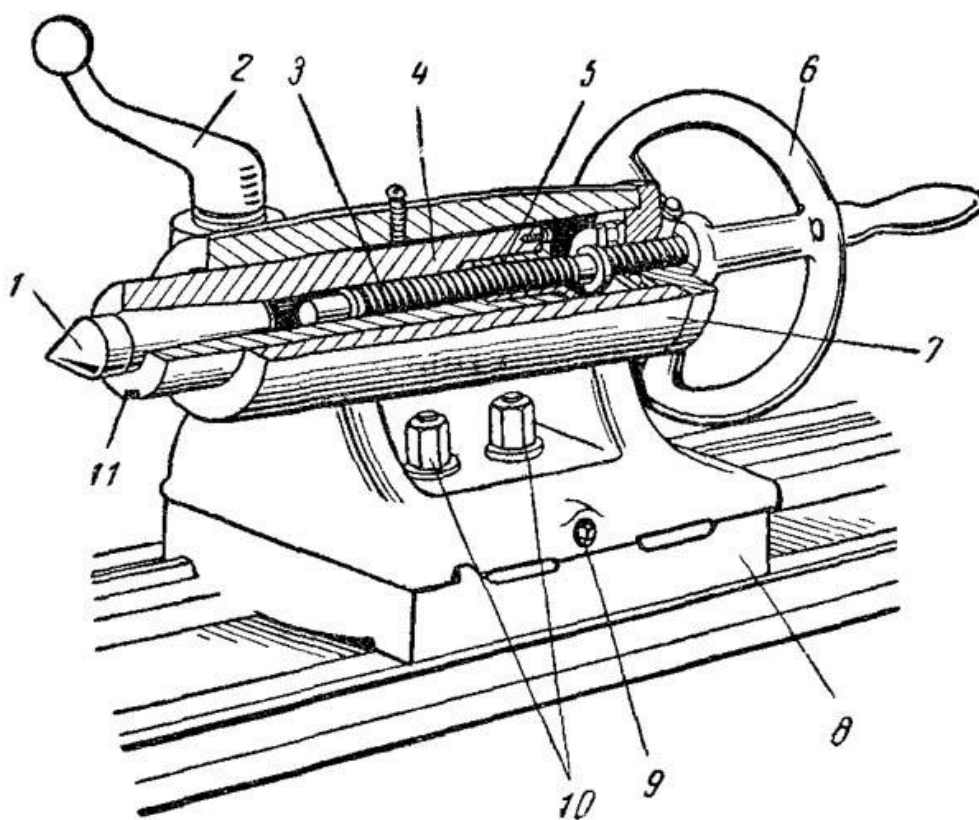


Рисунок 3.8 – Задняя бабка токарного станка



Чтобы при вращении маховика пиноль не поворачивалась, в ней сделан (внизу) шпоночный паз 11, в который входит шпонка, заложенная в корпус задней бабки. Рукоятка 2 служит для закрепления пиноли в корпусе бабки. Оси шпинделя станка и пиноли задней бабки должны совпадать; для установки пиноли по оси шпинделя служит винт 9.

Винтом 9 можно смещать корпус 7 относительно плиты 8 в поперечном направлении, к чему прибегают иногда при точении конических поверхностей.

Для обтачивания в центрах деталей разной длины перемещают заднюю бабку вместе с плитой 8 вдоль станины и закрепляют в нужном положении двумя зажимными болтами 10 и скобой (на рисунке 2.9 не видно) к станине станка. Отпустив скобу, передвигают заднюю бабку и, установив ее в нужном положении, снова затягивают скобу. В некоторых конструкциях токарно-винторезных станков задняя бабка крепится на станине одной рукояткой при помощи эксцентрикового зажима и системы рычагов.

Чтобы удалить задний центр из конического отверстия пиноли, вращают маховик 6 таким образом, чтобы пиноль втягивалась в корпус задней бабки до отказа. В крайнем положении конец винта 3 выталкивает центр 1.

Устройство станков 1А62, 1К62, 1К625, 1М61 приведено соответственно в приложении А, приложении Б, приложении В, приложении Г.

### **3.2 Основные виды работ, выполняемые на станках, режущий инструмент и приспособления**

#### **3.2.1 Классификация резцов и основные виды выполняемых работ**

Основным режущим инструментом при выполнении работ на токарном станке является резец.

Резец – это однолезвийный инструмент для обработки с поступательным или вращательным главным движением резания и возможностью движения подачи в любом направлении (ГОСТ 25761-83).

Токарные резцы классифицируют по материалу лезвия, направлению подачи, конструкции, технологическому назначению и характеру обработки, сечению крепежной части.



Для изготовления лезвия резца применяют быстрорежущую сталь, твёрдые сплавы, минералокерамику, сверхтвёрдые материалы и др.

*По направлению подачи* резцы подразделяют на правые и левые. При точении правыми резцами суппорт перемещается справа налево, левые резцы работают при подаче слева направо.

*По конструкции* резцы бывают цельные, составные и сборные. Цельный резец – это когда тело и лезвие резца из одного материала. Например, из быстрорежущей стали Р18. Составной резец – это когда тело резца изготовлено из конструкционной углеродистой стали, а лезвие из другого материала и оно соединено с телом резца пайкой, сваркой или приклеиванием. Сборный резец – это когда лезвие крепится к телу резца механическим путём (винтовым прижимом).

*По сечению* крепёжной части резцы бывают квадратные, круглые и прямоугольные (чаще всего).

*По технологическому назначению* различают следующие типы резцов: проходные, подрезные, отрезные, резьбовые, канавочные, фасонные, расточные, гальтельные и др. (рис. 3.9).

*Проходные резцы 1, 2, 3* (рис. 3.9) предназначены для обтачивания наружных поверхностей и работают при продольной подаче  $S_{пр}$ . По форме тела они бывают прямые и отогнутые. Проходной отогнутый резец 1 более универсален, так как он применяется как для обработки цилиндрической поверхности, так и для подрезания торца и снятия фасок. Проходной прямой резец 2 применяется для обтачивания наружных цилиндрических поверхностей и для снятия фасок. Торцовые поверхности обрабатывают подрезными 4 и проходными отогнутыми 1 резцами, при поперечной подаче  $S_{non}$ .

Проходной упорный резец 3 применяют для получения небольших уступов и при обработке ступенчатых валов. Упорный резец имеет главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ .

Прорезные 9, отрезные 10, гальтельные 11 и фасонные резцы работают с поперечной подачей  $S_{non}$ . Прорезными резцами 9, 12 обрабатывают кольцевые канавки на цилиндрических и торцовых поверхностях. Прорезной резец имеет главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ .

Отрезные резцы 10 служат для отрезания части заготовки. Длина головки отрезного резца должна быть больше радиуса обрабатываемой заготовки.

Гальтельные резцы 11 предназначены для обработки галтелей. Фасонными резцами обрабатывают фасонные поверхности. Профиль

режущей кромки фасонного резца должен отвечать профилю обрабатываемой поверхности.

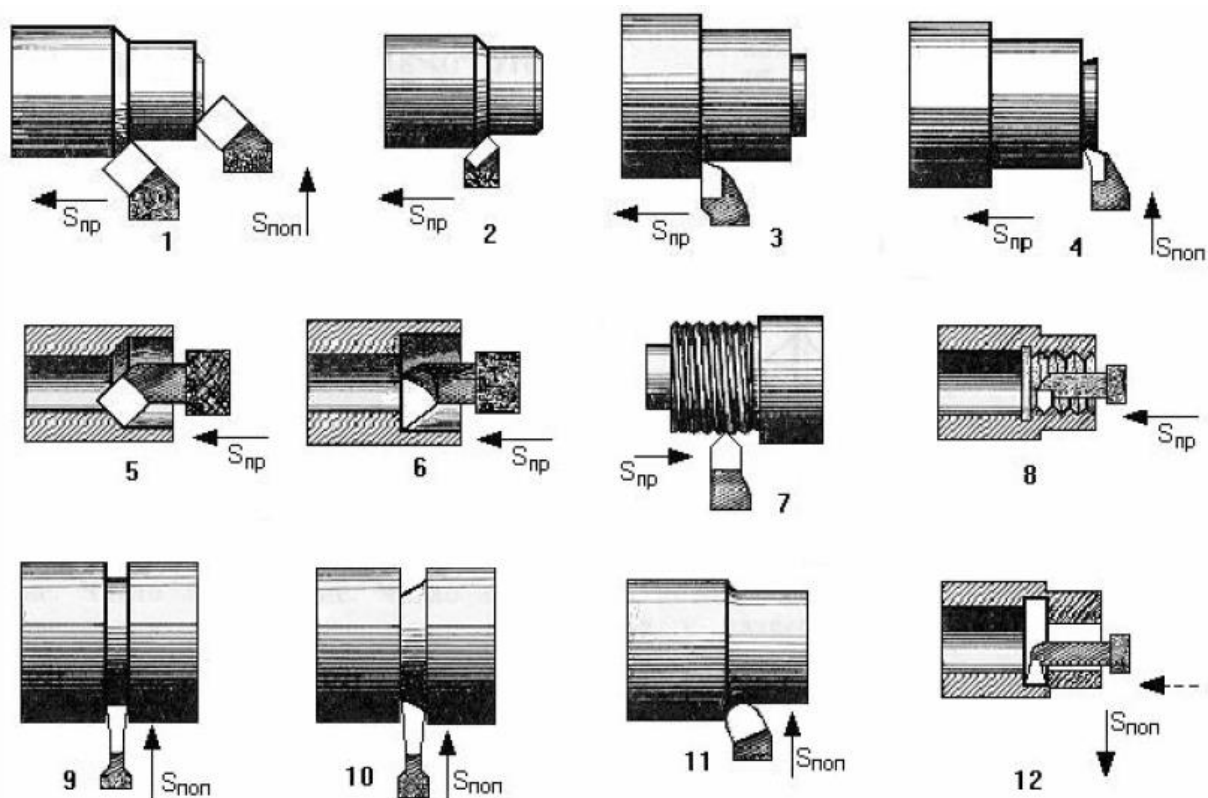


Рисунок 3.9 – Типы токарных резцов и основные виды работ:

1 – проходной отогнутый правый; 2 – проходной прямой правый; 3 – проходной упорный правый; 4 – подрезной;  
5 – расточной отогнутый; 6 – расточной подрезной;  
7, 8 – резьбовые; 9 – прорезной (канавочный);  
10 – отрезной; 11 – галтельный; 12 – расточной упорный

Резьбовые резцы 7, 8 применяют для нарезания соответственно наружной и внутренней резьбы. Форма режущей части резца должна отвечать профилю нарезаемой резьбы.

Расточные резцы предназначены для обработки отверстий: расточной отогнутый 5 – для растачивания сквозного отверстия, расточной упорный 6 – для растачивания глухого отверстия.

Таким образом, на токарных станках можно выполнять самые разнообразные работы: обтачивать и растачивать цилиндрические, конические и фасонные поверхности вращения, подрезать торцы, прорезать канавки различного профиля, производить отрезание, нарезать резцом крепежные и ходовые резьбы любого профиля. Кроме того, на токарных станках инструментами, устанавливаемыми в пиноли задней бабки, можно сверлить, зенкеровать, зенковать и развертывать отверстия, расположенные соосно со шпинделем станка, а так же

нарезать внутренние и наружные крепежные резьбы метчиками и плашками.

### 3.2.2 Конструктивные параметры токарного резца

Токарный резец – это наиболее распространённый режущий инструмент. Все его элементы в той или другой степени повторяются на других, более сложных инструментах, например, фрезах, протяжках, сверлах, зенкерах, развёртках и др. Изучение токарного резца способствует лучшему пониманию всех режущих инструментов.

Токарный резец состоит из крепежной части 2 и лезвия 1 (рис. 3.10). Крепежная часть необходима для установки и крепления резца в технологическом оборудовании или приспособлении. Лезвие резца – клинообразный элемент для проникновения в материал заготовки и отделения слоя материала в виде стружки.

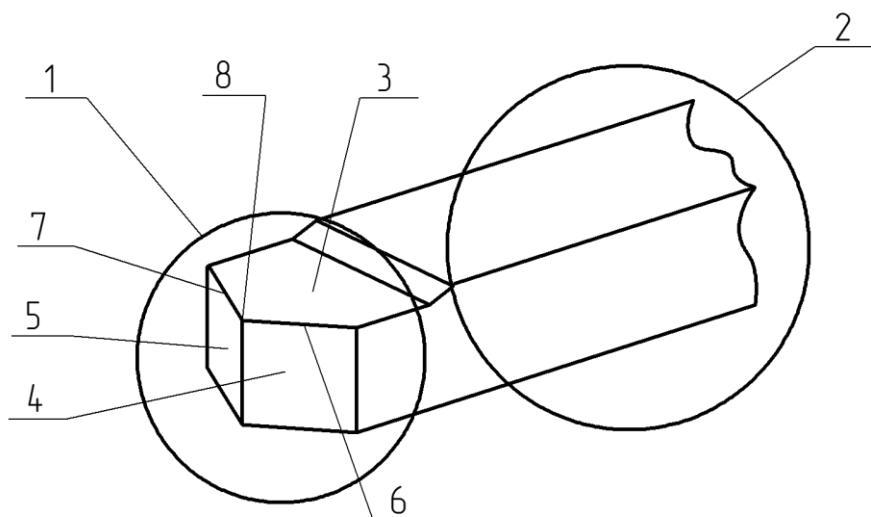


Рисунок 3.10 – Конструктивные параметры токарного резца: 1 – лезвие резца; 2 – крепежная часть; 3 – передняя поверхность; 4 – главная задняя поверхность; 5 – вспомогательная задняя поверхность; 6 – главная режущая кромка; 7 – вспомогательная режущая кромка; 8 – вершина лезвия резца

Передняя поверхность лезвия резца 3 – поверхность лезвия резца, контактирующая со срезаемым слоем и стружкой.

Главная задняя поверхность лезвия резца 4 – поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обрабатываемой поверхности. Она примыкает к главной режущей кромке.

Вспомогательная задняя поверхность лезвия резца 5 – поверхность лезвия резца, обращенная в сторону обработанной поверхности. Она примыкает к вспомогательной режущей кромке.

Главная режущая кромка 6 образована пересечением передней

и главной задней поверхностями и формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя.

Вспомогательная режущая кромка 7 образована пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями и формирующая меньшую сторону сечения срезаемого слоя.

Вершина лезвия резца 8 – участок лезвия резца в месте пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

### 3.2.3 Координатные плоскости. Геометрические параметры токарного резца

Обработка материалов резанием определяется кинематическими элементами и характеристиками процесса резания, которые были рассмотрены в разделе 1: главное движение резания  $D_r$ , скорость главного движения резания  $V$ , движение подачи  $D_s$ , скорость движения подачи  $V_s$ , подача  $S$ , глубина резания  $t$ , обрабатываемая поверхность, поверхность резания, обработанная поверхность.

Для определения геометрических параметров инструмента необходимо знать следующие понятия: основная плоскость  $P_v$ , плоскость резания  $P_n$ , главная секущая плоскость  $P_\tau$  (рис. 3.11) и рабочая плоскость  $P_s$ .

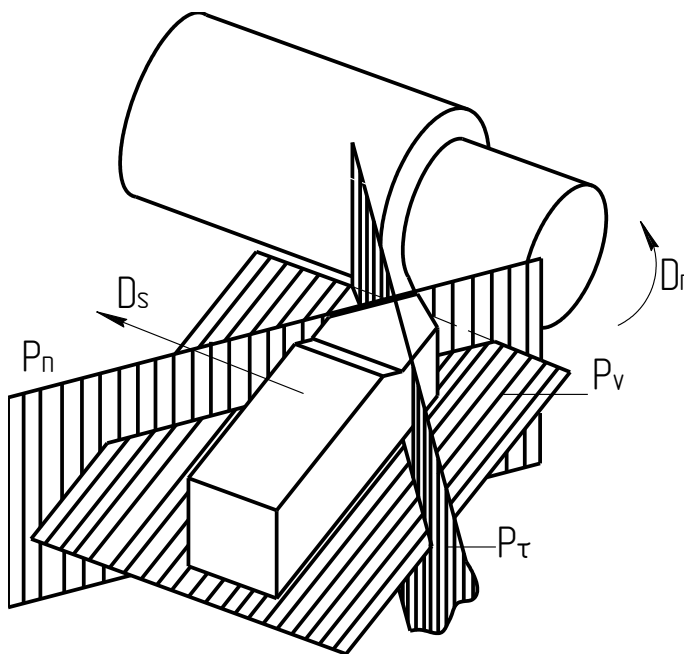


Рисунок 3.11 – Координатные плоскости резца

Основная плоскость  $P_v$  – координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения резания в этой точке.

Плоскость резания  $P_n$  – координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости.

Главная секущая плоскость  $P_\tau$  – координатная плоскость, проведенная перпендикулярно линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Рабочая плоскость  $P_s$  – координатная плоскость, в которой лежат векторы скоростей главного движения резания и движения подачи.

Геометрические параметры прямого токарного проходного резца показаны на рисунке 3.12.

В основной плоскости или в плане рассматривают три угла:

$\varphi$  – главный угол в плане – угол в основной плоскости между проекцией на нее главной режущей кромки и рабочей плоскостью;

$\varphi_1$  – вспомогательный угол в плане – угол в основной плоскости между проекцией на нее вспомогательной режущей кромки и рабочей плоскостью;

$\varepsilon$  – угол при вершине – угол в основной плоскости между проекцией на нее главной и вспомогательной режущих кромок.

Сумма углов в плане равна  $180^\circ$ .

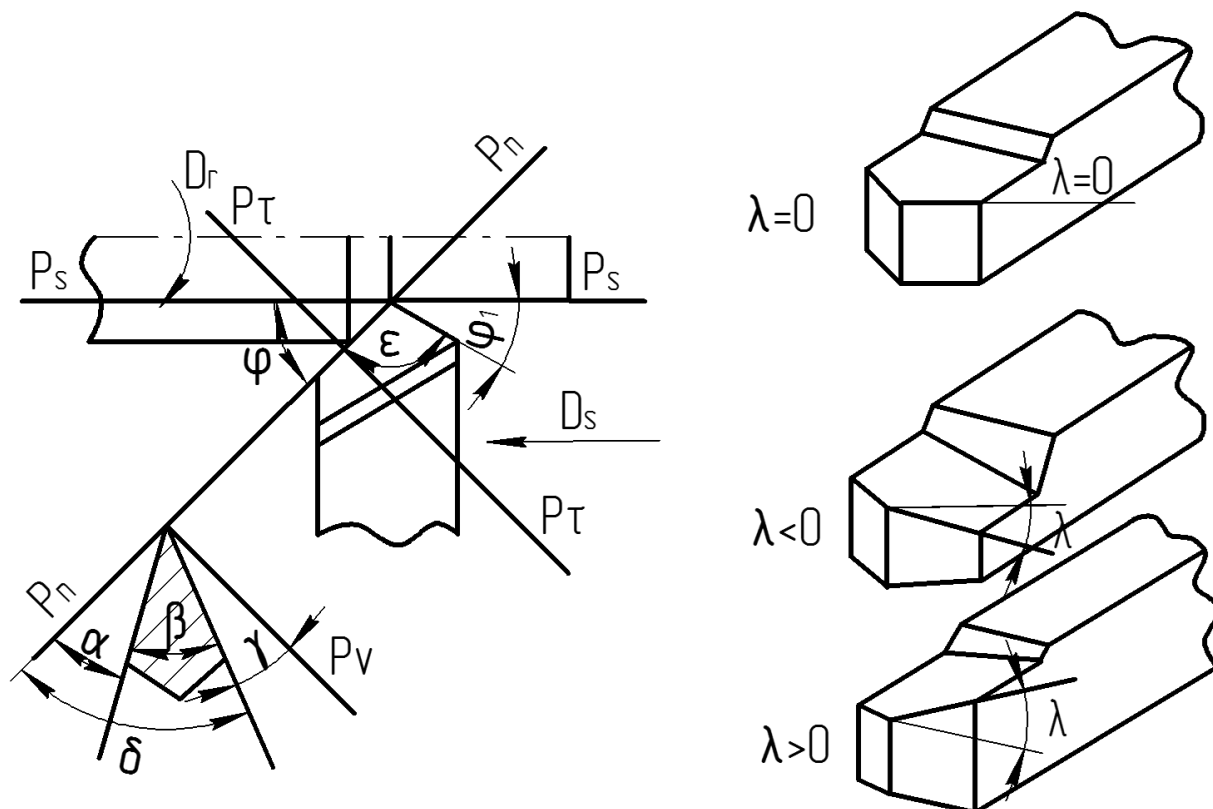


Рисунок 3.12 – Геометрические параметры токарного резца

В сечении главной секущей плоскости рассматривают следующие углы:

$\alpha$  – главный задний угол – угол в главной секущей плоскости между главной задней поверхностью лезвия инструмента и плоскостью резания;

$\gamma$  – передний угол – угол в главной секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и основной плоскостью. Он может принимать положительные и отрицательные значения, а также равные 0;

$\beta$  – угол заострения – угол в главной секущей плоскости между передней и главной задней поверхностями лезвия инструмента;

$\delta$  – угол резания – угол в главной секущей плоскости между плоскостью резания и передней поверхностью лезвия инструмента.

Таким образом, согласно данным определениям  $\alpha + \gamma + \beta = 90^\circ$ , а при известных углах  $\alpha$  и  $\gamma$  угол заострения  $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$ .

$\lambda$  – угол наклона главной режущей кромки – угол в плоскости резания между главной режущей кромкой и основной плоскостью. Различают,  $\lambda = 0$ ,  $\lambda < 0$  и  $\lambda > 0$ . Если главная режущая кромка параллельна основной плоскости, то  $\lambda = 0$  и стружка сходит в направлении перпендикулярном к плоскости резания (рис. 3.13, в); если вершина резца является высшей точкой главной режущей кромки, то угол  $\lambda$  считается отрицательным и при обработке стружка сходит на обрабатываемую поверхность (рис. 2.14, б); если вершина резца является низшей точкой режущей кромки, то угол  $\lambda$  считается положительным и стружка сходит на обработанную поверхность (рис. 3.13, а).

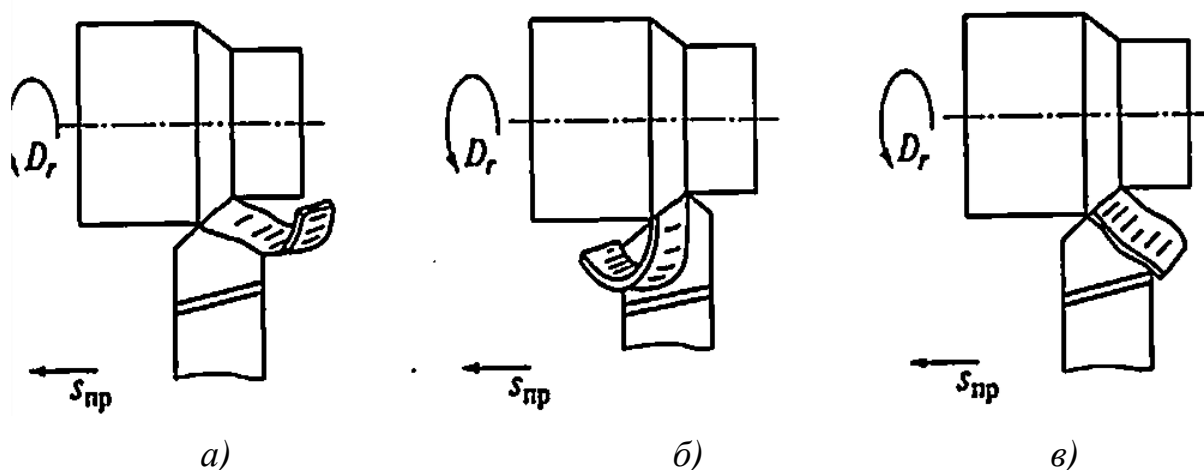


Рисунок 3.13 – Влияние угла наклона главной режущей кромки на направление схода стружки

### 3.2.4 Назначение углов резца. Изменение углов резца при установке его вершины выше и ниже оси центров заготовки

Геометрические параметры резца выбирают так, чтобы обеспечить наилучшие условия резания. Главным образом это главный задний угол, передний угол, главный и вспомогательный углы в основной плоскости, и угол наклона главной режущей кромки.

Главный задний угол  $\alpha$  уменьшает трение между главной задней поверхностью лезвия инструмента и поверхностью резания заготовки, что ведёт к снижению силы резания и уменьшению износа резца. Но чрезмерное увеличение угла приводит к уменьшению сечения лезвия резца и к снижению его прочности. Поэтому рациональные значения главного заднего угла находятся в пределах от  $6^\circ$  до  $12^\circ$ .

Передний угол  $j$  определяет положение передней поверхности лезвия резца относительно обрабатываемой поверхности заготовки, облегчает сход стружки, влияет на силу резания и температуру в зоне резания. Чем больше передний угол, тем меньше работа резания, однако с его увеличением ослабляется лезвие. Наиболее часто значения переднего угла составляют от  $-10^\circ$  до  $+20^\circ$ . Выбор значения переднего угла определяют механические свойства обрабатываемого материала: при обработке мягких сталей  $j = 8...20^\circ$ , а весьма твёрдых –  $(-5...-10^\circ)$ .

Главный угол в основной плоскости  $\phi$  определяет соотношение между радиальной и осевой составляющими силами резания. При обработке заготовок малой жёсткости  $\phi$  берут близким к  $90^\circ$ , в других случаях  $\phi$  находится в пределах от  $10^\circ$  до  $90^\circ$ . Чаще всего  $\phi = 45^\circ$ .

Вспомогательный угол в основной плоскости  $\phi_1$  влияет на шероховатость обработанной поверхности. При черновой обработке  $\phi_1 = 45^\circ$ , при чистовой  $12...15^\circ$ .

Угол наклона главной режущей кромки выбирают в пределах от  $-10^\circ$  до  $+15^\circ$ , чаще он составляет  $0^\circ$ .

Расположение вершины резца выше или ниже оси центров заготовки влияет на значение переднего и заднего углов, сформированных при заточке (рис. 3.14).

При установке резца (кроме расточного) выше линии центров заготовки передний угол  $\gamma$  увеличивается, а задний  $\alpha$  уменьшается; при установке его ниже линии центров передний угол  $\gamma$  уменьшается, а задний  $\alpha$  увеличивается. При растачивании отверстия влияние уста-

новки резца по высоте относительно линии центров на углы  $\alpha$  и  $\gamma$  обратное.

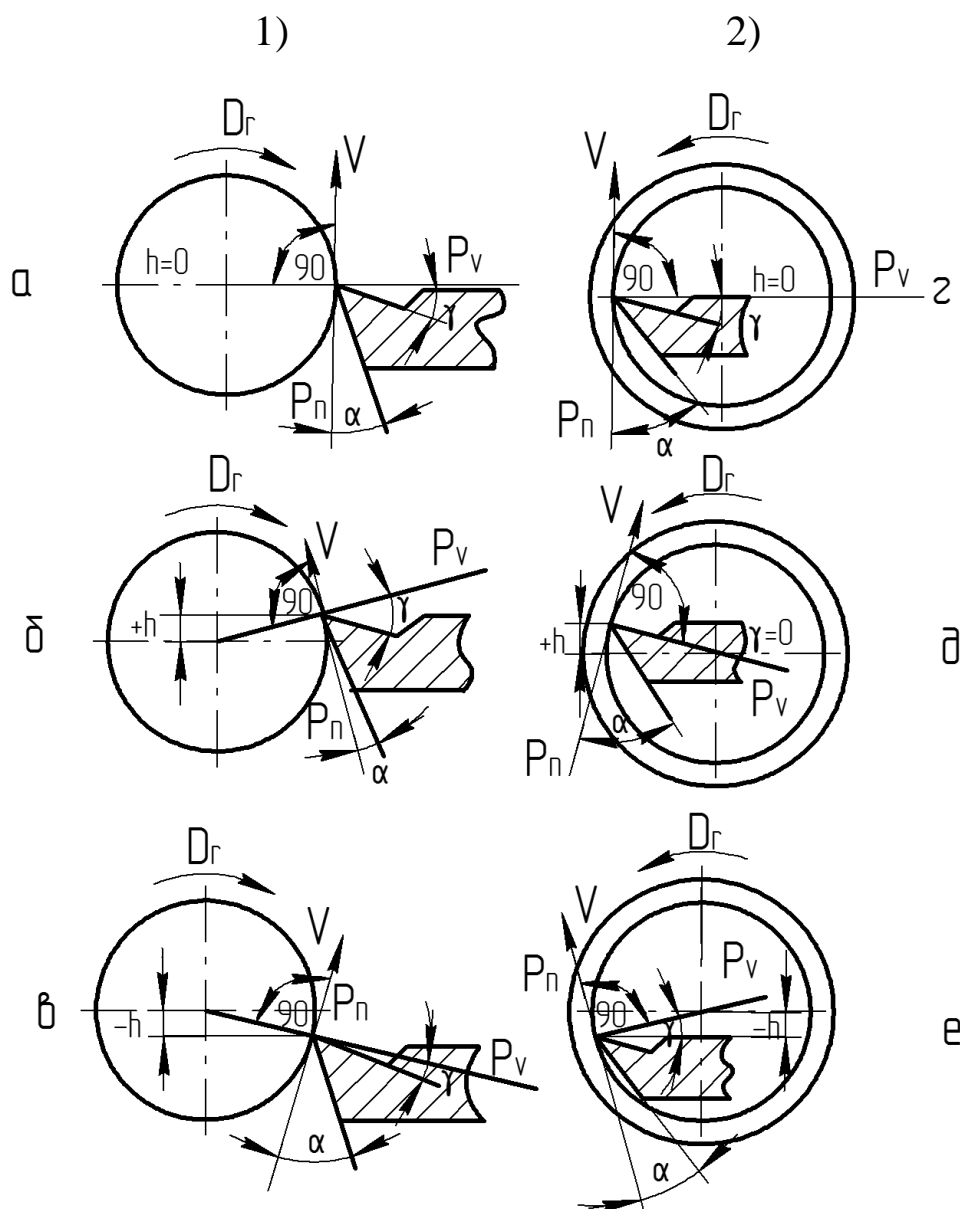


Рисунок 3.14– Сопоставление углов при установке вершины резца выше и ниже оси центров заготовки: 1) при наружном точении; 2) – при растачивании отверстий; а, з – на уровне оси центров; б, д – выше оси центров; в, е – ниже оси центров

Сильное влияние на значения отклонений углов оказывает радиус обрабатываемой поверхности заготовки  $R$ . Оно особенно заметно при  $R < 30$  мм. При обработке заготовки с радиусом  $R < 11$  мм погрешность заднего угла  $\alpha$  превышает значение самого  $\alpha$  и, следовательно, условия нормальной работы задней поверхности не соблюдаются (наблюдается увеличение трения задней поверхности о по-



верхность резания заготовки, повышается температура, увеличиваются силы резания, повышаются энергозатраты, уменьшается стойкость инструмента, ухудшается качество обработки).

При установке оси резца не перпендикулярно к оси заготовки главный угол и вспомогательный угол в основной плоскости  $\varphi$  и  $\varphi_1$  также изменяются.

### 3.2.5 Приспособления, применяемые на токарных станках

Выполнение работ на токарных станках осуществляют при закреплении заготовок в патроне, на планшайбе, в патроне и центре, в центрах, на оправке и специальных приспособлениях.

Короткие заготовки с  $L/D < 4$  (где  $L$  – длина обрабатываемой детали,  $D$  – ее диаметр) закрепляют в патроне, заготовки с соотношением  $4 < L/D < 10$  – в центрах или в патроне, подпирая центром задней бабки. При  $L/D > 10$  обрабатываемые заготовки крепят в центрах (или в патроне, подпирая центром задней бабки) и кроме того применяют дополнительные опоры неподвижные и подвижные люнеты.

На токарных станках применяют двух-, трёх- и четырёхкулачковые патроны. Наиболее распространен трёхкулачковый самоцентрирующий патрон (рис. 3.15).

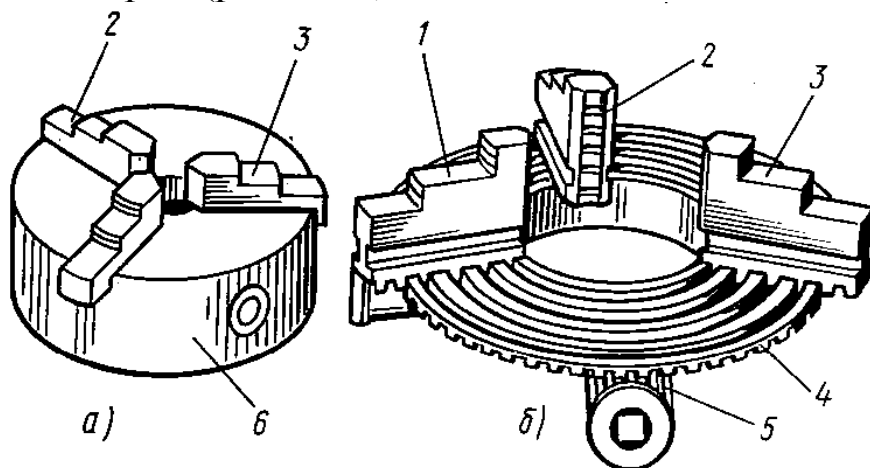


Рисунок 3.15 – Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый: а – общий вид; б – вид, поясняющий принцип действия

Кулачки 1, 2, 3 перемещаются одновременно на диске 4 по спирали, в витки которой заходят кулачки нижними выступами. На обратной стороне диска нарезано коническое колесо, входящее в зацепление с тремя коническими колёсами 5. При повороте ключом одного из колёс поворачивается диск, который с помощью спирали перемещает одновременно и равномерно все три кулачка по пазам корпуса 6 патрона. В зависимости от направления вращения колёс 5 кулачки

приближаются или удаляются от центра, соответственно зажимая или освобождая заготовку. Различают кулачки для закрепления заготовок по внутренней и наружной поверхностям.

Четырёхкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков (рис. 3.16), применяют преимущественно для закрепления деталей некруглой и несимметричной формы. Он состоит из корпуса, в котором выполнены четыре паза и установлены четыре кулачка 1-4, каждый из которых перемещается винтами 5 независимо от остальных. Кулачки в пазах могут быть повернуты на  $180^\circ$  для закрепления заготовок по внутренней или наружной поверхности.

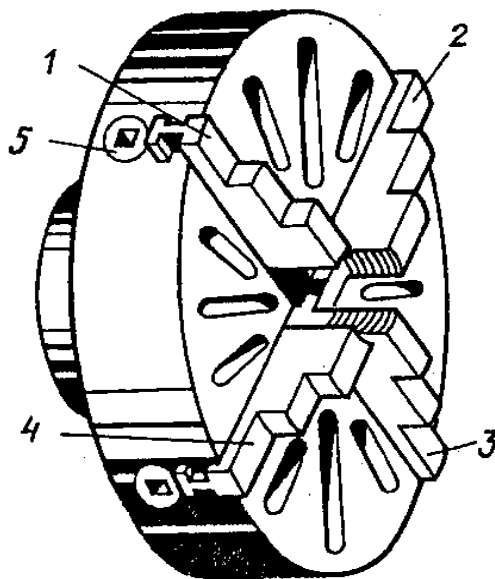


Рисунок 3.16 – Четырёхкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков

Планшайбу применяют для закрепления несимметричных и сложных по конфигурации заготовок. Планшайба представляет собой плоский диск из серого чугуна, снабжённый ступицей для навинчивания на передний конец шпинделя. Рабочая поверхность планшайбы может быть выполнена с концентричными или радиальными пазами (рис. 3.17).

Заготовку (кронштейн) устанавливают на планшайбу, выверяют её положение и закрепляют угольниками с зажимными винтами и прихватами. Поскольку заготовка несимметричная, то при её вращении возникает дисбаланс, который устраняют противовесом 4.

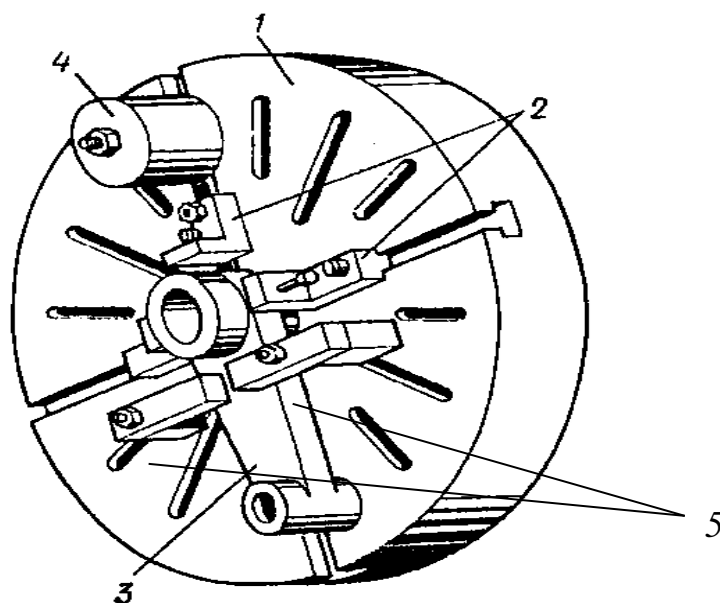


Рисунок 3.17 – Планшайба с закреплённой заготовкой: 1 – планшайба; 2 – угольники зажимные с винтами; 3 – заготовка (кронштейн); 4 – противовес; 5 – прихваты

Для вращения заготовок, установленных в центрах станка, применяют различные поводковые устройства. Наиболее распространены поводковые планшайбы с хомутиком (рис. 3.18) и самозатягивающиеся хомутики.

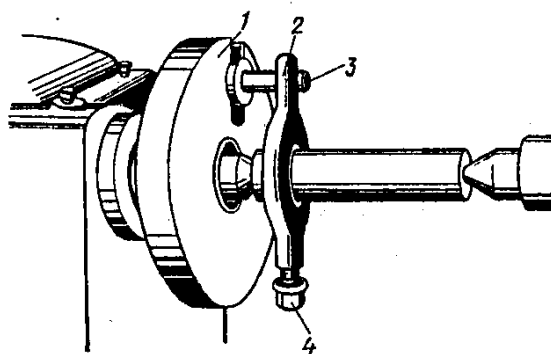


Рисунок 3.18– Схема установки заготовки в центрах

Вращение от поводковой планшайбы 1 передаётся заготовке поводковым пальцем 3 с помощью хомутика 2, надетого на заготовку и закреплённого болтом 4.

Более удобны в работе самозатягивающиеся хомутики. В них хвостовик 2 закреплён в корпусе 5 подвижно на оси 4 (рис. 3.19). Нижняя часть хвостовика, обращённая к заготовке, выполнена эксцентрично по отношению к оси 4 и имеет насечку. Для установки хомутика на заготовку хвостовик наклоняют в сторону пружины 3, которая создаёт предварительную затяжку заготовки хвостовиком.

Окончательную затяжку в процессе обработки обеспечивает палец-поводок 1 патрона.

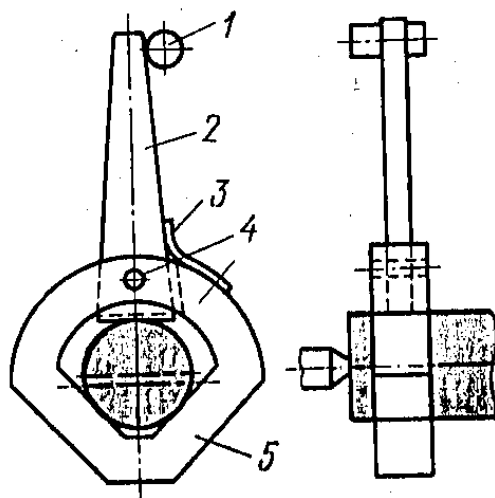


Рисунок 3.19– Самозатягивающийся хомутик

Центры служат для установки заготовок между шпинделем станка и пинолью задней бабки. Для установки заготовок в центрах, на их торцах предварительно высверливают центровые отверстия.

В зависимости от формы и размеров обрабатываемых заготовок применяют центры различных типов (рис. 3.20, а – е). Конические поверхности хвостовой части центра 2 выполняются с определённой конусностью по системе Морзе, а рабочей части 1 обычно с углом при вершине  $60^\circ$  (рис. 3.20, а) Диаметр опорной части 3 меньше диаметра хвостовой части конуса. Это позволяет выбивать центр из гнезда без повреждения поверхности 2.

Для установки заготовок диаметром до 4 мм применяют обратные центры (рис. 3.20, б). У заготовок малого диаметра вместо центровых отверстий выполняют наружные конические поверхности с углом при вершине  $60^\circ$ . Торец заготовки с таким углом входит во внутренний конус центра.

При подрезании торцевой поверхности заготовки применяют срезанный центр (рис. 3.20, в), который устанавливают только в пиноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей поверхностью (шаровой) (рис. 3.20, г) применяют при обработке заготовки, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя, например, при обработке конической поверхности со смещением корпуса задней бабки.

Центр с рифлёной рабочей поверхностью (рис. 3.20, д) применяют при обработке заготовок с большим осевым отверстием без поводкового патрона.

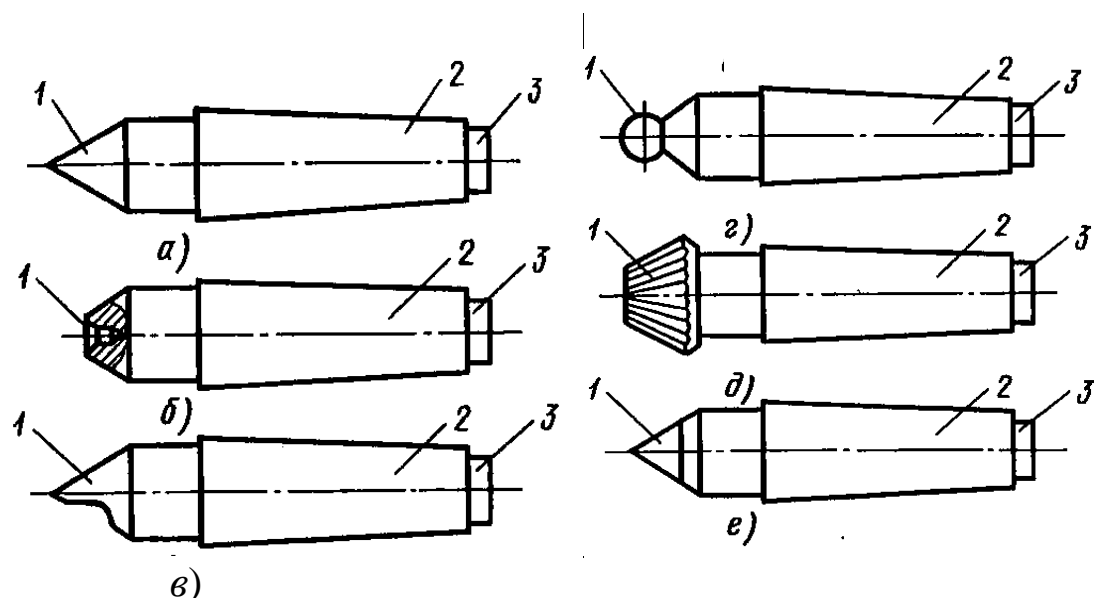


Рисунок 3.20 – Типы центров: а – упорный; б – обратный; в – срезанный; г – со сферической рабочей поверхностью; д – с рифлёной рабочей поверхностью; е – с твердосплавной рабочей частью

Центр с твердосплавной рабочей частью (рис. 3.20, е) применяют с целью повышения их долговечности.

Поскольку при обработке заготовка вращается, то часто применяют станочные вращающиеся центры (рис. 3.21).

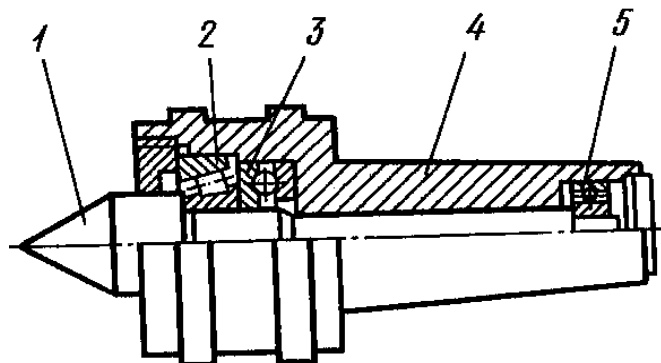


Рисунок 3.21 – Центр станочный вращающийся: 1 – рабочая часть; 2, 3 и 5 – подшипники; 4 хвостовая часть

При установке заготовок, у которых длина выступающей части из патрона составляет более 10 диаметров, для повышения жёсткости системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» в качестве дополнительной опоры применяют неподвижные и подвижные люнеты (рис. 3.22).

Неподвижный люнет устанавливают на направляющих станины 7 и закрепляют планкой 6 с помощью болта с гайкой 5. Верхняя часть 1 неподвижного люнета откидная. Она открывается и закрывается при установке и снятии заготовки 8. Люнет имеет три кулачка или

ролика 4, которые служат опорой для обрабатываемой заготовки 8. Степень поджатия кулачков регулируют винтами 2. После установки и поджатия кулачков или роликов к заготовке их положение фиксируют болтами 3. На заготовке в местах установки кулачков люнета предварительно протачивают канавку шириной несколько больше ширины кулачка. Обычно канавки выполняют посередине заготовки. Вначале обтачивают заготовку до люнета, затем её переворачивают и обрабатывают другую часть.

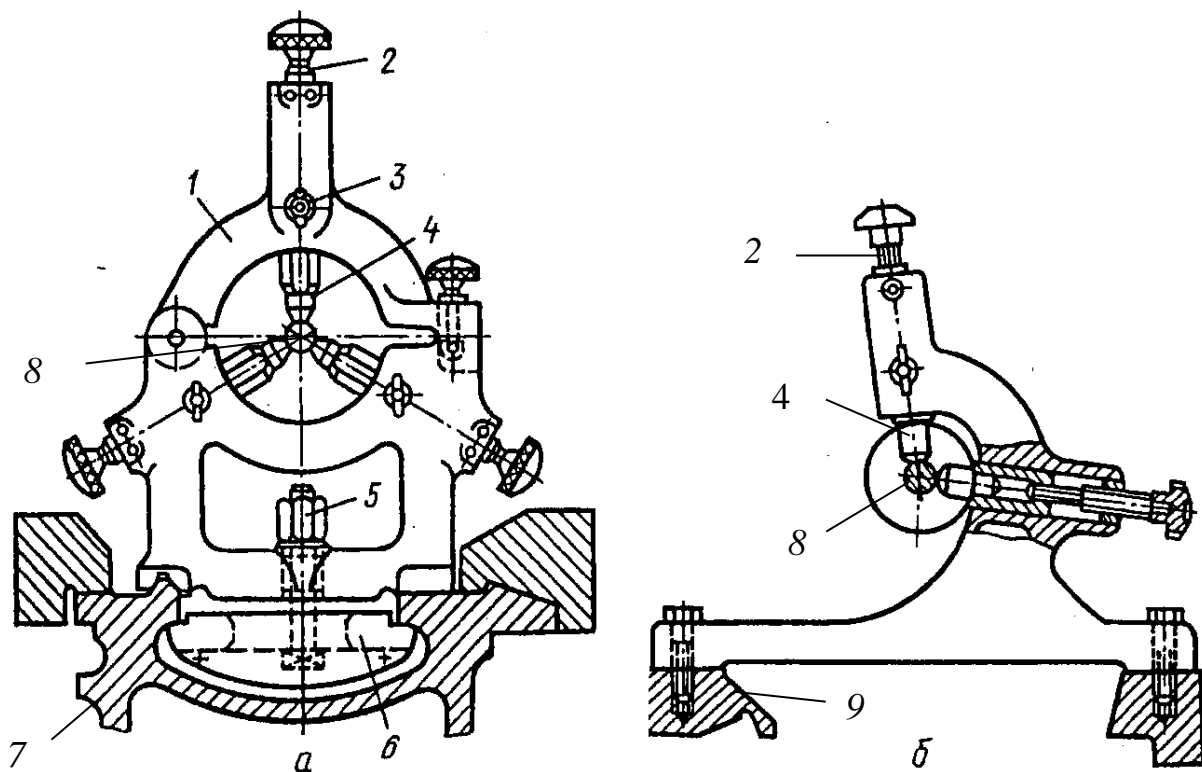


Рисунок 3.22 – Схемы неподвижного (а) и подвижного (б) люнетов

Подвижный люнет крепится на каретке суппорта 9 и во время работы перемещается вдоль обрабатываемой заготовки одновременно с резцом. Люнет имеет два кулачка, а третьей опорой для заготовки является сам резец. Кулачки устанавливают по диаметру обрабатываемой заготовки. Максимально возможный диаметр обрабатываемой заготовки для данного люнета на рисунке 3.22 показан окружностью.

Для обработки заготовок применяют цельные и разжимные оправки различных конструкций. Такие оправки применяют для обработки деталей имеющих обработанные отверстия с целью получения concentricity наружных и внутренних поверхностей, а также для перпендикулярности торцевой поверхности к оси детали. Такими деталями являются диски, втулки, зубчатые колёса и др. (рис. 3.23).

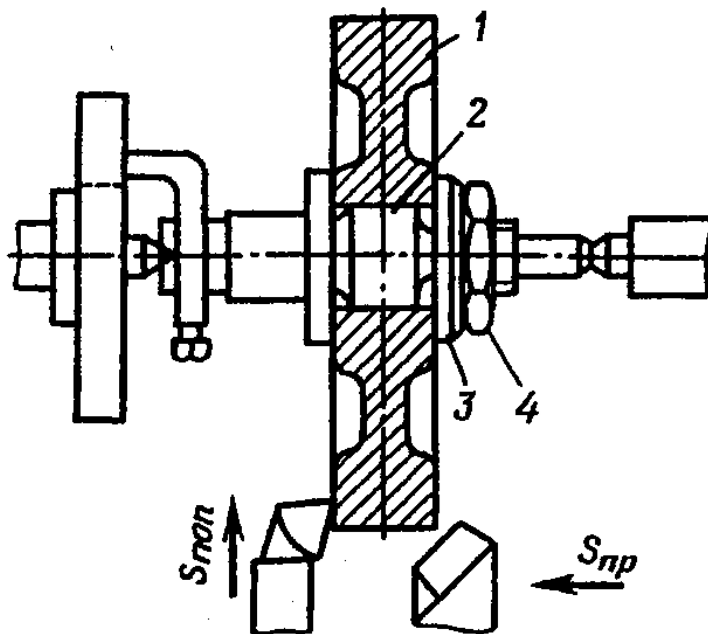


Рисунок 3.23 – Схема обработки диска на цельной цилиндрической оправке: 1 – заготовка; 2 – оправка; 3 – шайба; 4 – гайка;  $S_{\text{поп}}$  и  $S_{\text{пр}}$  – поперечная и продольная подача

Заготовку (диск) 1 устанавливают на оправку 2 и закрепляют гайкой 4. Диаметр посадочной поверхности оправки равен диаметру отверстия диска. В торцах оправки имеются центровые отверстия. Оправка с диском устанавливается в центрах станка, оснащённого поводковым патроном. При обработке заготовка от проворачивания удерживается силами трения, возникающими между торцами заготовки и шайбой с гайкой, или оправкой и диском при посадке последнего на оправку с небольшим конусом.

Разжимные оправки применяют для закрепления заготовок, у которых разница в диаметрах оправки и отверстия заготовки составляет 0,5...1,5 мм. Одна из таких оправок с разрезной упругой гильзой приведена на рис. 3.24. Наружная цилиндрическая поверхность гильзы 2 служит для посадки заготовки, а внутренняя коническая – для соединения с коническим стержнем оправки 4. На стенках гильзы вдоль её оси прорезано шесть несквозных пазов 6 (рис. 3.24, б). При навинчивании гайки 3 гильза 2, перемещаясь по конусу оправки, разжимается до тех пор, пока не прижмётся к внутренней поверхности обрабатываемой заготовки 1 и не закрепит её на оправке. После обработки заготовки гайку 3 отвинчивают, а вращением гайки 5 перемещают гильзу и снимают заготовку с оправки.

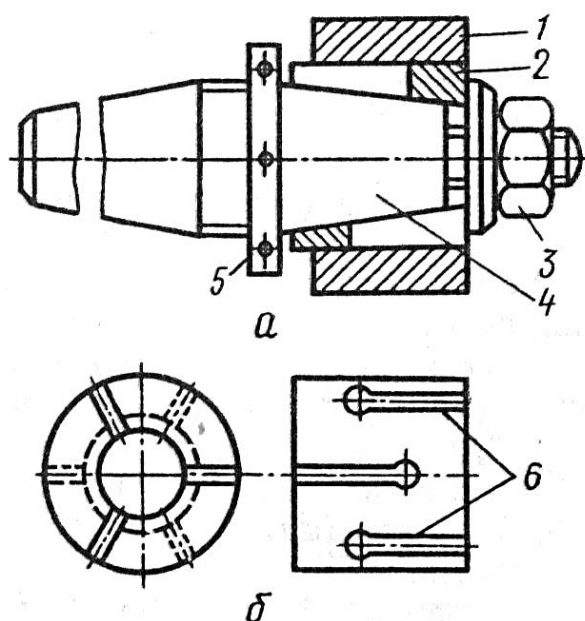


Рисунок 3.24– Разжимная оправка (а) и гильза разрезная (б)

### 3.3. Технологические приёмы выполнения работ на токарном станке

#### 3.3.1 Подрезание торцов

При изготовлении деталей на токарных станках в единичном производстве в качестве заготовок используют прокат. Длина заготовки определяется расчётом, исходя из размеров детали по чертежу, припусков на подрезание торцов и на закрепление заготовки в патроне. Заготовка нужной длины может быть отрезана ножовкой, дисковой пилой, шлифовальным кругом или другим способом. При этом торцевая поверхность имеет большую шероховатость и отклонение от перпендикулярности к оси заготовки. Поэтому, первым технологическим переходом, выполняемым на токарном станке, является подрезание торца.

Технологический переход – это законченная часть технологической операции, выполняемая одним и тем же средством технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Рабочий ход – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения режущего инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

При выполнении перехода заготовку устанавливают и закрепляют обычно в патроне (трёхкулачковом самоцентрирующем или четырёхкулачковом) или на планшайбе. Вылет из кулачков составляет



не более 50 мм или примерно равняется диаметру заготовки. Обработку выполняют подрезным резцом с углом в плане  $\varphi = 90^\circ$  или проходным отогнутым правым резцом с углом  $\varphi = 45^\circ$  (рис. 3.25).

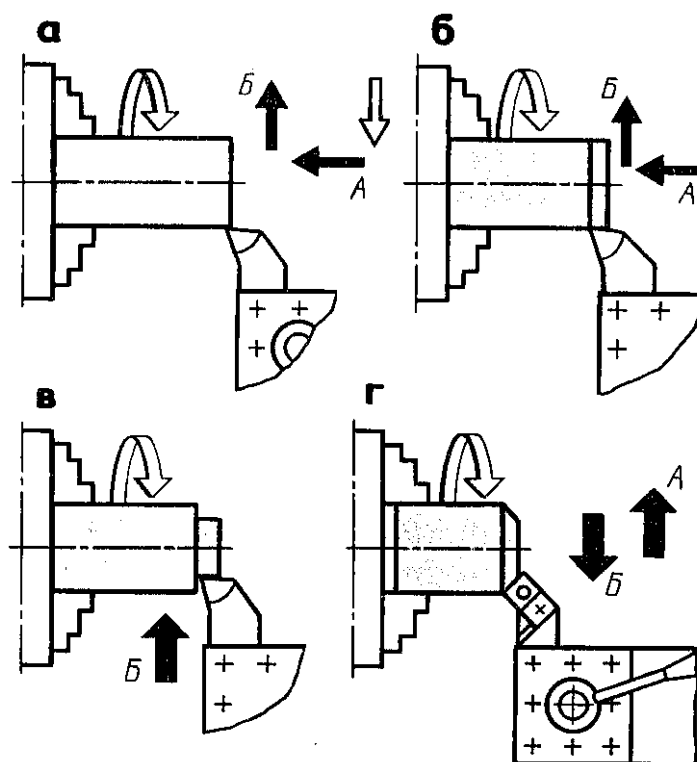


Рисунок 3.25 – Приёмы подрезания торцов

Обработку торца заготовки выполняют в следующей последовательности: касаются вершиной резца торца заготовки (рис. 3.25, а) и затем отводят резец на себя; устанавливают глубину резания, перемещая резец влево по стрелке *А* маховиком ручной подачи каретки суппорта в продольном направлении или перемещая винтом верхние салазки в этом же направлении (рис. 3.25, б), контролируя при этом величину перемещения (глубину резания) по лимбу винта верхних салазок или по лимбу движения продольной подачи каретки суппорта; затем вращая Т-образную рукоятку поперечной подачи, подают резец по стрелке *Б*, уменьшая скорость поперечной подачи при подходе вершины резца к оси заготовки (рис. 3.25, в). Затем резец возвращают в исходное положение.

При подрезке торца проходным отогнутым правым резцом с углом  $\varphi = 45^\circ$  предварительный рабочий ход выполняют перемещением резца от наружной поверхности к центру по стрелке *А*, окончательный – перемещением от центра к наружной поверхности заготовки по стрелке *Б* (рис. 3.25, г).

### 3.3.2 Сверление центровых и других отверстий

В деталях типа валов, а также в других деталях, длина которых превышает диаметр более чем в четыре раза, в торцевых поверхностях выполняют сверление центровых отверстий (центровку).

Центровку необходимо выполнять весьма тщательно, так как центровочные гнезда являются базой при последующей обработке заготовок, а также используются при правке и проверке изготовленных деталей. Центровые отверстия должны находиться на одной оси и иметь одинаковые размеры на обоих торцах вала независимо от диаметра концевых шеек вала.

Наиболее распространены центровые отверстия с углом конуса  $60^\circ$ . Вершина рабочей части центра не должна упираться в заготовку, поэтому отверстия всегда имеют при вершине цилиндрические углубления малого диаметра  $d$  (рис. 3.26). Для защиты центровых отверстий от повреждений предусмотрены фаски с углом  $120^\circ$ .

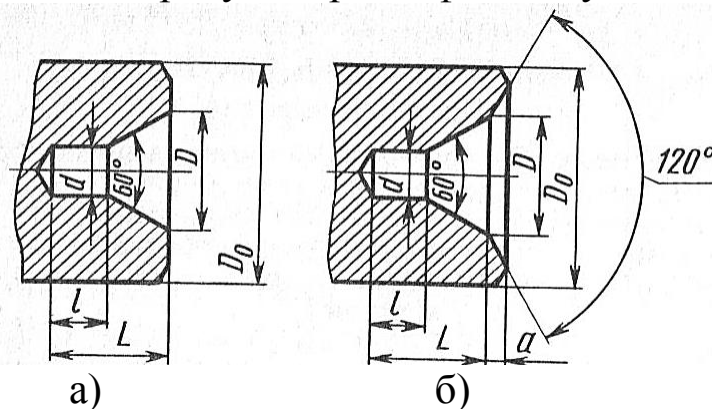


Рисунок 3.26 – Центровые отверстия: а – без предохранительной фаски; б – с предохранительной фаской;  $d$  – диаметр свела;  $D$  – наружный диаметр сверла;  $l$  – глубина цилиндрического отверстия (углубление);  $L$  – длина отверстия;  $D_0$  – диаметр заготовки;  $a$  – глубина фаски

При ремонтных работах сохранившимися центровочными отверстиями пользуются как базами для обработки изношенных или поврежденных поверхностей деталей.

Для образования центровых отверстий выпускаются комбинированные центровочные свёрла соответствующей формы (рис. 3.27)

Центровочные свёрла устанавливают и закрепляют в сверлильных патронах с коническим хвостовиком. Заготовку закрепляют в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне, а в пиноль задней бабки устанавливают сверлильный патрон с центровочным сверлом (рис. 3.28). Если диаметр конуса хвостовика не совпадает с внутрен-

ним диаметром конуса пиноли, то используют переходные втулки. Отверстия обрабатывают при вращающейся заготовке и ручной подаче сверла. Глубину сверления определяют по углублению сверла, пользуясь лимбом маховика задней бабки станка.



Рисунок 3.27 – Комбинированные центровочные сверла: а – без предохранительного конуса; б – с предохранительным конусом

Отверстия цилиндрической формы в заготовках получают с помощью спиральных сверл, которые бывают с цилиндрическим и коническим хвостовиком. Сверла с цилиндрическим хвостовиком также как и центровочные сверла устанавливают и закрепляют в сверлильных патронах, а с коническим хвостовиком устанавливают в пиноль задней бабки, используя переходные втулки.

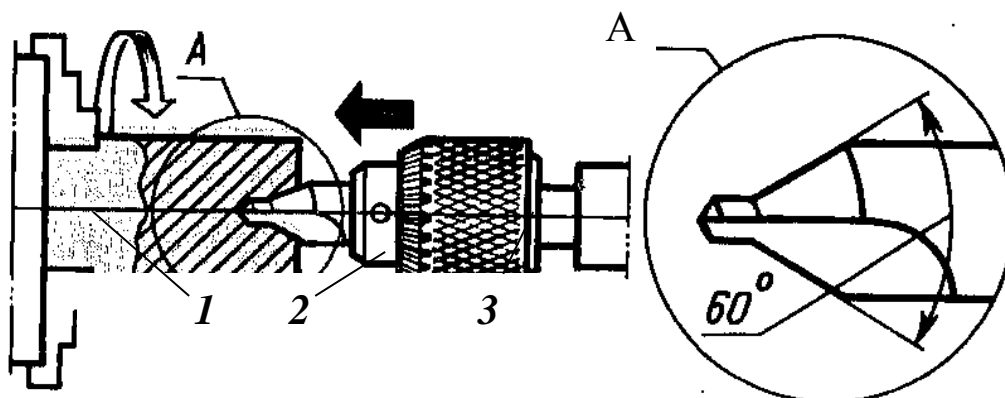


Рисунок 3.28 – Обработка центровых отверстий: 1 – заготовка; 2 – патрон сверлильный и сверло; 3 – пиноль задней бабки

В трехкулачковом сверлильном патроне инструменты закрепляют ключом 5 (рис. 3.29). Патрон состоит из корпуса 2, втулки 3, кулачков 6 и разрезного кольца 4. В верхней части кулачков нарезана резьба, сопрягающаяся с резьбой на кольце. Кольцо 4 запрессовано во втулку 3, которую при закреплении инструмента вначале вращают вручную, а затем ключом, на конце которого имеется зубчатое колесо, входящее в зацепление с зубьями на торце втулки. При повороте ключа поворачивается втулка вместе с кольцом, что приводит к перемещению кулачков 6 в наклонных пазах корпуса. При перемещении кулачков концы их сближаются, центрируют и зажимают сверло.

При вращении втулки в обратном направлении происходит освобождение сверла.

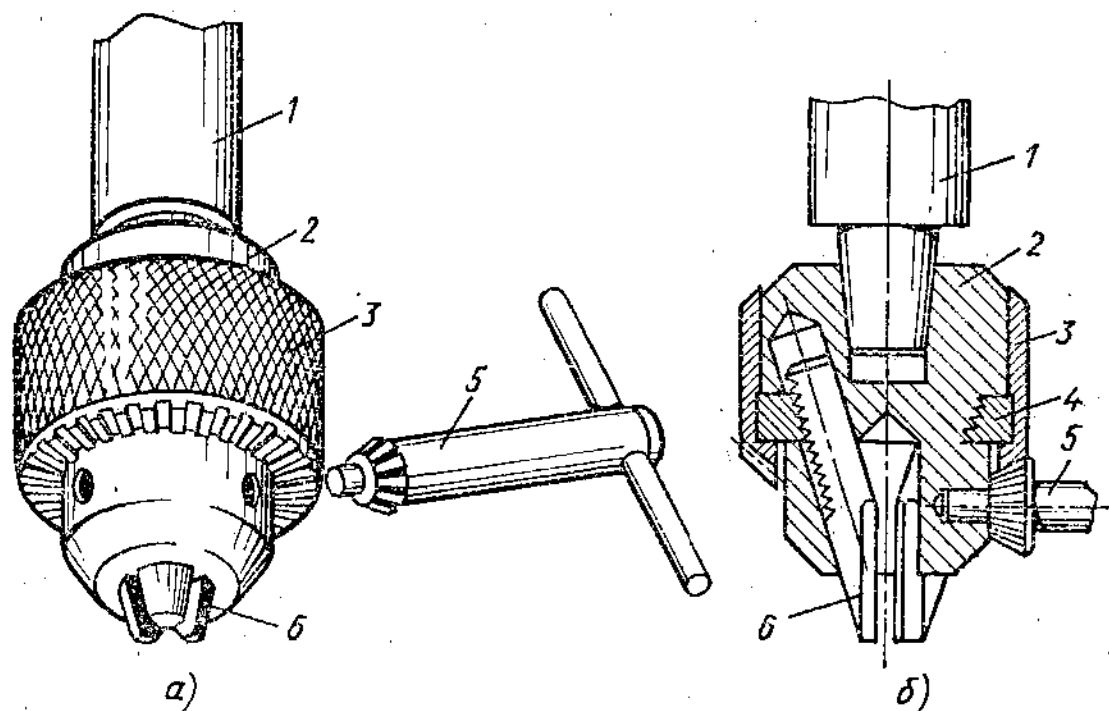


Рисунок 3.29— Сверлильный патрон для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком: а - общий вид; б - схема

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

Спиральное сверло (рис. 3.30) состоит из рабочей части 3 (включающей режущую часть 1 и направляющую 2), шейки 4 и хвостовика 5 с поводком 6 или лапкой 7. Режущая часть — это часть сверла, заточенная на конус и несущая две главные режущие кромки. Угол между главными режущими кромками  $2\phi$  называется углом при вершине. Этот угол у свёрл для обработки сталей средней твёрдости составляет  $116...120^\circ$ , высокой твёрдости —  $125^\circ$ .

Сверление отверстий в сплошном материале и рассверливание отверстий (увеличение диаметра имеющихся отверстий) реализуется по схеме, приведённой на рис.3.28.

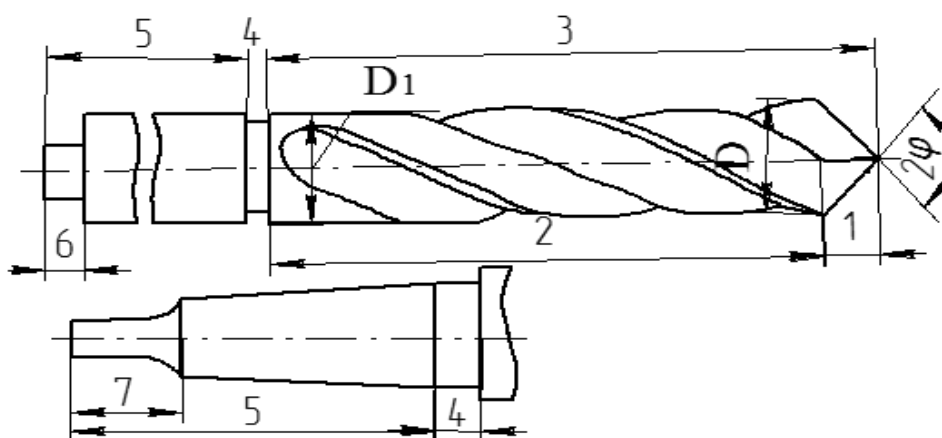


Рисунок 3.30 – Части спирального сверла: 1 – режущая часть;  
2 – направляющая часть; 3 – рабочая часть; 4 – шейка;  
5 – хвостовик; 6 – поводок; 7 – лапка

Перед сверлением отверстий заднюю бабку перемещают и закрепляют на станине на таком расстоянии от торца обрабатываемой заготовки ( $\approx 5$  мм), чтобы сверление можно было производить при минимальном выдвигании пиноли из её корпуса. Сверление начинают при вращающейся заготовке. Сверло плавно подводят вращением маховика задней бабки к торцу заготовки и производят сверление при ручной подаче на заданную глубину. При сверлении отверстий, глубина которых больше его диаметра, сверло периодически выводят из отверстия и очищают его канавки от стружки. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия подают охлаждающую среду. При сверлении сквозных отверстий в момент выхода сверла из заготовки во избежание его поломки подачу уменьшают. Для механической подачи сверла применяют приспособления для установки и закрепления сверла в резцедержателе.

### 3.3.3 Точение наружных цилиндрических поверхностей и поверхностей с уступами

Цилиндрические поверхности в зависимости от припуска обрабатывают за два или более рабочих ходов: начерно снимают большую часть припуска (2...5 мм на сторону), а затем оставшуюся часть (0,5...1 мм на сторону). В результате деталь приобретает требуемые размеры. Чтобы получить заданный диаметр заготовки, необходимо установить резец на требуемую глубину резания, соблюдая при этом следующий порядок:

1. Сообщить заготовке вращательное движение.

2. Вращением маховика продольной подачи и рукоятки винта поперечной подачи вручную подвести резец до соприкосновения его вершины с наружной поверхностью заготовки и затем переместить резец вправо так, чтобы его вершина находилась на расстоянии 5...8 мм от торца заготовки (рис. 3.31, а) и выключить вращение шпинделя.

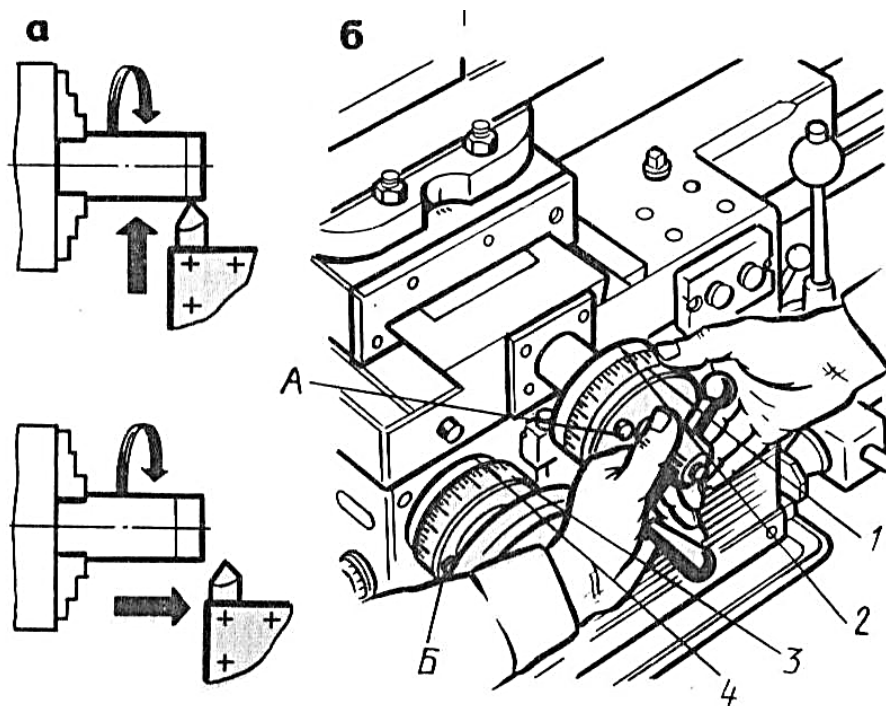


Рисунок 3.31 – Приём установки резца на глубину резания: 1 – кольцо лимба поперечной подачи; 2 – риска на неподвижной втулке винта поперечной подачи; 3 – кольцо лимба продольной подачи; 4 – риска на неподвижной втулке винта продольной подачи; А, Б – стопорные винты лимбов

3. Повернуть стопорный винт А влево и придерживая рукоятку винта левой рукой, правой повернуть кольцо лимба поперечной подачи до совпадения его нулевого деления с риской на неподвижной втулке и закрепить лимб стопорным винтом. Далее поворотом винта поперечной подачи по часовой стрелке устанавливают глубину резания. При этом вместе с винтом будет поворачиваться и лимб с делениями. Число делений на лимбе и шаг винта поперечной подачи у токарных станков неодинаковы. Следовательно, различным будет и поперечное перемещение резца при повороте лимба на одно деление. Например, у станка 1К62 лимб разделен на 100 равных частей, а винт поперечной подачи имеет резьбу с шагом 5 мм. При полном обороте рукоятки винта, т. е. на все 100 делений лимба, резец переместится в поперечном направлении на 5 мм. Если же повернуть рукоятку на од-

но деление, перемещение резца составит  $5 : 100 = 0,05$  мм. Это и есть цена деления лимба (рис.3.32).

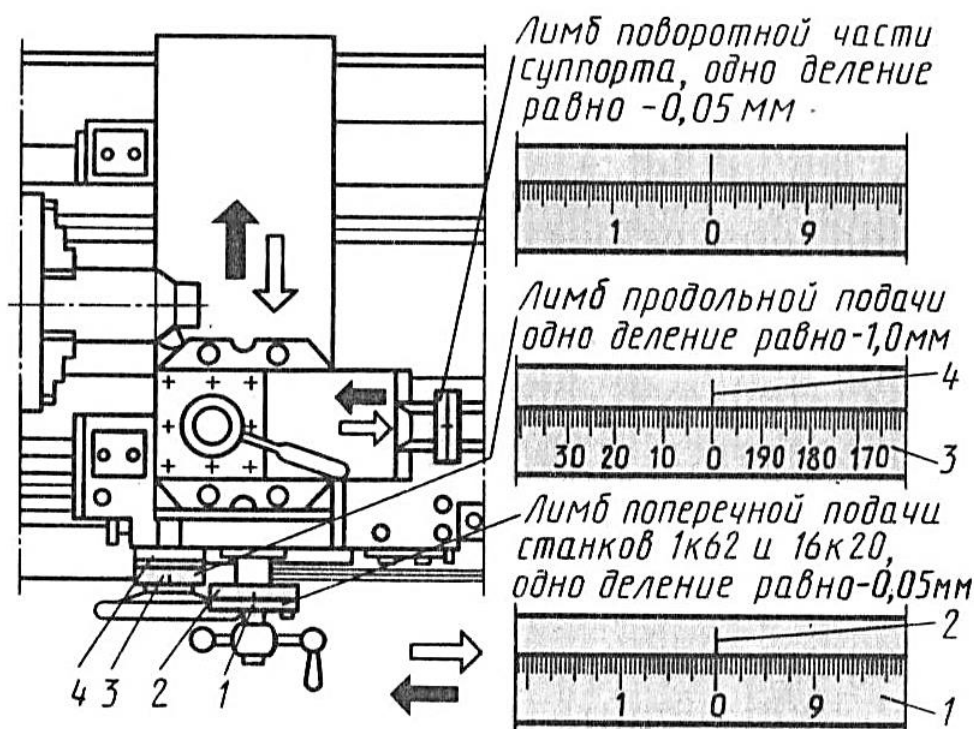


Рисунок 3.32– Цена деления лимбов суппорта станка 1К62 (обозначение позиций на рис.2.32)

Таким образом, при припуске на обработку цилиндрической заготовки 3 мм, глубина резания, при условии снятия припуска за один рабочий ход, должна быть установлена 1,5 мм. При цене деления лимба, равной 0,05 мм, необходимо повернуть его на  $1,5 : 0,05 = 30$  делений.

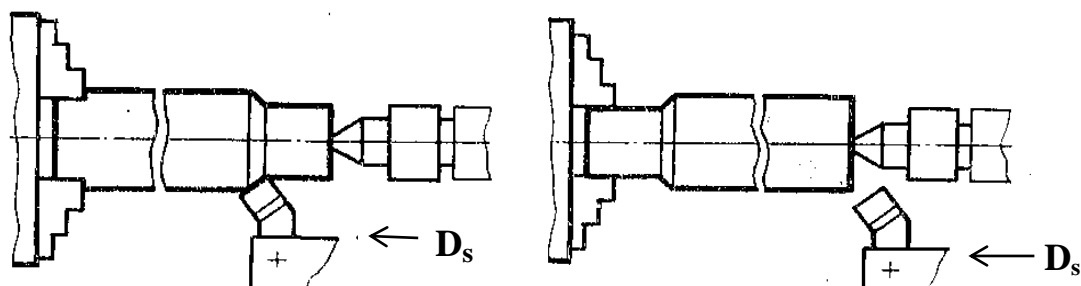
4. После этого обточить заготовку на длине 3...5 мм с ручной подачей, осуществляя равномерное вращение маховика фартука против часовой стрелки. Затем переместить резец в первоначальное положение, выключить вращение шпинделя станка и измерить диаметр обработанной поверхности заготовки. Если диаметр получится больше требуемого, установить резец на несколько бóльшую глубину, снова проточить поясok и еще раз промерить. Все это повторяют до тех пор, пока не получат заданный диаметр. Затем проводят обработку на заданной длине при ручной или механической подаче. По окончании обработки резец отводят от обработанной поверхности заготовки движением поперечной подачи на себя и движением продольной подачи вправо возвращают каретку суппорта в исходное положение, выключают вращение шпинделя и электродвигатель станка.

Устанавливая резец на глубину резания при помощи лимба винта поперечной подачи, необходимо учитывать то, что между винтом и гайкой всегда имеется зазор. Поэтому во время отсчета размеров рукоятку винта поперечной подачи необходимо плавно поворачивать только в одну сторону. Если допущена ошибка и лимб повернут на большее число делений, чем требуется, то рукоятку поворачивают в обратную сторону на  $0,5...1$  оборота, а затем, вращая в прежнем направлении, доводят до нужного деления.

5. Измерить длину обработанной поверхности линейкой или стержнем глубиномера штангенциркуля, а диаметр штангенциркулем с отсчетом по нониусу  $0,1$  мм или  $0,05$  мм. При измерении диаметра штангенциркулем необходимо следить за тем, чтобы его губки были расположены в плоскости, перпендикулярной оси заготовки, иначе результаты измерений будут неправильными.

При установке заготовки в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне с поджатием центром, установленным в пиноль задней бабки, проводят вначале точение конца заготовки, расположенного у заднего центра на длину  $40...50$  мм. Затем заготовку переустанавливают, перевернув её на  $180^\circ$ , и обрабатывают оставшийся необработанный участок (рис. 3.33).

Заготовки, установленные в центрах, с приводом во вращение от паводкового патрона и хомутика, или от специального переднего центра (например, рифлёного), обтачивают также с переустановкой.



*Рисунок 3.33– Точение наружной цилиндрической поверхности заготовки, установленной в патроне с поджатием задним центром*

При обтачивании деталей со ступенчатыми поверхностями уступы небольшой высоты, примерно до  $5$  мм, вначале ведут обработку проходным отогнутым правым резцом с главным углом в плане  $\varphi = 45^\circ$ , а окончательную осуществляют продольным движением проходного упорного резца, выдерживая длину ступени. Более высокие уступы обрабатывают поперечной подачей, а проходной упорный ре-



зец устанавливают под углом  $\varphi = 95^\circ$ .

### 3.3.4 Точение наружных канавок и отрезка деталей

Точение канавок выполняют канавочными резцами соответствующей формы с поперечной подачей суппорта. При вытачивании канавок необходимо соблюдать размеры канавок – ширину и глубину или диаметр дна, расстояние до торца или уступа, форму канавки, шероховатость поверхности.

Резец устанавливают на требуемое расстояние от торца заготовки посредством линейки или лимба продольной подачи. В последнем случае его подводят до касания с торцом заготовки, устанавливают лимб на нуль и перемещают маховиком каретку суппорта в продольном направлении на необходимое расстояние. Если канавку обрабатывают за один рабочий ход, то резец подводят до касания с вращающейся заготовкой, устанавливают лимб поперечной подачи на нуль и движением поперечной подачи резца вытачивают канавку на требуемую глубину. Широкие канавки вытачиваются за несколько ходов. Для этого при первом и последующих предварительных ходах прорезают канавку не на полную глубину, а оставляют припуск  $0,5 \dots 1,0$  мм на чистовую обработку дна. При последнем ходе резец подают на полную глубину и продольным движением окончательно обрабатывают дно канавки.

При отрезании прутков вставляют в отверстие шпинделя и закрепляют в патроне так, чтобы длина выступающей части прутка (вылет прутка из кулачков патрона)  $L$ , должна включать длину отрезаемой детали  $l_1$ , ширину резца или канавки  $a$  и расстояние от левой стороны канавки до кулачков  $b$ , которое примерно должно равняться диаметру заготовки.

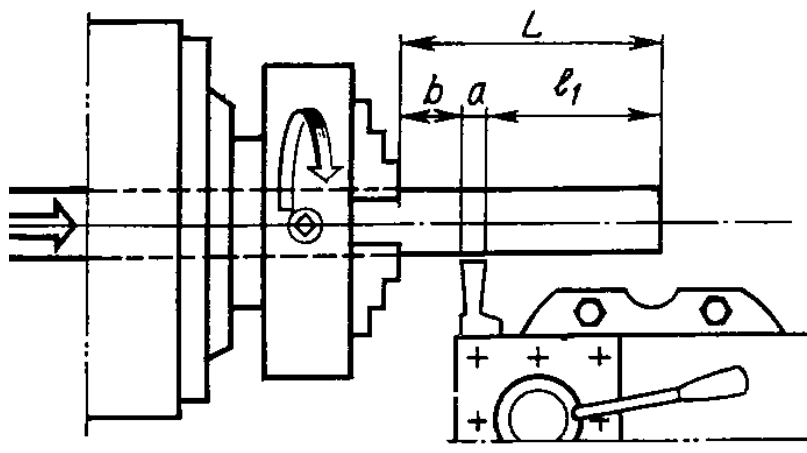


Рисунок 3.34 – Схема к определению вылета заготовки из патрона при отрезке детали

Отрезной резец правой вершиной лезвия устанавливают на требуемую длину детали и движением поперечной подачи резца вручную отрезают деталь от заготовки.

### 3.3.5 Обработка конических поверхностей

Коническая поверхность характеризуется меньшим  $d$  и большим диаметрами  $D$  и расстоянием  $l$  между плоскостями, в которых расположены окружности с диаметрами  $d$  и  $D$  (рис 3.35).

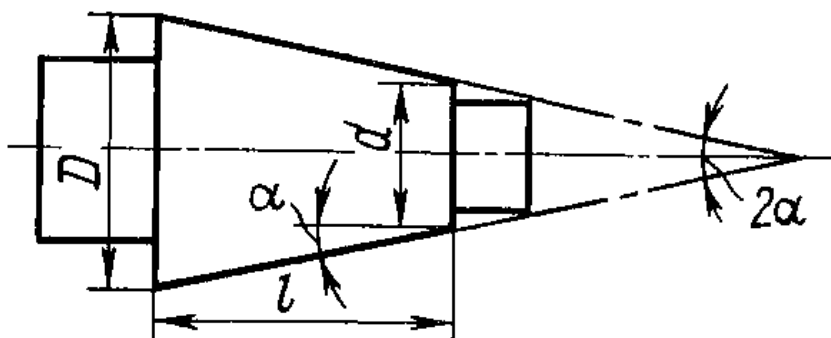


Рисунок 3.35– Элементы конуса

Угол  $\alpha$  называют углом наклона конуса, а угол  $2\alpha$  – углом конуса. Отношение  $(D - d) : l = K$  называют конусностью, а отношение  $(D - d) : 2l = \operatorname{tg} 2\alpha$  называют уклоном.

Обтачивание наружных конических поверхностей заготовок осуществляют на токарно-винторезных станках одним из следующих способов.

1. Широким токарным резцом (рис. 3.36, а). Обтачивают короткие конические поверхности с длиной образующей до 30 мм токарными проходными резцами, у которых главный угол в плане  $\varphi$  равен половине угла при вершине обтачиваемой конической поверхности.

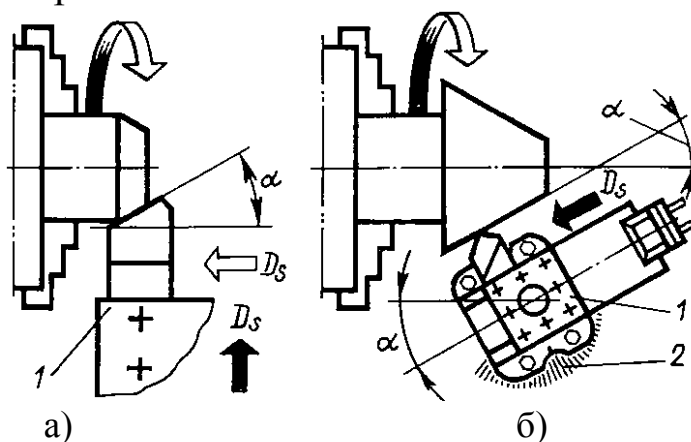


Рисунок 3.36 – Схемы точения конической поверхности: а – широким резцом; б – поворотом верхних салазок суппорта с резцедержателем

Длина главного режущего лезвия резца должна быть на 1..3 мм больше длины образующей конической поверхности. Обтачивают с поперечной или продольной подачей резца.

2. Поворотом верхних салазок суппорта с резцедержателем (рис. 3.36, б). При обработке конических поверхностей этим способом верхние салазки суппорта с резцедержателем  $I$  поворачивают на угол, равный половине угла при вершине обрабатываемого конуса. Обрабатывают с ручной подачей верхнего суппорта под углом к линии центров станка ( $S_H$ ). Этим способом обтачивают конические поверхности, длина образующих которых не превышает величины хода каретки верхнего суппорта (150...200 мм). Угол конуса обтачиваемой поверхности – любой. Угол поворота отсчитывается по шкале 2 поворотной части суппорта

$$\alpha = \arctg \frac{D - d}{2 \cdot l}, \quad (3.1)$$

Преимущества этого способа заключаются в следующем: а) оси центровых гнезд совпадают с осью станка (технологически очень важно); б) возможность обработки конусов с любым углом наклона; в) возможность обработки внутренних конусов.

Недостатками являются ручная подача и небольшая длина обрабатываемой конической поверхности, которая ограничивается длиной хода верхней части суппорта.

3. Смещением корпуса задней бабки в поперечном направлении (рис. 3.37). При обтачивании конических поверхностей этим способом корпус задней бабки смещают относительно её основания в направлении, перпендикулярном к линии центров станка. Обрабатываемую заготовку устанавливают на шариковые центры. При этом ось вращения заготовки располагается под углом к линии центров станка, а образующая конической поверхности – параллельно линии центров станка. Обтачивают с продольной подачей резца длинные конические поверхности с небольшим углом конуса при вершине ( $\alpha = 8...10^\circ$ ).

Смещение (в мм) корпуса задней бабки в поперечном направлении

$$h = \frac{L(D - d)}{2 \cdot l}, \quad (3.2)$$

где  $L$  – полная длина обрабатываемой заготовки, мм.

Смещение корпуса задней бабки на величину  $h$  производят и контролируют, используя деления на торце опорной плиты и риску на торце корпуса задней бабки.

Преимущества способа – механическая подача и достаточно большая длина обработки.

Недостатками являются: а) невозможность растачивания конических отверстий; б) несовпадение оси детали с осью станка; в) сильное трение на центрах и большая разбивка центровых отверстий заготовки; г) ограничение по режиму обработки; д) ограничение по конусности.

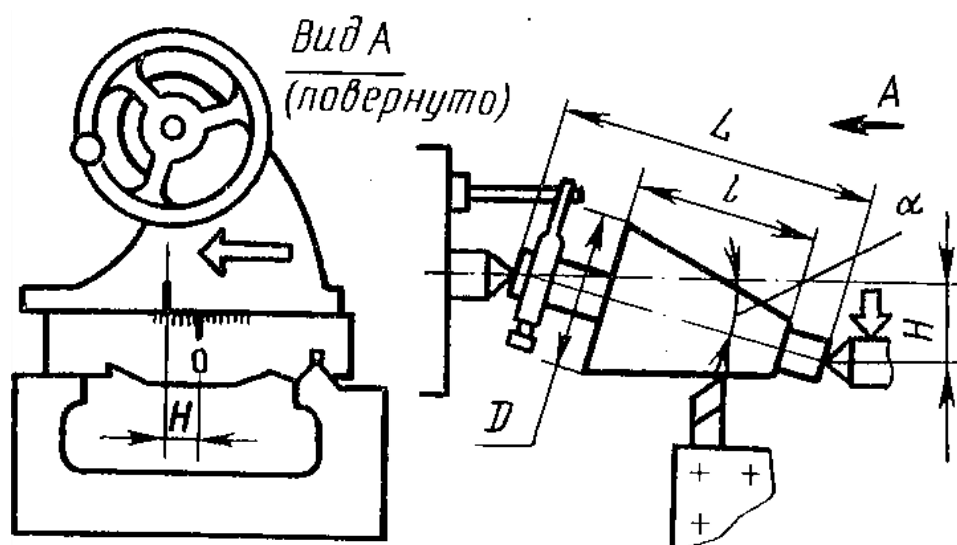


Рисунок 3.37 – Схема точения конической поверхности смещением корпуса задней бабки

4. Конические поверхности с углом  $\alpha \leq 12^\circ$  обрабатывают с использованием копирных устройств (рис. 3.38) в следующем порядке. К станине станка прикрепляют плиту 1 с нанесёнными на ней делениями, определяющими угол поворота копирной линейки 2. Линейку поворачивают вокруг пальца 3 на необходимый угол и закрепляют болтами 6. По линейке перемещается ползун 4, связанный с поперечным суппортом станка тягой 7 с помощью зажима 5. При обработке гайку ходового винта поперечной подачи отсоединяют от каретки суппорта, а верхнюю поворотную часть суппорта 8 поворачивают на угол  $90^\circ$  к оси заготовки. Глубину резания устанавливают вращением рукоятки 9 с лимбом винта поворотной части суппорта. Коническую поверхность этим способом обтачивают с продольной подачей. При продольном перемещении суппорта резец получает два движения: продольное и поперечное от копирующей конусной линейки. Сло-

жение двух движений обеспечивает перемещение резца под углом к линии центров станка. После каждого прохода резец устанавливают на глубину резания при помощи рукоятки 9 верхней части суппорта. Угол поворота направляющей конусной линейки определяют по формуле

$$\alpha = \arctg \frac{D - d}{2 \cdot l}. \quad (3.3)$$

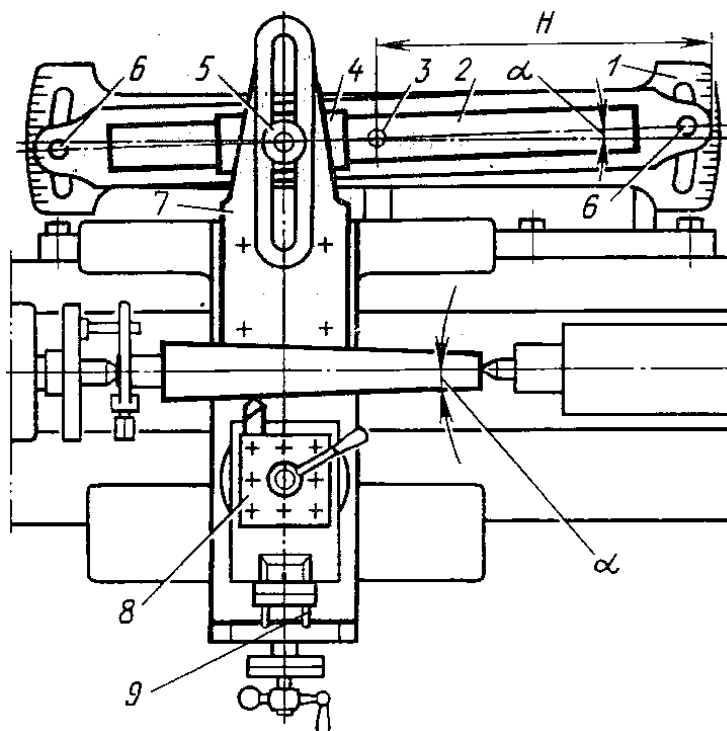


Рисунок 3.38– Схема точения конической поверхности с применением конусной линейки

Применение конусной линейки обеспечивает простоту настройки, возможность растачивания внутренних конических поверхностей и возможность обработки с ручной или механической подачами.

### 3.3.6 Нарезание резьбы

Нарезание резьбы (наружной и внутренней) на токарно-винторезных станках проводят резьбовыми резцами, плашками и метчиками.

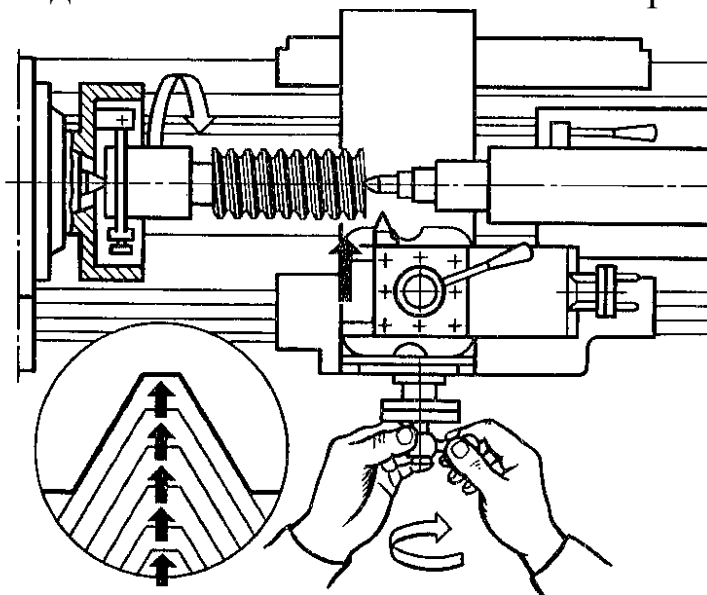
При нарезании резьбы за каждый оборот шпинделя резец должен получать продольное перемещение (подачу), равное шагу резьбы, т. е. скорость продольного перемещения резца точно увязывается со скоростью вращения шпинделя. На большинстве современных токарно-винторезных станках необходимая подача при нарезании резьбы устанавливается зацеплением соответствующих зубчатых колес

коробки подач. При нарезании резьбы с нестандартным шагом (не имеющимся в таблице коробки подач) согласование скорости перемещения суппорта и резца со скоростью вращения шпинделя достигается с помощью сменных зубчатых колес, установленных на гитаре станка.

Перед нарезанием резьбы заготовку обтачивают (расточивают) до определённого диаметра, который должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы в виду возникновения упругих и пластических деформаций при резании, приводящие к увеличению (уменьшению) диаметра стержня (отверстия).

Для нарезания применяют стержневые, призматические и круглые другие резцы. Угол при вершине резца  $\varepsilon$  равен углу профиля резьбы. Так для метрической резьбы он равен  $60^\circ \pm 10'$ , для дюймовой –  $55^\circ \pm 10'$ . Один из способов нарезания резьбы с шагом менее 2 мм приведён на рис. 3.39.

После наладки станка и закрепления обрабатываемой заготовки и резца включают станок и начинают нарезать резьбу, незначительно углубив резец в металл. На поверхности детали получается винтовая риска, шаг которой проверяют штангенциркулем или резьбомером. После каждого рабочего хода резец выводят из канавки, перемещая поперечный суппорт на себя. Затем дают шпинделю обратный ход, возвращая продольные салазки суппорта в первоначальное положение. По возвращении продольных салазок резец перемещают на требуемую глубину по лимбу винта поперечной подачи. Эти приемы повторяют до тех пор, пока резьба не будет нарезана на полную глубину профиля. При необходимости выполняют чистовое нарезание резьбы.



*Рисунок 3.39 – Схема нарезания резьбы поперечной подачей*

При нарезании резьбы с шагом более 2 мм для облегчения деформации и свободного выхода стружки из зоны резания применяют комбинированную подачу резца – одновременно поперечную и продольную.

По направлению витка различают правые и левые резьбы. Если подъем резьбы винта, положенного на ладонь вдоль пальцев правой руки, совпадает с направлением отогнутого большого пальца, то эта резьба правая. Совпадение подъема резьбы с направлением отогнутого большого пальца левой руки указывает, что данная резьба левая.

При нарезании на токарных станках резьбы небольших размеров используют плашки (рис. 3.40) для наружной и метчики для внутренней резьбы.

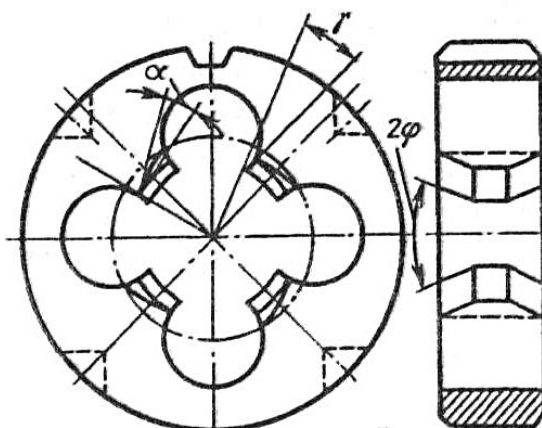


Рисунок 3.40 – Круглая плашка:  $\alpha$  – главный задний угол;  $j$  – передний угол;  $2\varphi$  – угол заборного конуса

Круглая плашка представляет собой закалённую гайку с отверстиями, образующими режущие кромки. Обычно на плашках делают три – пять стружечных отверстий для отвода стружки. Толщина плашки составляет 8 – 10 витков резьбы. Рабочая часть плашки включает режущую и калибрующую часть. Режущая часть выполнена в виде конуса и располагается с двух сторон по 2 – 3 витка с каждой.

Плашку устанавливают в плашкодержатель, который закрепляют в пиноли задней бабки. При его отсутствии можно использовать стандартный слесарный плашкодержатель с двумя ручками (рис. 3.41), который вместе с плашкой прижимают перемещением пиноли задней бабки к заготовке, и, упирая одну из рукояток плашкодержателя в суппорт станка, нарезают резьбу.

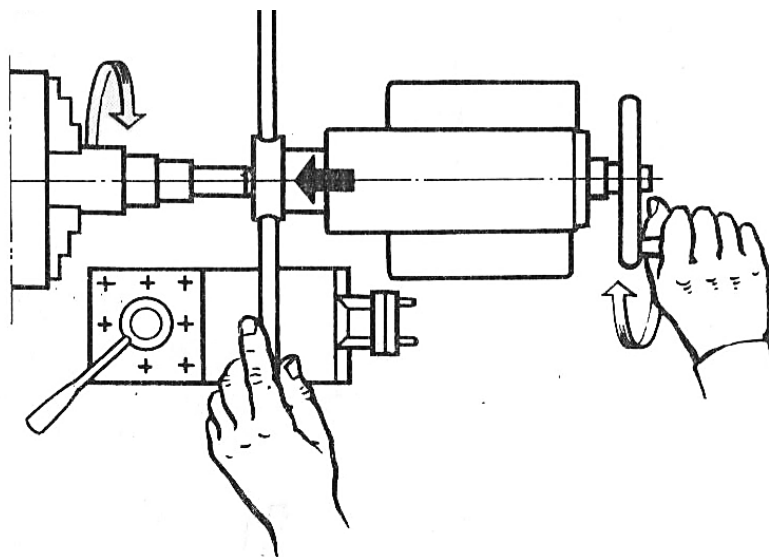


Рисунок 3.41 – Нарезание резьбы плашкой на токарном станке

Диаметр заготовки под нарезание резьбы плашками выбирается меньшим, чем при нарезании резьбы резцом, поскольку материал заготовки несколько выдавливается (поднимается). Так, например, для нарезания метрической резьбы М10 с нормальным шагом (1,5 мм) диаметр стержня должен быть 9,7...9,8 мм; М16 – 15,76...15,88 мм. Нарезание резьбы проводят на небольшой скорости резания 3...15 м/мин.

Метчик представляет собой винт с продольными прямыми или винтовыми канавками (рис. 3.42). Рабочая часть метчика  $l$  состоит из режущей  $l_1$  и калибрующей  $l_2$  частей. Режущая часть выполняет основную работу по нарезанию резьбы, а калибрующая зачищает и калибрует резьбу. Хвостовая часть  $l_3$  представляет собой стержень, конец которого  $l_4$  имеет форму квадрата. При нарезании резьбы на хвостовик метчика надевают вороток и применяют заднюю бабку станка (рис. 3.42).

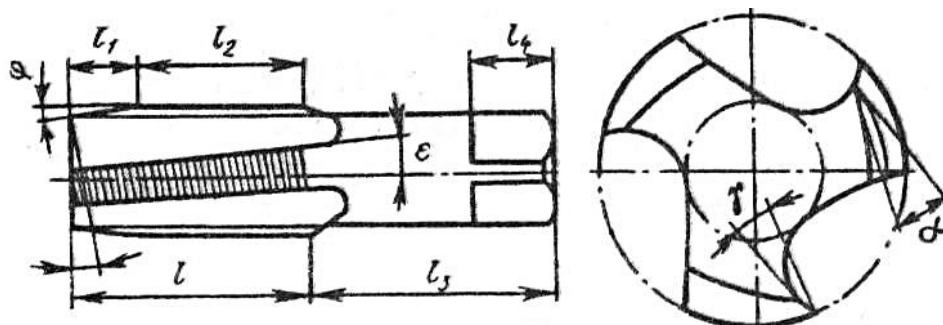


Рисунок 3.42 – Метчик и его конструктивные элементы



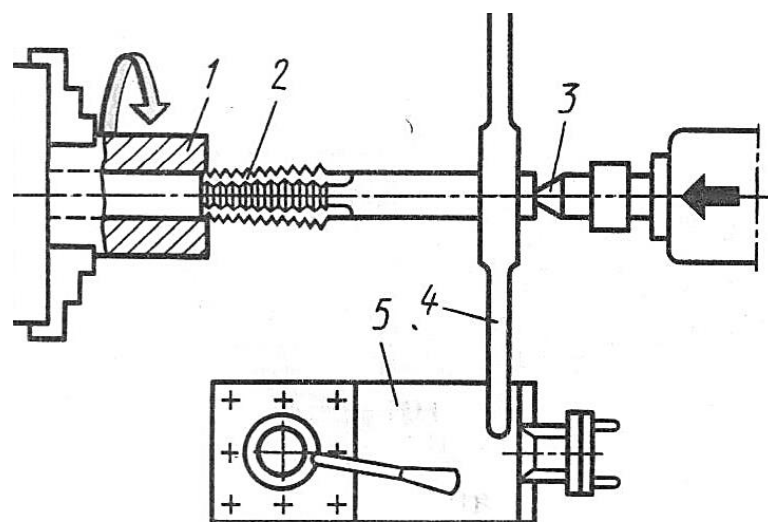


Рисунок 3.43 – Нарезание резьбы метчиком: 1 – заготовка; 2 – метчик; 3 – центр; 4 – вороток; 5 – верхний суппорт

При нарезании резьбы режущую часть метчика вводят в отверстие заготовки перемещением пиноли задней бабки, после начала самозатягивания метчика следят за тем, чтобы вершина заднего центра не выходила из центрального отверстия метчика. После нарезания резьбы на заданной длине, изменяют направление вращения шпинделя и удаляют метчик из отверстия, предварительно отведя пиноль в исходное положение.

Диаметр отверстия под нарезание резьбы определяют по справочным данным или ориентировочно по зависимости:

$$D = d - S, \quad (3.4)$$

где  $d$  – диаметр (резьбы) метчика, мм;

$S$  – шаг резьбы, мм.

Таким образом, для нарезания метрической резьбы М10 с нормальным шагом (1,5 мм) диаметр отверстия должен быть 8,5 мм. Нарезание резьбы проводят на небольшой скорости резания 3...20 м/мин.

### 3.3.7 Растачивание отверстий

Растачивание внутренних цилиндрических поверхностей выполняют расточными резцами, закрепленными в резцедержателе станка, с продольной подачей. Гладкие сквозные отверстия растачивают проходными расточными резцами (рис. 3.44, а); ступенчатые и глухие цилиндрические отверстия – упорными расточными резцами (рис. 3.44, б).

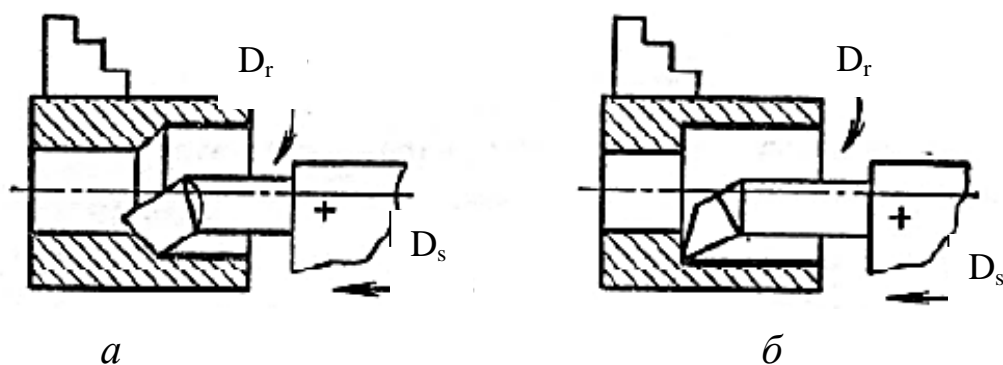


Рисунок 3.44 – Растачивание отверстий сквозных (а) и с уступом (б)

Растачивание глухого отверстия с высотой уступа менее 5 мм выполняют за один рабочий ход резцом с главным углом в плане  $\varphi = 90^\circ$ . При растачивании глухих цилиндрических отверстий или сквозных отверстий с уступами высотой более 5 мм применяют резец с главным углом в плане  $\varphi = 95^\circ$  и ведут обработку с продольной подачей. После растачивания отверстия на заданную длину продольную подачу выключают и включают поперечную подачу и подрезают внутренний торец (дно) отверстия.

### 3.3.8 Обработка фасонных поверхностей

Кроме цилиндрических и конусообразных поверхностей, заготовки могут иметь фасонные поверхности. К ним относятся, например, рукоятки различной формы, маховики с фасонными ободьями, шаровые (сферические) и другие заготовки. Фасонные поверхности можно обтачивать фасонными резцами, проходными резцами с комбинированием ручных продольной и поперечной подач, а также проходными резцами по копиру с применением механической подачи.

Фасонными резцами всех видов обрабатывают фасонные поверхности небольшой длины, применяя поперечную подачу (рис. 3.45). Они снимают широкую стружку, что часто вызывает вибрацию, как обрабатываемой заготовки, так и резца. Поэтому работают с малыми подачами (0,01...0,08 мм/об), на невысокой скорости резания и при обильном охлаждении резца.

Фасонные поверхности большой длины обрабатывают проходными и специальными резцами при ручной продольной и поперечной подаче одновременно. Этот способ применяют при небольшом количестве обрабатываемых заготовок, так как он малопроизводителен и требует от токаря большой квалификации и внимания.

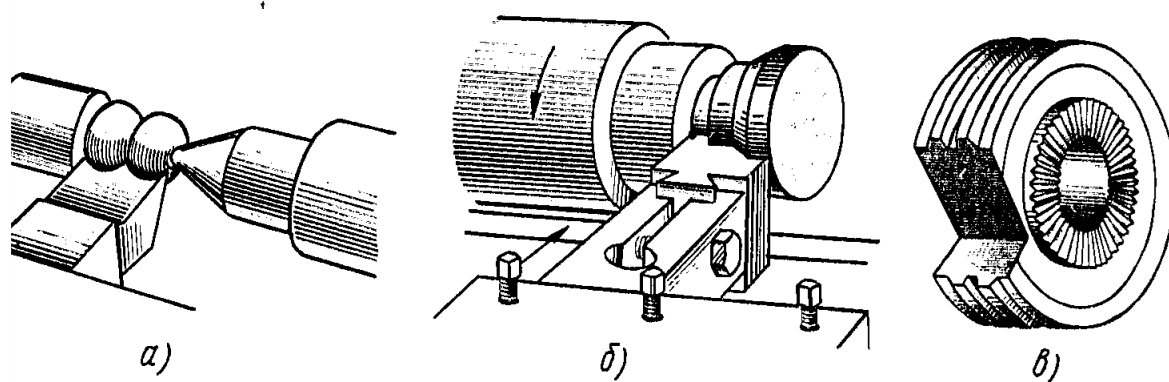


Рисунок 3.45 – Фасонные резцы: а – цельный; б – сборный; в – дисковой

Достаточно точный профиль фасонной поверхности может быть получен при обтачивании по копиру. Обработка фасонных поверхностей по копиру, по существу, не отличается от обработки конических поверхностей с помощью конусной линейки. Необходимо лишь заменить конусную линейку линейкой с фасонным профилем, называемой копиром.

Фасонные поверхности проверяют шаблонами, которые следует прикладывать так, чтобы их плоскость проходила через осевую линию заготовки. Чем точнее обработана фасонная поверхность, тем меньше заметен просвет между нею и шаблоном.

#### Контрольные вопросы

1. Приведите понятие резцу.
2. Из каких частей состоит резец?
3. Назовите признаки, по которым производят классификацию резцов.
4. Какими резцами производят точение наружной поверхности?
5. Какими резцами производят увеличение диаметра имеющихся отверстий?
6. Какие движения совершают заготовка и резец при токарной обработке?
7. Приведите основные виды токарных работ.
8. Приведите основные способы установки заготовок на токарных станках.
9. Каково отличие четырёхкулачкового патрона от трёхкулачкового самоцентрирующего патрона?
10. Что такое планшайба? Куда и как она устанавливается?
11. В каких случаях для установки заготовки применяют планшайбу?

12. Как осуществляется обработка заготовки в центрах?
13. Какой центр используют для сообщения заготовке главного движения резания?
14. Какой центр обычно устанавливают в пиноль задней бабки и почему?
15. Когда применяют центры со сферической рабочей поверхностью и срезанные центры?
16. Какие дополнительные опоры применяют при обработке заготовок большой длины?
17. Какова конструкция неподвижного люнета, куда он устанавливается и как крепится?
18. Какова конструкция подвижного люнета, куда он устанавливается и как крепится?
19. Для установки, каких заготовок на станке применяют оправки?
20. В каких случаях применяют разжимные оправки?

1. Каким должен быть вылет заготовки из патрона при подрезании торца и отрезании детали?
2. Какими резцами обрабатывают торцевую поверхность заготовки?
3. Какими резцами обрабатывают наружную поверхность цилиндрической заготовки?
4. Выберите и поясните способ установки заготовки при точении для получения детали диаметром 50 мм и длиной 400 мм.
5. Определите, на сколько делений должна быть повернута рукоятка винта поперечной подачи для установки глубины резания 2 мм при цене деления лимба 0,05 мм.
6. Как исправить ошибку, обнаруженную при установке глубины резания до начала обработки заготовки точением?
7. Опишите, в чём заключаются трудности при обработке фасонных поверхностей резцами с поперечной подачей?
8. Выберите и поясните способ обработки конической поверхности заготовки длиной 180 мм с углом наклона  $15^\circ$ .
9. Опишите, в чём заключаются достоинства и недостатки обработки конической поверхности смещением корпуса задней бабки?
10. Приведите и поясните формулу для определения смещения корпуса задней бабки для обработки конической поверхности.

11. Выберите и поясните способ обработки конической поверхности длиной 30 мм с углом конуса  $90^\circ$ .
12. Чем и как проверяют качество обработки фасонной поверхности?
13. Какие по форме бывают отверстия в детали и в чём особенности их обработки?
14. Чем и как устанавливается глубина резания при точении конической поверхности с применением конусной линейки?
15. Каким должен быть диаметр отверстия для нарезания в нём метрической резьбы М16×2?
16. Что представляет собой метчик, из каких частей он состоит и для чего предназначен?
17. Что представляет собой плашка? Из каких частей состоит её рабочая часть?
18. Каким должен быть диаметр стержня для нарезания метрической резьбы М10×1,25 и почему?
19. Опишите приём нарезания резьбы плашкой на токарно-винторезном станке.
20. Опишите укрупнённо технологию нарезания метрической резьбы резцом на токарно-винторезном станке.
21. Для чего, чем и как в заготовке выполняют центровые отверстия?
22. Для чего предназначены спиральные свёрла? Какие они бывают по форме хвостовика и как крепятся в технологическом оборудовании?
23. Опишите технологию сверления цилиндрических отверстий на токарно-винторезном станке.

## **4 СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНЫЕ И РАСТОЧНЫЕ**

### **4.1 Основные типы станков**

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий в сплошном материале, рассверливания, зенкерования и развертывания уже существующих в заготовке отверстий, нарезания внутренних резьб, вырезания дисков из листового материала и выполнения подобных операций сверлами, зенкерами, развертками, метчиками и другими инструментами.

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

Сверлильно-расточные станки на основании классификации, приведенной в таблице 2.1, отнесены ко второй группе, внутри которой их делят на типы: 1 – вертикально-сверлильные; 2 – одношпиндельные полуавтоматы; 3 – многошпиндельные полуавтоматы; 5 – радиально-сверлильные; 8 – горизонтально-сверлильные; 9 – разные сверлильные; 7 – алмазно-расточные; 4 – координатно-расточные; 6 – расточные.

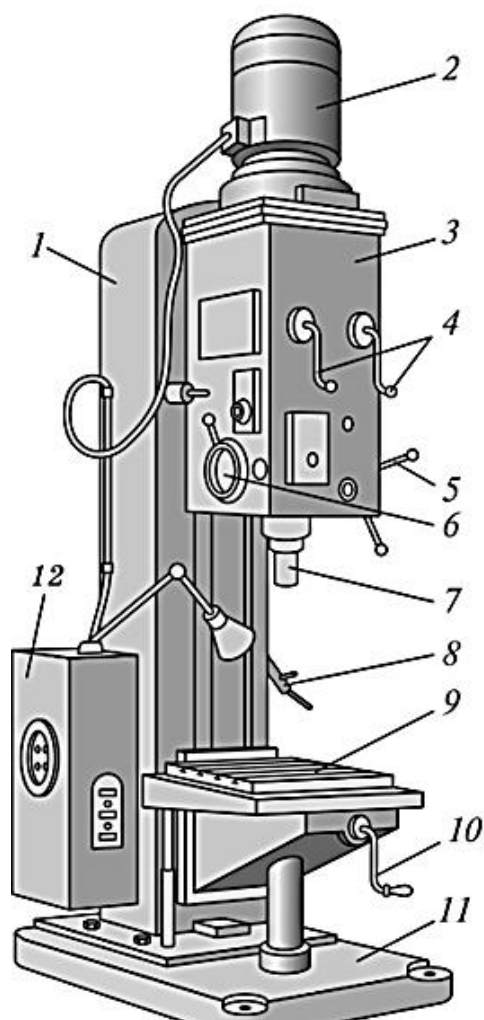
Станки универсальные вертикально-сверлильные 2Н125, 2Н135, используются на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами. Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы, допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов. Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя.

### **4.2 Устройство вертикально-сверлильного станка**

В вертикально-сверлильных станках главным движением является вращение шпинделя с закрепленным в нем инструментом, а

движением подачи – вертикальное перемещение шпинделя. Заготовку обычно устанавливают на стол станка, закрепляют в тисках, устанавливают на фундаментную плиту, если она имеет большие габаритные размеры. Соосность отверстий заготовки и шпинделя достигается перемещением заготовки.

На станине (колонне) 1 станка (рис. 4.1) размещены основные узлы. Станина имеет вертикальные направляющие, по которым перемещается стол 9 и сверлильная головка 3, несущая шпиндель 7 и двигатель 2. Управление коробками скоростей и подач осуществляют рукоятками 4, ручную подачу – штурвалом 5. Контроль глубины обработки производят по лимбу 6. В нише размещают электрооборудование и противовес. В некоторых моделях для электрооборудования предусмотрен шкаф 12.



*Рисунок 4.1 - Вертикально-сверлильный станок модели 2H125:*

*1 – колонна (станина); 2 – двигатель; 3 – сверлильная головка; 4 – рукоятки переключения коробок скоростей и подач; 5 – штурвал ручной подачи; 6 – лимб контроля глубины обработки; 7 – шпиндель; 8 – сопло охлаждения;*

*9 - стол; 10 – рукоятка подъема стола; 11 – фундаментная плита; 12 - шкаф электрооборудования*

Фундаментная плита 11 служит опорой станка. В средних и тяжелых станках ее верхнюю плоскость используют для установки заготовок. Иногда внутренние полости фундаментной плиты являются резервуаром для СОЖ.

Сверлильная головка 3 (рис. 4.1) представляет собой чугунную отливку коробчатого сечения, в которой смонтированы все основные сборочные единицы станка: коробки скоростей и подач, шпиндель, механизм подачи, механизмы переключения скоростей и подач и др.

Колонна станка представляет собой чугунную отливку. По её направляющим типа «ласточкин хвост» вручную перемещаются сверлильная головка и стол. Стол имеет три Т-образных паза предназначенных для крепления заготовки или приспособлений для крепления заготовки. На фундаментной плите установлен электрический насос для подачи смазывающе-охлаждающей жидкости в зону обработки по трубопроводу с соплом 8.

Коробка скоростей сообщает шпинделю 12 различных частот вращения ( $31,5 \dots 1400 \text{ мин}^{-1}$ ), а коробка подач девять различных подач ( $0,1 \dots 1,2 \text{ мм/об}$ ).

### **4.3 Основные виды работ, выполняемые на сверлильных станках, режущий инструмент и приспособления**

На современных сверлильных станках осуществляют следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 4.2, а);
- рассверливание отверстий на больший диаметр (рис. 4.2, б);
- зенкерование, выполняемое для получения отверстия с высокими качеством и параметром шероховатости поверхности (рис. 4.2, в);
- зенкование, выполняемое для образования в основании просверленного отверстия гнезд с плоским дном под головки винтов и болтов (рис. 4.2, г);
- развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности (рис. 4.2, д);
- раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закаленными роликами или шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости  $Ra 0,63 \dots 0,08 \text{ мкм}$  (рис. 4.2, е);



- нарезание внутренних резьб метчиками (рис. 4.2, ж);
- подрезание (цекование) торцов наружных и внутренних приливов для получения ровной поверхности, перпендикулярной к оси отверстия (рис. 4.2, з).

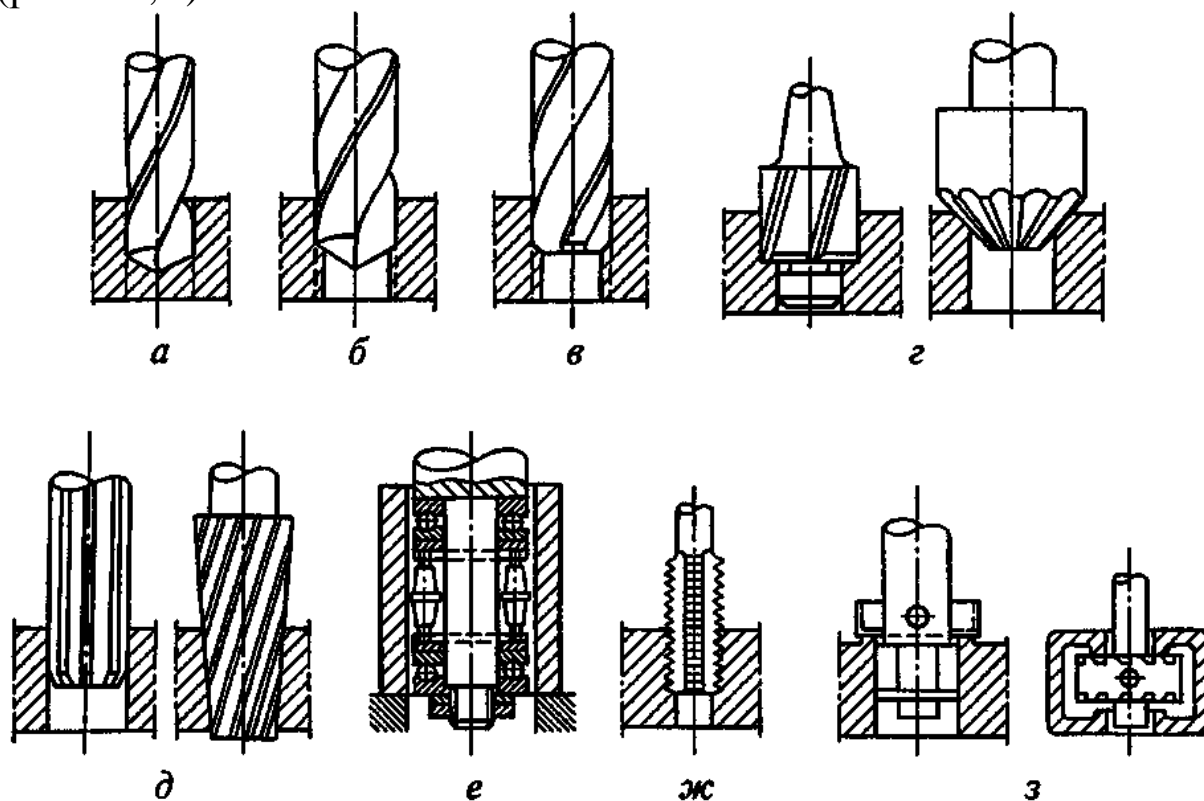


Рисунок 4.2 - Работы, выполняемые на сверлильных станках:

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

Таким образом, отверстия на сверлильных станках обрабатывают различными режущими инструментами: сверлами, зенкерами, зенковками, развертками, резцами и метчиками.

Для крепления сверл, разверток, зенкоров и других режущих инструментов в шпинделе сверлильного станка применяют следующие вспомогательные инструменты: переходные конусные втулки, сверлильные патроны, оправки и др.

Переходные конусные втулки служат для крепления режущего инструмента с коническим хвостовиком, когда номер конуса хвостовика инструмента не соответствует номеру конуса в шпинделе станка.

Наружные и внутренние поверхности переходных втулок выполняют с конусом Морзе семи номеров от (0 до 6) по ГОСТ 8522-70. Втулку вместе со сверлом вставляют в конусное

гнездо шпинделя станка (рис. 4.3, а). Если одной втулки недостаточно, то применяют несколько переходных втулок, вставляя одну в другую (рис. 4.3, б).

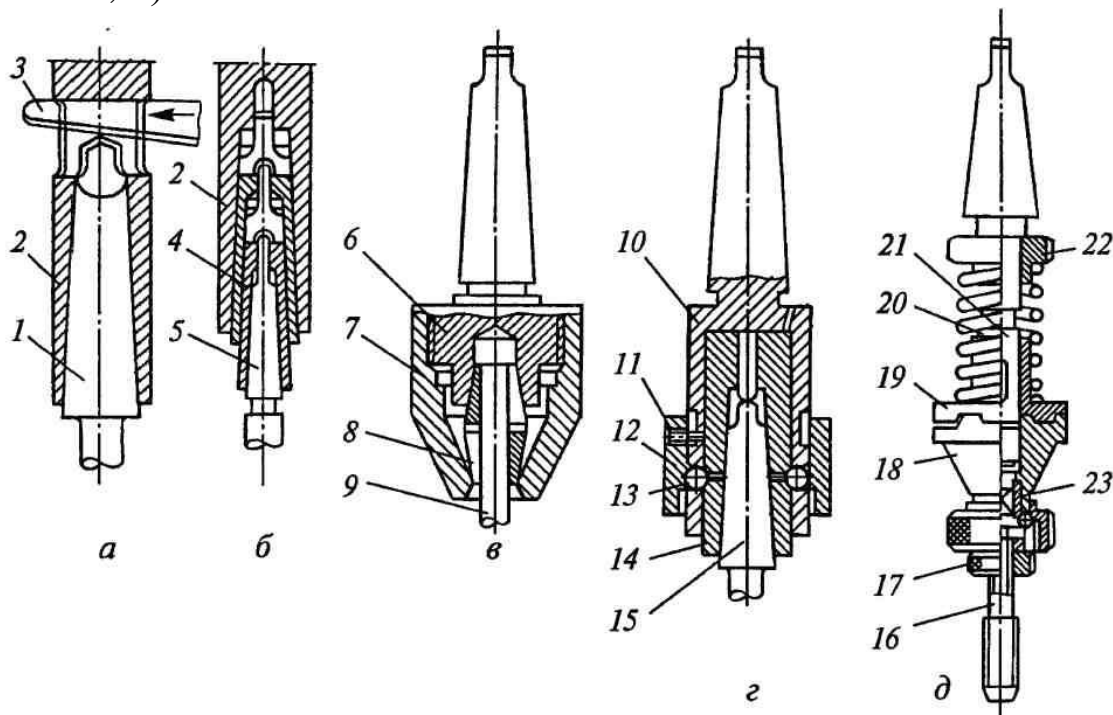


Рисунок 4.3 - Устройства для закрепления осевого инструмента на сверлильных станках: а – с большим коническим хвостовиком; б – с малым коническим хвостовиком; в – с цилиндрическим хвостовиком; г – быстросменный патрон; д – реверсивный патрон; 7, 17 и 22 – гайки; 1, 5, 9 и 15 – хвостовики инструмента; 2 – шпиндель станка; 3 – клин; 4 – переходная втулка; 6, 10 – корпус патрона; 8 – цанга; 11 – стопорный винт; 12 – кольцо; 13 – шарики; 14, 23 – сменные втулки; 16 – метчик; 18, 19 – полумуфты; 20 – пружина; 21 – оправка; 3 – клин

Инструмент из шпинделя удаляют посредством клина 3 или встроенным механизмом. Сверлильные патроны используют для крепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром до 20 мм.

В сверлильном трехкулачковом патроне инструменты закрепляют ключом (рис. 3.29). В сверлильном двухкулачковом патроне хвостовик инструмента зажимают, перемещая в Т-образных пазах корпуса два кулачка. Эти кулачки сближают и разводят ключом при помощи винта, имеющего правую и левую резьбу

В цанговом патроне (рис. 4.3, в) инструмент с цилиндрическим хвостовиком 9 зажимается с помощью разрезной цанги 8 при навинчивании гайки 7 на корпус 6.

В быстросменном патроне (рис. 4.3, г) сменная втулка 14 с установленным инструментом 15 удерживается от выпадения и проворачивания шариками 13, находящимися в отверстиях втулки 14 и корпуса 10 патрона. При подъеме кольца 12 шарики расходятся и втулка 14 освобождается. Для закрепления втулки с другим инструментом следует втулку установить в корпус и опустить кольцо. Перемещение кольца 12 ограничивается винтом 11.

В предохранительном патроне (рис. 4.3, д) метчик 16 закрепляется через сменную втулку 23 в ведомой полумуфте 18, так же как в быстросменном патроне. Полумуфта 18 свободно посажена на оправке 21 и получает вращение от ведущей полумуфты 19, находящейся под воздействием пружины 20, сила которой регулируется гайкой 22. В случае перегрузки или в конце нарезания при соприкосновении гайки 17 с обрабатываемой заготовкой полумуфта 19 выходит из зацепления с зубцами полумуфты 18 и вращение метчика прекращается.

Установка заготовок небольших размеров и массы на вертикально-сверлильных станках осуществляется в машинных тисках, в том числе в быстросменном (рис. 4.4), непосредственно на столе станка с помощью прихватов, ступенчатых и регулируемых упоров, болтов или в приспособлениях-кондукторах (рис. 4.5).

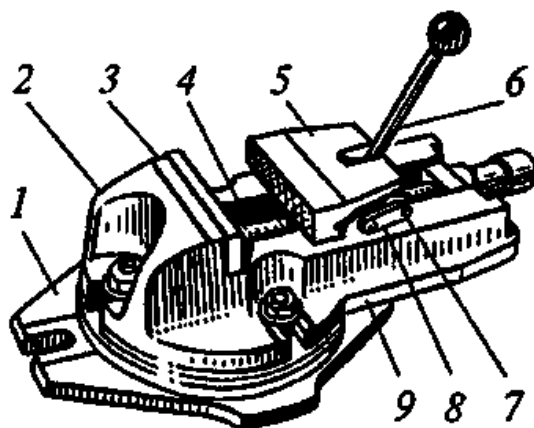


Рисунок 4.4 – Быстродействующие машинные тиски: 1 – корпус; 2 – поворотная часть; 3 – неподвижная губка; 4 – винт; 5 – губка; 6 – рукоятка; 7 – эксцентриковый вал; 8 – двойной кулачок; 9 – основание

Тиски обеспечивают быстрый зажим заготовок. На плоских направляющих поворотной части 2 смонтировано основание 9 подвижной губки 5. Расстояние между губками тисков в зависимости от размеров обрабатываемой заготовки регулируется установочным винтом 4, имеющим трапецеидальную резьбу. Губка 5 выполнена в виде рычага, на который действует двойной кулачок 8 эксцентрикового валика 7, перемещаемого рукояткой 6. Основание 9 представляет собой опору для губки 5 рычага и кулачка 8. Для зажима обрабатываемой заготовки рукоятку 6 нужно перевести в горизонтальное положение.

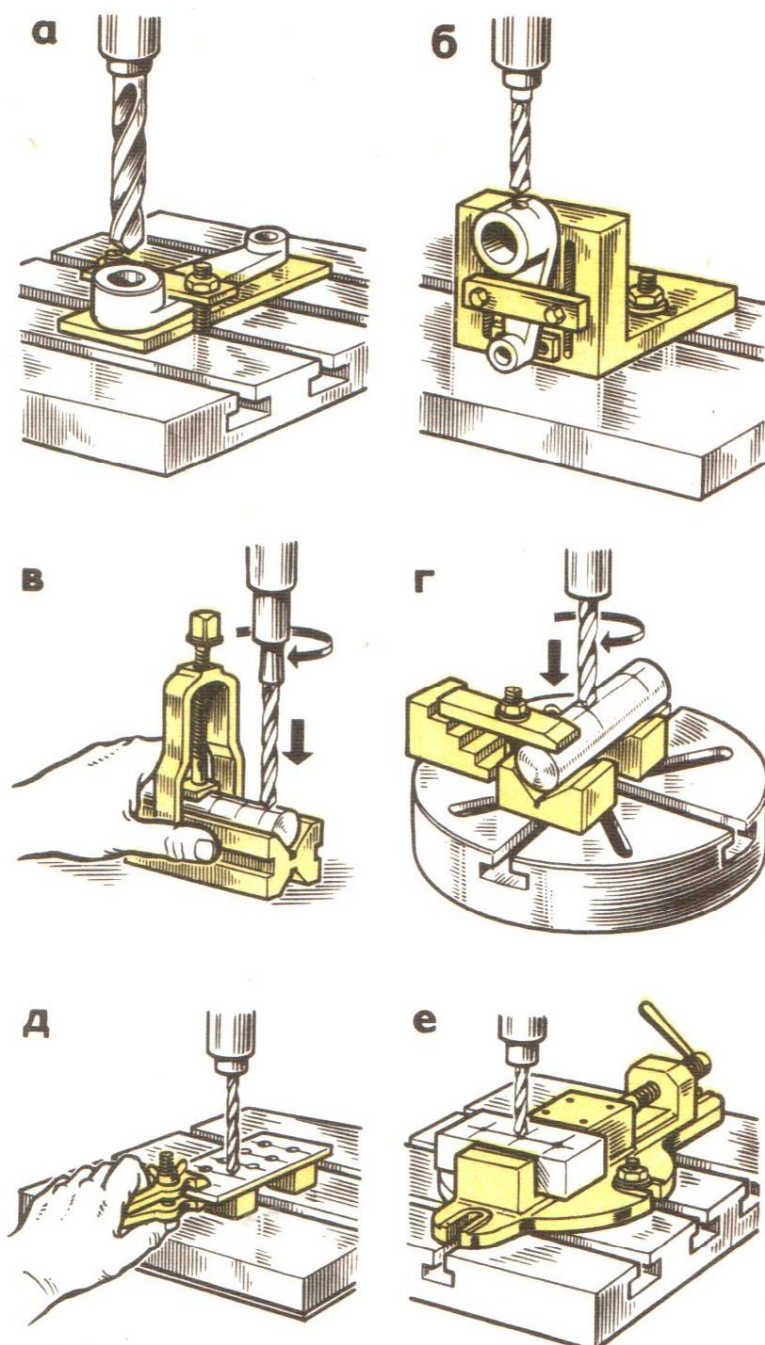


Рисунок 4.5 – Крепление заготовок при сверлении: а – непосредственно на столе планками; б – на угольнике планками; в – на

*призме хомутиком; г – на призме планкой со ступенчатой опорой; д – ручных тисках на подкладках; е – в машинных тисках*

## **5 ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ**

Металлорежущие станки для обработки заготовок абразивным инструментом образуют группу, состоящую из шлифовальных, полировальных, доводочных и заточных станков. Шлифовальные станки обеспечивают шероховатость обрабатываемой поверхности Ra 1,25...0,02 мкм. На шлифовальные станки поступают главным образом заготовки после предварительной механической и термической обработки с минимальными припусками на обработку.

В зависимости от формы поверхности шлифуемой заготовки и вида шлифования различают: круглошлифовальные станки для круглого наружного шлифования (центровые и бесцентровые); внутришлифовальные станки для круглого внутреннего шлифования (центровые и бесцентровые); плоскошлифовальные станки для обработки периферией и торцом шлифовального круга.

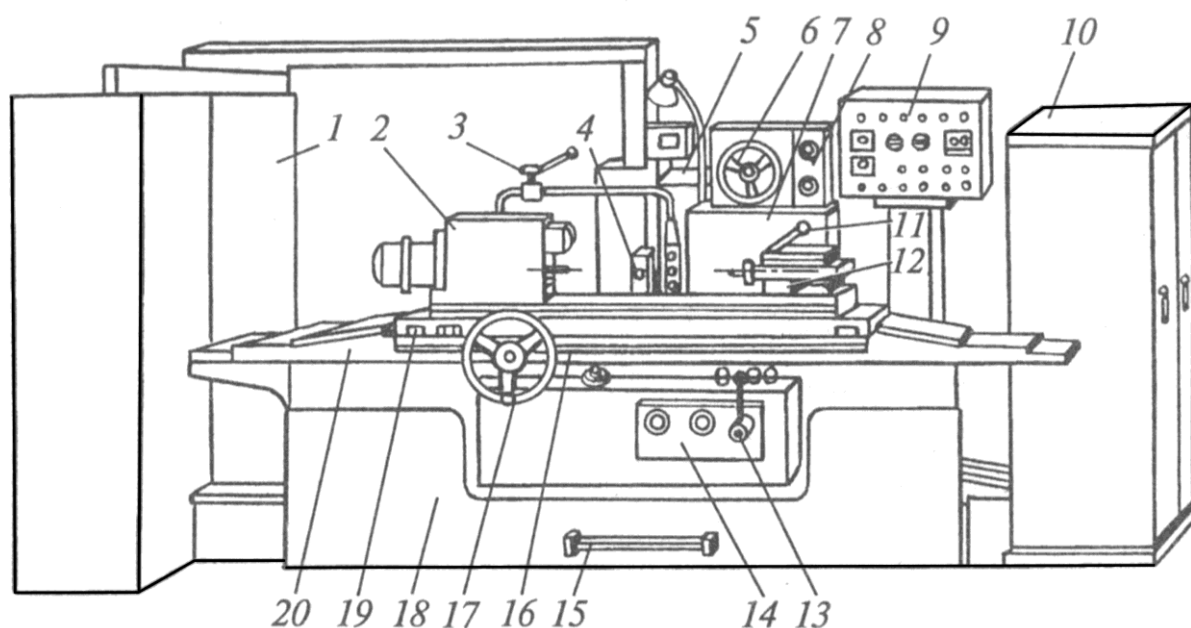
По классификации (табл. 2.1) модели станков, работающих с абразивным инструментом, обозначены цифрами и (при необходимости) буквой. Группа шлифовальных станков обозначена цифрой 3 (первая цифра в обозначении модели). Вторая цифра указывает тип станка: 1 – круглошлифовальные станки; 2 – внутришлифовальные; 3 – обдирочно-шлифовальные; 4 – специализированные шлифовальные станки; 5 – не предусмотрен; 6 – заточные; 7 – плоскошлифовальные с прямоугольным или круглым столом; 8 – притирочные и полировальные; 9 – специальные станки, работающие абразивным инструментом. Третья цифра указывает основную техническую характеристику станка. Если конструкция станка усовершенствована, т.е. принадлежит к новому поколению станков, то в условное обозначение вводят букву (например, 3А64).

Из приведённых станков на ремонтных предприятиях АПК наиболее часто применяют круглошлифовальные, плоскошлифовальные, заточные и специальные.

### **5.1 Устройство круглошлифовального станка**

Устройство круглошлифовального станка рассмотрим на примере станка 3М151 (рис. 5.1). Техническая характеристика: наибольшие размеры устанавливаемой заготовки, мм: диаметр 200, длина 700; вы-

сота центров 125 мм; частота вращения заготовки 50...500 мин<sup>-1</sup>; скорость перемещения стола 0,05...5 м/мин.



*Рисунок 5.1 – Общий вид круглошлифовального станка*

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

На задней стороне станины на поперечных направляющих смонтирована шлифовальная бабка 7 с механизмом быстрого подвода её к обрабатываемой заготовке. На корпусе шлифовальной бабки закреплён механизм поперечных подач 8 с маховиком 6 для ручного перемещения и рукоятками включения автоматических подач и дросселями регулирования скорости черновой и чистовой подач. Здесь же установлен механизм 5 автоматической правки круга.

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



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

*Главное движение резания* – вращение шлифовального круга 13, установленного на шпинделе 14 шлифовальной бабки, производится от электродвигателя через клиноременную передачу 5 и шкив 4 (рис. 5.2).

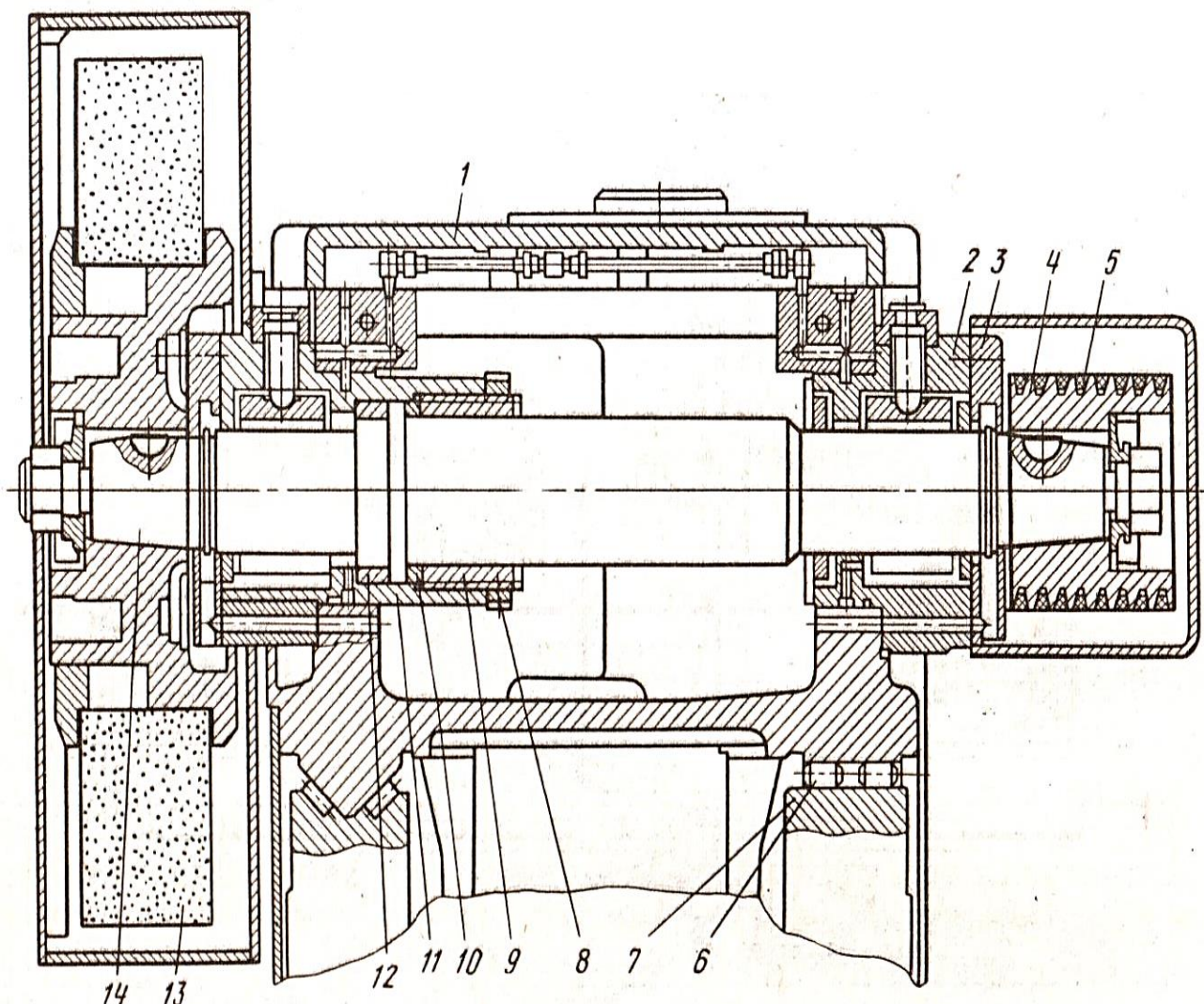


Рисунок 5.2- Шлифовальная бабка станка 3М151

Шпиндель установлен в корпусе 1 на двух трёхвкладышных гидродинамических подшипниках скольжения 2. В подшипники от насоса подается под давлением масло, образующее масляный клин между шейкой шпинделя и вкладышем 3. В осевом направлении шпиндель устанавливается по бурту между сферическими кольцами 10 и 12, закреплёнными в неподвижной обойме 11 с помощью гайки 9 и контр-

гайки 8. Поперечное движение подачи шлифовальной бабки по направляющим качения 6 станины 7 осуществляется от механизма поперечных подач, установленного на станине.

На шлифовальной бабке 1 установлен прибор автоматической правки круга (рис. 5.3). Включение прибора происходит автоматически от срабатывания реле счёта обработанных заготовок, или вручную – от кнопки.

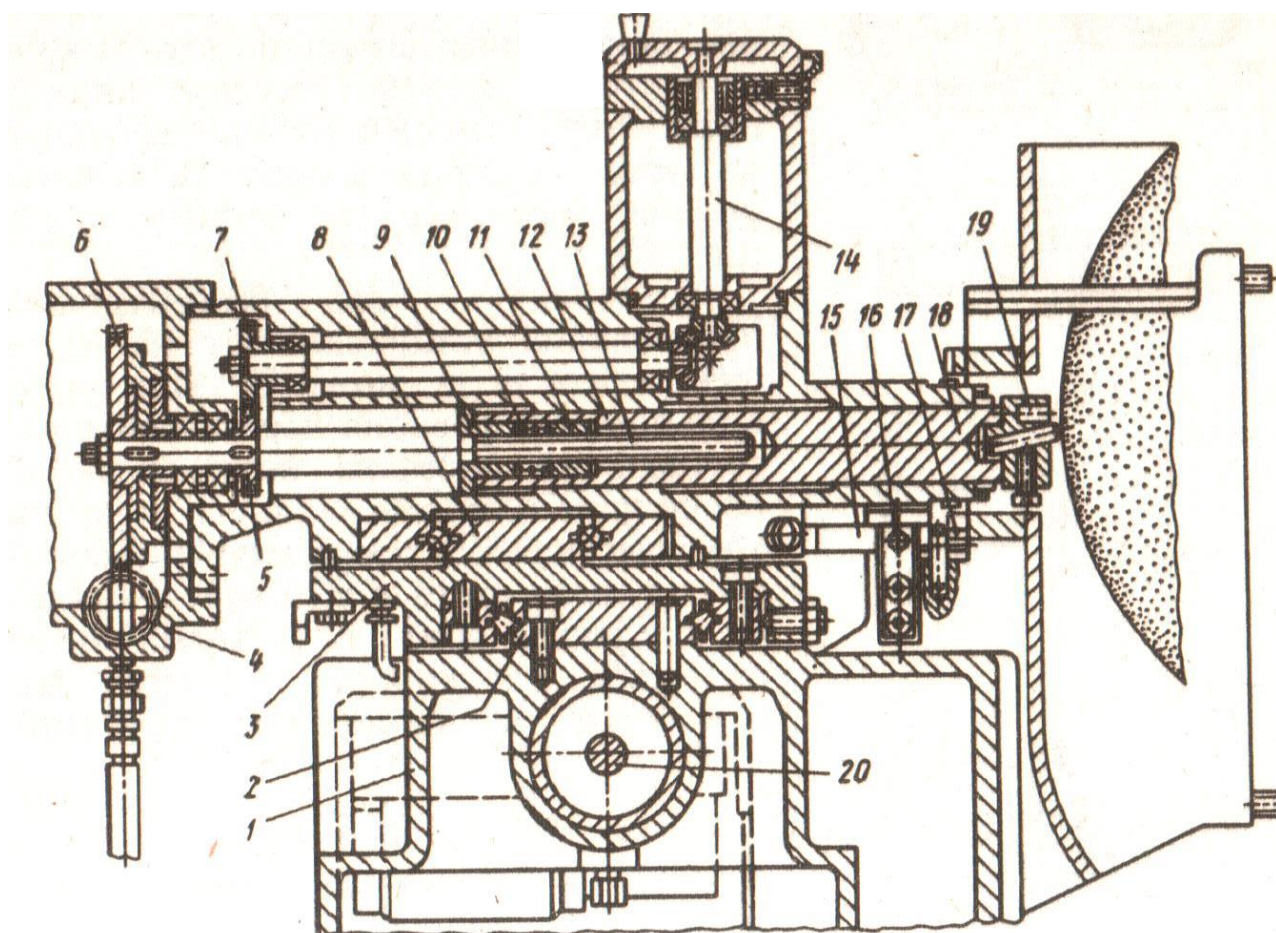


Рисунок 5.3— Прибор автоматической правки шлифовального круга станка 3М151

Прибор смонтирован на каретке 3 перемещаемой вдоль круга по роликовым направляющим 2 шлифовальной бабки 1 штоком гидроцилиндра 20. К каретке 3 прикреплены поперечные роликовые направляющие 8, несущие суппорт 13 с пинолью 18 и установленным на ней держателем 19 с алмазом. Каретка под действием пружин прижимается к копиру 15, неподвижно закреплённому на шлифовальной бабке. Копир может точно выставляться с помощью винтов 16 и 17. Перемещение пиноли 18 в суппорте 13 осуществляется от ходового винта 12, получающего вращение от маховика через вал 14 и пару зубчатых колёс 7, 5 или от храпового колеса 6, периодически



поворачиваемого собачкой гидравлического плунжера 4. Устранение зазора в резьбе между ходовым винтом 12 и полугайками 9 и 11 осуществляется пружиной 10.

Движение подачи совершают стол в продольном направлении (продольная подача  $S_{пр}$ ), шпиндельная бабка с шлифовальным кругом в поперечном направлении (поперечная подача  $S_{поп}$ ).

## 5.2 Схемы шлифования, приспособления и режущий инструмент

На круглошлифовальных станках шлифование осуществляют по различным схемам. Заготовка устанавливается в центрах станка и приводится во вращение поводковым патроном (рис. 5.4).

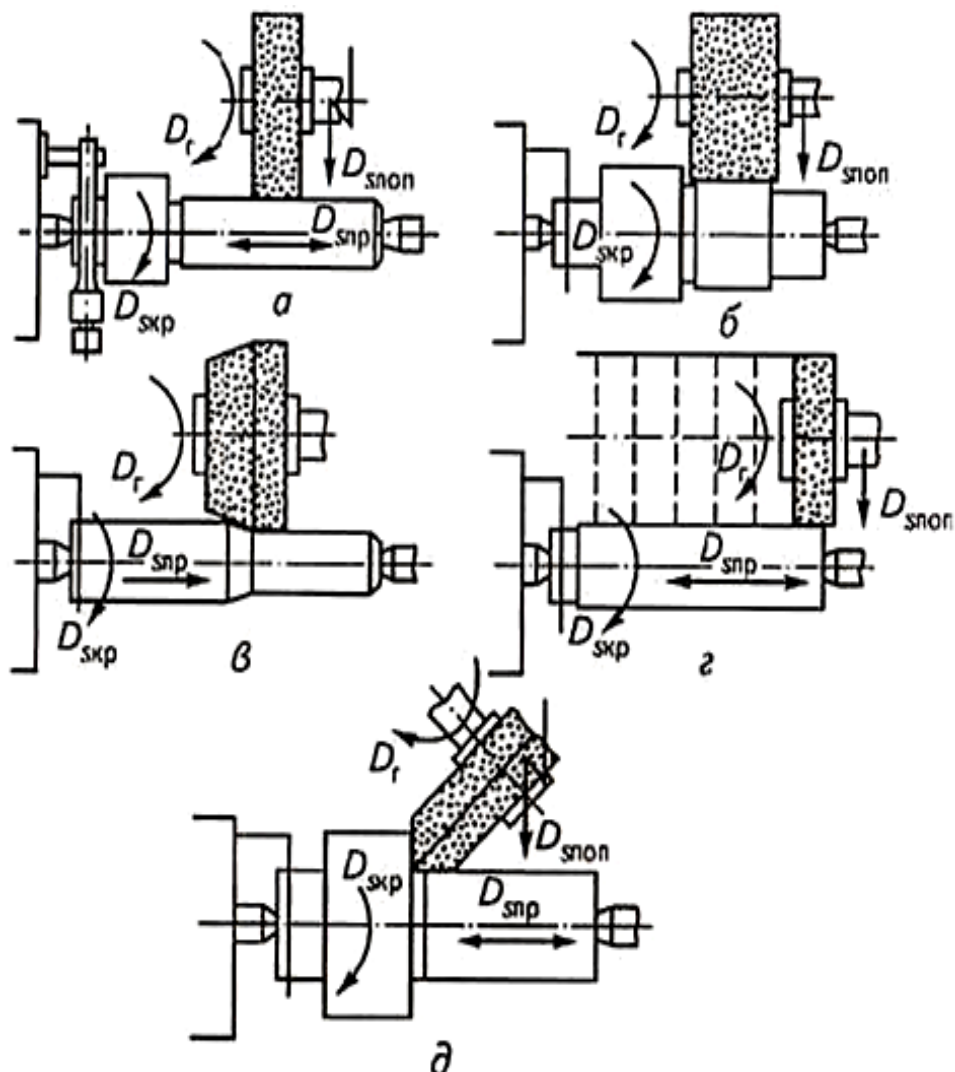


Рисунок 5.4 – Схемы обработок заготовок на круглошлифовальных станках

При шлифовании с продольной подачей заготовка и режущий инструмент вращаются в одну сторону (рис. 5.4, а). Обрабатываемая

заготовка имеет продольное перемещение параллельно оси вращения круга, или круг перемещается относительно оси заготовки, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность. В начале каждого рабочего хода шлифовальный круг перемещается перпендикулярно оси заготовки на определённую глубину резания.

Шлифование с поперечной подачей – врезное шлифование (рис. 5.4, б) применяют для заготовок, у которых длина обрабатываемой поверхности меньше или равна высоте круга. При этом продольная подача отсутствует.

При глубинном шлифовании (рис. 5.4, в) на шлифовальном круге формируется конический участок длиной 8...12 мм. В ходе шлифования этот участок срезает основной припуск, а цилиндрическая часть круга зачищает поверхность. Поперечная подача отсутствует.

При шлифовании уступами (рис. 5.4, г) сначала производится шлифование врезанием с поперечной подачей, после каждого врезания шлифовальный круг перемещается на 0,8...0,9 высоты круга вдоль оси заготовки. После обработки врезанием всей поверхности осуществляют обработку с продольной подачей для уменьшения шероховатости поверхности.

Шлифование уступом (рис. 5.4, д), когда необходимо обработать цилиндрическую поверхность и прилегающий к ней торец, производят, как в случае с продольной подачей, но в конце обработки с ручной подачей обрабатывают торец.

Для установки и крепления заготовок при шлифовании применяют и другие способы. Если заготовка имеет отверстие, то она может базироваться при обработке на оправке. По способу крепления оправки подразделяют на центровые и консольные; по способу установки – на жесткие и разжимные.

В качестве режущего инструмента при шлифовании применяют круги различной формы. Шлифовальные круги 3 (рис. 5.5, а) диаметром 30...100 мм свободно надевают на шпиндель 1 станка и закрепляют при помощи фланцев 2 и гаек 4. Фланцы обязательно должны иметь выточки и упругие прокладки 4 из кожи или резины для обеспечения равномерности зажима круга.

Шлифовальные круги диаметром свыше 100 мм закрепляют на переходных фланцах 6 и 7 (рис. 5.5, б) при свободной посадке круга на шейку фланцев. Между торцами фланцев и круга устанавливают

картонные прокладки 3. Оба фланца соединяют винтами 9. В кольцевом пазу 8 фланца 7 размещают балансирующие грузики.

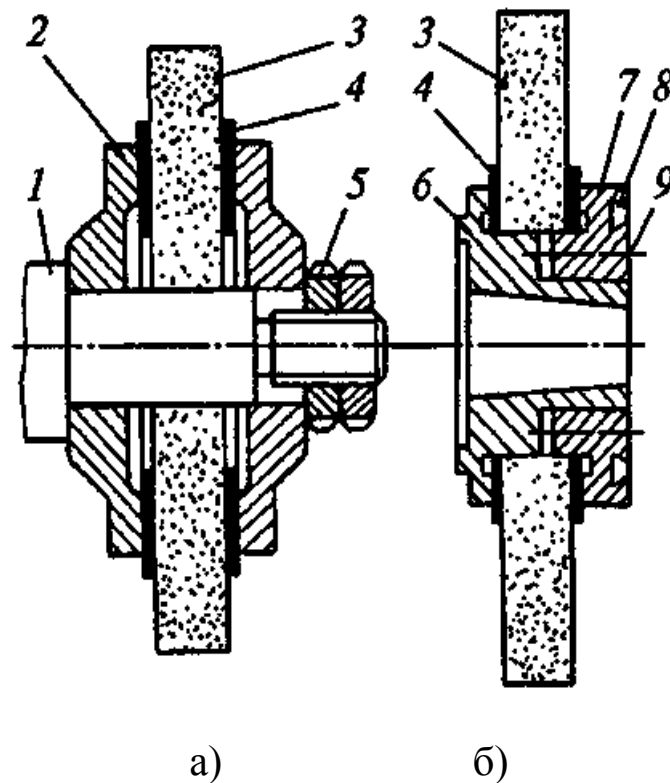
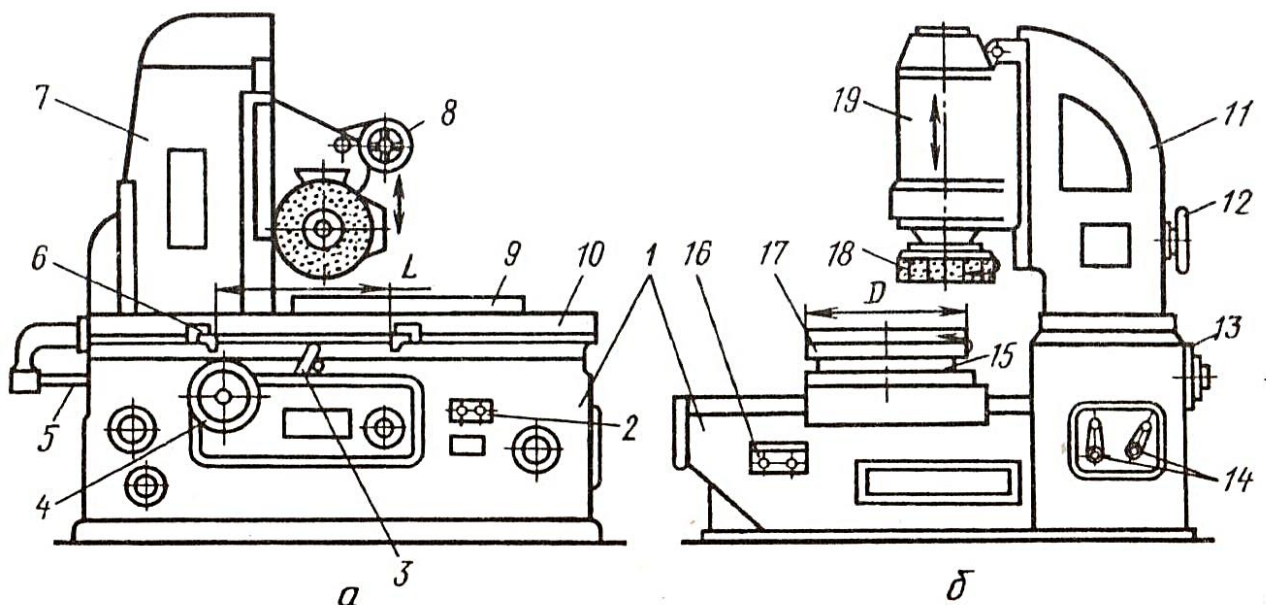


Рисунок 5.5 – Устройства для установки и крепления шлифовальных кругов

### 5.3 Устройство плоскошлифовального станка

Плоскошлифовальные станки разделяют на станки, работающие периферией и торцом круга. Их выпускают с круглым или прямоугольным столом. Чаще применяют с прямоугольным столом.



*Рисунок 5.6 – Схемы плоскошлифовальных станков, работающих:  
а – периферией круга; б – торцом круга*

В станине 1 станка (рис. 5.6, а) размещены детали гидропривода. На направляющих станины размещается стол 10, получающий возвратно-поступательное движение от штока 5 рабочего гидроцилиндра гидросистемы. На столе имеются Т-образные пазы для крепления деталей, магнитной плиты 9, или приспособления.

Величину хода  $L$  стола регулируют кулачками 6, которые предварительно устанавливают и закрепляют в требуемом положении. В любом из крайних положений стола соответствующий кулачок поворачивает рычаг 3, осуществляя тем самым реверсирование гидропривода подачи стола. Пуск и останов станка осуществляют от кнопочной станции 2. На станине станка неподвижно закреплена колонна 7, на которой размещена шлифовальная бабка с шлифовальным кругом, перемещаемая в вертикальной плоскости рукояткой 8. Поперечная подача может производиться перемещением стола или шлифовальной бабки (по схеме - шпиндельной бабки рукояткой 4). Шлифовальный круг вращается с постоянной скоростью от отдельного электродвигателя. Схема последовательности движений круга и стола при шлифовании приведена на рисунке 5.7.

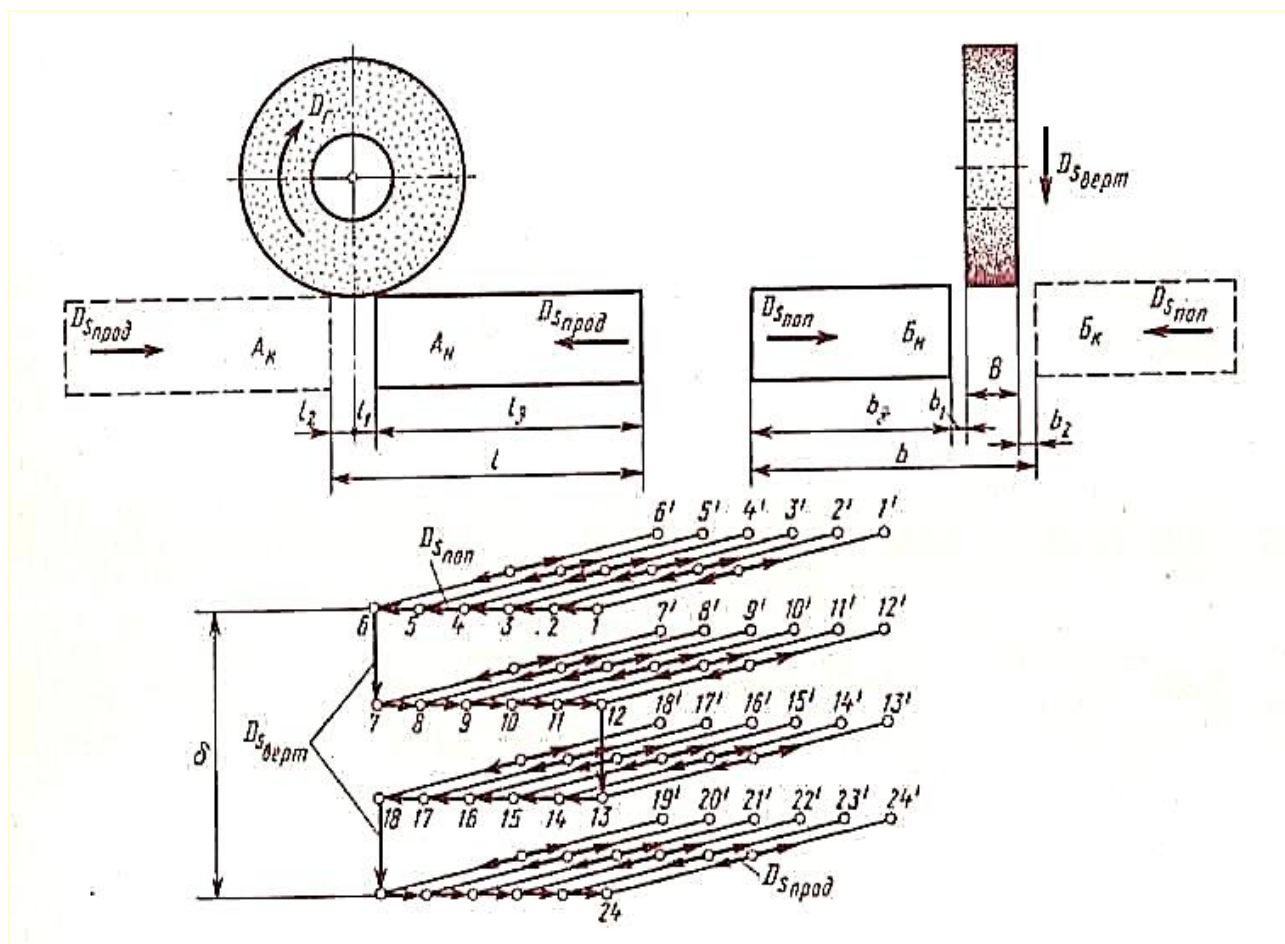


Рисунок 5.7 - Последовательность движений при плоском шлифовании

Плоскошлифовальный станок, работающий торцом круга (рис. 5.1, б), имеет коробчатую станину 1, в которой размещены механизмы привода станка и подачи шлифовальной бабки. На станине закреплена колонна 11 с направляющими, по которым может перемещаться в вертикальном направлении шлифовальная бабка 19 с шлифовальным кругом 18. По направляющим станины могут перемещаться салазки, на которых расположен вращающийся стол 15 с электромагнитной плитой 17. Привод стола осуществляется от электродвигателя 13. Станок имеет кнопки управления 16, рукоятки управления 14 и маховичок 12, предназначенного для быстрого перемещения шлифовальной бабки при наладке.

Электромагнитная плита (рис. 5.8) состоит из стального литого или сварного корпуса 1, в котором закреплены сердечники 5 с немагнитными прослойками 2 между ними. На нижнюю часть сердечников надеты катушки 4 из медного эмалированного провода, к которым подается постоянный ток. Снизу к корпусу привинчена крышка 6. Включение плиты в работу производят рукояткой 3. Свободное пространство в корпусе заливают эпоксидной смолой для герметизации

(предохранения от попадания СОЖ). Плиту закрепляют в Т-образных пазах стола и шлифуют рабочую поверхность стола для обеспечения параллельности плоскости зеркала плиты по отношению к направлению поперечной подачи.

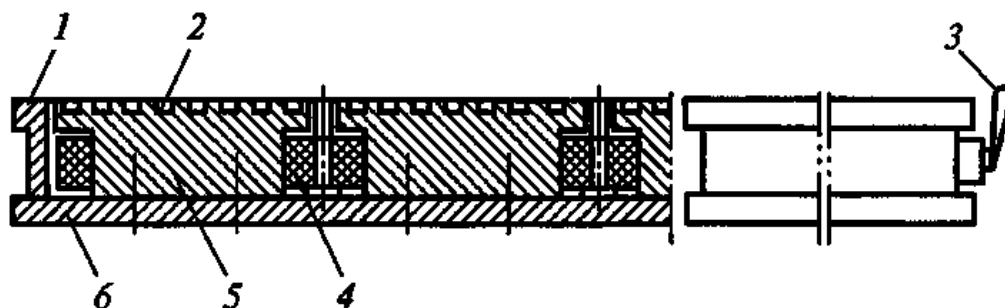


Рисунок 5.8 – Электромагнитная плита

После шлифования заготовку необходимо снять с плиты и устранить ее остаточную намагниченность. Этого достигают размагничиванием. От качества и эффективности систем размагничивания зависят производительность станков и точность шлифования на них. Основной задачей системы размагничивания является обеспечение возможности легкого съема обработанной заготовки с плиты.

Для закрепления заготовок кроме электромагнитных плит применяют магнитные плиты, лекальные тиски, универсальные прижимы, установочные планки, плиты и т.п. Магнитная плита (рис. 5.9) сделана из железных пластин 1 и 2 с немагнитными прослойками 3 между ними. Сильные постоянные магниты 5 можно перемещать, попеременно замыкая их на железные пластины и на закрепляемую заготовку. Переключение магнитов производят рукояткой 4. Нижнюю часть плиты закрепляют на столе станка разными прихватами и болтами.

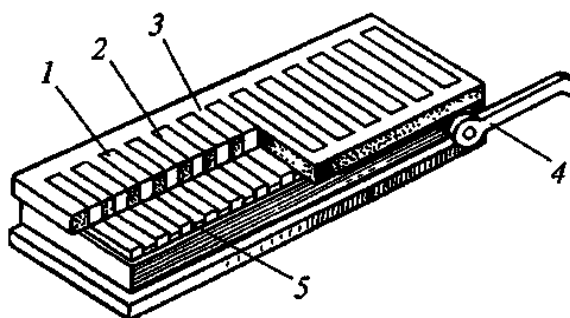


Рисунок 5.9 – Магнитная плита с постоянными магнитами

Контрольные вопросы:

## **6 ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ**

Процесс фрезерования является высокопроизводительным методом обработки металлов резанием. Фрезерованием можно обрабатывать горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости, канавки, уступы, фасонные поверхности, а также отрезать материал и нарезать зубчатые колеса. Среди большого разнообразия типов и моделей фрезерных станков широко распространены горизонтально-фрезерные, вертикально-фрезерные и универсально-фрезерные станки.

### **6.1 Устройство горизонтально-фрезерного станка 6М82**

6М82 – индекс модели горизонтально-фрезерного станка. Цифра 6 указывает, что станок относится к фрезерной группе, буква М – что он модернизирован, цифра 8 – означает тип станка - горизонтально-фрезерный, 2 – станок относится ко 2 номеру (габариту). Станок нормальной точности.

В зависимости от ширины стола (мм), фрезерным станкам присваивается номер размера стола:

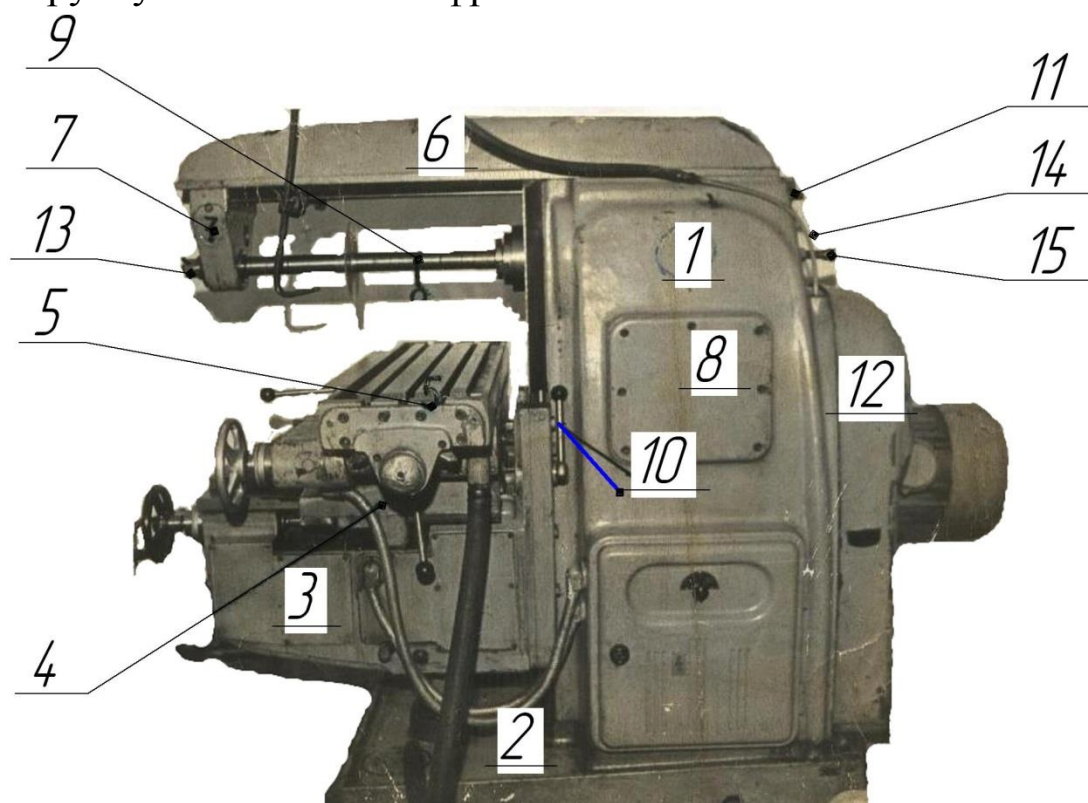
Ширина	120	160	200	250	320	400	500
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



стола, мм							
Номер размера стола	-	-	0	1	2	3	4

В горизонтально-фрезерном станке (рис. 6.1) ось фрезы располагается горизонтально. Основные узлы станка: станина 1, основание 2, консоль 3, поперечные салазки 4, стол 5, хобот 6, подвеска 7, шпиндель 8, электродвигатель 11, коробка скоростей и коробка подач. Станина 1, представляет собой коробчатую стойку, внутри и снаружи которой монтируются все узлы станка. Основание 2 служит для прикрепления станка к фундаменту. Консоль 4 несет на себе поперечные салазки 4, стол 5 и может перемещаться в вертикальном направлении (вертикальная подача) по направляющим станины.

Поперечные салазки 4 позволяют перемещать стол 5 в направлении, параллельном оси фрезы (поперечная подача). Стол 5 предназначен для установки и крепления на нем обрабатываемой заготовки, и он в процессе работы может перемещаться в направлении, перпендикулярном к оси фрезы (продольная подача). Хобот 6 служит для закрепления на нем подвески 7 с подшипником, поддерживающим второй конец фрезерной оправки 9. Коробка скоростей (расположена внутри станины) представляет собой систему валов и зубчатых колес, передающих вращение от электродвигателя 12 на основной вал станка – шпиндель 8. В шпиндель станка устанавливается оправка 9, на которую устанавливается фреза.





*Рисунок 6.1 – Общий вид станка: 1 – станина; 2 – основание; 3 – консоль;  
4 – салазки поперечные; 5 – стол; 6 – хобот; 7 – серьга;  
8 – шпиндель; 9 – оправка для крепления фрезы;  
10 – рукоятка для фиксации консоли; 11 – зажим хобота;  
12 – электродвигатель; 13, 14 – гайки; 15 – шомпол*

Внутри станины, кроме коробки скоростей, имеются две ниши, в которых расположено электрооборудование. Ниши закрываются дверками. Кроме того, внутри станины имеется резервуар для масла. С левой стороны станины крепится коробка переключения, а с правой стороны имеется окно, закрытое крышкой, при снятии которой открывается доступ к масляному насосу и коробке скоростей.

Станина 1 в верхней части имеет направляющие в виде ласточкина хвоста, в которых устанавливается хобот 6. Хобот передвигается поворотом ключа за шестигранник, находящийся с левой стороны станка. Сзади станины предусмотрен зажим хобота 11, состоящий из клина и винта. При завертывании винта клин затягивается и закрепляет хобот. Хобот с закрепленной на нем серьгой 7 служит для поддержания фрезерной оправки 9.

Для большей устойчивости станина крепится к основанию 2 при помощи болтов. Основание одновременно является резервуаром для охлаждающей жидкости, для слива которой, в нем имеется отверстие. Сзади на основании крепится электронасос для подачи охлаждающей жидкости. Электронасос и задняя часть станины закрывается кожухом.

По вертикальным направляющим станины имеет возможность перемещаться консоль 3.

Коробка переключения (рис. 6.2) выполнена в виде самостоятельного узла, смонтированного на левой стенке станины. Коробка переключения совместно с коробкой скоростей, расположенной внутри станины, обеспечивает 18 частот вращения шпинделю и фиксирует их в выбранном положении.

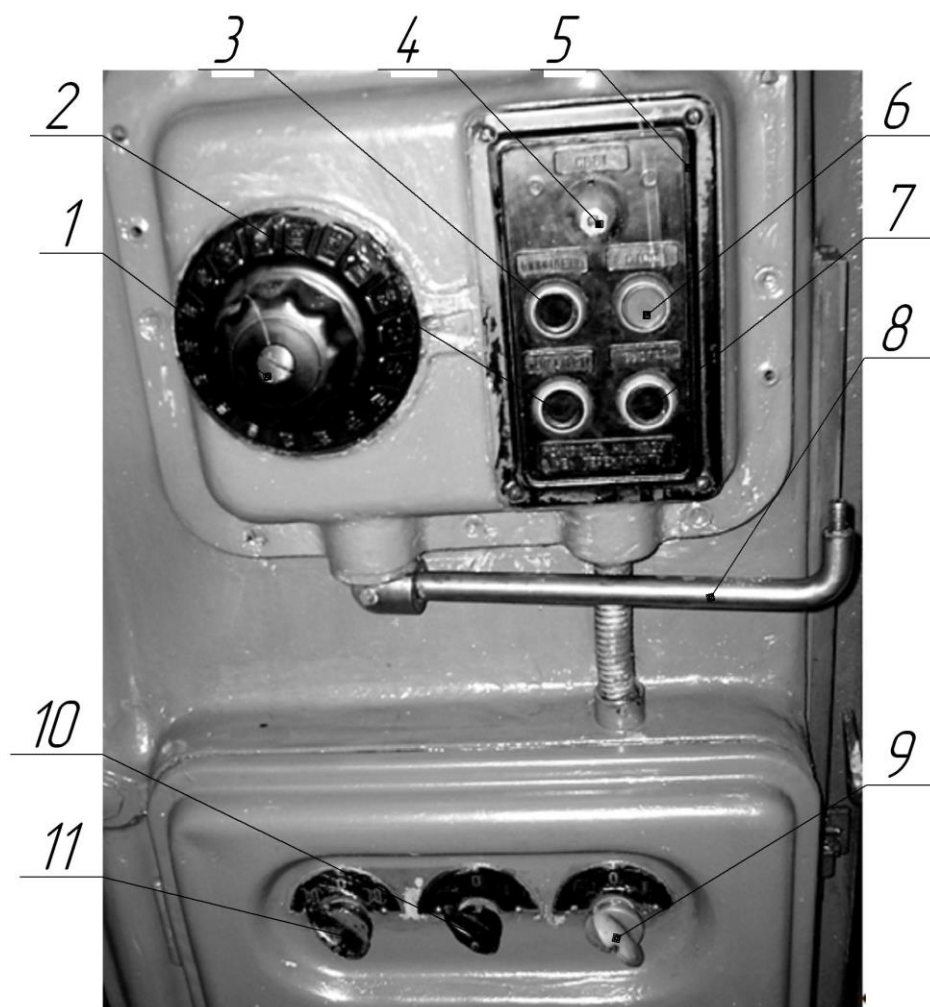


Рисунок 6.2 – Основные органы управления станком: 1 – лимб; 2 – кнопка «толчек»; 3 – кнопка «шпиндель»; 4 – переключатель «выкл.-свет»; 5 – кнопочная станция; 6 – кнопка «стоп»; 7 – кнопка «быстро»; 8 – рукоятка; 9 – переключатель направления вращения электродвигателя «вправо-влево»; 10 – переключатель насоса охлаждения «включено-выключено»; 11 – переключатель включения станка в электросеть «вкл.-выкл.»

На наружной плоскости коробки переключения расположены лимб 1 с обозначением частоты вращения шпинделя, стрелка – указатель, рукоятка фиксатора 8 положения скоростей и кнопочная станция 3.

Процесс переключения частоты вращения фрезы осуществляют следующим образом:

1. Опускают рукоятку 8 вниз (выводят шип рукоятки из фиксирующего паза) и отводят ее от себя влево до упора.

2. Вращают лимб 1, устанавливая требуемую частоту вращения шпинделя против стрелки-указателя.

3. Плавным движением возвращают рукоятку 8 в первоначальное положение и фиксируют ее в пазу фланца.

Если рукоятка не устанавливается в первоначальное положение, то необходимо нажать кнопку «толчек» – 2 на кнопочной станции. Кнопочная станция имеет еще кнопку 3 для пуска шпинделя станка, кнопку 6 «стоп» – для выключения электродвигателя и кнопку 7 «быстро» – для включения ускоренных подач.

Консоль (рис. 6.3) является базовым узлом станка. Она несет на себе различные органы управления и устройства. В передней нижней части консоли размещается электродвигатель мощностью 1,7 кВт с частотой вращения  $1400 \text{ мин}^{-1}$ , который является источником движения привода механизма подач. Внутри консоли расположена коробка подач, служащая для передачи движения от электродвигателя к механизмам подач стола и изменения скоростей движения стола в вертикальном, продольном и поперечном направлениях. Она обеспечивает 18 различных подач. Продольные и поперечные подачи изменяются в пределах  $25 \dots 1250 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$ , вертикальная -  $8 \dots 400 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$ .

Механизм ускоренного хода обеспечивает перемещение стола в продольном и поперечном направлении со скоростью  $3000 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$ , а в вертикальном  $1000 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$ .

Движение подачи идет от электродвигателя через коробку подач на шестерни и ходовые винты консоли, салазок и стола.

Включение вертикальных и поперечных подач осуществляется от кулачковых муфт рукоятками 4 сблокированных от одновременного включения, как между собой, так и с рукояткой подъема консоли вручную 13 (рис. 6.3).

Рукоятки включения вертикальных и поперечных подач выведены на левую сторону консоли. Рукоятки имеют пять различных положений. Среднее положение соответствует остановке механической подачи (ручное перемещение консоли и салазок).

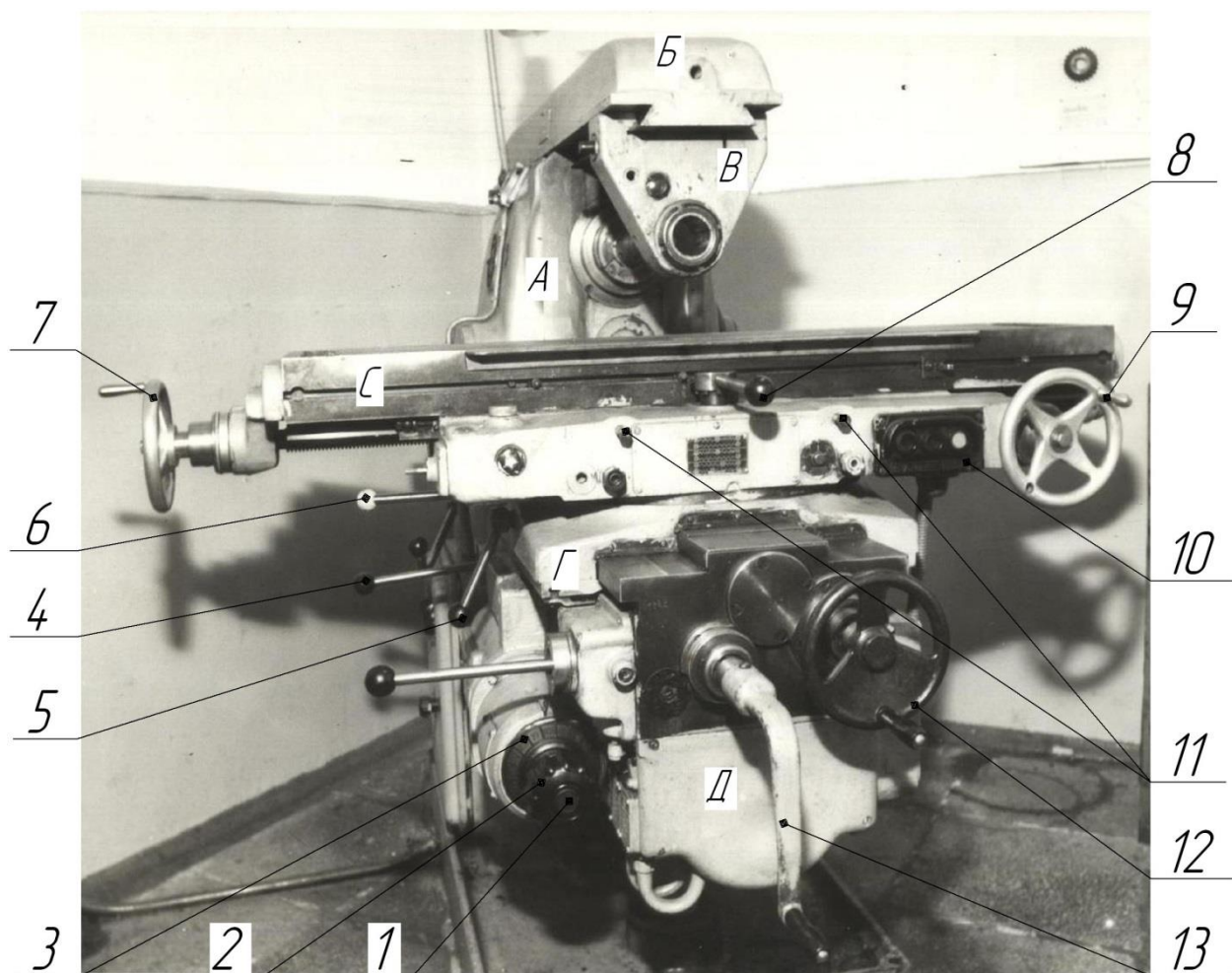


Рисунок 6.3 – Общий вид станка спереди: А – станина; Б – хобот; В – серьга; С – стол; Г – салазки; Д – консоль; 1 – кнопка; 2 – грибок; 3 – лимб; 4 – рукоятка включения механических подач консоли и салазок; 5 – рукоятка зажима салазок; 6,8 – рукоятка включения механической продольной подачи стола; 7,9 – маховики для ручного перемещения стола; 10 – кнопочная станция; 11 – болты фиксации стола; 12 – маховик ручного перемещения салазок (поперечная подача); 13 – рукоятка ручного перемещения консоли (вертикальная подача)

Направление включения рукояток указывает направление подачи: консоль вверх-вниз, салазки на себя - от себя.

Зажим консоли на направляющих станины производится рукояткой 10 (рис. 6.1) с правой стороны консоли.

Стол и салазки «Г» перемещаются по прямоугольным направляющим консоли при вращении маховика 12.

Ручная подача стола осуществляется вращением маховиков 7 или 9, один находится на передней плоскости салазок, другой на левом торце стола.

Механическая подача стола включается при повороте рукоятки 8 вправо или влево. Стол «С» перемещается соответственно вправо или влево.

Для большего удобства при ручном управлении столом имеется дублер – рукоятка 6 продольного хода, расположенная внизу с левой стороны салазок.

Зажим стола производится двумя винтами 11, действующими через стержни со скосом на клин.

При работе с продольной подачей салазки и консоль должны быть зафиксированы; при работе с поперечной подачей стол и консоль должны быть зафиксированы; при работе с вертикальной подачей салазки и стол должны быть зафиксированы.

Коробка подач расположена внутри консоли и по конструкции аналогична коробке скоростей и предназначена для изменения величины подачи стола «С» (продольной, поперечной и вертикальной). Для установления величины подачи следует нажать на кнопку 1 и потянуть грибок 2 на себя; затем грибок и лимб 3 повернуть до такого положения, при котором стрелка на корпусе консоли покажет требуемую величину подачи. Затем грибок движением от себя вернуть в прежнее положение.

На поперечных салазках имеется поворотное устройство с градусной шкалой, с помощью которого можно поворачивать стол в горизонтальной плоскости в обе стороны до  $45^\circ$  при фрезеровании винтовых канавок.

#### *Порядок смены фрезы.*

1. Установить наименьшую частоту вращения шпинделя.
2. Ослабить гайку 13 на оправке (рис. 6.1).
3. Ослабить гайку 14 зажима серьги (рис. 6.3).
4. Снять серьгу с направляющих хобота.
5. Отвернуть гайку 13 (рис. 6.1) и сменить фрезу.

#### *Порядок смены оправки*

1. Ослабить гайку зажима серьги.
2. Снять серьгу с направляющих хобота.
3. Установить наименьшую частоту вращения шпинделя.
4. Ослабить гайку 14 на шомполе 15, повернув её на 2-3 оборота (рис. 6.1).
5. Легким ударом по голове шомпола 15 (рис. 6.1) подать конический хвостовик оправки из конического отверстия шпинделя.

6. Вывернуть шомпол, придерживая при этом оправку.

7. Вынуть оправку из конического отверстия шпинделя и заменить ее.

*Закрепление фрезы или оправки производится в обратном порядке.*

## **6.2 Устройство вертикально-фрезерного станка 6М12П**

В вертикально-фрезерном станке (рис. 6.4) ось фрезы расположена в вертикальной плоскости. В большинстве станков этого типа ось фрезы неизменно сохраняет вертикальное расположение, а в станке 6М12П ось фрезы может быть установлена под любым углом к вертикали за счет поворота шпиндельной головки.

6М12П – индекс модели вертикально-фрезерного станка. Цифра 6 указывает, что станок относится к фрезерной группе, буква М – что он модернизирован, цифра 1 – означает тип станка - вертикально-фрезерный, 2 – станок относится ко 2 номеру (габариту), буква П – станок повышенной точности.

Основные узлы вертикально-фрезерного станка (рис. 6.4): станина 1 с вертикальными направляющими 2, консоль 3, поперечные салазки 4, стол 5, шпиндельная головка 7, коробка скоростей, коробка подач, электродвигатель. Узлы 1–5, 9 и детали 13 - 15 по своей конструкции и назначению полностью соответствуют аналогичным узлам горизонтально-фрезерного станка. Основное отличие вертикально-фрезерного станка от горизонтально-фрезерного состоит в конструктивном оформлении его верхней части. Шпиндельная головка 7 служит для крепления шпинделя 6 в вертикальном положении, а также позволяет устанавливать его под углом до  $45^\circ$  в ту и другую сторону. Поворот головки на заданный угол контролируется по шкале 8. Вертикальное перемещение шпинделя осуществляется маховиком, установленным на вал 10, причем предварительно ослабляется рукоятка 11, фиксирующая положение гильзы шпинделя. Шпиндель станка приводится во вращение электродвигателем мощностью 5,5 кВт с частотой вращения  $1440 \text{ мин}^{-1}$  через коробку скоростей. Электродвигатель установлен на задней части станины.

Станина 1 является базовым узлом, на котором монтируются остальные узлы и механизмы станка. Внутри станины монтируется коробка скоростей, а также имеется две ниши, в которых расположено электрооборудование. Ниши закрываются дверками. Кроме того, внутри станины имеется резервуар для масла. С левой стороны станины крепится коробка переключения, а с правой стороны имеется



окно, закрытое крышкой, при снятии которой открывается доступ к масляному насосу и коробке скоростей.

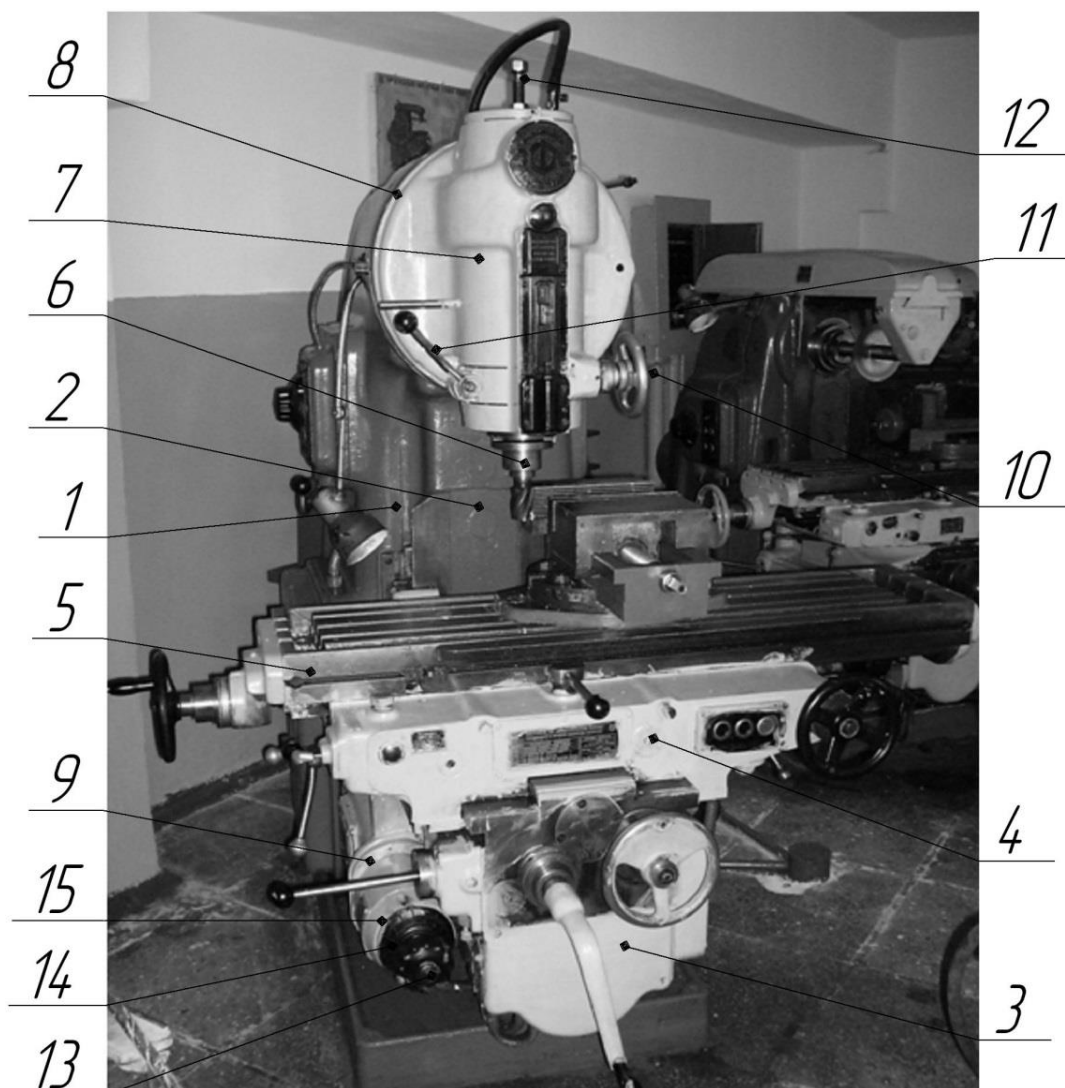


Рисунок 6.4 – Общий вид станка 6М12П: 1 – станина; 2 – направляющие станины; 3 – консоль; 4 – салазки поперечные; 5 – стол; 6 – шпиндель; 7 – шпиндельная головка; 8 – лимб; 9 – механизм переключения подач; 10 – маховик ручного перемещения шпинделя; 11 – рукоятка, фиксирующая положение гильзы; 12 – винт; 13 – кнопка; 14 – диск; 15 – лимб

По вертикальным направляющим станины 2 перемещается консоль 3; (вертикальная подача); по направляющим консоли перемещаются салазки 4 (поперечная подача), а рабочий стол 5 перемещается по направляющим салазок (продольная подача).

Стол служит для установки и закрепления обрабатываемой заготовки (непосредственно или при помощи различных приспособлений). Для этой цели со стороны рабочей плоскости в нем предусмотрены продольные *T-образные* пазы.

Коробка скоростей расположена внутри станины и кроме передачи движения от электродвигателя к шпинделю станка она изменяет частоту вращения последнего в интервале  $31,5 \dots 1600 \text{ мин}^{-1}$ . Частота вращения шпинделя изменяется путем переключения подвижных зубчатых колес и блоков, расположенных на нескольких валах коробки скоростей и шпинделе, а также муфт, включающих ту или иную пару зубчатых колес. Коробка скоростей обеспечивает 18 различных частот вращения шпинделя.

Управление коробкой скоростей осуществляется с помощью коробки переключения, которая выполнена в виде самостоятельного узла, смонтированного на левой стенке станины, также как на станке 6М82 (рис. 6.2). То же самое касается устройства консоли, коробки подач, установки величины подачи и управления продольной, поперечной и вертикальной подачами.

#### *Порядок смены фрезы*

1. Установить наименьшую частоту вращения фрезы.
2. Отвернуть контргайку винта 12 (рис. 6.4) и сам винт на 3...4 оборота.
3. Легким ударом по головке винта 12 подать конический хвостовик оправки или фрезы из конического отверстия шпинделя.
4. Подложить под фрезу деревянную подставку, вывернуть винт 12 до отказа, наблюдая при этом за выходом фрезы или оправки из шпинделя.

Установку и крепление фрезы производить в обратном порядке.

### **6.3 Типы фрез и закрепление их на станке**

Режущим инструментом, применяемым на фрезерных станках, являются фрезы. Фреза – лезвийный инструмент с вращательным главным движением резания без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью вращения фрезы. Режущие зубья фрезы могут быть расположены как на цилиндрической поверхности, так и на торце, причём каждый зуб представляет собой резец (рис. 2.5).



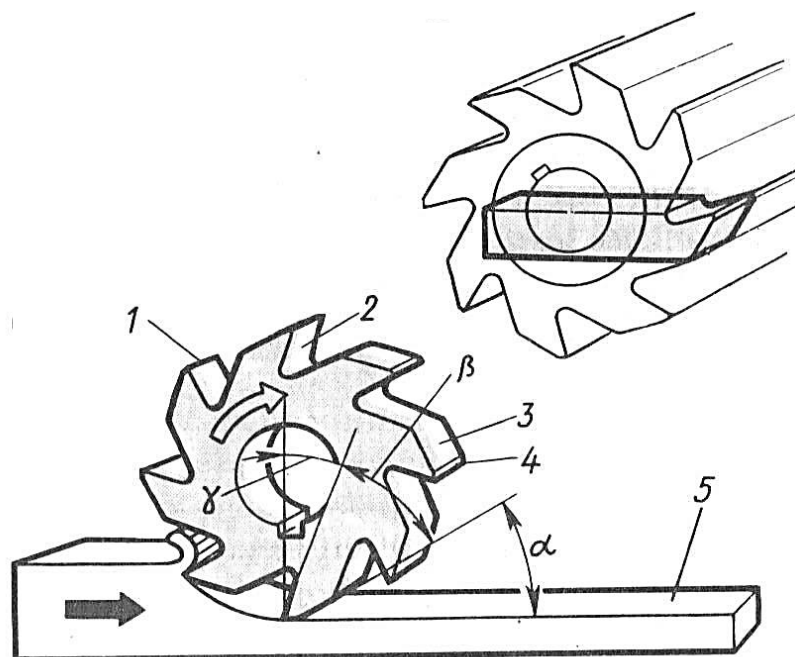


Рисунок 6.5 – Элементы, поверхности и геометрические параметры фрезы: 1 – главная режущая кромка; 2 – передняя поверхность; 3 – задняя поверхность; 4 – ленточка; 5 – обработанная поверхность;  $\alpha$  – главный задний угол;  $\gamma$  – передний угол;  $\beta$  – угол заострения

Назначение и характер выполняемых работ определяют выбор типа фрезы. Цилиндрические фрезы (рис. 6.6, а) используются на горизонтально-фрезерных станках для обработки открытых плоскостей. Зубья на этих фрезах расположены на цилиндрической части. По направлению зубьев они могут быть прямозубые, косозубые и винтовые.

Торцовые фрезы (рис. 6.6, б) имеют зубья на цилиндрической и торцовой поверхностях. Они используются главным образом на вертикально-фрезерных станках для обработки открытых плоских поверхностей, а иногда и на горизонтально-фрезерных.

У дисковых фрез (рис. 6.6, в, г), зубья могут быть расположены на цилиндрической и на обеих торцовых поверхностях, только на цилиндрической поверхности или на цилиндрической и одной торцовой поверхностях. Они используются главным образом на горизонтально-фрезерных станках для обработки вертикальных поверхностей, уступов (рис. 6.6, в), пазов и канавок (рис. 6.6, г).

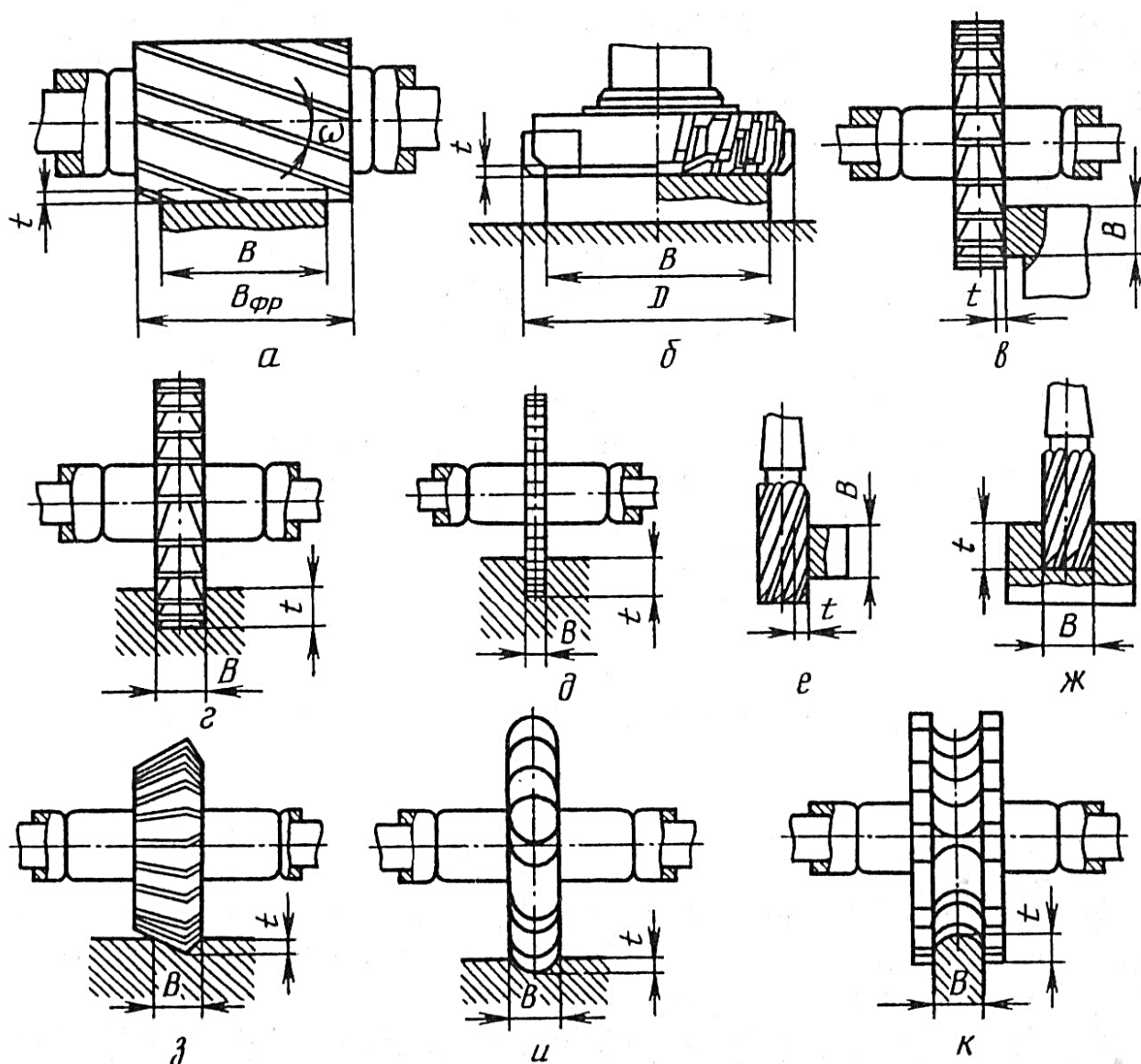


Рисунок 6.6 – Типы фрез и элементы режима резания: а - цилиндрические; б – торцевые; в, г – дисковые трёхсторонние; д – прорезные и отрезные; е, ж – концевые; з – угловые; и, к – фасонные с выпуклым и вогнутым профилем;  $B$  – ширина фрезерования;  $t$  – глубина резания;  $D$  и  $B_{фр}$  – диаметр и ширина фрезы;  $\omega$  – угол наклона винтовой канавки

Прорезные и отрезные фрезы (рис. 5.6, д) применяют для прорезки узких пазов и отрезки заготовок. Концевые фрезы (рис. 6.6, е и ж) применяют для обработки плоскостей, уступов, пазов и криволинейных поверхностей по разметке и копиру на вертикально-фрезерных станках. У этих фрез режущие кромки расположены на цилиндрической части и торце. Угловые фрезы (рис. 6.6, з) предназначены для обработки наклонных плоскостей (наружных или в виде канавок) на горизонтально-фрезерных станках.

Фасонные дисковые фрезы (рис. 6.6, и, к) имеют различную форму профиля в зависимости от заданной формы поверхности обрабатываемой заготовки. Они используются для работ, выполняемых на горизонтально-фрезерных станках.

Фрезы, имеющие конусообразный хвостовик (рис. 6.6, б и е), укрепляются непосредственно в таком же отверстии шпинделя станка. Цилиндрические и дисковые фрезы, на которых имеется посадочное отверстие, устанавливаются на цилиндрической оправке, наружный диаметр которой равен диаметру отверстия фрезы. Для того чтобы фреза оказалась расположенной на необходимом участке оправки, по обе стороны от фрезы размещают так называемые установочные кольца 5 (рис. 6.7), отверстия которых, как и у фрезы, равны диаметру оправки. Сама же оправка 3, снабженная с одного конца конусообразным хвостовиком, вводится в такое же отверстие шпинделя 2. Для прочного удержания фрез с конусообразным хвостовиком и фрезерных оправок служит натяжной болт (шомпол) 1, который пропускается через отверстие полого шпинделя и ввинчивается в резьбовое отверстие хвостовика фрезы или оправки. Свободный конец фрезерной оправки поддерживается подшипником серьги 8.

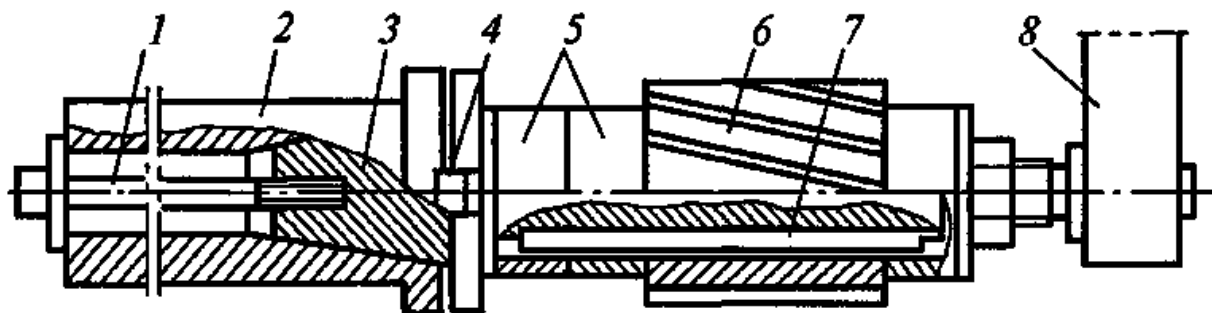


Рисунок 6.7 – Установка цилиндрической фрезы на длинной оправке:  
1 - шомпол; 2 - шпиндель; 3 - оправка; 4 - сухарь; 5 – кольца установочные; 6 - фреза; 7 - шпонка; 8 – серьга

Торцовые насадные фрезы устанавливают на оправках или непосредственно в шпиндель станка (рисунок 6.8). Фрезу 1 цилиндрическим пояском надевают на шпиндель 4 станка и притягивают винтами 3. Крутящий момент от шпинделя к фрезе передается торцовой шпонкой 2.

Концевые фрезы выпускают с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Фрезы с коническим хвостовиком устанавливают в шпиндель станка, используя переходные втулки. Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в трёхкулачковом, цанго-

вом или другом патроне, который коническим хвостовиком вставляют в шпиндель станка. Конструкция цангового патрона показана на рисунке 2.9. Фрезу 1 устанавливают в цангу 2 и гайкой 3 закрепляют в корпусе патрона 4.

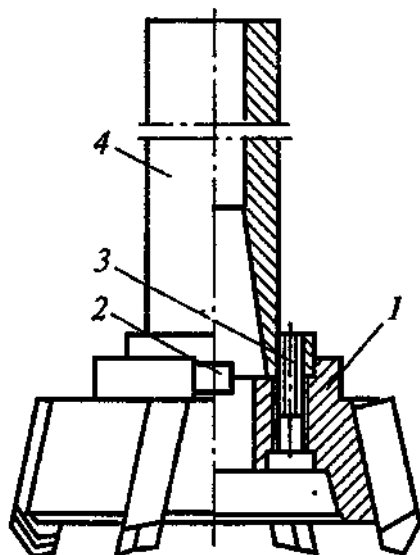


Рисунок 6.8 – Установка торцовой насадной фрезы на шпиндель станка:  
1 – фреза; 2 – шпонка; 3 – винт; 4 – шпиндель

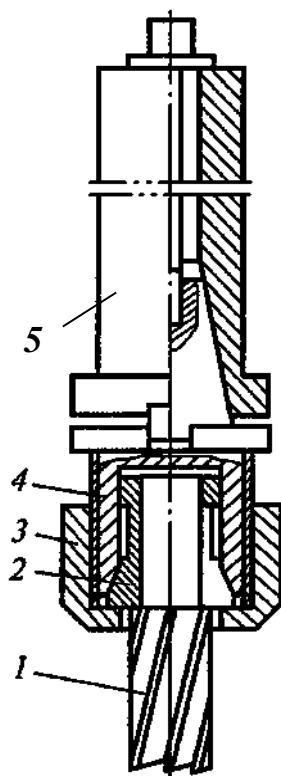


Рисунок 6.9 – Установка концевой фрезы с цилиндрическим хвостовиком в патроне и шпинделе станка: 1- фреза; 2 – цанга; 3 – гайка;  
4 – патрон; 5 - шпиндель

## 2.4. Приспособления к фрезерным станкам и закрепление заготовок

В зависимости от формы и размеров обрабатываемой детали применяются различные способы закрепления заготовки на столе станка. Заготовка должна быть закреплена в необходимом по отношению к фрезе положении, и, кроме того, само крепление должно быть достаточно прочным и жестким, чтобы противостоять действию усилий резания в процессе работы.

К простейшему виду крепежных приспособлений относятся зажимные прихваты, которые при помощи болтов притягивают деталь либо непосредственно к поверхности стола. При этом квадратные головки болтов заводятся в Т-образные пазы стола станка (рис. 6.10) . Часто один из концов прихвата 2 опирается на подставку 1 (рис. 6.10, б)

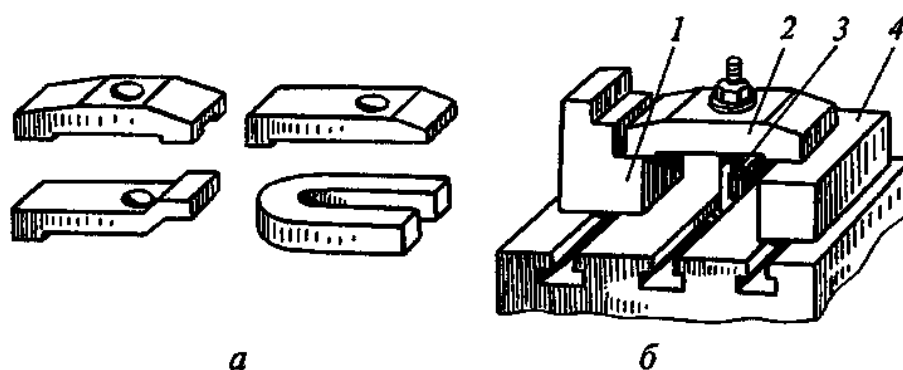


Рисунок 6.10 - Прихваты и подставка: а - прихваты для крепления детали непосредственно на столе станка; б - прихват, опирающийся на подставку: 1 - подставка; 2 - прихват; 3 – болт; 4 – заготовка

Для закрепления заготовок широко применяются машинные тиски, у которых одна из губок неподвижна. В зависимости от того, как должна быть установлена заготовка по отношению к фрезе, применяются простые неповоротные (рис. 6.10, а), поворотные (рис. 6.10, б), универсальные (рис. 6.10, в) и специальные машинные тиски. Корпус поворотных тисков вместе с заготовкой можно поворачивать вокруг вертикальной оси, а универсальные позволяют осуществлять поворот заготовки вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Углы поворота фиксируются на круговых шкалах. На столе станка тиски закрепляются при помощи болтов, головки которых вводятся в Т-образные пазы стола. Специальные тиски можно

устанавливать вертикально либо повернув на угол  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости.

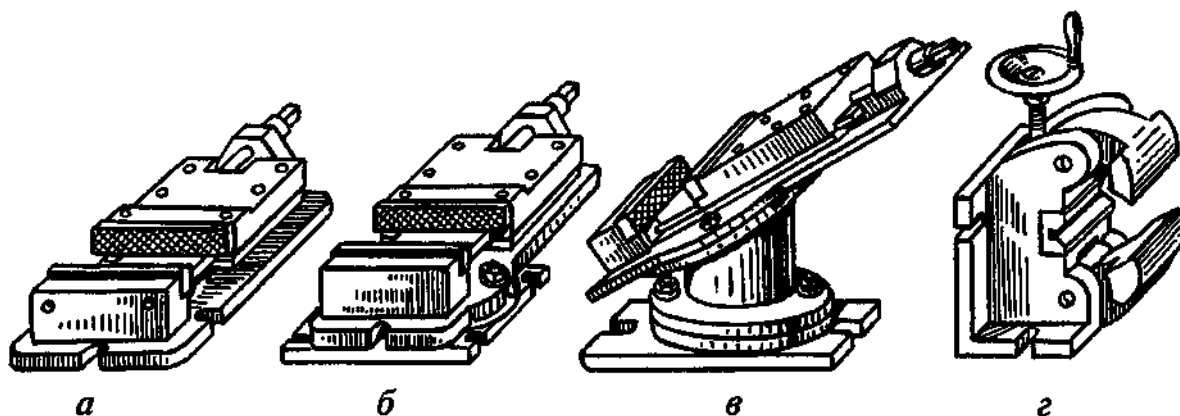


Рисунок 6.10 – Тиски машинные: а – неповоротные, б – поворотные, в – универсальные; г – специальные

Необходимо обращать внимание на правильность установки заготовки в тисках. Обрабатываемая поверхность должна выступать над поверхностями губок несколько больше припуска на обработку. Для этого следует пользоваться подкладками, подводимыми под закрепляемую заготовку. Чтобы заготовка плотно прилегала к подкладке, по ней постукивают медным молотком и одновременно закрепляют в тисках.

Если при обработке заготовок необходимо получить плоскости, расположенные под углом одна к другой, то применяют угловые плиты (угольники): жёсткие (рис. 6.11, а) и универсальные, допускающие поворот вокруг одной (рис. 6.11, б) или двух осей (рис. 6.11, в).

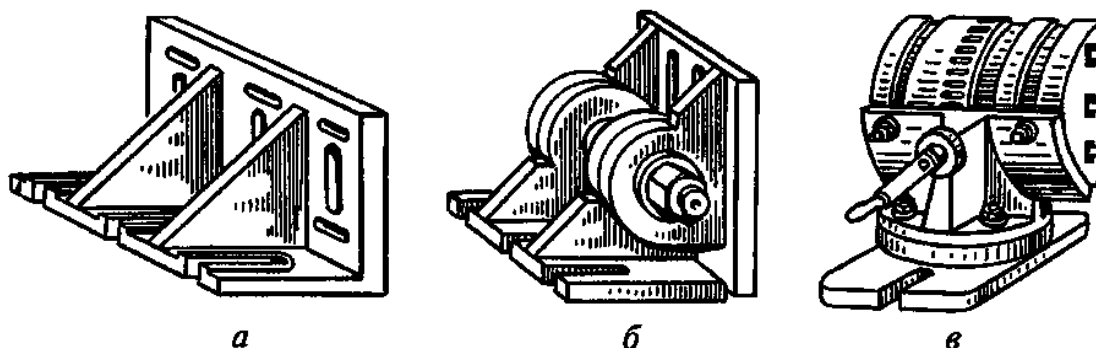


Рисунок 6.11 – Угловые плиты для закрепления заготовок на столе фрезерного станка

Криволинейные контуры фрезеруют на вертикально-фрезерных станках с применением неповоротных и поворотных столов (рис. 6.12). При этом заготовку обязательно устанавливают на подкладку во избежание касания фрезой рабочей поверхности стола. При этом, поворотный круглый стол с ручной подачей (рис. 6.12, б) своим основанием 1 крепится с помощью болтов, установленных в Т-образные пазы стола станка. Вращение от рукоятки 4, через валик и червячную передачу передаётся на поворотную часть стола 3. Градуированная шкала на боковой поверхности стола служит для отсчёта поворота стола вместе с закреплённой заготовкой на требуемый угол. Стол фиксируется в заданном положении фиксатором 2.

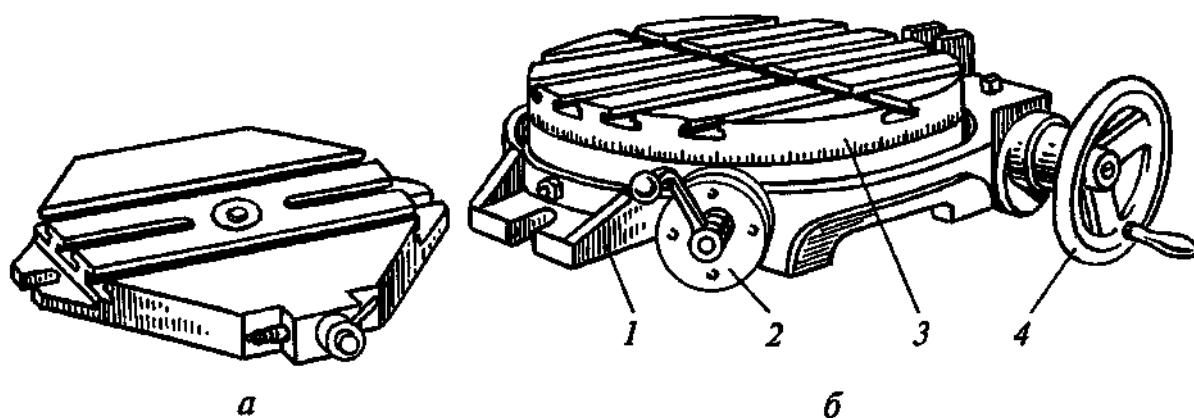
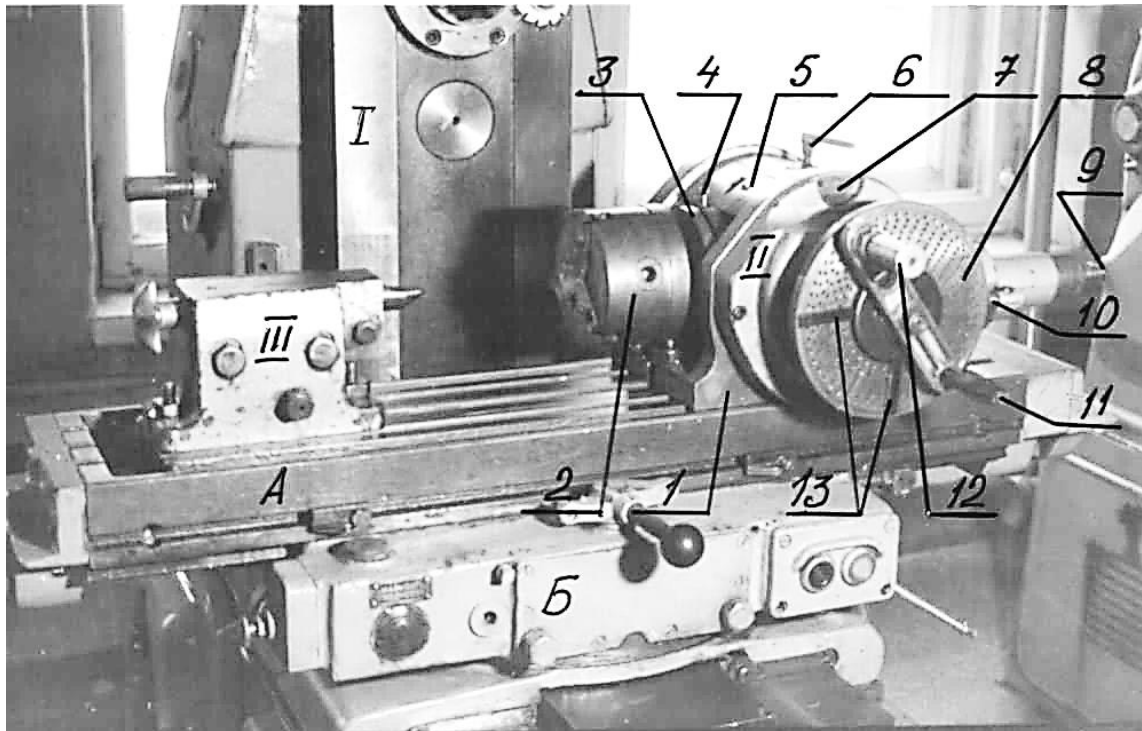


Рисунок 6.12 – Столы для крепления заготовок при фрезеровании криволинейных контуров: а - неповоротный; б - поворотный:  
1 - кронштейн для крепления стола на станке; 2 - стопор;  
3 - шкала отсчета угла поворота; 4 - рукоятка ручного поворота

Обычной принадлежностью фрезерных станков является универсальная делительная головка (УДГ). Она предназначена для крепления и периодического поворота заготовки на равные или неравные углы, а также для сообщения заготовке непрерывного вращательного движения, согласованного с её продольной подачей. Применяется при изготовлении крепёжных деталей (болтов и гаек), режущих инструментов (свёрл, зенкеров и др.), зубчатых колёс (цилиндрических и конических, прямозубых и косозубых) и других деталей.

Делительная головка состоит из чугунного основания 1 (рис. 6.13), на котором установлен корпус 5, который может поворачиваться в вертикальной плоскости от  $-10^\circ$  до  $+90^\circ$ . В требуемом положении корпус закрепляется стяжными полудугами при помощи гаек 6 (рис. 6.14). Основание неподвижно крепится на столе фрезерного

станка болтами, которые своими головками входят в Т-образный паз стола. Внутри корпуса установлен шпиндель 5, переднее и заднее отверстия которого расточены на конус Морзе. Переднее отверстие служит для установки центра или шпиндельной оправки, а в заднее отверстие устанавливается оправка для дифференциального деления.



*Рисунок 6.13 – Общий вид универсальной делительной головки:*

*I – станок; II – делительная головка; III – задняя бабка; A – стол; Б – салазки; 1 – основание; 2 – патрон трёхкулачковый; 3 – лобовой делительный диск; 4 – фиксатор диска; 5 – корпус; 6 – фиксатор; 7 – градусная шкала; 8 – делительный диск (лимб); 9 – валик привода делительного диска; 10 – фиксатор делительного диска; 11 – рукоятка; 12 – фиксатор рукоятки; 13 – раздвижной сектор*

На переднюю часть шпинделя установлен лобовой делительный диск 3 и трёхкулачковый самоцентрирующий патрон 2 (рис. 6.13). На шпинделе с помощью шпонки закреплено червячное колесо 3 (рис. 6.15) и тормозное кольцо, предназначенное для фиксации шпинделя в требуемом положении. Фиксация осуществляется фиксатором 6 (см. рис. 6.13).

Червячное колесо входит в зацепление с червяком 4 (рис. 6.15), который с помощью сектора 2 (см. рис. 6.14) может выводиться из зацепления. Это необходимо делать при непосредственном делении.

На валу червяка установлено на втулке коническое зубчатое колесо (может быть и другая компоновка), на ступицу которого уста-



новлен делительный диск (лимб) 6 (рис. 6.15) или 8 (рис. 6.13) . Лимб представляет собой стальной диск, на обеих боковых сторонах которого имеются восемь concentрично расположенных рядов окружностей. На каждой окружности просверлено определённое количество сквозных отверстий.

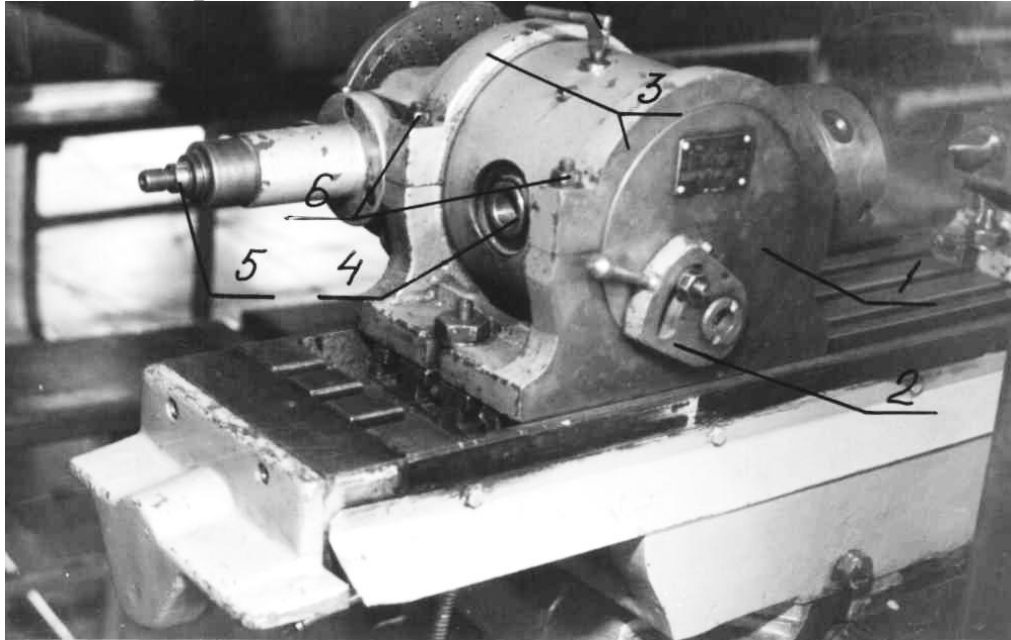


Рисунок 6.14 – Универсальная делительная головка (вид сзади):

1 – корпус; 2 – сектор; 3 – дуги стяжные; 4 – шпиндель; 5 – валик привода делительного диска; 6 – гайки; 7 – фиксатор червячного колеса

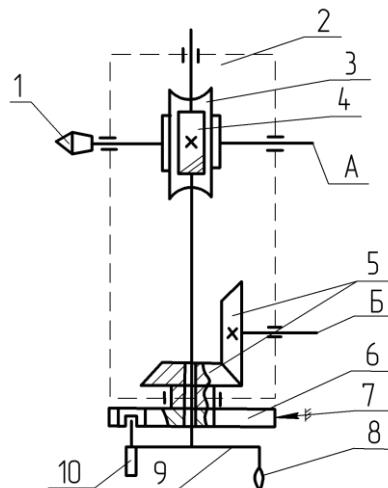


Рисунок 6.15 – Принципиальная схема универсальной делительной

головки: А – вал шпинделя; Б – вал привода делительного диска; 1 – шпиндель; 2 – корпус; 3 – червячное колесо; 4 – червяк; 5 – конические зубчатые колёса; 6 – делительный диск; 7 – фиксатор диска; 8 – ручка; 9 – рукоятка; 10 – фиксатор рукоятки

1 сторона – 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31.

2 сторона – 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Лимб используется для отсчёта дробного числа поворота шпинделя. Для быстрого отсчёта требуемого количества отверстий имеется раздвижной сектор 13 (рис. 6.13). От самопроизвольного поворота диск удерживается фиксатором 10 (рис. 6.13).

Вращение червяку передаётся от рукоятки 11 (рис. 6.13). Она оснащена фиксатором 12, штифт которого может устанавливаться в любое отверстие делительного диска. Для этого в рукоятке выполнен паз.

### Непосредственное деление

Это деление используют, когда не требуется большая точность отсчёта поворота заготовки и большое число её делений. Деление осуществляют при помощи лобового делительного диска. Перед делением необходимо сектором 2 (рис. 6.14) вывести червяк из зацепления с червячным колесом, фиксатор 4 (рис. 6.13) вывести из отверстия лобового делительного диска 3 и отпустив винтом 6 фиксатор шпинделя, повернуть его вместе с заготовкой от руки на необходимое число делений. Зафиксировав в этом положении шпиндель, проводят необходимые работы.

Поскольку лобовой делительный диск имеет 24 отверстия, то заготовку можно разделить на 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 части.

### Простое деление

Сущность этого деления состоит в том, что поворот шпинделя осуществляется от рукоятки 11 с фиксатором 12 (рис. 6.13) относительно лимба через червячную пару (червяк – червячное колесо). Применяется для деления заготовки на различное количество частей, выраженное числом, имеющим множители, равные или кратные количеству отверстий на какой-либо стороне лимба.

Передаточное отношение червячной передачи  $i$  – это отношение числа заходов червяка  $K$  к числу зубьев на венце червячного колеса  $Z_{ч.к.}$ .

$$i = \frac{K}{Z_{ч.к.}}$$

Величина, обратная передаточному отношению червячной передачи, называется характеристикой делительной головки  $I$ .

$$I = \frac{1}{i}$$

Количество оборотов рукоятки определяется по формуле

$$n = \frac{I}{Z},$$

где  $Z$  – число заданных делений (зубьев).

Например. Требуется профрезеровать грани восьмигранника на фрезерном станке с применением делительной головки, характеристика которой  $I = 40$ . Тогда

$$n = \frac{40}{8} = 5$$

Значит, после обработки первой грани и перевода стола станка в исходное положение следует повернуть рукоятку делительной головки на пять оборотов и т. д.

Количество оборотов рукоятки может выражаться и дробным числом. В этом случае знаменатель дроби показывает, по какой окружности делительного диска производить отсчёт, а числитель – сколько отверстий надо отсчитать, не считая отверстия, занятого фиксатором.

Например. Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с числом зубьев  $Z = 17$ . Количество оборотов рукоятки

$$n = \frac{40}{17} = 2 \frac{6}{17}$$

Значит, после фрезерования первой канавки зуба и перевода стола станка в исходное положение следует повернуть рукоятку делительной головки на два полных оборота и ещё на шесть отверстий по окружности с количеством отверстий 17. Для быстрого отсчёта дробной части оборота ножки раздвижного сектора следует установить на шесть плюс одно отверстие по окружности с количеством отверстий 17.

В случае, когда после деления в знаменателе получается число, не совпадающее с числом отверстий на делительном диске, то подбирают окружность, кратную знаменателю.

## 6.5 Наладка станка на типовые виды работ

Фрезерование горизонтальных плоскостей. Перед началом работы на станке устанавливают и надежно закрепляют фрезу, устанавливают и закрепляют обрабатываемую заготовку в приспособлении или в машинных тисках. Далее устанавливают частоту вращения шпинделя с помощью рукоятки коробки скоростей и лимба (рис. 6.2), а также величину подачи с помощью кнопки, грибка и лимба коробки подач (рис. 6.3). При необходимости консоль со столом опускают вниз. Продольным, поперечным и вертикальным перемещением стола подводят обрабатываемую поверхность заготовки под фрезу, оставляя зазор между ними в пределах 3–5 мм. Затем включают вращение фрезы и рукояткой вертикального перемещения консоли плавно поднимают заготовку до лёгкого касания с фрезой. Ручным перемещением стола в продольном направлении выводят заготовку из-под фрезы. Пользуясь лимбом винта вертикальной подачи, поднимают консоль вместе со столом для обеспечения необходимой глубины резания. Отсчёт перемещения стола производят по лимбу от любого деления шкалы, но для удобства и упрощения отсчета, после того как фреза коснулась обрабатываемой поверхности заготовки, лимб следует установить в нулевое положение, т.е. риску лимба с отметкой 0 совместить с визирной риской. Подводить лимб до нужного деления надо очень плавно, без рывков. Если же случайно все-таки повернули до деления несколько большего, чем необходимо, то делают один оборот рукоятки в сторону опускания консоли и затем вновь повторяют движения по подъёму стола до нужного деления на лимбе.

Цена деления лимба – это расстояние на которое переместится стол станка при повороте рукоятки или маховика винта стола или консоли на одно деление. Если, например, цена деления лимба равна 0,05 мм и лимбовое колесо имеет 120 делений, то за один оборот рукоятки ручного подъёма консоли она переместится на расстояние  $0,05 \times 120 = 6$  мм. Для обеспечения глубины резания 4 мм рукоятка ручного подъёма консоли должна быть повернута на  $4 : 0,05 = 80$  делений.

После установки фрезы на требуемую глубину фрезерования консоль и салазки поперечной подачи стопорят и устанавливают кулачки включения механической подачи на требуемую длину фрезерования. После осуществления наладки и настройки станка плавным вращением рукоятки продольной подачи стола подводят обрабатыва-

ему заготовку к фрезе, немного не доводя, включают станок, механическую подачу и приступают к работе. Перед подачей стола в исходное положение (вывод детали из-под фрезы) удаляют с помощью щетки всю стружку с обработанной поверхности, а стол немного опускают, чтобы не испортить обработанную поверхность детали при обратном ходе. Затем производят измерение обработанной детали. В случае выполнения дополнительного рабочего хода.

При наладке станка на фрезерование других плоскостей заготовки действия в основном аналогичны фрезерованию горизонтальных плоскостей.

#### Контрольные вопросы:

1. Приведите три марки фрезерных станков и укажите, что означают цифры и буквы в индексе модели.
2. Приведите основные узлы фрезерного станка. Что представляет собой станина и для чего она нужна?
3. Что такое консоль станка?
4. Каково назначение коробки скоростей станка и где она располагается?
5. Каково назначение коробки подач? Какова размерность подачи при обработке на фрезерном станке?
6. Что общего (в конструктивном плане) между вертикально-фрезерным и горизонтально-фрезерным станками?
7. Что нужно сделать, если при установке частоты вращения шпинделя, рукоятка коробки скоростей не устанавливается в прежнее положение?
8. Куда устанавливается заготовка и как обеспечивается поперечная подача при её обработке?
9. Какое приспособление применяют для установки фрез на горизонтально-фрезерном станке?
10. Для чего предназначена серьга и куда она устанавливается?
11. Что такое фреза? Приведите основные типы фрез.
12. Какие бывают фрезы в зависимости от расположения зубьев?
13. Какими фрезами работают на вертикально-фрезерном станке и как их устанавливают на шпиндель?
14. Какими фрезами, и на каких станках осуществляют обработку горизонтальных плоскостей?
15. Какие приспособления применяют для установки заготовок на фрезерных станках?

16. Для чего предназначена делительная головка?
17. Куда устанавливается лобовой делительный диск делительной головки?
18. Что представляет собой в конструктивном плане лимб делительной головки и для чего он нужен?
19. Какие приспособления применяют при фрезеровании криволинейных контуров?
20. Какие виды машинных тисков и когда используют при фрезеровании заготовок?

## 7. СТРОГАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Строгание применяют для обработки плоских и несложных фасонных поверхностей с прямолинейными образующими в единичном, мелкосерийном и ремонтном производстве. Процесс осуществляют на поперечно - и продольно-строгальных станках. На поперечно-строгальных станках, предназначенных для обработки заготовок длиной до 1 м, главное движение резания сообщается резцу, а движение подачи заготовке в направлении перпендикулярном направлению главного движения резания. На продольно-строгальных станках, предназначенных для обработки длинных заготовок, главное движение резания сообщается заготовке, установленной на столе станка, а движение подачи – резцу, установленному на траверсе станка.

### 7.1 Устройство поперечно-строгального станка 7Б35

Поперечно-строгальный станок модели 7Б35 предназначен для обработки резцом горизонтальных, вертикальных и наклонных плоских и фасонных поверхностей с наибольшей длиной обработки 500 мм, а также для прорезания пазов, канавок и выемок различного профиля.

Индекс модели расшифровывается так: 7 – станок долбежно-строгальной группы; Б – станок модернизирован; 3 – тип станка: поперечно-строгальный; 5 – наибольшая длина хода ползуна, 500мм.

Основным узлом станка является станина 1 (рис. 7.1), по горизонтальным направляющим 4 которой перемещается ползун 2 с суппортом 5 и резцедержателем 6.

По вертикальным направляющим станка 10 передвигается поперечина 9 со столом 7, а по направляющим поперечины стол 7, который для большей устойчивости поддерживается стойкой 8. Неподвижный упор 3, установленный на станине, необходим для осуществления механической подачи суппорта в вертикальном или наклонном направлении.

Заготовку или приспособление для ее крепления устанавливают на столе, для чего на горизонтальной и вертикальной опорных поверхностях стола предусмотрены Т-образные пазы. Резец закрепляется в резцедержателе, установленном на суппорте 5.

*Главное движение резания* – возвратно-поступательное движение ползуна с резцом.

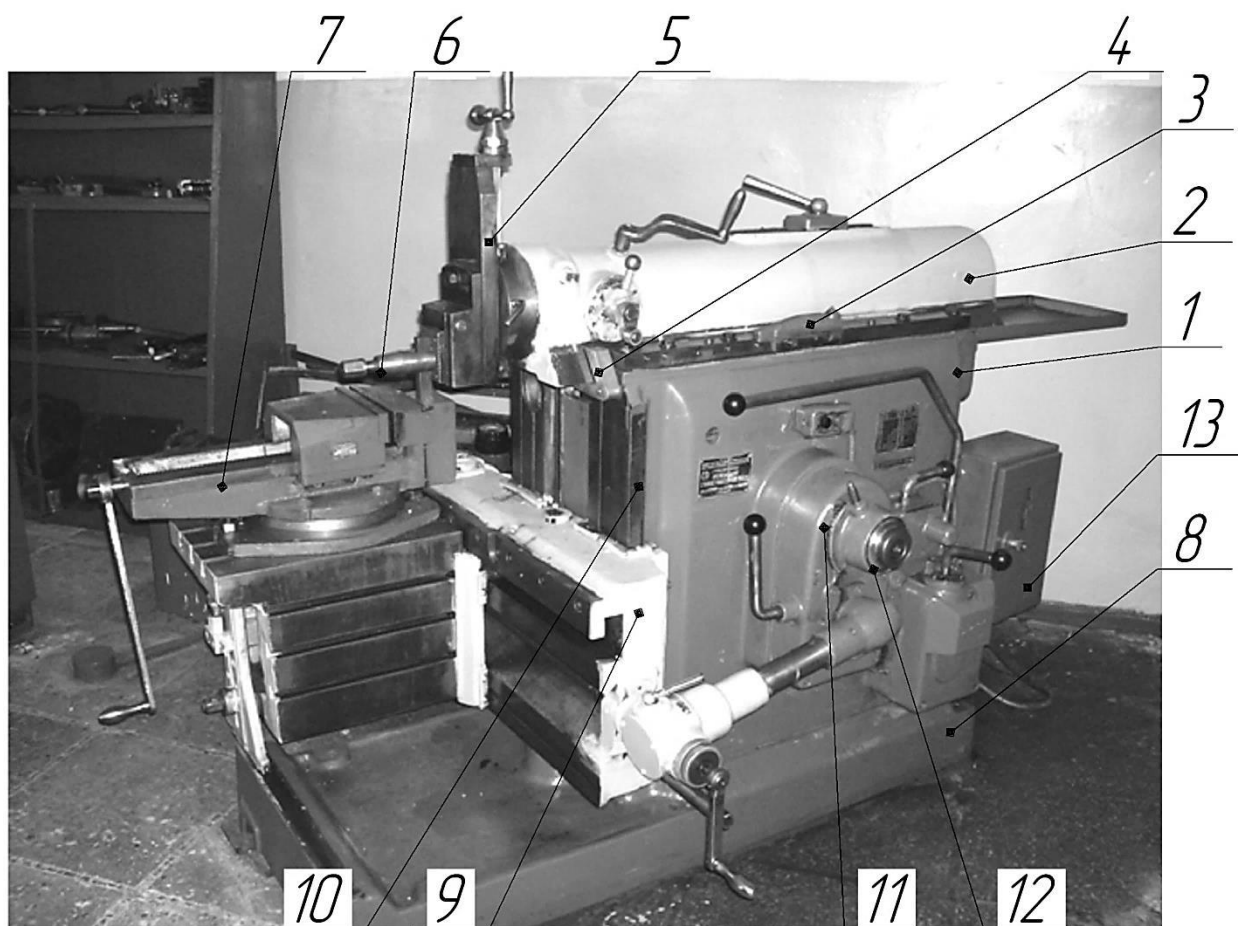


Рисунок 3.1 – Общий вид станка: 1 – станина; 2 – ползун; 3 – упор неподвижный; 4 – направляющие горизонтальные; 5 – суппорт; 6 – резцедержатель; 7 – стол; 8 – стойка; 9 – поперечина; 10 – направляющие станины вертикальные; 11 – сектор контроля величины поперечной подачи; 12 – лимб контроля длины хода ползуна; 13 – электродвигатель

Движение подачи имеет прерывистый характер, и оно сообщается заготовке при обработке горизонтальных поверхностей или суппорту с резцедержателем при обработке вертикальных и наклонных поверхностей.

Это движение осуществляется в конце холостого хода механически или вручную. Вертикальное ручное перемещение суппорта также применяют для установки резца на требуемую глубину резания. Вертикальное перемещение поперечины по направляющим станины используют только как установочное при настройке станка в соответствии с габаритами заготовками.

Основными механизмами станка является коробка скоростей, кулисный механизм, механизм автоматической поперечной подачи



стола в горизонтальной плоскости и механизм автоматической вертикальной подачи суппорта (рис. 7.2.)

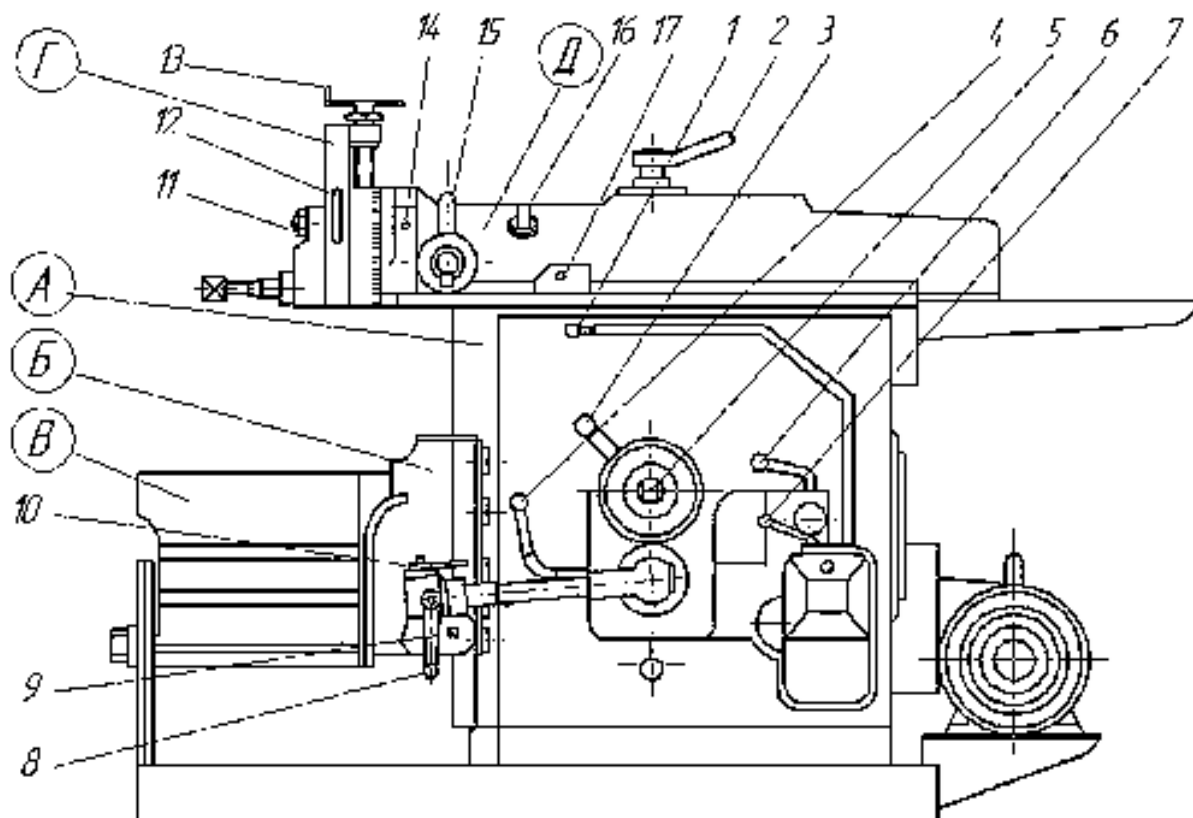


Рисунок 3.2 – Общий вид и рукоятки управления поперечно-строгального станка 7Б35: А – станина; Б – салазки крестовые; В – стол; Г – суппорт поворотный; Д – ползун; 1 – рукоятка включения фрикциона; 2 – рукоятка зажима ползуна; 3 – рукоятка переключения поперечных подач стола; 4 – рукоятка ускоренного перемещения; 5 – квадрат для установки длины хода ползуна; 6 – рукоятка переключения перебора; 7 – рукоятка переключения скоростей (частот двойных ходов) ползуна; 8 – рукоятка ручного перемещения стола; 9 – квадрат для установки вертикального перемещения стола; 10 – рукоятка реверса подачи; 11 – гайка зажима поворотной доски; 12 – рукоятка зажима салазок суппорта; 13 – рукоятка вертикального перемещения суппорта; 14 – рукоятка зажима суппорта; 15 – рукоятка переключения вертикальных подач суппорта; 16 – квадрат установки места хода ползуна; 17 – кулачок автоматической подачи суппорта

Коробка скоростей предназначена для одновременного изменения скорости перемещения и числа двойных ходов ползуна. Валы и зубчатые колеса коробки скоростей смонтированы внутри станины. Изменение положения зубчатых колес на валах обеспечивается руко-

Technical drawing of a mechanical gear assembly, showing a large gear (1) with  $Z=107$  teeth, meshing with a smaller gear (2) with  $Z=19$  teeth. The assembly includes a crankshaft (3) with  $Z=18$  teeth, a connecting rod (4) with  $Z=18$  teeth, and a piston (5) with  $Z=16$  teeth. The assembly is mounted on a base (6) and includes a flywheel (7) and a crankshaft (8). The assembly is labeled with various numbers and letters, including 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 8

Основными деталями кулисного механизма являются кулисное колесо 1, ползушка 9, кулисный камень 8, кулиса 7. На торце кулисного колеса имеются призматические направляющие 10, в которых может перемещаться ползушка с пальцем А кулисы. В палец кулисы ввернут вал-винт 6 в зависимости от направления вращения которого ползушка 9 с пальцем и камнем 8 перемещается в направляющих 10, приближаясь к центру  $O_1$  кулисного колеса или удаляясь от него. Камень 8 входит в направляющие прорезы кулисы 7. При вращении ку-

лисного колеса палец, который шарнирно связан с камнем, описывает окружность, увлекая за собой и камень. При этом камень также будет описывать окружность и одновременно перемещаться по направляющим кулисы, что и заставляет ее качаться относительно нижней оси  $O_2$ . Кулиса верхним концом через серьгу 12 сообщает ползуну возвратно-поступательное движение. При этом качающаяся кулиса сообщает ползуну неравномерную скорость хода. Наибольшая скорость рабочего хода ползуна достигается при среднем положении кулисы, наименьшая - при крайних ее положениях.

Скорость холостого хода ползуна значительно выше, чем рабочего, что обеспечивает экономию времени, затрачиваемого на производительные холостые ходы станка.

Длина хода ползуна от 20 до 500 мм регулируется перемещением пальца А кулисы относительно центра кулисного колеса. Это достигается вращением вала 11 через квадрат  $P_{15}$  (квадрат 5 рис. 7.1), цилиндрические зубчатые колеса 5 и 2, конические зубчатые колеса 3 и 4, и винт 6. Длина хода ползуна контролируется по лимбу 12 (рис. 7.1).

Регулирование вылета ползуна относительно обрабатываемой заготовки, то есть начальной и конечной точек пути резца, осуществляется вручную вращением квадрата 16 (рис. 7.2). Закрепление ползушки кулисы относительно ползуна станка в нужном положении производится рукояткой 2 (рис. 7.2).

Механизм поперечной подачи стола в горизонтальной плоскости получает движение от вала IV кулисного колеса I посредством эксцентрикового кулачка 2 (рис. 7.4). Кулачок, соприкасаясь с роликом 18 рычага 7, поворачивает его вокруг оси 6. В свою очередь зубчатый сектор рычага 7 поворачивает колесо 11 и поводок 12 с собачкой 15, а собачка поворачивает на некоторый угол храповое колесо 14. При дальнейшем вращении кулачка происходит возвращение рычага 7 в исходное положение. При этом собачка 15 проскальзывает по зубьям храпового колеса, которое затормаживается пружиненной собачкой 13 для предотвращения проворачивания. Торец храпового колеса, являясь частью кулачковой муфты 16, (реверс) передает движение винту подачи стола через вал 10, зубчатые колеса 8 и 9, вал VI и механизм реверса 10 (рис. 7.2). Величина подачи стола зависит от угла поворота храпового колеса, т.е. от количества захватываемых собачкой зубьев. Значение подачи устанавливается рукояткой 3 (рис. 7.2) и

контролируется по сектору 11 (рис. 7.1) и указателю 4 (рис. 7.4). Всего подач 16 от 0,3 до 4,8 мм/дв. ход.

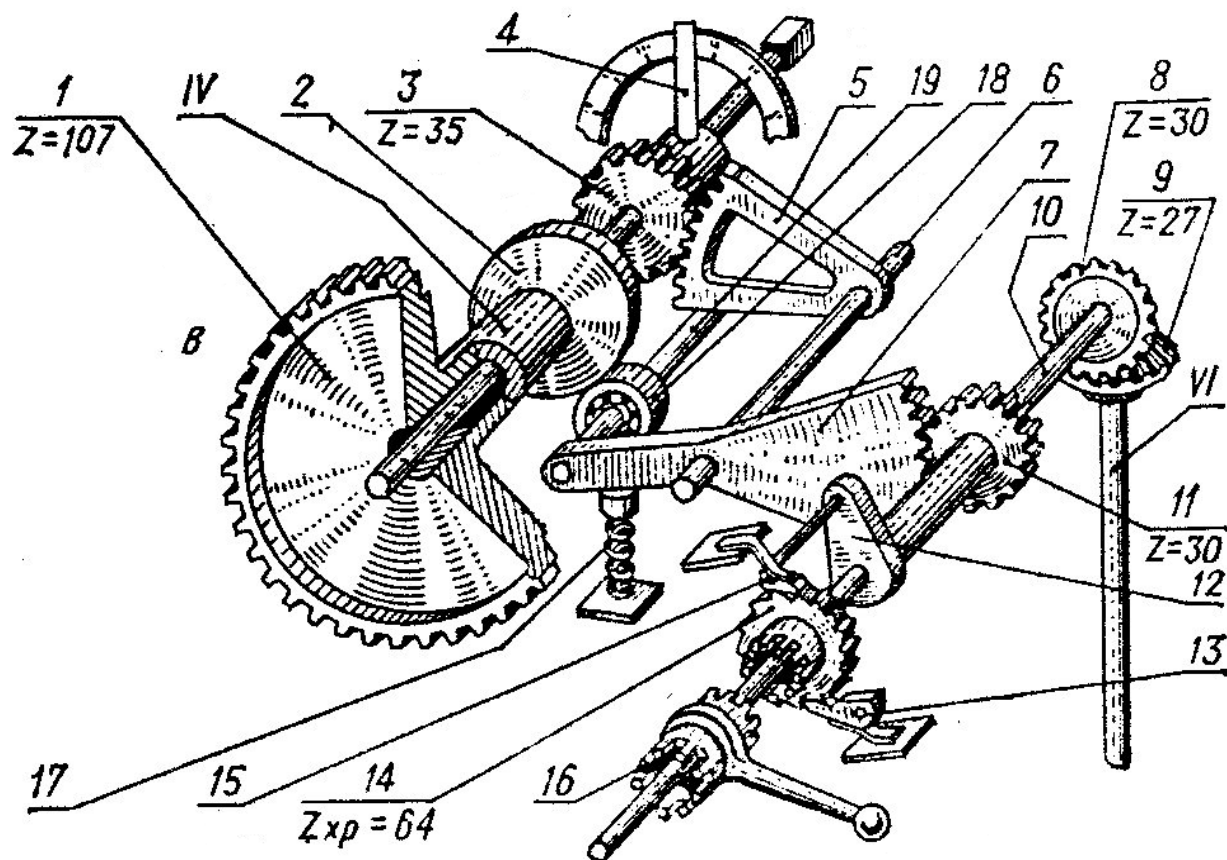


Рисунок 7.4 – Механизм поперечной подачи: 1 – колесо кулисное; 2 – кулачок; 3, 11 – колесо зубчатое цилиндрическое; 4 – указатель величины подачи; 5, 7 – сектор зубчатый; 6 – валик; 8, 9 – колесо коническое зубчатое; 10 – валик; 12 – поводок; 13, 15 – собачка; 14 – колесо храповое; 16 – муфта кулачковая; 17 – пружина

В механизме подачи стола имеется устройство для автоматического быстрого перемещения стола. Включение механизма быстрого перемещения стола производится путем поворота "на себя" рукоятки 4 (рис. 7.2). Для выключения следует отпустить рукоятку, которая под действием пружины повернется в свое исходное положение.

Ручное перемещение стола производится рукояткой 8 (рис. 7.2). Для этого необходимо отключить механизм автоматической подачи, повернув рукоятку 10 в среднее (нейтральное) положение, и ввести кривошипную рукоятку 8 в соединение со шлицевым пазом на торце ходового винта подачи. Вращением рукоятки приводят во вращение ходовой винт подачи и перемещают стол по салазкам в горизонтальном направлении. Для отсчета величины перемещения стола на вы-

ступающем конце ходового винта установлен лимб с ценой деления 0,1 мм.

Ручная вертикальная подача осуществляется перемещением суппорта с резцедержателем по вертикальным направляющим путём вращения рукоятки 13 (рис. 7.2), а автоматическая – за счёт кулачка 17, установленного на станине и храпового механизма. При этом рукояткой 15 устанавливают величину подачи от 0,163 до 1,0 мм на каждый двойной ход ползуна. Механизм вертикальной подачи суппорта работает только в том случае, когда ход ползуна более 150 мм. При автоматической подаче суппорт осуществляет движения только в одном направлении - вниз. При работе с ручной подачей положение суппорта, после установления подачи, фиксируется рукояткой 14. Для отсчета величины перемещения суппорта винт его снабжен лимбом с ценой деления 0,05 мм. Полный оборот винта соответствует перемещению суппорта на 5 мм.

### 3.2 Режущий инструмент и приспособления

Инструментом для строгания служат стандартные строгальные резцы, которые по конструкции, геометрическим параметрам, форме и размерам мало чем отличаются от токарных резцов. Название резец получает в зависимости от выполняемой им работы (рис. 7.5, рис. 7.6). Стрелки показывают направление движения подачи.

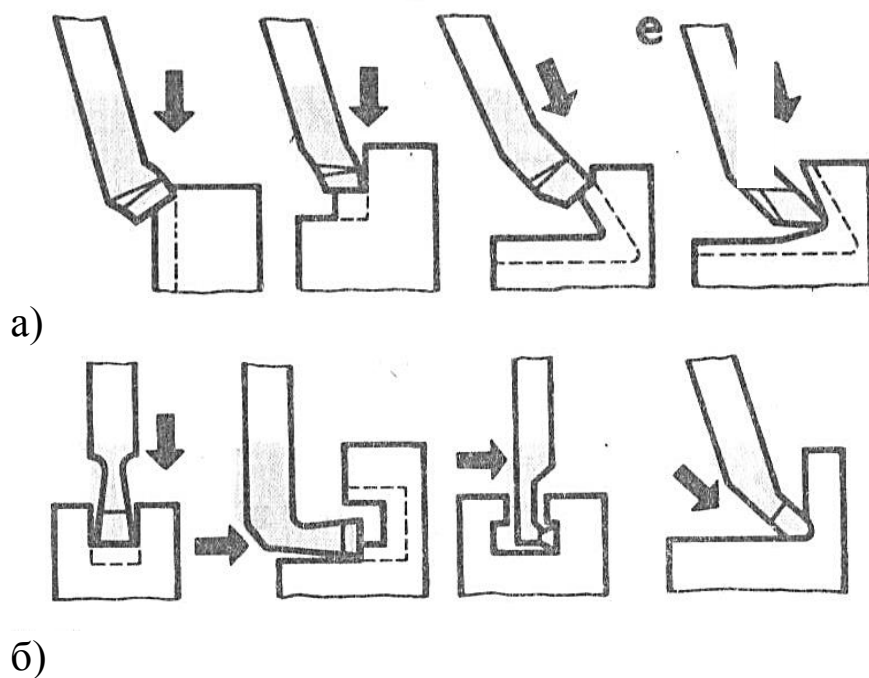


Рисунок 3.5 – Резцы строгальные: а – подрезные; б - прорезные

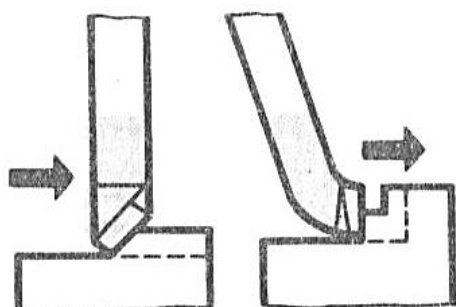


Рисунок 3.6 – Резцы строгальные проходные

Установку и закрепление заготовок на столе станка осуществляют с применением прихватов, прижимов, упоров, угольников, машинных тисков и других приспособлений (рис. 7.7).

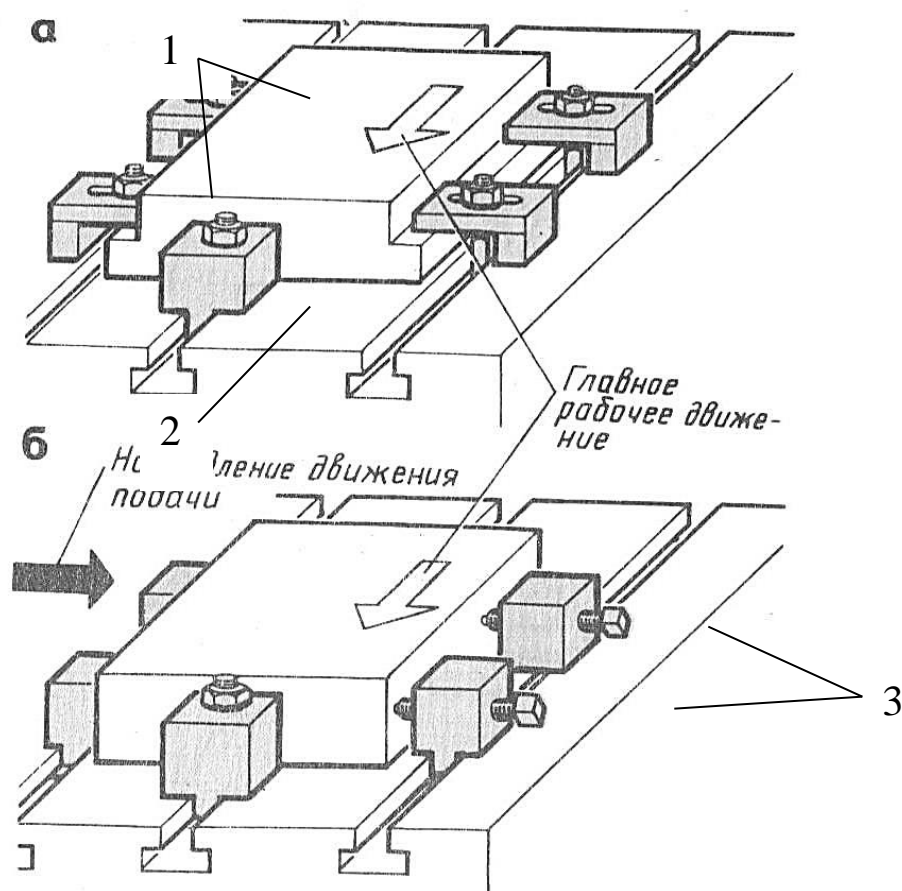


Рисунок 7.7 – Примеры закрепления заготовок: 1- прихваты; 2 - упор, 3 – прижим винтовой

Малогабаритные заготовки закрепляют в тисках, располагая губки тисков перпендикулярно направлению движения резца. При этом располагают заготовку симметрично относительно оси зажимного винта тисков.

## **7.3 Основные виды и приёмы выполнения работ на станке**

### **7.3.1 Строгание горизонтальных поверхностей**

Строгание горизонтальных поверхностей подразделяется на черновое, когда удаляется большая часть припуска и достигается шероховатость обработанной поверхности  $R_z 160 \dots 40$  мкм, и чистовое, в результате которого шероховатость поверхности составляет  $R_a 2,5 \dots 0,8$  мкм. Уменьшение шероховатости при чистовой обработке обеспечивается более мягкими режимами резания: малая глубина резания и подача. При строгании горизонтальной поверхности выполняют следующие приёмы:

1. В соответствии с габаритными размерами и формой заготовки выбирают способ ее закрепления. Устанавливают и выверяют положение зажимного приспособления на столе станка, например, тисков.

2. Устанавливают длину хода и положение ползуна относительно заготовки. Для этого поднимают стол станка, сблизив резец с заготовкой до  $5 \dots 10$  мм. Затем вращая валик 11 (рис. 7.3) за квадрат 5 (рис. 7.2) перемещают палец А кулисного камня 8 до совпадения с осью  $O_1$  кулисного колеса 1 (рис. 7.3), что соответствует нулевому делению на лимбе длины хода ползуна.

Отвернув рукоятку зажима ползуна 2 (рис. 7.2) и вращая квадрат 16, передвигают ползун с суппортом, подводя резец к обрабатываемой поверхности заготовки. Затем рукоятку 2 затягивают. Установив, таким образом, вылет ползуна, поворачивают квадрат 5 и устанавливают длину хода ползуна, которая равняется длине заготовки и плюс по  $15 \dots 20$  мм на врезание и перебег резца за пределы заготовки.

3. Устанавливают глубину резания, равную припуску или части припуска на обработку. Для этого включают электродвигатель станка, приводят в движение ползун и, перемещая салазки суппорта в направлении, перпендикулярном обрабатываемой поверхности, сближают резец и заготовку до лёгкого касания. Останавливают движение ползуна в конце холостого хода и отводят заготовку за пределы траектории движения резца. Продолжая перемещать салазки суппорта в направлении, перпендикулярном обрабатываемой поверхности устанавливают глубину резания по лимбу суппорта с ценой деления  $0,05$  мм. После установления глубины резания закрепляют суппорт рукояткой зажима 14.

4. Устанавливают подачу в зависимости от глубины резания и требований к шероховатости поверхности. Величина подачи указыва-

ется в документации или рекомендуется мастером. Поворотом рукоятки 3 устанавливают требуемую подачу стола (значения подач указаны на табличке, помещенной на диске рукоятки 3). Направление подачи устанавливается рукояткой 10. Быстрый отвод и подвод стола осуществляется поворотом рукоятки 4 «на себя» (рис. 7.2).

5. Устанавливают число двойных ходов ползуна поворотом рукояток 6 и 7 в соответствующие положения. Значение скорости главного движения резания указано в технической документации или рекомендуется мастером. Контроль осуществляют по неподвижному сектору рукоятки 7.

6. Производят пуск электродвигателя нажатием соответствующей кнопки на кнопочной станции. Поворачивают рукоятку фрикциона 1 «на себя» и проводят строгание поверхности.

7. По окончании рабочего хода поворачивают рукоятку фрикциона 1 «к станине», обеспечивая при этом нахождение резца вне зоны обрабатываемой поверхности заготовки, и останавливают электродвигатель.

### 7.3.2 Стругание вертикальных и наклонных поверхностей, пазов и канавок

Вертикальные поверхности стругают проходными и подрезными резцами с прямыми и отогнутыми головками. При обработке сопряжённых вертикальной и горизонтальной плоскостей вначале проходным резцом при горизонтальной подаче стругают поверхность 1, а затем подрезным резцом за два рабочих хода обрабатывают поверхность 2 (рис. 7.8).

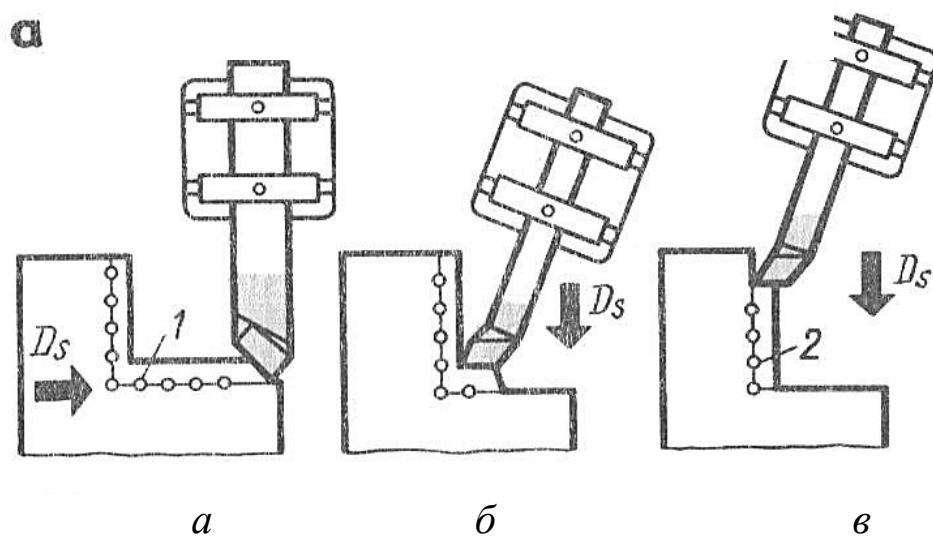


Рисунок 7.8 – Последовательность строгания по разметке сопряжённых горизонтальной и вертикальной плоскостей



При строгании вертикальных поверхностей заготовки устанавливают на подкладки для того, чтобы резец не задевал поверхности стола, а это возможно только при наличии зазора между верхней поверхностью стола и заготовкой. Суппорт ставят в нулевое положение, салазки поднимают вверх до отказа, а затем опускают на 5...10 мм вниз, а откидную доску с резцом поворачивают до отказа верхним концом в сторону обрабатываемой заготовки (рис. 7.8, б и в), затем поднимают стол так, чтобы зазор между резцом и заготовкой был около 5 мм. При такой настройке длина перемещения салазок будет больше высоты вертикальной плоскости.

Строгание наклонных сопряжённых поверхностей осуществляют также проходными и подрезными резцами.

Последовательность строгания узкого паза типа «ласточкин хвост» осуществляют последовательно тремя резцами (рис. 7.9) с вертикальной подачей суппорта.

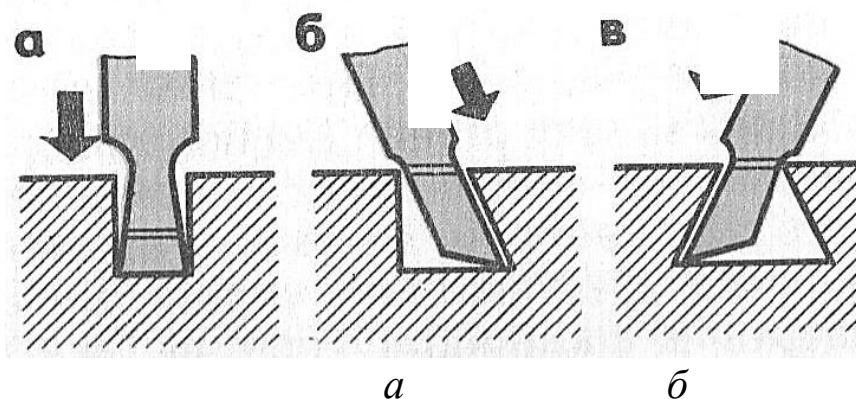


Рисунок 7.9 – Последовательность строгания узкого паза типа «ласточкин хвост»

Вначале прорезным резцом обрабатывают прямоугольный паз на полную глубину (рис. 7.9, а). Затем последовательно правым (б) и левым (в) подрезными резцами строгают обе наклонные стороны паза. Поворотную часть суппорта при этом поворачивают на угол наклона стенок паза.

Строгание пазов другой формы осуществляют аналогично рассмотренному выше.

Сопряжённые обработанные поверхности проверяют линейками, шаблонами, угольниками, универсальными угломерами, а размеры – штангенциркулями и штангенглубиномерами.

Контрольные вопросы:

1. Что является главным движением резания и движением подачи при обработке заготовки на поперечно-строгальном и продольно-строгальном станках. Каков характер подачи?
2. Расшифруйте индекс модели станка 7Б35.
3. Назовите основные узлы станка 7Б35.
4. Куда устанавливается и как крепится заготовка при обработке на станке?
5. Для чего предназначена коробка скоростей?
6. Каково назначение кулисного механизма? Назовите основные детали механизма.
7. Что такое двойной ход ползуна? Скорость какого хода больше и почему?
8. Чем и как регулируется и контролируется длина хода ползуна?
9. Какова размерность подачи? Как устанавливается необходимая величина подачи на станке?
10. Как осуществляют и контролируют ручное перемещение стола?
11. Как осуществляется вертикальная ручная и автоматическая подача?
12. Приведите и опишите режущий инструмент для строгания заготовок.
13. Чем отличается чистовое строгание от чернового?
14. Приведите укрупнённо основные приёмы при строгании горизонтальных поверхностей.
15. Приведите укрупнённо основные приёмы при строгании вертикальных, наклонных поверхностей и пазов.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

### **Токарно-винторезный станок 1А62**

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, в том числе нарезания резцом метрической, дюймовой, модульной и другой резьбы. **1А62** – это индекс модели станка, что означает: **1** – станок относится к первой группе (станки токарные), **А** – станок модернизирован, **6** – тип станка токарно-винторезный, **2** – высота центров 200 мм.

*Основные технические данные:*

Наибольший диаметр изделия,

устанавливаемого над станиной, мм	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	210
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	36
Расстояние между центрами, мм	750; 1000 или 1500
Наибольшая длина обтачивания, мм	650; 900 или 1400
Внутренний конус шпинделя – Морзе №6	
<i>Пределы частот вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup></i>	<i>12,5...2000</i>
Пределы продольных подач, мм/об	0,082...1,59
Пределы поперечных подач, мм/об	0,027...0,522
<i>Нарезание резьбы</i>	
Метрическая, шаг в мм	1...12
Дюймовая, число ниток на 1"	2...24
Модульная, шаг в модулях	0,5...3
Питчевая, питч	7...96
Мощность электродвигателя, кВт	7

Станок состоит из следующих основных узлов и механизмов (рис. А.1): станины 1, передней бабки со шпинделем 2, задней бабки 10, коробки подач 4, гитары сменных зубчатых колес 3, реверсивного механизма 5, фартука с суппортом 7 и др.

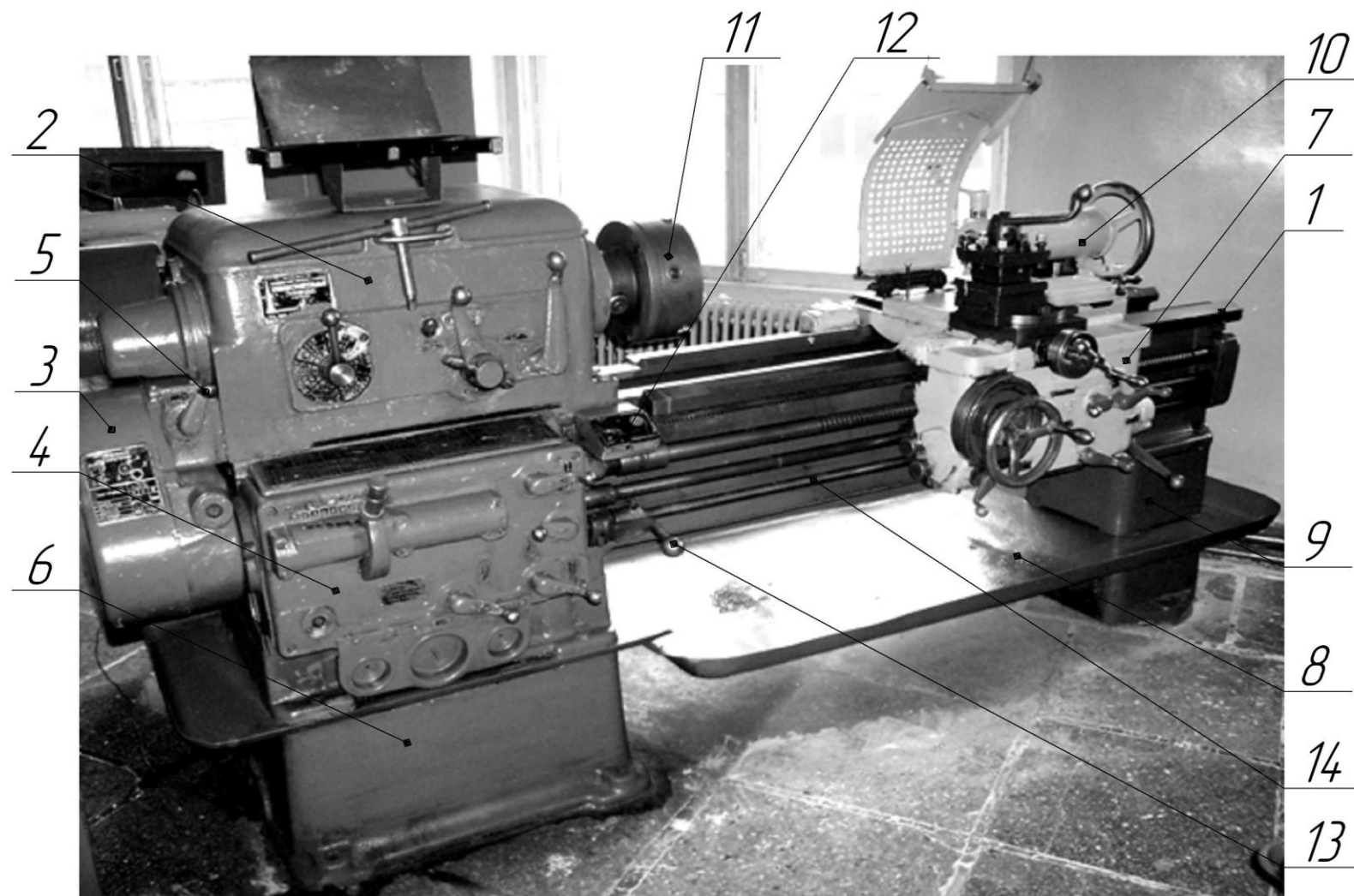
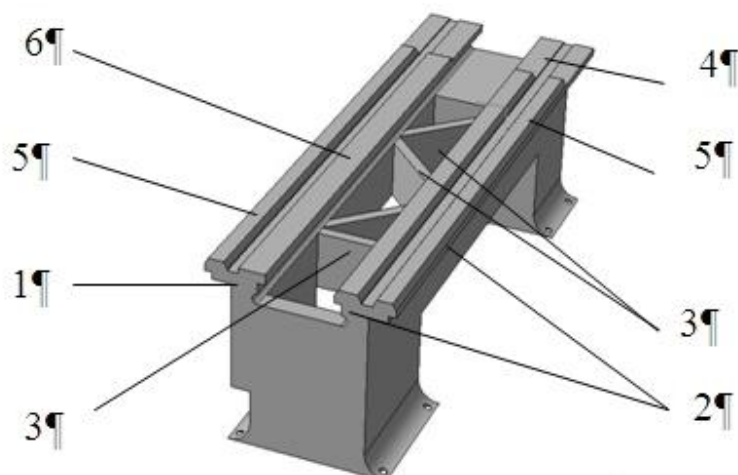


Рисунок А.1 – Общий вид станка: 1 – станина; 2 – передняя бабка; 3 – гитара; 4 – коробка подач; 5 – рукоятка реверса; 6 – левая тумба; 7 – фартук с суппортом; 8 – корыто; 9 – правая тумба; 10 – задняя бабка; 11 – патрон трёхкулачковый; 12 – кнопочная станция; 13 – рукоятка вращения шпинделя; 14 – валик управления

*Станина* (рис. А.2) служит для монтажа на ней всех основных узлов станка. Она изготавливается из высокопрочного чугуна и состоит из двух продольных стенок 1-2, опирающихся по концам на тумбы. Стенки для большей жесткости соединены поперечными ребрами 3. Станина имеет две призматические и плоскую направляющие. Направляющие станины должны быть строго прямоугольны и параллельны, иметь высокую твердость. Для обеспечения высокой твердости их подвергают закалке.



*Рисунок А.2 – Станина станка: 1,2–стенки продольные; 3 – ребра жесткости; 4 – левая часть станины; 5,6 – направляющие*

На левой верхней части станины крепится передняя бабка. Она служит для закрепления обрабатываемой заготовки (в патроне, планшайбе или в центрах) и для передачи ей вращения. В ней смонтированы коробка скоростей и шпиндель. Коробка скоростей предназначена для изменения частоты вращения шпинделя и обеспечивает 24 различных частот прямого и 12 частот обратного ускоренного вращения шпинделя. Требуемая частота вращения шпинделя устанавливается при помощи рукояток 1, 2 и 3 (рис. А.3).

Рукоятку 1 с прикрепленным к ней диском, на котором нанесены частоты вращения шпинделя, поворачивают в ту или в другую сторону до тех пор, пока в рамку указателя не войдет цифра требуемой частоты вращения шпинделя. Затем рукоятки 2 и 4 устанавливают против пятнышка, соответствующего цвету пятнышка на рамке указателя.

Движение коробке скоростей передается от индивидуального электродвигателя, через клиноременную передачу на шкив фрикционного вала.

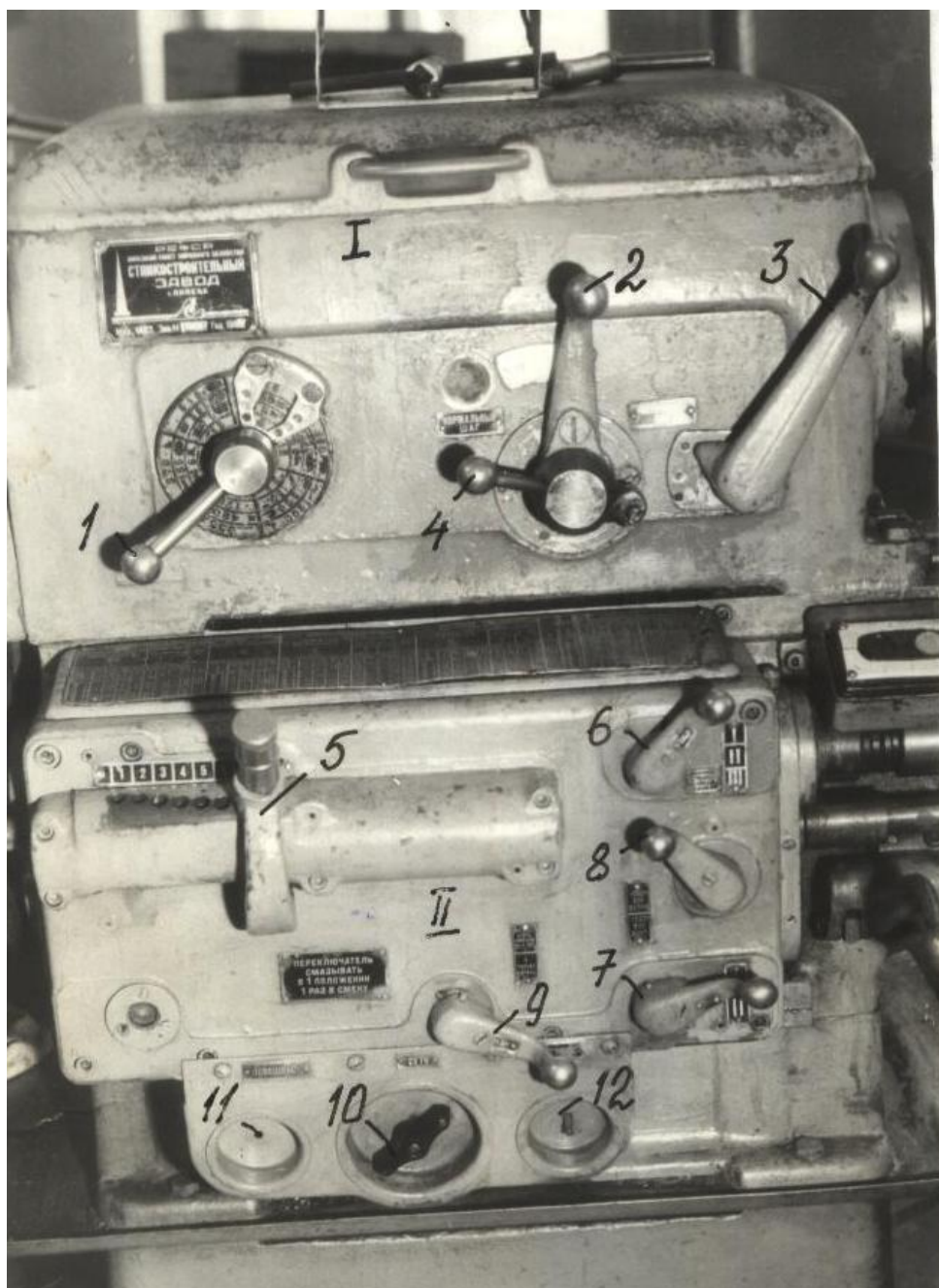


Рисунок А.3 – Передняя бабка и коробка подач: I – передняя бабка; II – коробка подач; 1, 2, 3 – рукоятки установки требуемой частоты вращения шпинделя; 4 – рукоятка установки увеличенного шага резьбы; 5, 6, 7, 9 – рукоятки установки требуемой величины подачи и шага резьбы; 8 – рукоятка включения ходового винта и ходового валика; 10 – переключатель подключения и отключения станка от электросети; 11 – включатель освещения; 12 – включатель насоса

Основным валом коробки скоростей является шпиндель, который передает вращение заготовке при помощи кулачкового патрона, наворачиваемого на правый конец шпинделя.

*Механизм подачи.* Движение подачи сообщается режущему инструменту с целью распространения отделения слоя материала на всю обрабатываемую поверхность заготовки. Продольная подача направлена вдоль, а поперечная перпендикулярно оси шпинделя станка. Величиной подачи называется расстояние пройденное резцом за один оборот шпинделя: единицы измерения мм/об. Механизм подачи включает в себя:

а) *реверсивный механизм*, предназначенный для изменения направления подачи при точении и нарезании резьб; управление механизмом осуществляется рукояткой 5 (рис. А.1), при этом она устанавливается в положение согласно указателю, помещенной над ней таблицы.

б) *гитару со сменными зубчатыми колесами*, которая дает возможность коробке подач совместно с ней производить на станке нарезание метрических, дюймовых и других резьб, а также служит для нарезания точных резьб с приводом от винта коробки подач. При нарезании требуемой резьбы зубчатые колеса устанавливаются согласно схемы, помещенной на защитном кожухе.

в) *коробку подач*, которая предназначена для изменения скорости перемещения режущего инструмента на обрабатываемой поверхности заготовки и установления шага резьбы. Для настройки подачи или шага резьбы рукоятки 5,6,7 и 9 (рис. А.3) устанавливаются в положение в соответствии с таблицей, находящейся на панели коробки подач. Рукоятка 8 предназначена для включения ходового винта или ходового валика. Здесь же располагаются переключатели подключения к сети 10, включение освещения 11 и насоса 12, для подачи охлаждающей жидкости.

г) *фартук с суппортом 7* (рис. А.1.) В фартуке расположены механизмы, превращающие вращательное движение ходового винта и ходового валика в поступательное движение резца, устройство для включения и выключения механической подачи; блокировочное устройство.

*Суппорт II* (рис. А.4) предназначен для закрепления резца и его перемещения в продольном и поперечном направлениях. Нижняя плита суппорта 1 (рис. А.4), называемая кареткой или продольными салазками, может перемещаться по направляющим станины механически или вручную с помощью маховика 13 и дает резцу движение в продольном направлении. На верхней поверхности каретки имеются направляющие 2 в форме ласточкина хвоста, расположенные перпен-



дикулярно направляющим станины. По этим направляющим механически или вручную с помощью маховика 18 перемещаются поперечные салазки 3 в результате чего резец получает поперечную подачу.

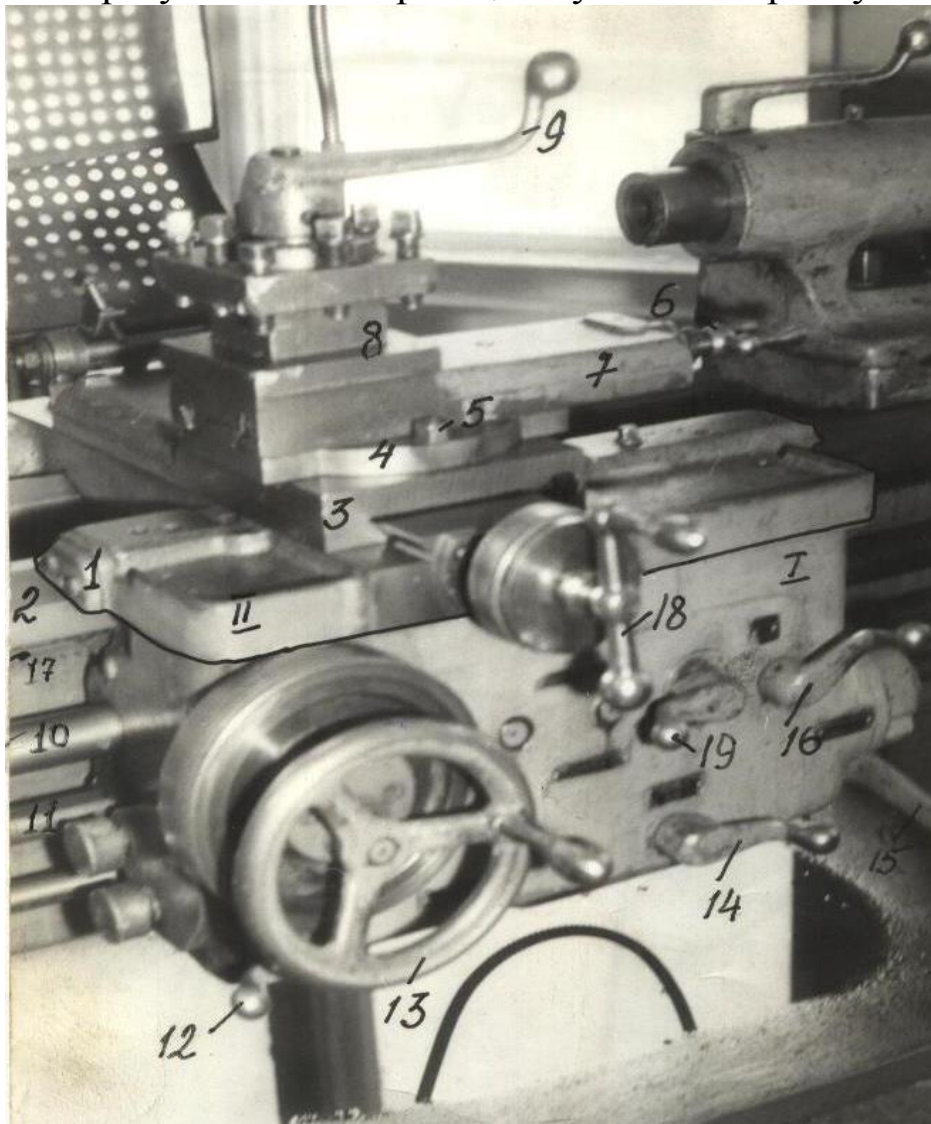


Рисунок А.4 – Фартук с суппортом: I – фартук; II – суппорт;  
 1 – каретка; 2 – направляющие; 3 – салазки поперечные;  
 4 – поворотная часть суппорта; 5 – гайка; 6 – рукоятка  
 для перемещения резцедержателя; 7 – верхние салазки  
 суппорта; 8 – резцовая головка; 9 – рукоятка поворота и  
 крепления резцовой головки; 10 – ходовой винт; 11 – ходовой  
 валик; 12 – рукоятка реверсирования подачи; 13 – маховик  
 для продольного перемещения суппорта вручную;  
 14 – рукоятка включения механической подачи;  
 15 – рукоятка управления шпинделем; 16 – рукоятка  
 замыкания и размыкания разъемной маточной гайки; 17 –  
 рейка зубчатая; 18 – маховик для поперечной подачи  
 салазок 3; 19 – рукоятка переключения подачи.

Сверху на поперечные салазки устанавливается и крепится с помощью болтов и гаек 5 поворотная часть суппорта 4. Для поворота части суппорта 4 необходимо отпустить гайки 5, повернуть суппорт на требуемый угол и затем гайки затянуть.

На верхней поверхности поворотной части имеются направляющие в форме ласточкиного хвоста, по которым при вращении рукоятки 6 перемещаются верхние салазки суппорта 7.

На верхних салазках суппорта установлена четырехгранная резцовая головка 8, позволяющая закрепить сразу до 4-х резцов, которыми можно работать поочередно. Головка поворачивается и закрепляется в любом положении рукояткой 9.

При всех токарных работах, кроме нарезания резьбы резцом, продольная подача осуществляется при помощи жестко закрепленной на станине рейки 17 и катящегося по ней зубчатого колеса установленного в фартуке, т.е. эта передача преобразует вращательное движение деталей фартука в равномерно-поступательное движение суппорта. Реечное колесо может получать вращение от руки через маховик 13, или от ходового валика 11. Включение и выключение механической подачи производится рукояткой 14.

При нарезании резьбы резцом для более точного механического перемещения суппорта пользуются ходовым винтом 10, с которым связана разрезная маточная гайка. Включение маточной гайки производится рукояткой 16. Если включать механизм продольной подачи от ходового вала одновременно с замыканием маточной гайки на ходовом винте, то произойдет поломка деталей фартука или коробки подач. Для предотвращения этого на станке предусмотрена блокировка. Рукоятка 19, включающая продольную или поперечную механические подачи, при включении какой либо подачи, не дает возможности включения подачи от ходового винта.

*Задняя бабка* служит для поддержания другого конца обрабатываемой заготовки посредством установки в ее пиноль вращающегося центра; используется также для установки сверлильного патрона, сверла, зенкера, развертки и других инструментов. Корпус задней бабки 2 (рис.5) расположен на плите 1, перемещаемой по направляющим станины. В отверстии корпуса может продольно перемещаться пиноль 3. С переднего конца пиноль имеет коническое отверстие, в которое вставляются центр 5 или хвостовая часть инструмента или приспособления. Перемещение пиноли производится маховиком 4. Рукоятка 6 служит для фиксирования пиноли в корпусе бабки. К ста-

нине бабка крепится скобой и болтами 7. Поперечное смещение корпуса относительно плиты производится при отпущенных гайках с помощью винта.

Точное совмещение оси пиноли с линией центров определяется по совпадению вершин жестких центров установленных в конические отверстия шпинделя и пиноли.

Для удаления приспособления или инструмента из конического отверстия пиноли вращают маховик таким образом, чтобы втянуть пиноль в корпус задней бабки до отказа.

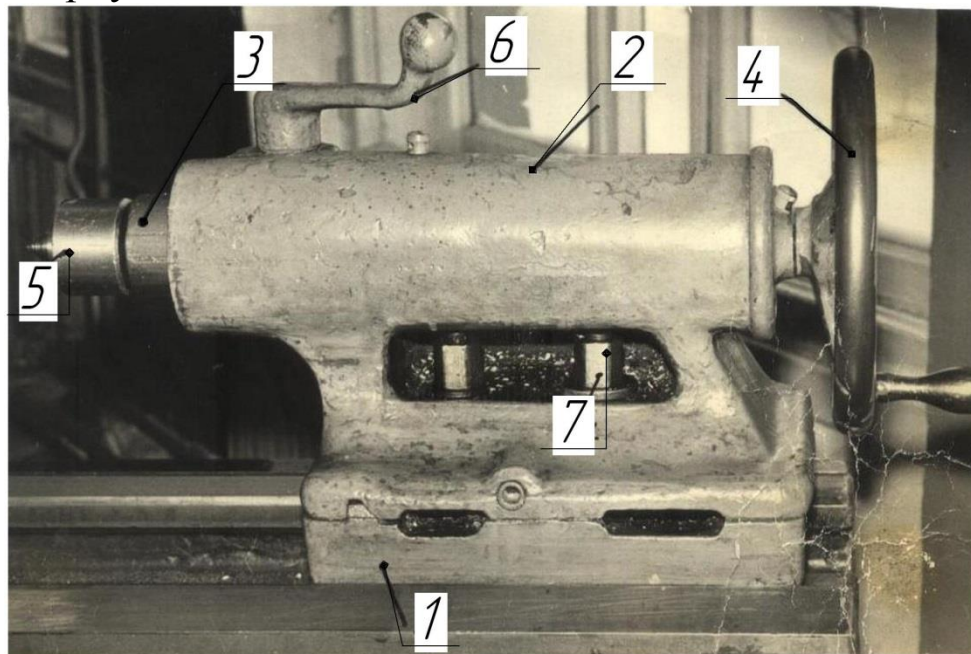


Рисунок А.5 – Задняя бабка (общий вид): 1 – плита; 2 – корпус; 3 – пиноль; 4 – маховичок перемещения пиноли; 5 – центр; 6 – рукоятка; 7 – болт с гайкой

#### *Управление станком*

Включение электродвигателя производится нажатием кнопки «пуск», а остановка – нажатием кнопки «стоп» кнопочной станции 12 (рис. А.1), расположенный на станине, у передней бабки. Включение вращения шпинделя, остановка и реверс осуществляется рукоятками 13, одна из которых расположена у левой тумбы станка, а другая на фартуке. Эти рукоятки связаны между собой валиком управления 14.

#### *Установка и закрепление резца*

Перед началом работы надо правильно установить резец в резцедержателе, следя за тем, чтобы выступающая из него часть резца была как можно короче и не больше 1,5 высоты его стержня. При большом вылете резец при работе будет вибрировать и в результате

обработанная поверхность получится волнистой, со следами дробления.

Рекомендуется резец по высоте устанавливать так, чтобы его вершина располагалась по высоте центров станка. Для этого применяют стальные прокладки прямоугольной формы. Нельзя устанавливать больше двух прокладок, для чего необходимо иметь их разной толщины. Прокладки необходимо располагать под всей опорной поверхностью резца.

Закрепление резца в резцедержателе должно быть надежным и прочным: он должен быть закреплен не менее чем 2 винтами, затяжка которых должна производиться равномерно.

Для проверки положения вершины резца по высоте подводят его вершину по одному из предварительно установленных центров. Для этой же цели можно пользоваться рисккой, проеденной на пиноли задней бабки на высоте центров.

## Приложение Б

### Токарно-винторезный станок 1К62

Токарно-винторезный станок 1К62 предназначен для выполнения разнообразных работ, в том числе для нарезания резьб резцом: модульной, питчевой, метрической, дюймовой, и архимедовой спирали с шагом 3/8 и 7/6. **1К62** – это индекс модели станка, что означает: **1** – станок относится к первой группе (станки токарные), **К** – станок модернизирован, **6** – тип станка токарно-винторезный; **2** – высота центров 200 мм.

#### *Основные технические данные:*

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	220
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	45
Расстояние между центрами, мм	710; 1000 или 1400
Наибольшая длина обтачивания, мм	640; 890 или 1390
Внутренний конус шпинделя – Морзе №6	
Пределы частот вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	12,5...2000
Пределы продольных подач, мм/об	0,07...4,16
Пределы поперечных подач, мм/об	0,035...2,08
<i>Нарезание резьбы</i>	
Метрическая, шаг в мм	1...192
Дюймовая, число ниток на 1"	2...24
Модульная, шаг в модулях	0,5...48
Питчевая, питч	96...1
Мощность электродвигателя, кВт	7,5

Станок состоит из следующих основных узлов и механизмов: станины 1, передней бабки 2, коробки подач 3, фартука 4, суппорта 5, задней бабки 6 (рис. Б.1).

*Станина* (рис. Б. 2) является основанием станка, на котором монтируют его основные узлы. Станина изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна. Она выполнена в виде коробчатой формы с поперечными П – образными ребрами и имеет две призматические направляющие, подвергнутые закалке.



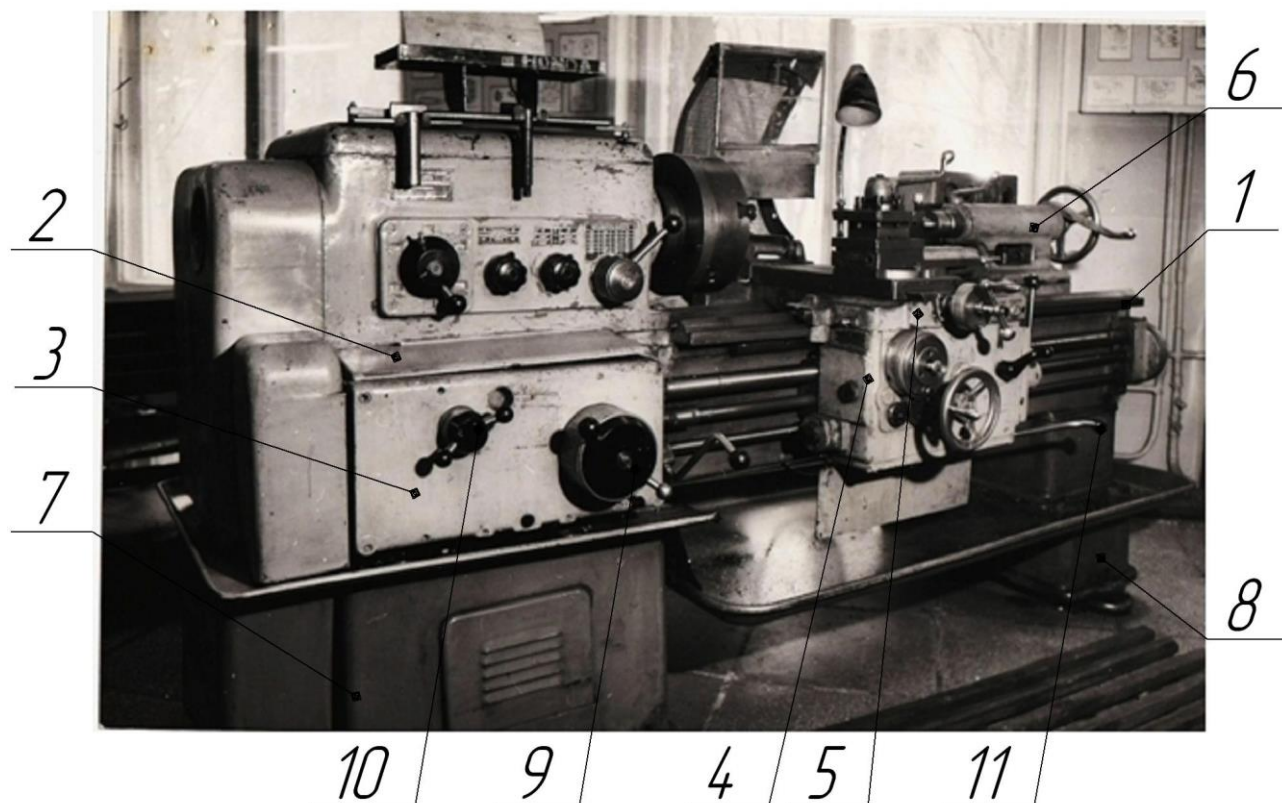


Рисунок Б.1- Общий вид станка: 1 – станина, 2 – передняя бабка, 3 – коробка подач, 4 – фартук, 5 – суппорт, 6 – задняя бабка, 7 – левая тумба, 8 – правая тумба, 9 – рукоятка выбора шага резьб или подач, 10 – рукоятка включения винта напрямую и установка вида резьбы, 11 – рукоятка управления шпинделем

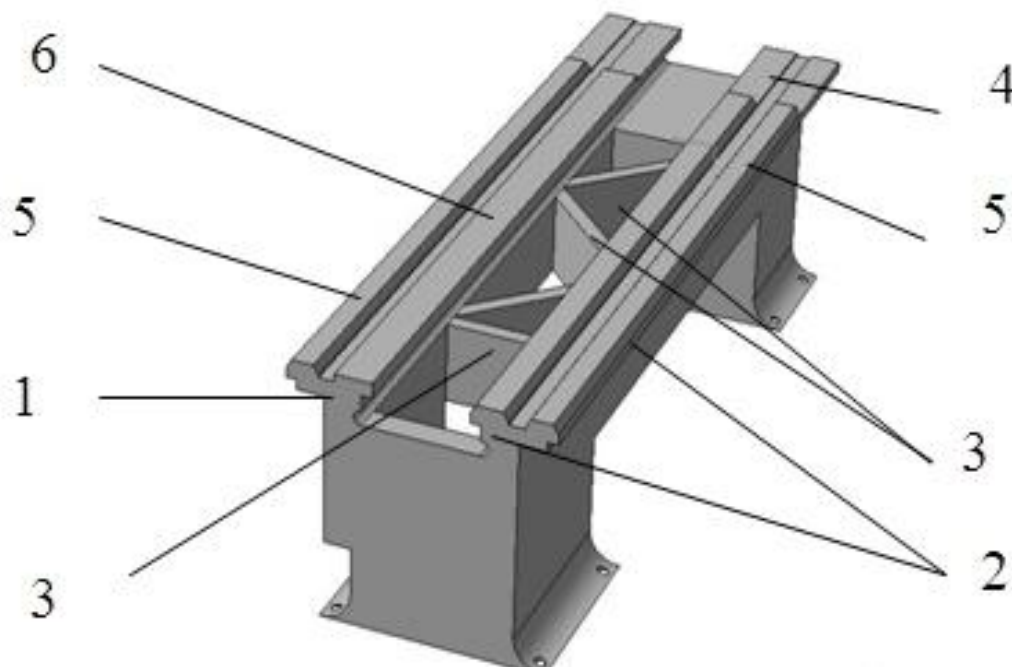


Рисунок Б.2– Станина токарного станка: 1-2 –стенки продольные, 3 –ребра жесткости, 4 – левая часть станины, 5-6 – направляющие

В нише правого торца станины смонтирован электродвигатель ускоренных ходов.

Станина устанавливается на две пустотелые ножки (тумбы). В левой ножке смонтирован электродвигатель главного движения. В правой ножке помещен бак для охлаждающего вещества (эмульсии).

*Передняя бабка* (рис. Б.3) крепится на левой верхней части станины. Передняя бабка служит для закрепления обрабатываемой детали в патроне, на планшайбе или центрах и для передачи ей вращения. В передней бабке смонтированы: коробка скоростей и шпиндель. Движение коробке скоростей передается от индивидуального электродвигателя, помещенного в левой (тумбе) станка, через клиноременную передачу на шкив фрикционного вала.

*Шпиндель* является основным валом коробки скоростей. Коробка скоростей предназначена для изменения частоты вращения шпинделя и обеспечивает 23 различных частот прямого и 12 частот обратного ускоренного вращения шпинделя. Требуемая частота вращения шпинделя устанавливается при помощи рукояток 1 и 2 (рис. Б.3).

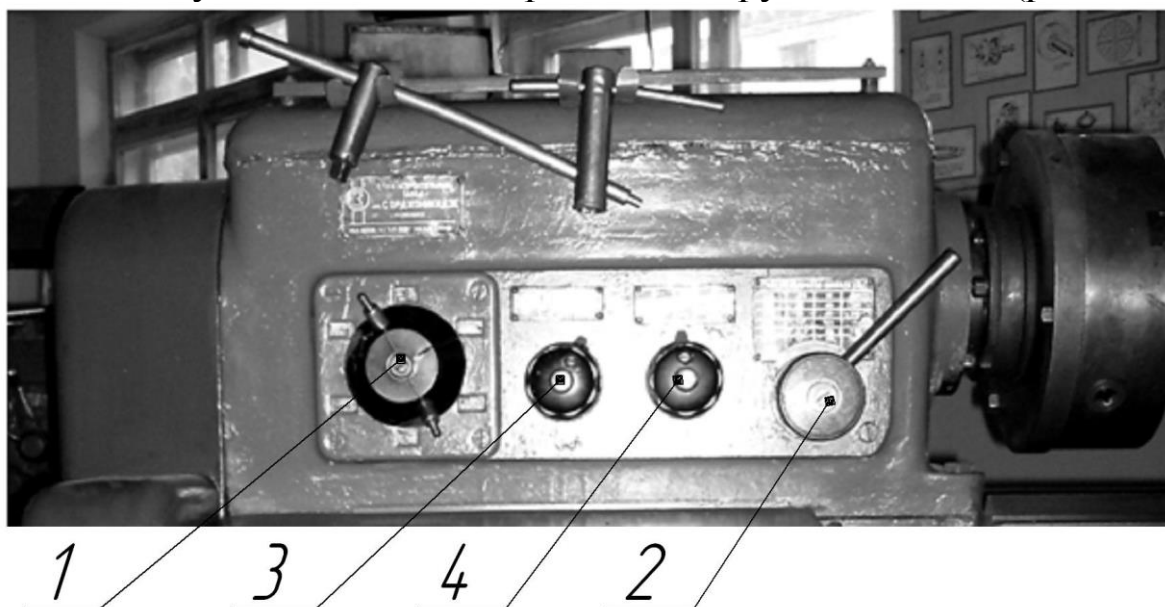


Рисунок Б.3 – Рукоятки наладки на передней бабке станка:

1,2 – рукоятки изменения частоты вращения шпинделя,

3,4 – рукоятки установки величины шага резьбы

*Задняя бабка* служит для поддержания другого конца обрабатываемой заготовки и для закрепления в ней сверл, зенкеров, разверток и другого инструмента и приспособлений (рис. Б.4). Корпус 2 задней бабки расположен на плите 1, перемещаемой по направляющим станины. В отверстии корпуса может продольно перемещаться пиноль 3. С переднего конца пиноль снабжена коническим отверстием, в кото-

рое вставляются центр 8 или хвостовая часть инструмента (сверла, зенкера и др.). Перемещение пиноли производится маховиком 4. Рукоятка 6 служит для закрепления пиноли в корпусе бабки. Рукояткой 5 через систему рычагов и эксцентрик задняя бабка крепится к станине. Для более прочного крепления предусмотрен дополнительный болт 7. Чтобы удалить из пиноли инструмент, надо вращать маховик 4 так, чтобы пиноль втянулась в корпус до отказа.

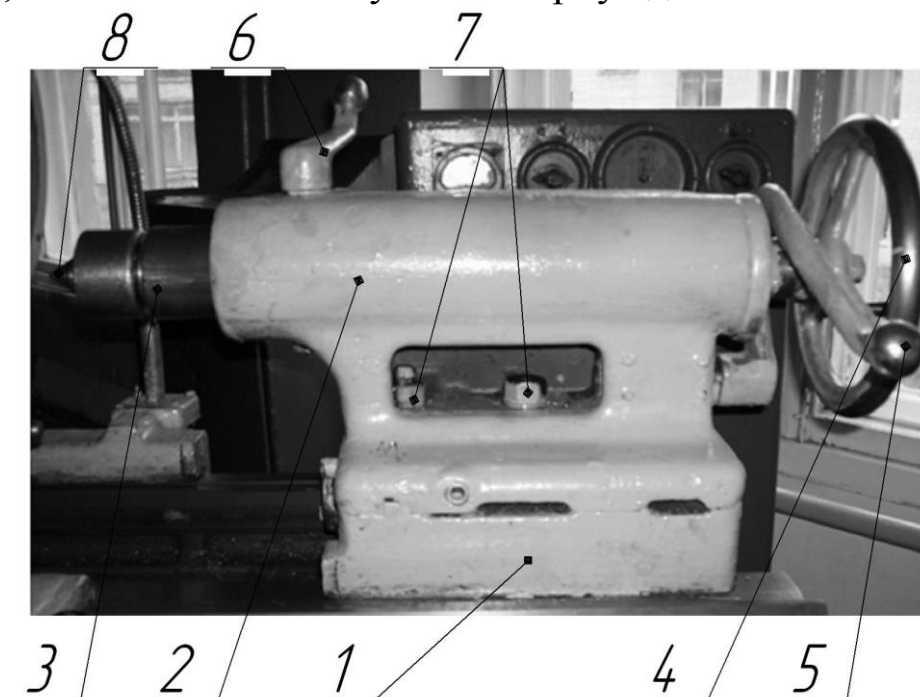


Рисунок Б.4 – Задняя бабка: 1 – плита, 2 – корпус, 3 – пиноль, 4 – маховик, 5 – рукоятка, фиксирующая положение бабки на станине, 6 – рукоятка, фиксирующая положение пиноли, 7 – болты крепления, 8 – центр

**Механизм подачи.** Движение подачи сообщается режущему инструменту с целью постепенного распространения процесса резания на всю обрабатываемую поверхность заготовки. Продольная подача направлена вдоль оси шпинделя, а поперечная – перпендикулярно этой оси. Величиной подачи называется расстояние на которое перемещается резец за один оборот шпинделя (мм/об).

Механизм подачи включает:

I – реверсивный механизм, предназначенный для изменения направления подачи (рис. Б.1).

II – гитару со сменными зубчатыми колесами, которая дает возможность совместно с механизмом коробки подач производить на станке нарезание различных (дюймовых, метрических и др. резьб), а также служит для нарезания точных резьб с приводом от ходового винта помимо коробки подач (рис. Б.1).



III – коробку подач, которая служит для изменения скорости вращения ходового винта и ходового вала, т.е. для изменения величины подачи (рис. Б.1).

IV – фартук, в котором расположены: механизм превращения вращательного движения ходового винта и ходового вала в поступательное движение резца, устройство для включения и выключения подачи и блокировочное устройство (рис. Б.5).

V – суппорт, служащий для закрепления резца и для его перемещения.

**Коробка подач** получает движение от коробки скоростей через сменные зубчатые колеса приклоне (гитары) II (рис. Б.1).

Механизм коробки подач позволяет получать все предусмотренные ГОСТ виды резьб и необходимые подачи (они указаны в таблицах рукоятки 9, 10 (рис. Б.1).

Все виды резьб, включение ходового винта напрямую и подача, устанавливается путем поворота рукоятки 10 (рис. Б.1).

При повороте рукоятки 9 достигается выбор шага резьбы или величины подачи по таблице, а для получения нужной величины шага резьбы или подачи необходимо диск барабана за рукоятку 9 вытянуть на себя, повернуть до совпадения риски диска с риской барабана, а затем диск подать вперед, в прежнее положение.

Для осуществления быстрых перемещений суппорта (каретки и салазок) в коробке подач на оси ходового вала смонтирована обгонная муфта.

**Фартук** служит для преобразования вращательного движения ходового винта и ходового вала в поступательное движение резца (рис. Б.5). Рукояткой 1 осуществляется включение и выключение механической подачи суппорта (продольной, поперечной). Направление перемещения рукоятки при включении совпадает с направлением перемещения суппорта в четырех направлениях. Быстрое перемещение суппорта в указанных четырех направлениях осуществляется дополнительным нажатием кнопки 12, встроенной в рукоятку 1.

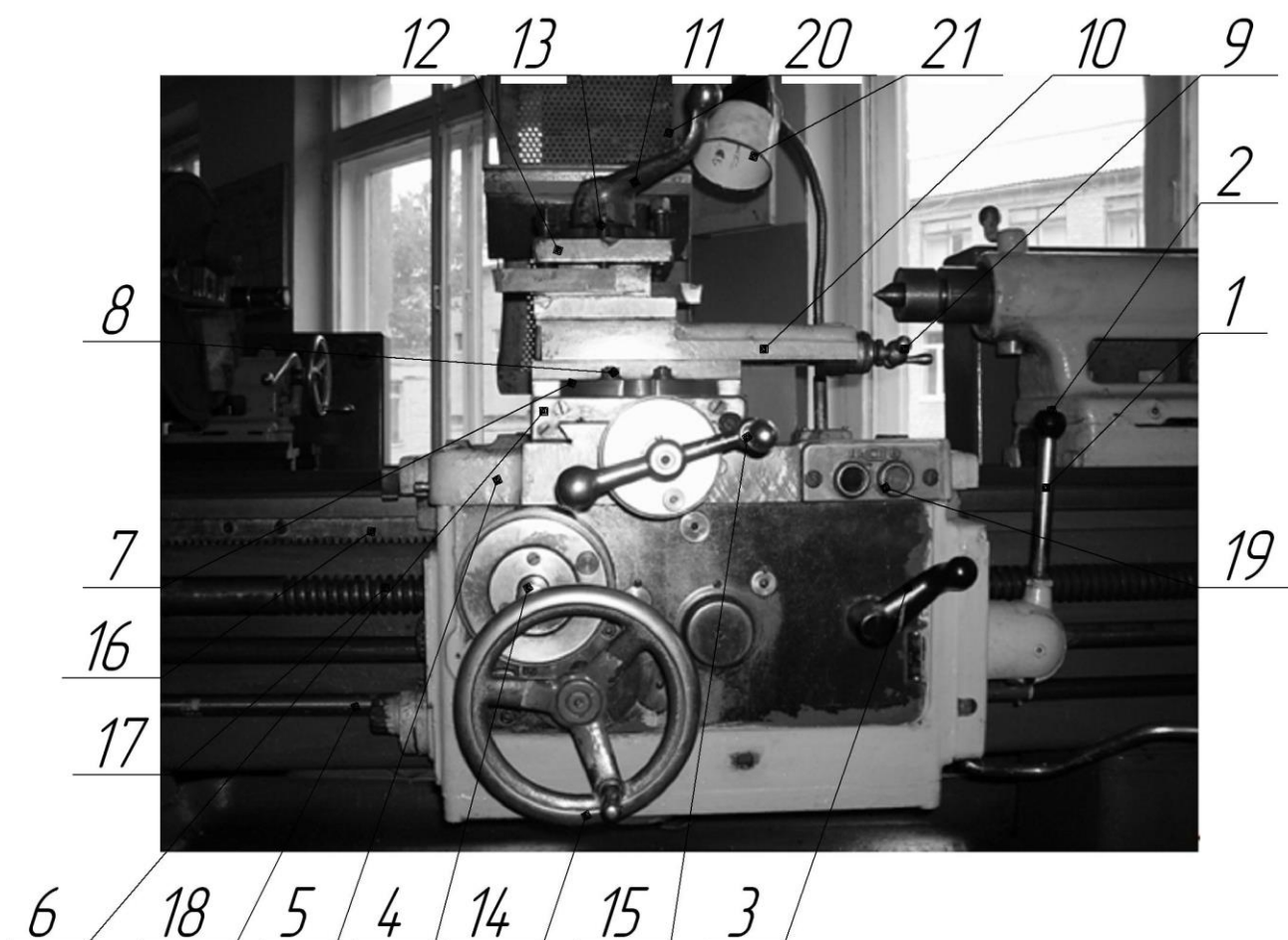


Рисунок Б.5 – Фартук с суппортом: IV – фартук, V – суппорт;

1 – рукоятка включения механической подачи, 2 – кнопка, 3 – рукоятка включения разъемной гайки, 4 – кнопка, 5 – каретка, 6 – салазки, 7 – поворотная часть суппорта, 8 – гайка, 9 – рукоятка, 10 – верхние салазки суппорта, 11 – рукоятка крепления резцовой гайки, 12 – головка резцовая, 13 – винты крепления резца, 14 – маховик ручного продольного перемещения суппорта, 15 – маховик ручного поперечного перемещения салазок суппорта, 16 – рейка, 17 – ходовой винт, 18 – ходовой валик, 19 – кнопочная станция, 20 – защитный экран, 21 – лампа.

Рукояткой 1 осуществляется включение и выключение механической подачи суппорта (продольной, поперечной). Направление перемещения рукоятки при включении совпадает с направлением перемещения суппорта в четырех направлениях (влево, вправо, на себя, от себя). Быстрое перемещение суппорта в указанных четырех направлениях осуществляется дополнительным нажатием кнопки 12, встроенной в рукоятку 1.

Рукоятка 3 служит для включения гайки при нарезании резьбы резцом. Верхнее положение рукоятки 3 соответствует включенному положению разъемной гайки, а нижнее включенному ее положению.

При нарезании резьбы резцом необходимо реечное зубчатое колесо вывести из зацепления с рейкой путем вытягивания кнопки 4.

Фартук крепится к нижней поверхности суппорта.

*Суппорт* благодаря крестовой конструкции может перемещать резец в двух направлениях: в продольном – параллельно оси шпинделя станка и в поперечном – перпендикулярно к оси шпинделя. Оба эти перемещения могут быть осуществлены как от механического привода с реверсом, так и от руки. Нижняя плита 5 суппорта называется кареткой. Она перемещается по направляющим станины станка, т.е. в продольном направлении. На верхней поверхности каретки имеет направляющие в форме «ласточкин хвост». По этим направляющим перемещаются в поперечном направлении салазки 6. На верхней поверхности салазок через *T – образный* круговой паз крепится поворотная часть суппорта 7. Отпустив гайку 8, можно эту часть повернуть под нужный угол ( -65 град +90 град) относительно направляющих станины и затем снова затянуть гайки.

На верхней поверхности поворотной части имеются направляющие в форме «ласточкин хвост», по которым при вращении рукоятки 9 могут перемещаться верхние салазки 10 суппорта.

На верхних салазках крепится рукояткой 11 четырехгранная резцовая головка 12. В нее можно закрепить сразу четыре резца. Резец надо устанавливать правильно: выступающая часть резца должна быть не более 1,5 размера высоты державки (тела) самого резца. При большом вылете резец в работе будет вибрировать, и в результате обработанная поверхность получится волнистой, со следами дробления.

Вершину резца необходимо устанавливать по высоте центров станка. Для этой цели применяют стальные подкладки прямоугольной формы, нельзя устанавливать больше двух прокладок, для чего необходимо иметь прокладки разной толщины.

Для проверки положения вершины резца по высоте центров необходимо подвести его вершину к центру, вставленному в пиноль задней бабки.

Резец должен быть закреплен не менее чем на два винта. Винты, закрепляющие резец, должны быть равномерно и туго затянуты.

## Приложение В

### Токарно-винторезный станок 1К625

Токарно-винторезный станок 1К625 предназначен для выполнения разнообразных работ, в том числе нарезания резьб (резцом): модульной, питчевой, метрической, дюймовой и архимедовой спирали с шагом 3/8" и 7/16". **1К625** – это индекс модели станка, что означает: **1** – станок относится к первой группе (станки токарные), **К** – станок модернизирован, **6** – тип станка токарно-винторезный, **25** – высота центров 250 мм.

*Основные технические данные:*

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	500
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	260
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	45
Расстояние между центрами, мм	1000
Наибольшая длина обтачивания, мм	900
Внутренний конус шпинделя – Морзе №6	
<i>Пределы частот вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup></i>	<i>12,5...2000</i>
Пределы продольных подач, мм/об	0,07...4,16
Пределы поперечных подач, мм/об	0,035...2,08
<i>Нарезание резьбы</i>	
Метрическая, шаг в мм	1...192
Дюймовая, число ниток на 1"	2...24
Модульная, шаг в модулях	0,5...48
Питчевая, питч	96...1
Мощность электродвигателя, кВт	10

#### Конструкция станка

Станок состоит из следующих основных узлов и механизмов: станины, передней бабки, коробки подач, фартука, суппорта, задней бабки (рис. В.1).

*Станина* (рис. В.2) является основанием станка, на котором монтируют его основные узлы. Станина изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна. Она выполнена в виде коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами и имеет две призматические и две плоские каленые направляющие. В нише правого торца станины смонтирован электродвигатель ускоренных ходов. Станина устанавливается на две пустотелые ножки (тумбы). В

левой ножке смонтирован электродвигатель главного движения. В правой ножке помещен бак для охлаждающей среды (эмульсии).

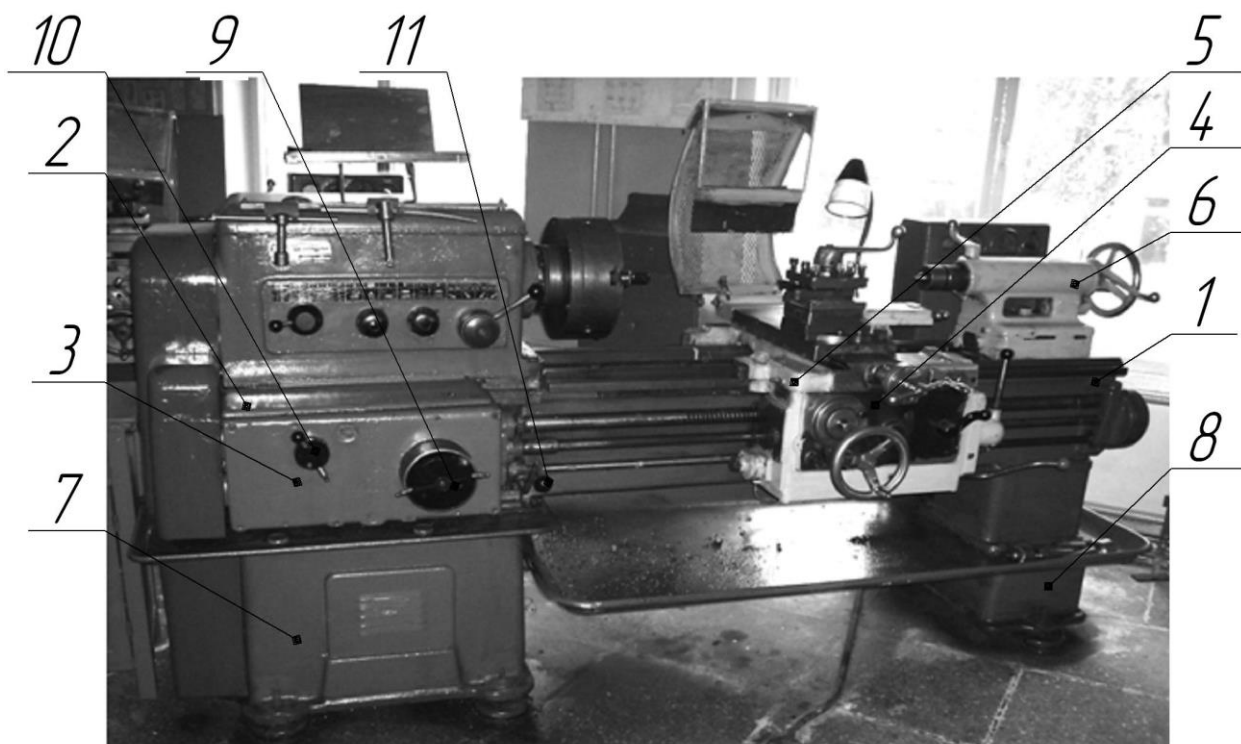


Рисунок В.1 – Общий вид станка: 1 – станина, 2 – передняя бабка, 3 – коробка подач, 4 – фартук, 5 – суппорт, 6 – задняя бабка, 7 – левая тумба, 8 – правая тумба, 9 – рукоятка выбора шага резьбы или подачи, 10 – рукоятка включения ходового винта напрямую и установка вида резьбы, 11 – рукоятка управления шпинделем

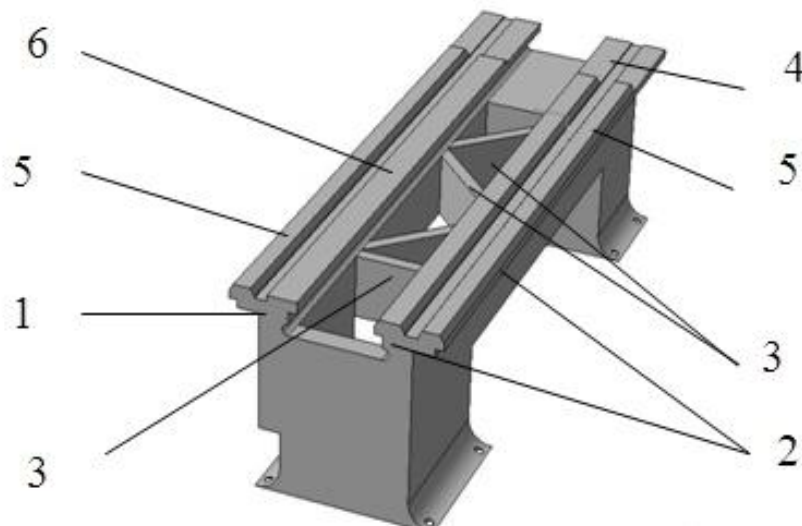
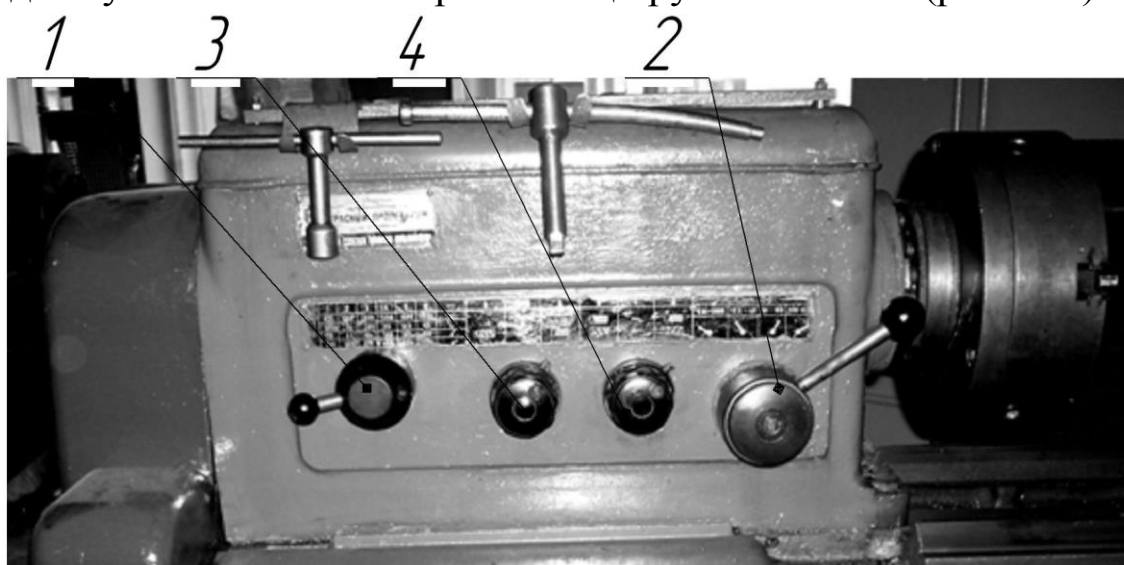


Рисунок В.2 - Станина токарного станка: 1, 2 – стенки продольные, 3 – ребра жесткости, 4 – левая часть станины, 5, 6 – направляющие

*Передняя бабка 2* крепится на левой головной части станины. Она служит для закрепления обрабатываемой заготовки в патроне, на планшайбе или центрах и для передачи ей вращения. В передней бабке установлены детали коробки скоростей и шпиндель. Движение коробке скоростей передается от индивидуального электродвигателя, помещенного в левой (тумбе) станка, через клиноременную передачу на шкив фрикционного вала.

*Шпиндель* является основным валом коробки скоростей. Коробка скоростей предназначена для изменения частоты вращения шпинделя и обеспечивает 23 различных частот прямого и 12 частот обратного ускоренного вращения шпинделя. Требуемые частоты вращения шпинделя устанавливаются при помощи рукоятки 1 и 2 (рис. В.3).



*Рисунок В.3 – Рукоятки наладки на передней бабке станка:*

*1,2 – рукоятка изменения частоты вращения шпинделя;  
3,4 – рукоятки установки шага резьбы*

*Задняя бабка* служит для поддержки другого конца обрабатываемой заготовки и для закрепления в ней сверл, зенкеров, разверток, и другого инструмента и приспособлений (рис. В.4). Корпус 2 задней бабки расположен на плите, перемещаемой по направляющим станины. В отверстии корпуса может продольно перемещаться пиноль 3. С переднего конца пиноль снабжена коническим отверстием, в который вставляется центр 8 или хвостовая часть инструмента (сверла, зенкера и др.). Перемещение пиноли производится маховиком 4. Рукоятка 6 служит для закрепления пиноли в корпусе бабки. Рукояткой 5 через систему рычагов и эксцентрик задняя бабка крепится к станине. Для более сильного крепления предусмотрен дополнительный болт 7.



Чтобы удалить инструмент из пиноли, надо вращать маховик 4 так, чтобы пиноль втянулась в корпус до отказа.

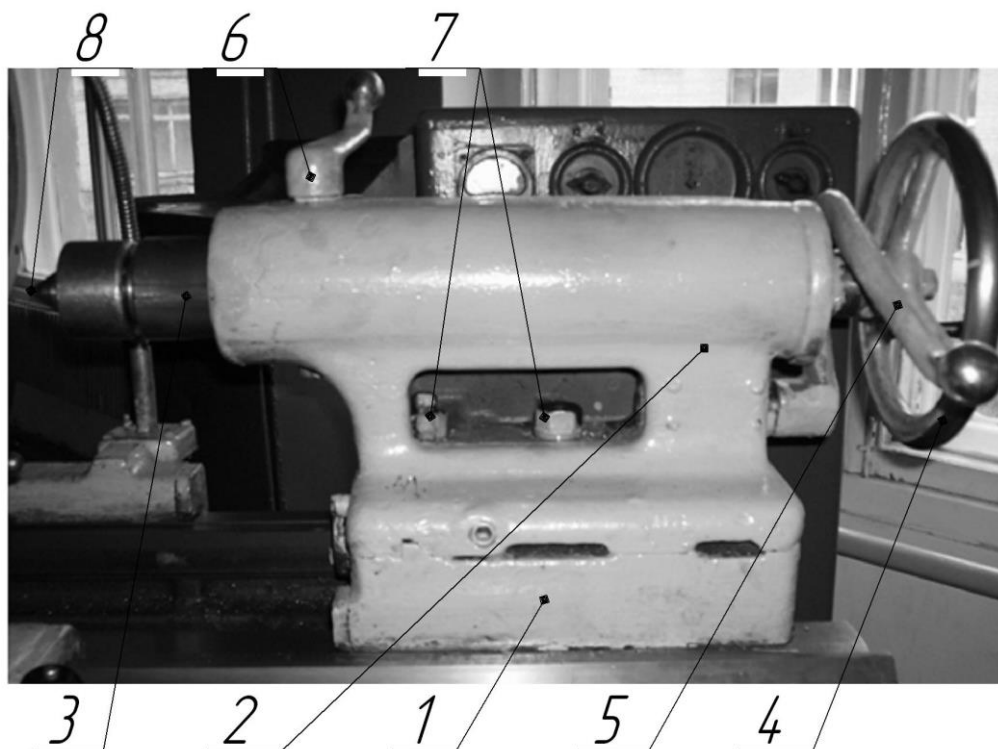


Рисунок В.4 – Задняя бабка: 1 – плита, 2 – корпус, 3 – пиноль, 4 – маховик, 5 – рукоятка, фиксирующая положение бабки на станине, 6 – рукоятка, фиксирующая положение пиноли, 7 – болты крепления, 8 – центр

**Механизм подачи.** Движение подачи сообщается режущему инструменту с целью распространения процесса резания на всю обрабатываемую поверхность заготовки. Продольная подача направлена вдоль оси шпинделя, а поперечная - перпендикулярно этой оси. Величиной подачи называется длина перемещения резца за один оборот шпинделя мм/об.

Механизм подачи включает:

I – реверсивный механизм, предназначенный для изменения направления подачи (рис. В.3, рукоятки 3 и 4);

II – гитару со сменными зубчатыми колесами, которая дает возможность совместного с механизмом коробки подач производить на станке нарезание различных резьб, а также служит для нарезания точных резьб с приводом от ходового винта помимо коробки подач (рис. 1);

III – коробку подач, которая служит для изменения скорости вращения ходового винта и ходового вала, т.е. для изменения величины подачи (рис.1);

IV– фартук, где расположены: механизмы превращения вращательного движения ходового винта и ходового вала в поступательное движение резца; устройство для включения и выключения подачи, блокировочное устройство (рис. В.5);

V – суппорт, служащий для закрепления резца и для его перемещения.

*Коробка подач* получает движение от коробки скоростей через сменные зубчатые колеса приклона (гитары) (рис. В.1).

Механизм коробки подач позволяет получить все виды резьбы, предусмотренные ГОСТ, и необходимые подачи (они указаны в табл. рукоятки 9,10 (рис. В.1)).

Все виды резьбы, включения ходового винта напрямую и подача устанавливается путем поворота рукоятки 10 (рис. В.1).

При повороте рукоятки 9 достигается выбор шага резьбы или величины подачи по таблице, а для получения нужной величины шага резьбы или подачи необходимо диск барабана за рукоятку 9 вытянуть на себя, повернуть до совпадения риски диска с риской барабана, а затем диск подать вперед, в прежнее положение.

Для осуществления быстрых перемещений суппорта (каретки и салазок) в коробке подач на оси ходового вала смонтирована обгонная муфта.

*Фартук* служит для преобразования вращательного движения ходового винта и ходового вала с поступательное движение резца (рис. В.5). Рукояткой 1 осуществляется включение и выключение механической подачи суппорта (продольной, поперечной). Направления перемещения рукоятки при включении совпадает с направлением перемещения суппорта в четырех направлениях. Быстрое перемещение суппорта, в указанных четырех направлениях, осуществляется дополнительным нажатием кнопки 2, встроенную в рукоятку 1.

Рукоятка 3 служит для включения гайки при нарезании резьбы резцом. Верхнее положение рукоятки 3 соответствует выключенному положению разъемной гайки, а нижнее включенному положению.

При нарезании резьбы резцом необходимо реечное зубчатое колесо вывести из зацепления с рейкой путем вытягивания кнопки 4.

Фартук крепится к нижней части суппорта.

*Суппорт*, благодаря крестовой конструкции, может перемещать резец в двух направлениях: в продольном - параллельно оси шпинделя станка, и в поперечном - перпендикулярно к оси шпинделя. Оба



эти перемещения могут быть осуществлены как от механического привода с реверсом, так и от руки.

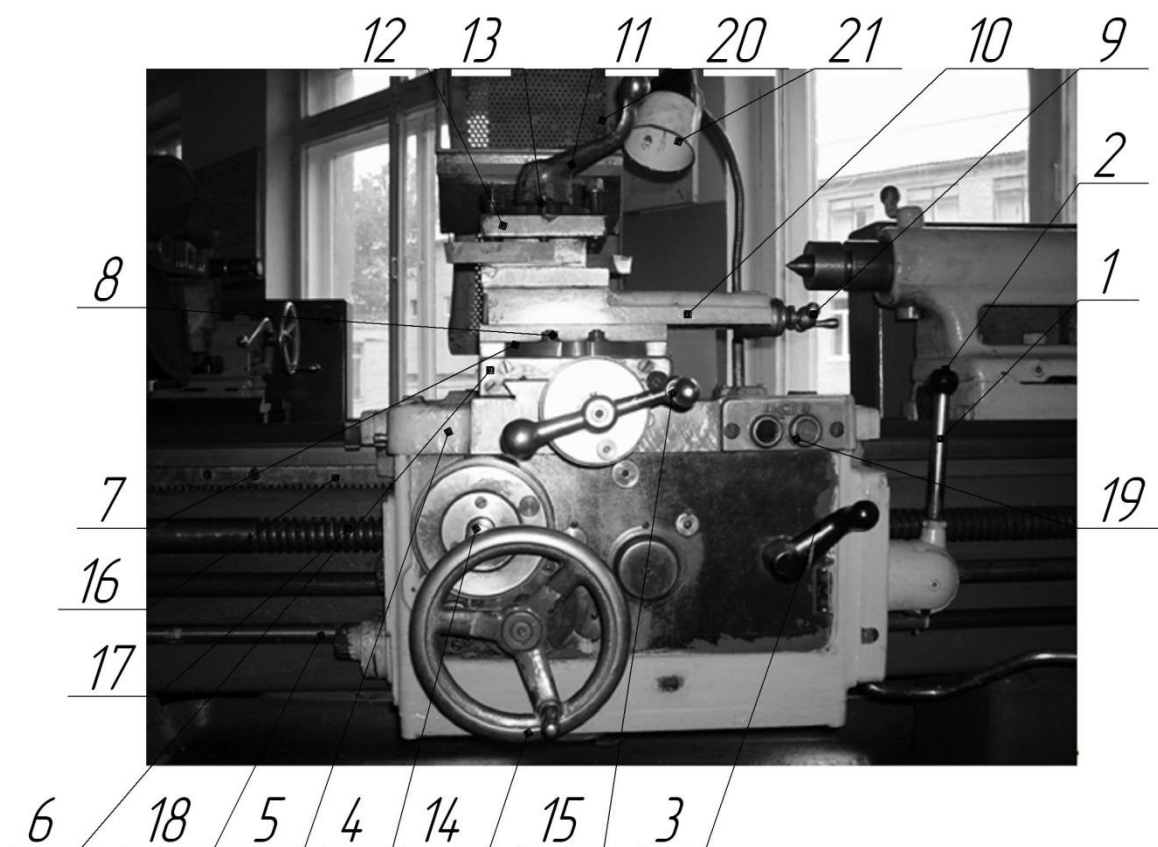


Рисунок В.5 – Фартук с суппортом: IV – фартук, V – суппорт;

1 – рукоятка включения механической подачи, 2 – кнопка, 3 – рукоятка включения разъёмной гайки, 4 – кнопка, 5 – каретка, 6 – салазки, 7 – поворотная часть суппорта, 8 – гайка, 9 – рукоятка, 10 – верхние салазки суппорта, 11 – рукоятка крепления резцовой головки, 12 – головка резцовая, 13 – винты крепления резца, 14 – маховик ручного продольного перемещения суппорта, 15 – маховик ручного поперечного перемещения салазок суппорта, 16 – рейка, 17 – ходовой винт, 18 – ходовой валик, 19 – кнопочная станция, 20 – защитный экран, 21 – лампа

Нижняя плита 5 суппорта называется кареткой. Она перемещается по направляющим станины станка, т.е. в продольном направлении. На верхней поверхности каретка имеет направляющие в форме «ласточкина хвоста». По этим направляющим перемещаются в поперечном направлении салазки 6.

На верхней поверхности салазок через Т-образный круговой паз крепится поворотная часть суппорта 7. Отпустив гайки 8, можно эту часть повернуть под нужный угол относительно направляющих станины и затем снова затянуть гайки.

На верхней поверхности поворотной части имеются направляющие в форме «ласточкин хвост», по которым при вращении рукоятки 9 могут перемещаться верхние салазки 10 суппорта.

На верхние салазки крепится рукояткой 11 четырехгранная резцовая головка 12. В нее можно закрепить сразу четыре резца. Резец надо устанавливать правильно. Выступающая часть резца должна быть более 1,5 размера высоты державки (тела) самого резца. При большом вылете резец в работе будет вибрировать, и в результате обработанная поверхность получится волнистой, со следами дробления.

Вершину резца необходимо устанавливать по высоте центров станка. Для этой цели применяют стальные подкладки прямоугольной формы, нельзя устанавливать больше двух прокладок, для чего необходимо иметь прокладки разной толщины.

При проверке положения вершины резца по высоте центров необходимо подвести его вершину к центру, установленному в пиноль задней бабки.

Резец должен быть закреплен не менее чем на два винта. Винты, закрепляющие резец, должны быть равномерно и туго затянуты.

## Приложение Г

### Токарно-винторезный станок 1М61

Токарно-винторезный станок 1М61 предназначен для выполнения разнообразных работ, в том числе нарезания резьб (резцом): модульной, питчевой, метрической, дюймовой. **1М61** – это индекс модели станка, что означает: **1** – станок относится к первой группе (станки токарные), **М** – станок модернизирован, **6** – тип станка токарно-винторезный, **1** – высота центров 100 (160) мм.

#### *Основные технические данные:*

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	320
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	160
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	32
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольшая длина обтачивания, мм	640
Внутренний конус шпинделя – Морзе №5	
<i>Пределы частот вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup></i>	<i>12,5...1600</i>
Пределы продольных подач, мм/об	0,08....1,2
Пределы поперечных подач, мм/об	0,04...0,06
<i>Нарезание резьбы</i>	
Метрическая, шаг в мм	0,5...6
Дюймовая, число ниток на 1"	3,5...48
Модульная, шаг в модулях	0,25...3,0
Питчевая, питч	96...7
Мощность электродвигателя, кВт	4

Станок 1М61 состоит из следующих основных узлов (рис. Г.1): станины, передней бабки, коробки подач, суппорта, фартука и задней бабки.

*Станина* служит для монтажа на ней всех основных узлов станка, причем суппорт с фартуком и задняя бабка могут перемещаться вдоль направляющих станины. Изготавливается она из чугуна и состоит из двух продольных стенок 1,2, соединенных для большей жесткости поперечными ребрами 3. Станина имеет направляющие 5,6 (три равнобокие призматические и одна плоская). По двум внешним направляющим перемещается нижняя плита суппорта, называется кареткой. По внутренним направляющим можно перемещать заднюю

бабку. Передняя бабка установлена и закреплена болтами на левой части 4 станины.

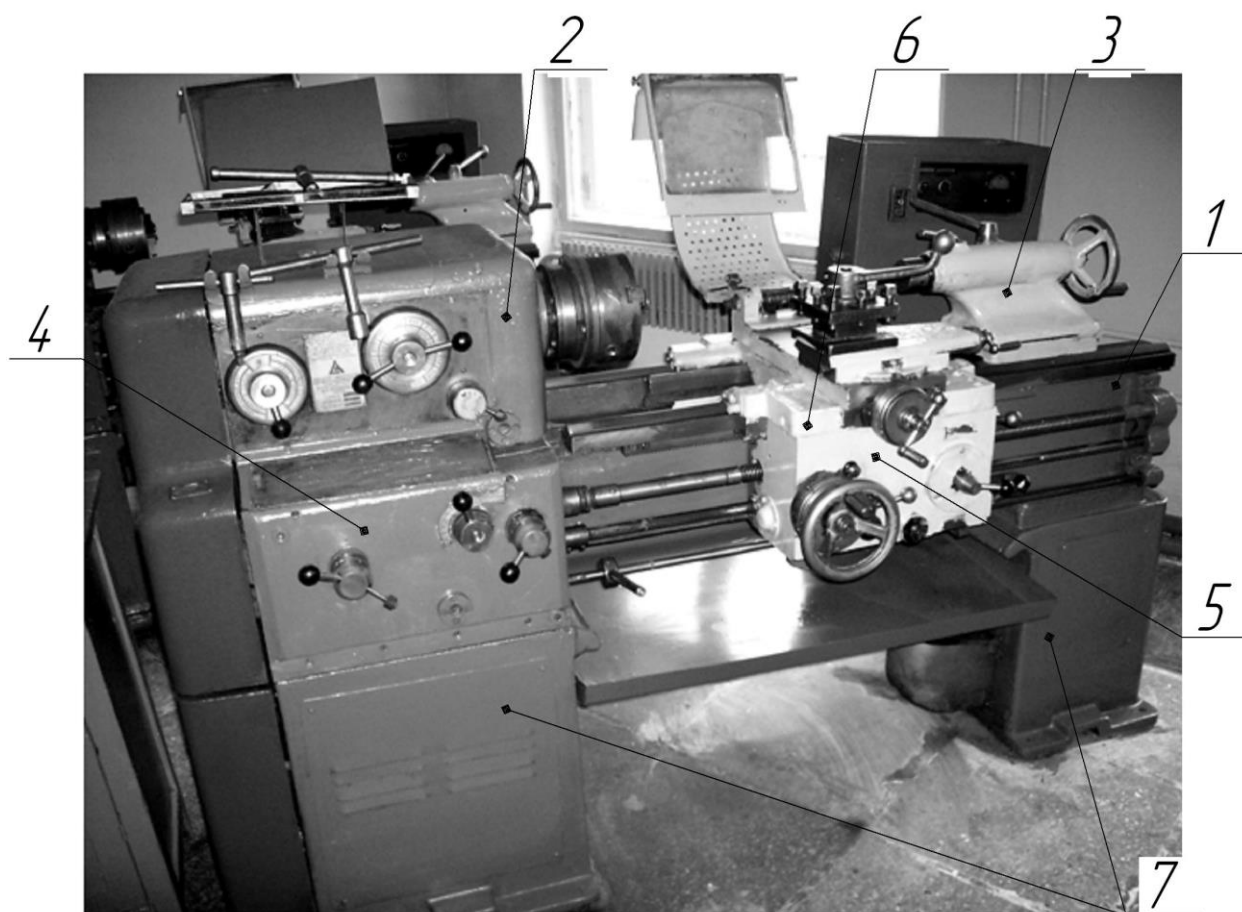


Рисунок Г.1 – Общий вид станка: 1 – станина; 2 – передняя бабка; 3 – задняя бабка; 4 – коробка подач; 5 – фартук; 6 – суппорт; 7 – тумбы

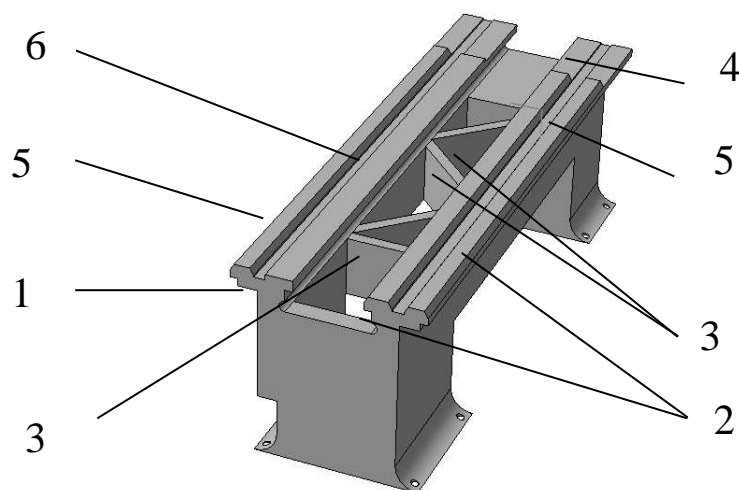


Рисунок Г.2 – Станина токарного станка: 1, 2 – стенки продольные; 3 – ребра жесткости; 4 – левая часть станины; 5, 6 – направляющие

Станина устанавливается на двух тумбах и крепится к ним болтами. В левой тумбе смонтирован электродвигатель главного привода станка.

*Передняя бабка* (рис. Г.3) служит для закрепления обрабатываемой заготовки и передачи ей вращения. В передней бабке смонтирована коробка скоростей со шпинделем. Шпиндель – основной вал(пустотелый) коробки скоростей. Он является наиболее ответственной деталью любого станка.

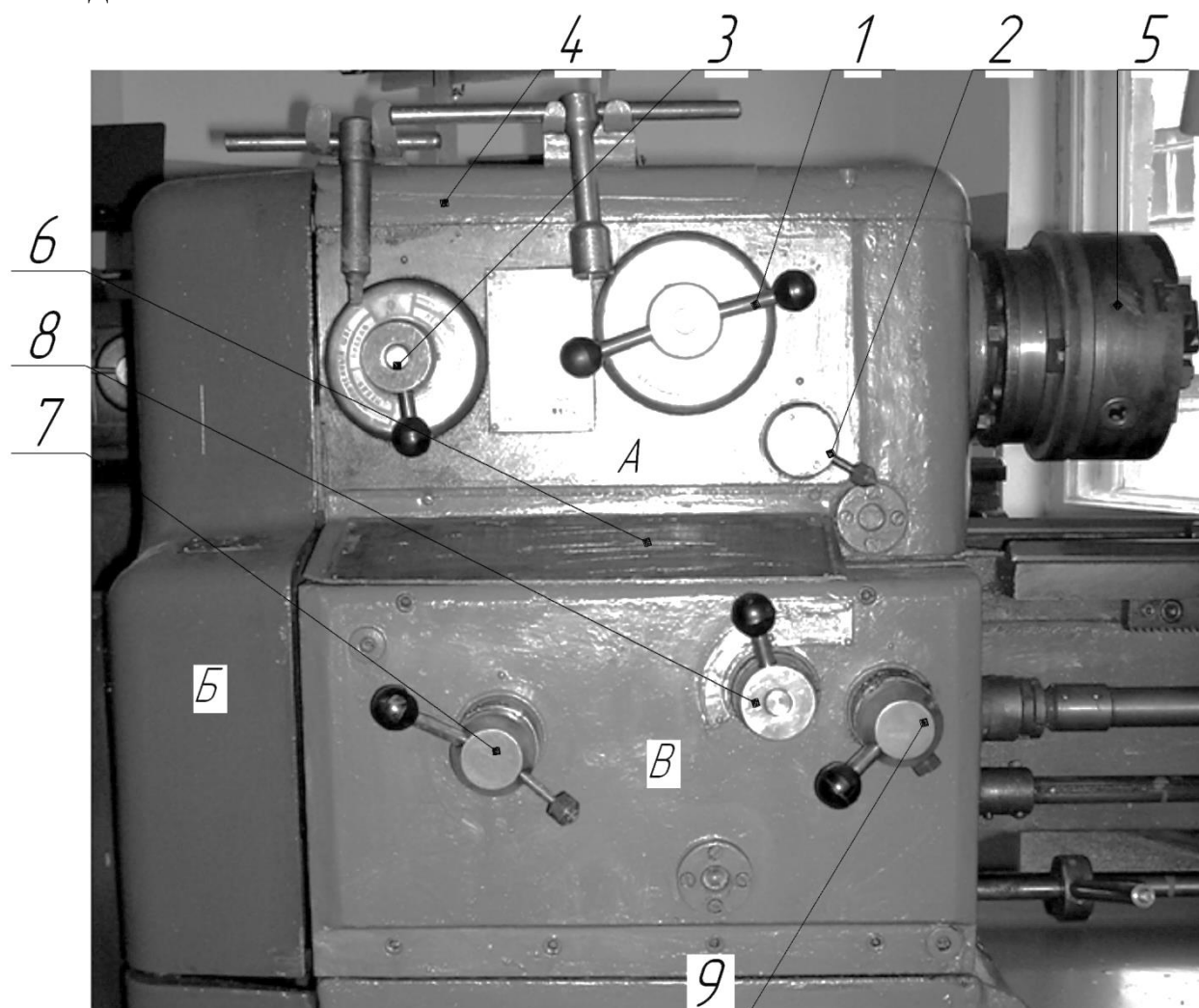


Рисунок Г.3 – Общий вид передней бабки: А – передняя бабка с коробкой скоростей; Б – гитара; В – коробка подач; 1,2 – рукоятки переключения частоты вращения шпинделя; 3 – рукоятка реверсирования ходового винта и установка шага резьбы; 4 – крышка; 5 – трехлачковый самоцентрирующий патрон; 6 – таблица подач; 7,8 – рукоятки установки величины подач или шага резьбы; 9 – рукоятка включения ходового винта и валика

*Коробка скоростей* (рис. Г.3) обеспечивает 24 частоты вращения шпинделя( $12,5 \dots 1600 \text{ мин}^{-1}$ ). Движение на коробку скоростей пе-



редается через клиноременную передачу от электродвигателя мощностью 4,0 кВт.

Изменение скорости вращения шпинделя осуществляется рукоятками 1,2. Рукоятка 2 имеет два положения: верхнее (диапазон 12,5...125 мин<sup>-1</sup>) и нижнее (диапазон 160...1600 мин<sup>-1</sup>). Рукоятка 1 имеет 12 положений.

Рукояткой 3 осуществляется реверсирование ходового винта при нарезании левых и правых резьб и переключение на нормальный или увеличенный (в 16 раз) шаг резьбы. Рукояткой 9 включают ходовой винт или валик. Рукоятками 7 и 8 устанавливают величину подачи или шага нарезаемой резьбы.

Задняя бабка (рис. Г.4) служит для поддержания второго (правого) конца длинной заготовки (при обработки в центрах), а также для крепления инструмента (сверл, зенкеров, разверток).

Задняя бабка перемещается вдоль станины от руки и фиксируется в требуемом положении рукояткой 1.

Поперечное смещение бабки в пределах  $\pm 12$  мм осуществляется при помощи винта и необходимо при обработке в центрах конусных поверхностей заготовок.

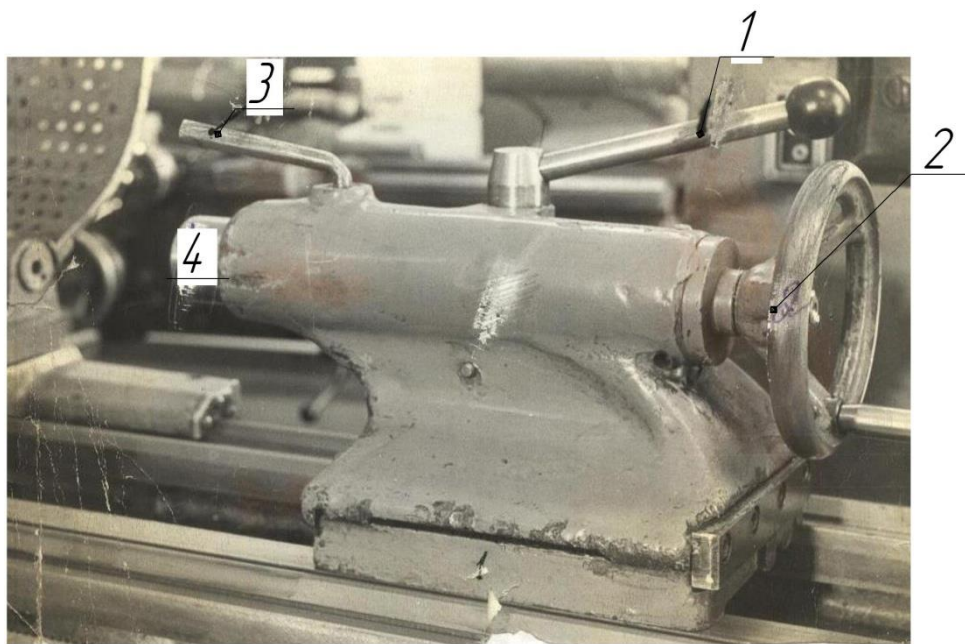


Рисунок Г.4 – Задняя бабка: 1 – рукоятка, фиксирующая положение задней бабки на станине; 2 – маховик для осевого перемещения пиноли; 3 – рукоятка фиксирующая положение пиноли; 4 – пиноль

Осевое перемещение пиноли происходит при вращении маховика 2. Пиноль фиксируется в требуемом положении рукояткой 3.

Маховик и винт служат также для выталкивания инструмента из конического отверстия пиноли.

*Механизм подачи* – сообщает движение подачи режущему инструменту с целью постепенного распространения резания на всю обрабатываемую поверхность заготовки.

Продольная подача направлена вдоль оси шпинделя, а поперечная перпендикулярно этой оси.

Механизм подачи включает:

- *реверсивный механизм*, предназначенный для изменения направления подачи;

- *гитару сменных зубчатых колес*, которая дает возможность совместно с механизмом коробки подач производить на станке нарезание различных резьб(метрические, модульные, дюймовые и др.);

- *коробку подач*, которая служит для изменения скорости вращения ходового винта и ходового вала, т.е. для изменения величины подачи. Движение коробке подач передается от коробки скоростей I через гитару B (рис. Г.3);

- *фартук*, в котором расположены:

- а) механизмы, преобразующие вращательное движение ходового валика или винта в поступательное движение режущего инструмента;

- б) устройство для реверсирования подачи;

- в) устройство для включения и выключения подачи;

- г) блокировочное устройство;

- *суппорт*, служащий для закрепления резца и для его перемещения.

Обтачивание и подрезание торцов деталей осуществляется только от ходового вала 8 (рис. Г.5). Ходовой винт 7 применяется только при нарезании резьбы резцом.

Для включения подачи суппорта от ходового винта(при нарезании резьбы резцом) необходимо рукоятку 12 нажать до отказа и повернуть вниз.

Для включения механической подачи (продольной или поперечной) необходимо рукоятку 12 вытянуть на себя, затем рукоятку 13 перевести на нужную подачу(продольную или поперечную) и только после этого рукояткой 12(вверх-влево и к центру, вниз-вправо и от центра) включить подачу.

Фартук имеет блокировочное устройство, предотвращающее одновременное включение ходового валика и ходового винта. Кон-

струкция предусматривает невозможность одновременного включения продольной и поперечной подачи.

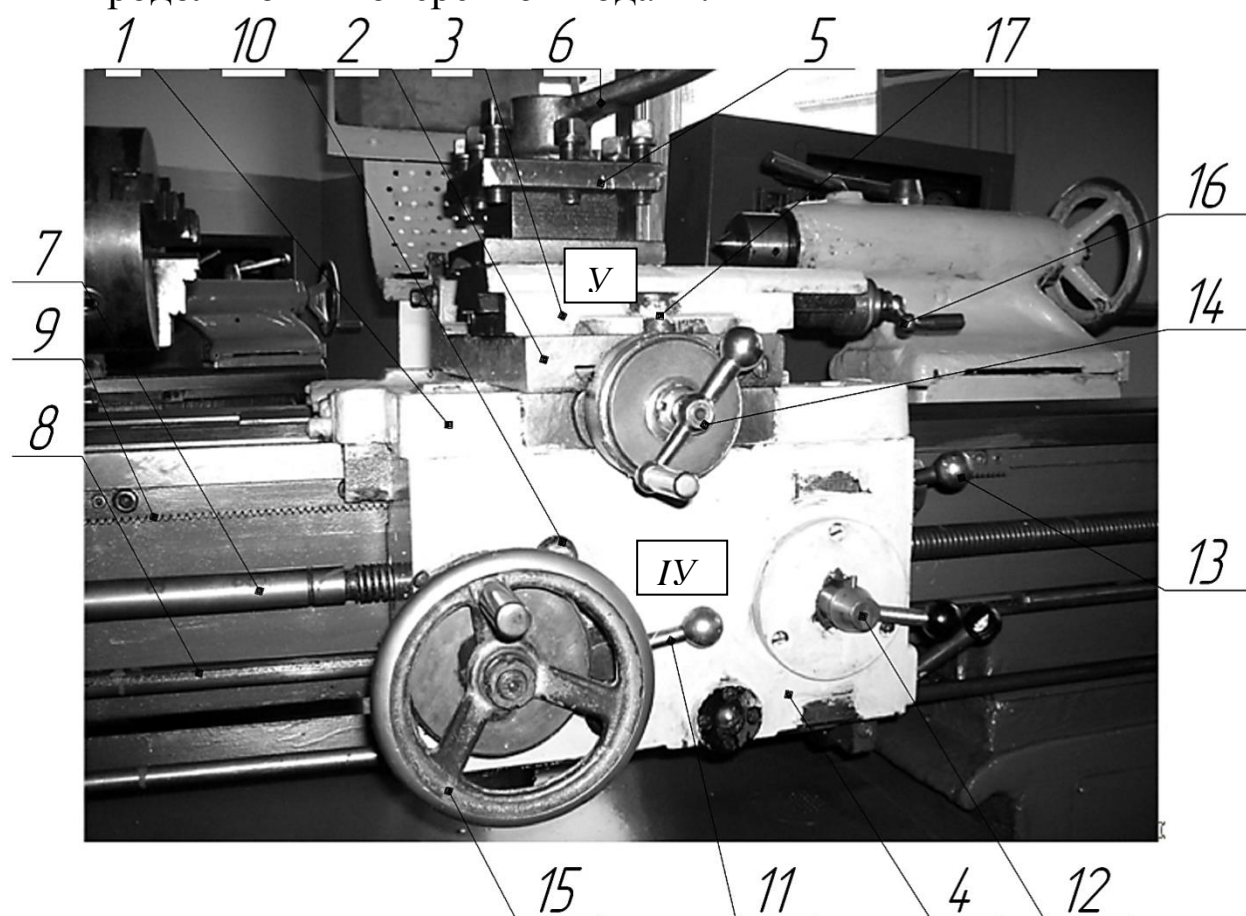


Рисунок Г.5 – Фартук с суппортом: IV – фартук; V – суппорт;  
 1 – каретка; 2 – салазки; 3 – поворотная часть суппорта;  
 4 – нижняя часть суппорта; 5 – резцедержатель;  
 6 – рукоятка резцедержателя (резцовой головки);  
 7 – ходовой винт; 8 – ходовой валик; 9 – рейка; 10 – кнопка;  
 11 – рукоятка включения механической подачи;  
 12 – рукоятка реверса, подачи и включения разъемной гайки; 13 – рукоятка включения вида подачи; 14 – рукоятка для ручного поперечного перемещения суппорта;  
 15 – маховик для ручного продольного перемещения суппорта; 16 – рукоятка ручного перемещения верхней части суппорта; 17 – крепление верхней части суппорта (винтовое)

Суппорт служит для закрепления резцов и для их перемещения. Благодаря своей крестовой конструкции он обеспечивает перемещение резца в продольном и поперечном направлениях.

Суппорт состоит из нижней части называемой кареткой 1, средней части называемой поперечными салазками 2, поворотной части 3, верхних салазок и резцедержателя 5.



Каретка перемещается по направляющим станины. В верхней части каретки имеет направляющие (в виде ласточкина хвоста), по которым перемещаются салазки 2(поперечные).

В верхней части поперечных салазок имеется кольцевой T-образный паз, благодаря которому к салазкам крепится при помощи 2-х винтов и гаек 17 поворотная часть 3.

Поворотная часть служит для установки верхней части суппорта 4 на обработку конических поверхностей.

Продольное перемещение суппорта осуществляется механически при помощи ходового валика 8 и ходового винта 7(последний исключительно при нарезании резьбы резцом), и вручную, вращением маховика 15, расположенного на фартуке. Поперечное перемещение суппорта осуществляется механически(включением на фартуке) и от руки, при помощи рукоятки 14.

Верхняя часть суппорта с резцовой четырёхгранной головкой 5 может перемещаться только вручную при помощи рукоятки 16. Резцовая головка поворачивается и крепится рукояткой 6. В нее можно закрепить сразу четыре резца. При установке резца следует добиваться, чтобы вылет резца был не более 1,5 размера высоты державки (тела) самого резца. При большом вылете резец в работе будет вибрировать, и в результате обработанная поверхность получится волнистой, со следами дробления.

Вершину резца необходимо устанавливать по высоте центров станка. Для этой цели применяют стальные подкладки прямоугольной формы, нельзя устанавливать больше двух прокладок, для чего необходимо иметь прокладки разной толщины.

При проверке положения вершины резца по высоте центров необходимо подвести его вершину к центру, установленному в пинноль задней бабки.

Резец должен быть закреплен не менее чем на два винта. Винты, закрепляющие резец, должны быть равномерно и туго затянуты.