

Федеральное агентство морского и речного транспорта

Морской государственный университет
имени адмирала Г.И. Невельского

С. А. Горчакова, В. А. Килин, В. В. Тарасов

ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

Рекомендовано методическим советом
Морского государственного университета
в качестве учебного пособия
для студентов технических специальностей
для проведения практических работ

Владивосток
2006

УДК 621. 91(075.8)

Горчакова С.А., Килин В.А., Тарасов В.В. Обработка резанием: учеб. пособие. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – 88 с.

Учебное пособие написано в соответствии с государственными образовательными стандартами. Изложены технологические процессы изготовления деталей механической обработкой на металлорежущих станках. Приведена методика выбора и расчета элементов режима резания. Рассмотрены инструментальные и абразивные материалы, схемы металлорежущих станков и приспособления к ним, геометрия металлообрабатывающих инструментов, виды обработки деталей резанием на токарных, сверлильных, фрезерных и шлифовальных станках.

Предназначено для студентов технических специальностей.
Ил. 25, табл. 15, библиогр. 9 назв.

Рецензенты:

А.А. Попович, д-р техн. наук, профессор,
директор института механики, автоматике
и передовых технологий Дальневосточного государственного технического университета;

Г.С. Филиппов, д-р транспорта, профессор,
директор института пищевой и холодильной промышленности Дальневосточного государственного технического рыбного университета

© Горчакова С.А., Килин В.А.,
Тарасов В.В., 2006

© Морской государственный университет
им. адм. Г.И. Невельского, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с учебной программой курса «Технология конструкционных материалов» и предназначено для студентов немашиностроительных специальностей технических вузов.

Изучение курса «Технология конструкционных материалов» совместно с другими общетехническими дисциплинами направлено на обеспечение общеинженерной подготовки. Одновременно оно способствует более глубокому усвоению профилирующих дисциплин, формирующих профессиональные знания будущих специалистов.

В основу настоящего пособия положен модульный курс, составленный в соответствии с требованиями государственного стандарта, включающий следующие этапы: изучение теоретического материала, его осмысление и закрепление, приобретение и развитие практических умений. Для развития поставленной задачи изложены современные рациональные и распространенные в промышленности технологические методы формообразования заготовок и размерной обработки резанием.

Учебное пособие предназначено для выполнения лабораторных и практических работ по основным разделам курса. Оно позволит студентам составить представление о разработке технологических процессов механической обработки деталей на металлорежущих станках.

Количество практических работ и продолжительность их выполнения предусматривается календарным учебным планом.

Электронная версия учебного пособия доступна в сети Интернет по адресу <http://tm.msun.ru/div/kaf/tm/index.php>.

1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить классификацию, маркировку, основные свойства и область применения инструментальных материалов.

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По характеру работы инструменты можно разделить на измерительные, режущие и штамповые.

Режущая часть инструментов при работе подвергается истиранию, тепловым воздействиям и силовым нагрузкам. Поэтому инструментальный материал должен обладать высокой твердостью, теплостойкостью, износостойкостью, достаточной прочностью и ударной вязкостью.

Твердость инструмента должна значительно превышать твердость материала заготовки. Свойство материала сохранять необходимую твердость при высокой температуре называется теплостойкостью (красностойкостью). Под воздействием высокой температуры при резании твердость инструмента снижается и может оказаться недостаточной для осуществления резания. От теплостойкости зависит допустимая скорость резания. Ударная вязкость необходима для инструментов ударного действия.

К инструментальным материалам относятся стали, твердые сплавы, минералокерамика и сверхтвердые материалы (табл. 1.1).

Свойства инструментальных материалов и допустимые скорости резания в зависимости от их теплостойкости приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1

Инструментальные материалы

Стали	Твердые сплавы	Минералокерамика	Сверхтвердые Материалы
Углеродистые Легированные Быстрорежущие Штамповые	WC-Co WC-TiC-Co WC-TiC-TaC-Co TiC-Ni	Al ₂ O ₃ SiC	Алмаз Кубический нитрид бора

1.2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

Углеродистые инструментальные стали

Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435–90) содержат 0,65–1,35% С. Они маркируются буквой «У» и одной-двумя цифрами: У7–У13, У7А–У13А. Буква У означает, что сталь углеродистая, число показывает содержание углерода в десятых долях процента, буква А означает, что сталь высококачественная, т. е. с пониженным содержанием вредных примесей, серы и фосфора.

Пример расшифровки стали марки У10А: сталь углеродистая, инструментальная, высококачественная, содержит $\approx 1,0\%$ углерода.

Углеродистые инструментальные стали обладают высокой твердостью, прочностью, хорошо шлифуются при изготовлении инструмента, дешевы и недефицитны. Теплостойкость этих сталей составляет 150–250 °С.

Окончательная термическая обработка включает закалку и отпуск. Структура закаленной стали состоит из мартенсита с мелкими карбидами.

Инструменты из этих сталей могут работать лишь при небольших скоростях резания до 15–18 м/мин. Область применения данных сталей приведена в табл. 1.3.

Легированные инструментальные стали

Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950–73) обычно содержат 0,9–1,4% С. Суммарное содержание легирующих элементов (Cr, W, Mn, Si, V и др.) не превышает 5%. Все стали этой группы производят высококачественными.

Высокая твердость и износостойкость определяются содержанием углерода. Легирование используется главным образом для повышения прокаливаемости, а также для сохранения мелкого зерна, прочности и вязкости.

Стали данной группы маркируются цифрами и буквами. В начале марки цифра показывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Отсутствие цифры означает, что содержание углерода составляет около 1%. Буквы за цифрами – соответствующий легирующий элемент, цифра за буквой – среднее содержание этого элемента в целых процентах. Отсутствие цифры означает, что данного элемента содержится $\approx 1\%$.

При маркировке используют следующие буквенные обозначения легирующих элементов: **В** – вольфрам, **Г** – марганец, **К** – кобальт, **М** – молибден, **Н** – никель, **С** – кремний, **Т** – титан, **Ф** – ванадий, **Х** – хром.

Пример расшифровки стали марки **ХВГ**: сталь инструментальная, легированная, высококачественная, содержит $\approx 1\%$ углерода, $\approx 1\%$ хрома, $\approx 1\%$ вольфрама, $\approx 1\%$ марганца. Окончательная термическая обработка – закалка и отпуск. Структура закаленной стали – легированный мартенсит, карбиды и остаточный аустенит. Теплостойкость этих сталей не превышает 250–350 °С.

Низколегированные стали **Х**, **В2Ф**, **13Х** и др. применяют для слесарных инструментов (плашек, разверток, метчиков, шаберов, зубил и др.).

Среднелегированные стали **ХВСГ**, **9ХС**, **ХВГ** и др. служат для изготовления разверток, фасонных резцов, сверл малого диаметра, концевых фрез, протяжек, метчиков и других инструментов, работающих при скоростях резания до 25 м/мин (табл. 1.4).

Быстрорежущие стали

Инструменты из быстрорежущих сталей имеют высокую теплостойкость (550–650 °С), что позволяет им работать со скоростями резания в 3–4 раза большими (до 100 м/мин), чем инструментом, изготовленным из углеродистых и легированных сталей.

Быстрорежущие стали (ГОСТ 19265–73) содержат 0,7–1,5% С, до 18% W и др. элементы. В обозначении марок стоит буква **Р** (от англ. слова «Rapid»), что в переводе означает «быстрый»: цифры за этой буквой показывают среднее содержание вольфрама. Вольфрам является основным легирующим элементом, так как обеспечивает высокую теплостойкость. Добавление ванадия повышает износостойкость инструмента до 650 °С (табл. 1.5).

Пример расшифровки стали **Р18**: сталь быстрорежущая, высококачественная, содержит 18% вольфрама.

В последние годы нашли применение *безвольфрамовые* стали **М6Ф1**, **М6Ф3**, **М5Ф1С**, **М5Ф1С4** и др.

Штамповые стали

Штамповые стали применяют для изготовления инструмента, работающего при обработке металлов давлением (штампы, пуансоны, матрицы, валики и т. д.). Эти стали подразделяются на стали для штампов холодного деформирования и стали для штампов горячего деформирования.

К сталям для штампов *холодного* деформирования относятся такие, как У10, У12, Х, 9ХС, Х12М, Х12Ф, 4ХС4, 5ХГМ и др.

Стали для штампов *горячего* деформирования: 5ХНМ, 5ХНТ, 3Х2В8, 4Х5В2ФС, 6ХВ2С и др.

1.3. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Твердые сплавы представляют собой сплавы карбидов тугоплавких металлов с кобальтом, являющимся своеобразной связкой. Твердые сплавы обладают высокой твердостью, износостойкостью и теплостойкостью до 1000 °С. При этом они обладают меньшей ударной вязкостью и теплопроводностью по сравнению с быстрорежущими сталями. Твердые сплавы выпускают в виде пластинок различных форм и размеров, получаемых методом порошковой металлургии.

Промышленностью выпускаются три группы вольфрамовых твердых сплавов (ГОСТ 3882–74): ВК – вольфрамовые, ТК – титановольфрамовые и ТТК – титанотанталовольфрамовые. Кроме того, существует еще группа безвольфрамовых твердых сплавов на основе карбидов или других соединений титана с добавками молибдена, никеля и других тугоплавких металлов.

Однокарбидные сплавы производят на базе карбида вольфрама и называют вольфрамовыми (группа **ВК**). В марках ВК2, ..., ВК30 буква **К** означает кобальт **Со**, цифра показывает его содержание в процентах, остальное – карбид вольфрама **WC**.

Пример расшифровки сплава **ВК20**: 20% Со + 80% WC.

Сплавы этой группы наиболее прочные. С увеличением содержания кобальта повышается сопротивление сплава ударным нагрузкам, но уменьшается его износостойкость. Применяются однокарбидные сплавы для обработки чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов точением, фрезерованием и т. п. Предельная теплостойкость этих материалов определяется началом интенсивного окисления карбидов, т. е. температурой 950–1000 °С.

Двухкарбидные твердые сплавы содержат карбиды вольфрама, и титана и называются титановольфрамовыми (группа **ТВК** или **ТК**). В марках Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4 цифры после буквы **Т** показывают процентное содержание карбида титана **TiC**, буква **К** – **Со**, цифра после буквы **К** – содержание кобальта, остальное – **WC**.

Пример расшифровки сплава **Т5К10**: 5% TiC + 10% Со + 85% WC.

Сплавы этой группы более износостойки и менее прочны, чем сплавы группы ВК. Применяются при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей точением, фрезерованием и т. п.

Пределная теплостойкость этих материалов определяется началом интенсивного окисления карбидов, т. е. температурой 1100–1150 °С.

Трехкарбидные твердые сплавы по сравнению со сплавами группы ТК включают карбиды тантала и называются титанотанталовольфрамовыми (группа **ТТК**). В марках ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ20К9 цифра перед буквой **К** показывает суммарное содержание карбидов титана и тантала, после буквы **К** – содержание **Со**, остальное – **WC**.

Пример расшифровки сплава **ТТ8К6**: 8% (TiC + TaC) + 6% Со + 86% WC.

Сплавы этой группы имеют высокую прочность и применяются при обработке жаропрочных сталей и сплавов, титановых сплавов.

Особомелкозернистая структура (ОМ) способствует повышению износостойкости материала без существенного снижения его прочности. Сплавы ВК6-ОМ, ВК10-ОМ, ВК15-ОМ имеют основную массу зерен размером менее 1 мкм. ГОСТ 3882–74 предусматривает применение мелкозернистых (М) и крупнозернистых (В) вольфрамкобальтовых сплавов ВК3-М, ВК6-В и др.

В соответствии с Международной Организацией Стандартов (ИСО) твердые сплавы разделены на три группы К, М и Р (табл. 1.7).

Безвольфрамовые твердые сплавы ТМ1, ТМ3, ТН-30, КТН-16 и др. производят на основе карбидов или других соединений титана с добавками молибдена, никеля и других тугоплавких соединений.

Пример расшифровки сплава **ТН-30**: 30% Ni + 70% TiC.

Каждая марка твердого сплава может эффективно применяться лишь в конкретных условиях. Наша промышленность производит твердые сплавы для всех условий обработки (табл. 1.6). В ряде случаев режущие пластины сплавов покрывают тонким (5–10 мкм) слоем износостойкого материала (карбида, нитрида, карбонитрида титана и др.), что повышает стойкость пластин в 2–3 раза и позволяет вести обработку со скоростями резания до 800–1000 м/мин.

1.4. МИНЕРАЛОКЕРАМИКА

Минералокерамика создана на основе окиси алюминия (99%) с добавлением легирующих элементов. К ней относятся марки ЦМ-332, ВШ-75, ВО-13 и др.

Материал ЦМ-332 широко применяется для чистовых и финишных операций при обработке стальных и чугуновых заготовок. Улучшение свойств минералокерамики достигается уменьшением размеров зерен структуры и добавлением карбидов тугоплавких материалов (вольфрама, титана), связующих элементов (никеля и др.).

Всесоюзным научно-исследовательским институтом твердых сплавов создана минералокерамика оксидно-карбидного типа марки В-3. Ее прочность при изгибе в 2,5 раза выше, чем у ЦМ-332 при той же твердости, теплостойкость около 1200 °С, что позволяет вести обработку при скорости резания до 1500 м/мин. Также освоен выпуск минералокерамики марок ВОК-60, ВОК-63 и др. (табл. 1.8).

1.5. СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Алмазы

Резцы из природных алмазов массой 0,21–0,85 карата закрепляют механическим способом или напайкой в переходных державках диаметром до 10 мм и длиной до 50 мм. Их применяют для чистового точения деталей из цветных металлов и сплавов, пластмасс и др. неметаллических материалов.

Синтетические алмазы применяют для обработки твердых сплавов, высококремнистых материалов, стеклопластиков и других пластмасс. Синтетические алмаза типа карбонадо и баллас (марки АСПК и АСБ) по своим свойствам соответствуют природным алмазам тех же сортов. Обработку ведут со скоростями резания 200–300 м/мин.

Алмаз теплостоек до 800 °С (при большем нагреве он графитизируется). Область применения алмазных инструментов ограничивается высокой адгезией к железу, что является причиной его низкой износостойкости при точении сталей и чугунов.

Нитрид бора

Поликристаллы кубического нитрида бора (КНБ), известные под названием эльбор-Р, композит, исмит, боразон, кубонит и гексанит-Р, применяют для изготовления режущей части резцов. Выпускается в виде пластин круглой формы диаметром до 30 мм и длиной до 8 мм. Обладая химической инертностью к углероду и железу, КНБ успешно используется при обработке сталей и чугунов. КНБ по твердости приближается к алмазу и примерно вдвое превосходит его по теплостойкости (1600 °С).

При финишной обработке таким инструментом заготовок из чугуна и закаленных сталей высокой твердости достигается шероховатость поверхности, соответствующая шлифованию.

1.6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Классификация инструментальных материалов.
4. Расшифровка заданных марок инструментальных материалов (п. 1.7.), их краткая характеристика и область применения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Классификация инструментальных материалов.
2. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
3. Что понимается под теплостойкостью инструментальных материалов и чем она характеризуется?
4. Углеродистые инструментальные стали, их маркировка и применение.
5. Теплостойкость углеродистых инструментальных сталей и допустимые скорости резания
6. Легированные инструментальные стали, их маркировка и применение.
7. Быстрорежущие стали, их маркировка и применение.
8. Штамповые стали.
9. Твердые сплавы, их классификация, маркировка и применение.
10. Теплостойкость твердых сплавов и допустимые скорости резания при обработке данными материалами.
11. Область применения минералокерамики.
12. Для обработки каких материалов применяются природные и синтетические алмазы, а также кубический нитрид бора?
13. Преимущества кубического нитрида бора.

Таблица 1.2

Свойства инструментальных материалов

Материал	Марка	Марка зарубежная	Твердость	Теплостойкость, °С	Скорость резания, м/мин
Углеродистая сталь	У10А	SK4	HRC 61–63	150–250	15–18
Легированная сталь	ХВГ	SKS31	HRC 62–64	250–350	25
Быстрорежущая сталь	P18	SKH2	HRC 63–66	600–650	100
Твердые сплавы	T15K6 BK8	P10 K40	HRA 87–92	1000	1000
Минералокерамика	ЦМ-332		HRA 91–95 (HV 22500)	1200	1500
Кубический нитрид бора	Эльбор		HV 90700	1500	1500
Алмаз искусств. Алмаз природный	АСБ АП		HV 98700 HV 100000	800	300

Таблица 1.3

Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435–90)

Марка Стали	Твердость HRC, не менее	Примерное назначение
У7, У7А У8, У8А У8Г, У8ГА	62	Зубила, клейма, ножницы, инструмент для обработки дерева, штампы
У9, У9А У10, У10А У11, У11А	62	Метчики, сверла, развертки, ножовки, резцы для обработки мягких материалов
У12, У12А У13, У13А	63	Напильники, бритвы, граверный инструмент

Таблица 1.4

Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950–73)

Марка стали	Твердость HRC, не менее	Примерное назначение
ХВ4	65	Граверный инструмент, резцы
Х	60	Зубила, строгальные и долбежные резцы
9ХС	60	Сверла, развертки, метчики, плашки
Х12ВМ	60	Холодные штампы, волоки
4Х5В2ФС	50	Пресс-формы для литья под давлением
6ХВГ	57	Пуансоны сложной формы

Таблица 1.5

Быстрорежущие стали (ГОСТ 19265–73)

Марка стали	Твердость HRC, не менее	Обрабатываемый материал
P18	63	Легированные конструкционные стали
P6M5	64	Легированные конструкционные стали
P9K5	64	Чистовая и получистовая обработка углеродистых и легированных конструкционных сталей
P6M5Ф3	65	Чистовая и получистовая обработка углеродистых и легированных конструкционных сталей
P6M5K5	65	Чистовая и получистовая обработка улучшенных легированных и нержавеющей сталей
P12Ф3	64	Чистовая обработка вязкой аустенитной стали и материалов, обладающих абразивными свойствами

Таблица 1.6

Назначение марок твердых сплавов

Марка сплава	Примерное назначение
BK3	Чистовое точение, нарезание резьбы, развертывание отверстий чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов
BK4	Фрезерование, черновое точение и зенкерование, рассверливание, растачивание чугуна, цветных металлов и сплавов
BK6	Черновое и получистовое точение, предварительное нарезание резьбы, растачивание отверстий, зенкерование серого чугуна, цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов
BK8	Черновое точение, фрезерование, рассверливание, зенкерование, строгание, сверление серого чугуна, коррозионно-стойких, высокопрочных, жаропрочных и цветных сталей и сплавов
BK15	Режущий инструмент для обработки дерева
T30K4	Чистовое точение с малым сечением среза, нарезание резьбы и развертывание отверстий в деталях из незакаленных и закаленных углеродистых сталей
T15K6	Получерновое и чистовое точение, нарезание резьбы, получистовое и чистовое фрезерование углеродистых и легированных сталей
T5K10	Черновое точение и фрезерование углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок

Продолжение табл. 1.6

Марка сплава	Примерное назначение
T5K12 TT17K12	Черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке, строгание сталей
TT10K8	Черновая и получистовая обработка труднообрабатываемых материалов, коррозионно-стойких сталей аустенитного класса, жаропрочных сталей и сплавов
TН20, TН30, TН40	Чистовая и получистовая обработка цветных металлов и сплавов

Таблица 1.7

Соответствие марок твердых сплавов
международной классификации ИСО

Марки по ГОСТ 3882–74	Основная группа	Подгруппа
T30K4 T15K6 T14K8 TT20K9 T5K10, TT10K8-Б T5K12 TT7K12	P	P01 P10 P20 P25 P30 P40 P50
BK6-OM BK6-M, TT8K6 TT10K8-Б BK8, BK10-OM, BK10-M TT7K12	M	M05 M10 M20 M30 M40
BK3, BK3-M BK6-OM, BK6-M TT8K6 BK6, BK4 BK8, BK4	K	K01 K05 K10 K20 K30

Таблица 1.8

Минералокерамика

Марка сплава	Обрабатываемый материал
ВШ-75, ВОК-60, ЦМ-332, ВО-13, В-3, кортинит	Серый и ковкий чугун (HB 163–270)
ВОК-60, ВОК-63, кортинит	Отбеленный чугун (HB 400–650)
ВО-13, ВШ-75, ВОК-60	Сталь конструкционная (HB 229)
ВШ-75, ВОК-60, кортинит	Сталь улучшенная (HB 229–380)
ВОК-60, В-3, кортинит	Сталь закаленная (HRC 36–64)
В-3, кортинит	Цветные сплавы на основе меди
Силинит-Р, кортинит	Сплавы на основе никеля

1.7. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ варианта	Марки сплавов
1	У7, 9ХВГ, М6Ф1, Р18, ВК3, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, ЦМ-332, эльбор, АС, А
2	У9А, Х12М, М6Ф3, Р6М5, ВК6, Т15К6, ТТ8К6, ТН-30, ВШ-75, исмит, АС, А
3	У12, 5Х2МНФ, М5Ф1С, Р6М5Ф3, ВК8, Т14К8, ТТ10К8Б, ТН-40, ЦН-30, боразон, АС, А
4	У8ГА, 4Х3ВМФ, М5Ф1С4, Р18К5Ф2, ВК10, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, ВШ-75, кубонит, АС, А
5	У9, ХВСГФ, М6Ф1С2, Р9К5, ВК15, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, ВОК-60, гексанит-Р, АС, А
6	У7А, 4Х5В2ФС, М6Ф1С, Р12, ВК20, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, В-3, эльбор-Р, АС, А
7	У10, 9Х5В2Ф, М6Ф1, Р6М5, ВК3-М, Т15К6, Т8К6, ТН-30, ЦМ-332, исмит, АС, А
8	У12А, 8Х6НФТ, М6Ф3, Р2АМ9К5, ВК6-М, Т14К8, ТТ10К8Б, ТН-40, ВОК-60, боразон, АС, А
9	У7, 9Г2Ф, М5Ф1С, Р6М5, ВК6-ОМ, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, ЦН-30, кубонит, АС, А
10	У9А, Х6ВФ, М5Ф1С4, Р6М5Ф3, ВК6-В, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, ВШ-75, гексанит-Р, АС, А
11	У8, 9ХС, М6Ф1С2, 11Р3АМ3Ф2, ВК8-В, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, ВОК-60, эльбор-Р, АС, А
12	У10А, 6Х4М2ФС, М6Ф1С, Р12, ВК8-ОМ, Т15К6, ТТ8К6, ТН-30, ВО-13, исмит, АС, А
13	У13, Х12Ф1, М6Ф1, Р6М5К5, ВК10-ХОМ, Т14К8, ТТ10К8, ТН-40, кортинит, боразон, АС, А
14	У7А, 6ХВГ, М6Ф3, Р2АМ9К5, ВК4-В, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, силинит-Р, кубонит, АС, А
15	У10, ХГС, М5Ф1С, Р18К5Ф2, ВК11-В, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, ВО-13, гексанит-Р, АС, А
16	У8А, Х12ВМ, М5Ф1С4, Р12Ф3, ВК10-М, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, ЦМ-332, эльбор-Р, АС, А
17	У11, 9ХФ, М6Ф1, Р9К5, ВК11-В, Т15К6, ТТ8К6, ТН-30, ВШ-75, исмит, АС, А
18	У13А, 9ХФМ, М6Ф1С2, Р6М5К5, ВК20-КС, Т14К8, ТТ10К8Б, ТН-40, ЦН-30, боразон, АС, А
19	У8, 11ХФ, М6Ф1С, Р2АМ9К5, ВК3, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, ВШ-75, кубонит, АС, А
20	У10А, 3Х2МНФ, М6Ф3, Р6М5, ВК6, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, ВОК-60, гексанит-Р, АС, А
21	У9, ХВГ, М5Ф1С4, 9М4К8, ВК8, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, ВО-13, эльбор-Р, АС, А

22	У11А, Х12ВМФ, М6Ф1С2, Р6М5Ф3, ВК10, Т15К6, ТТ8К6, ТН-30, кортинит, исмит, АС, А
23	У8Г, ХВ4Ф, М6Ф1С, 11Р3АМ3Ф2, ВК15, Т14К8, ТТ10К8Б, ТН-40, силинит-Р, боразон, АС, А
24	У8А, 4ХМФС, М6Ф3, Р18К5Ф2, ВК20, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, ЦМ-332, кубонит, АС, А
25	У11, Х12МФ, М6Ф1, Р9К5, ВК3-М, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, В-3, гексанит-Р, АС, А
26	У8А, 9ХС, Р6М5, Т15К6, М6Ф1, ТТ7К12, ТН30, ЦМ-332, ВОК-63, АСПК, Р18, карбонадо
27	У13, Х12МФ, М6Ф1, Р9К5, ВК3-М, Т5К12, ТТ8К7, ТН-25, В-3, гексанит-Р, АСБ, А
28	У8, 11ХФ, М6Ф1С, Р2АМ9К5, ВК3, Т5К10, ТТ20К9, КТН-16, ВШ-75, кубонит, АС, А
29	У12А, 8Х6НФТ, М6Ф3, Р2АМ9К5, ВК6-М, Т14К8, ТТ10К8Б, ТН-40, ЦМ-332, ВОК-63, баллас, А
30	У7, 9ХВГ, М6Ф1, Р18, ВК3, Т30К4, ТТ7К12, ТН-20, ЦМ-332, эльбор, АС, А

2. АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить классификацию, условное обозначение, характеристики и область применения абразивного инструмента.

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Абразивный инструмент – это режущий инструмент, изготовленный из синтетических или природных материалов высокой твердости. Процесс резания осуществляется множеством зерен абразивного материала, из которого изготовлен инструмент.

Все данные о конкретном инструменте закодированы в виде условного обозначения. Условное обозначение абразивного инструмента включает в себя следующие характеристики:

- типоразмер инструмента;
- вид, марку и зернистость абразивного материала;
- степень твердости инструмента;
- вид и марку связки;
- рабочую скорость применения инструмента;
- класс точности.

Кроме того, в характеристике могут указываться процентное содержание пор в высокопористых кругах и вид пропитки инструмента.

Абразивный инструмент применяют для обработки практически всех известных материалов (сталь, чугун, цветные металлы и сплавы, дерево, стекло, резина и др.).

Различают следующие виды абразивной обработки: шлифование, полирование, доводку, суперфиниширование, хонингование, отрезку. Для этих целей применяют абразивный инструмент различных типов и конструкций:

- шлифовальные круги, в том числе шлифовальные головки,
- отрезные круги;
- шлифовальные сегменты;
- абразивные бруски;
- абразивные шеверы;
- абразивный инструмент на гибкой основе с нанесенным на нее слоем шлифовального материала, закрепленного связкой (шлифовальная шкурка и изделия из нее);
- абразивные круги
- полировальные круги.

2.2. ТИПЫ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Наиболее широко при различной обработке деталей применяются **шлифовальные круги** общего применения **из электрокорунда и карбида кремния**, типы и размеры которых определены ГОСТ 2424–83 (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Типы шлифовальных кругов

Тип	Ранее применяемое обозначение	Вид круга
1	ПП	плоский прямого профиля
2	К	кольцевой
3	ЗП	с коническим профилем
4	2П	с двусторонним коническим профилем
5	ПВ	плоский с односторонней выточкой
6	ЧЦ	чашечный цилиндрический
7	ПВД	плоский с двусторонней выточкой
11	ЧК	чашечный конические
12, 14	Т	тарельчатый
23	ПВК	плоский с конической выточкой
26	ПВДК	плоский с двусторонней конической выточкой
36	ПН	с запрессованными крепежными элементами

Шлифовальные круги широкого применения выпускают следующих размеров:

наружный диаметр $D = 3–1060$ мм;

ширина $T = 1–250$ мм;

диаметр посадочного отверстия $H = 1–305$ мм.

Типы и размеры **шлифовальных кругов из эльбора** регламентированы ГОСТ 17123–79 и ГОСТ 24106–80. Круги состоят, как правило, из корпуса и режущего (рабочего) эльборсодержащего слоя. Режущий слой расположен на наружных участках поверхности инструмента и имеет разную ширину, высоту и толщину.

Для окончательной обработки стальных закаленных цилиндрических зубчатых колес с некоррегированным профилем применяют **абразивные шеверы**, которые представляют собой абразивный инструмент в виде твердого тела, имеющего форму зубчатого колеса и изготовленного методом литья.

2.3. АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Абразивные материалы разделяются на два класса: природные и синтетические. К *природным* материалам относят природный алмаз, корунд, наждак, кремьень, гранат, техническое стекло. Природные материалы применяют в ограниченном количестве, как правило, в виде зерна для свободного шлифования, изготовления шлифовальной шкурки.

К *синтетическим* материалам относят синтетический алмаз, электрокорунд, карбид кремния, карбид бора и материалы на основе кубического нитрида бора. Они обладают большей стабильностью физико-механических свойств чем природные, поэтому им отдают предпочтение.

Электрокорунд (Al₂O₃) – синтетический абразивный материал, состоящий в основном из окиси алюминия в виде ее кристаллической α-модификации (минерал корунд). Содержание корунда в зависимости от марки материала достигает 99% (табл. 2.2). Чем выше содержание корунда, тем прочнее, тверже зерна и тем они острее. Электрокорунд применяют для шлифования сталей, чугунов и цветных сплавов.

Таблица 2.2

Марки электрокорунда

Марка	Наименование электрокорунда	Содержание Al ₂ O ₃ , %
12А, 13А, 14А, 15А, 16А	Нормальный	93–96
22А, 23А, 24А, 25А	Белый	96–99
32А, 33А, 34А	Хромистый	91–98
37А	Титанистый	91–98
38А	Циркониевый	60–75
43А, 44А, 45А	Монокорунд	98–99
91А, 92А	Хромтитанистый на основе белого электрокорунда	60–75
93А, 94А	Хромтитанистый на основе нормального электрокорунда	60–75
96А	Магнево-кремниевый	60–75

Карбид кремния (SiC) – синтетический абразивный материал, состоящий, в основном, из кристаллов гексагонального карбида кремния, содержание которого колеблется в различных марках материала в пределах 97,5–99% (табл. 2.3). Карборунд более твердый, но и более хрупкий, чем электрокорунд.

Марки карборунда

Марка	Наименование	Содержание SiC, %	Применение
53С, 54С, 55С	Черный	97	Обработка хрупких металлических материалов, цветных сплавов и неметаллов
63С, 64С	Зеленый	99	Заточка твердосплавного режущего инструмента

Карбид бора (B_4C) изготавливают термическим путем из борсодержащего и углеродистого сырья. Содержание в материале B_4C составляет 85–90%. Материал обладает чрезвычайно высокой твердостью и хрупкостью. При нагревании свыше 500 °С окисляется, поэтому используется не для изготовления инструмента, а в виде порошков для доводки твердосплавного инструмента и притирки драгоценных камней.

Кубический нитрид бора (КНБ) – это синтетический сверхтвердый материал, получаемый из гексагональной модификации нитрида бора BN в результате воздействия на него высоких давлений и температур. Отечественной промышленностью материал выпускается под торговой маркой «эльбор», который в зависимости от физико-механических свойств разделяется на марки:

- ЛО – обычной прочности;
- ЛП – повышенной прочности;
- ЛКВ – высокопрочный.

Содержание кубического нитрида бора в различных марках эльбора колеблется от 90 до 96%. Как абразивный материал эльбор широко применяют для изготовления шлифовальных кругов различных типов. КНБ близок по твердости к алмазу, при этом более термостоек (до 1500 °С). Он обладает высокой твердостью, термостойкостью и малым химическим сродством к железу, что дает возможность использовать этот материал для обработки высокопрочных и закаленных сталей и прочих сплавов на основе железа.

Алмаз синтетический (АС) получают из графита в специальных камерах при температуре 1200–2400 °С и давлении 1,3 ГПа в присутствии катализатора. Алмазы обладают высокой твердостью, теплопроводностью, износостойкостью, режущими свойствами, но недостаточной термостойкостью (до 800 °С). Их применяют для обработки хрупких материалов, цветных металлов и неметаллических материа-

лов (пластмасс, керамики.). Алмазы имеют высокую адгезию к железу, что является причиной низкой износостойкости при обработке сталей и чугунов. Синтетические алмазы имеют большую остроту режущих кромок по сравнению с природными, поэтому они более производительны.

Для производства инструмента абразивные материалы дробят, измельчают и классифицируют, получая *шлифовальные материалы* определенного размера и формы.

2.4. ЗЕРНИСТОСТЬ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Зернистость шлифовальных материалов из электрокорунда, карбида кремния и бора, природных абразивных материалов по ГОСТ 3647–80 определяется размером абразивных зерен, т. е. группой материала (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Зернистость абразивных материалов

Группа материала	Размер зерен, мкм	Обозначение зернистости
Шлифзерно	2000–160	200; 160; 125; 100; 80; 63; 50; 40; 32; 25; 20; 16
Шлифпорошки	125–40	12; 10; 8; 6; 5; 4
Микропорошки	63–10	M63; M50; M40; M28; M28; M14
Тонкие микрошлифпорошки	10–3	M10; M7; M5
Особо тонкие микрошлифпорошки	3–1	M3; M2; M1

Цифровое обозначение зернистости означает: 200 – соответствует размеру зерен основной фракции 2500–2000 мкм, 160 соответственно 2000–1600 мкм и т. д.; M63 соответствует размеру основной фракции 63–50 мкм; M50 соответственно 50–40 мкм и т. д.

Для *эльбора* существует следующее деление по группам и обозначение по зернистости:

шлифзерно Л20 и Л16;

шлифпорошки Л12, Л10, Л8, Л6, Л5, Л4;

микропорошки ЛМ63, ЛМ50, ЛМ40, ЛМ28, ЛМ20, ЛМ14;

тонкие микрошлифпорошки ЛМ10, ЛМ7, ЛМ5, ЛМ3;

особо тонкие микрошлифпорошки ЛМ1.

Цифровое обозначение зернистости эльбора аналогично абразивным материалам:

Л20 – зерновой состав основной фракции от 250 до 200 мкм;

Л16 – от 200 до 160 мкм;

ЛМ63 – зерновой состав основной фракции от 60 до 40 мкм;

ЛМ50 – от 40 до 28 мкм;

ЛМ1 – мельче 1 мкм.

Зернистость материала шлифовального круга выбирают в зависимости от размера снимаемого припуска и требуемой шероховатости поверхности (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Зернистость абразивного материала
в зависимости от вида обработки

Зернистость	Вид обработки
200–80	Обдирочные операции: зачистка заготовок, отливок, поковок, штампованных заготовок
80–50	Плоское шлифование торцом круга, заточка средних и крупных резцов, правка абразивного инструмента, отрезка
50–25	Черновое и комбинированное шлифование с припусками 0,5 – 1,0 мм, заточка режущего инструмента
32–16	Чистовое шлифование с припусками 0,2–0,3 мм, обработка профильных поверхностей, заточка мелкого инструмента, шлифование хрупких материалов
12–6	Отделочное шлифование, доводка твердых сплавов, доводка режущего инструмента, предварительное хонингование, заточка тонких лезвий
6–М28	Тонкое шлифование с припусками 0,05–0,10 мм металлов, стекла, мрамора и т. п.
М40 и мельче	Суперфиниширование, окончательное хонингование, доводка, полирование

2.5. СВЯЗКА АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В качестве связок, применяемых для закрепления зерен в абразивном инструменте, могут применяться:

– неорганические вещества (керамические, магнизиальные, силикатные, металлические);

– органические вещества природные (шеллаковые связки) и синтетические (бакелитовые, вулканистые, эпоксидные, глифталиевые связки);

– комбинации органических и неорганических веществ (металлоорганические, металлокерамические и другие виды).

Связка абразивного инструмента (табл. 2.6) в значительной степени обуславливает интенсивность съема материала заготовки, качество обработки, износ инструмента и экономичность операции. Основными видами связок для производства шлифовальных кругов являются керамические (К), бакелитовые (Б), вулканитовые (В) и металлические (М).

Керамические связки характеризуются высокой теплостойкостью, прочностью, хрупкостью, жесткостью и химической стойкостью. Для производства керамических связок используют глину, полевошпатовые материалы, стекло.

Бакелитовые связки имеют высокую прочность и низкую теплостойкость. Основу связки составляет бакелит в виде порошка (смесь новолачной смолы с уротропином) или жидкости (жидкая резональная смола). Бакелитовые связки применяют для изготовления инструмента, имеющего высокую самозатачиваемость (обдирочные, отрезные круги).

Вулканитовая связка – это вид резины (провулканизированная смесь каучука с серой и другими наполнителями). Инструмент на вулканитовой связке, обладая повышенной эластичностью, в процессе шлифования деформируется, что снижает интенсивность его самозатачивания и повышает полирующий эффект.

Металлические связки применяют при производстве инструмента из эльбора марки ЛКВ. В состав металлических связок входят порошки меди, олова, железа, титана, ванадия и других металлов.

2.6. ТВЕРДОСТЬ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Твердость абразивного инструмента характеризует способность связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием сил резания. Чем тверже круг, тем большая сила необходима, чтобы вырвать зерно из связки, но в то же время в большей степени проявляется склонность инструмента к засаливанию (забивание пор круга стружкой).

Различают следующие степени твердости инструмента (цифры 1, 2 и 3 характеризуют возрастание твердости внутри данной степени):

ВМ1, ВМ2 – весьма мягкий;	СТ1, СТ2, СТ3 – средне-твердый;
М1, М2, М3 – мягкий;	Т1, Т2 – твердый;
СМ1, СМ2 – средне-мягкий;	ВТ – весьма твердый;
С1, С2 – средний;	ЧТ – чрезвычайно твердый.

Таблица 2.6

Виды связки абразивного инструмента

Обозначение	Основные компоненты	Область применения
Связки для абразивных инструментов		
Керамическая, К	Глина, кварц, полевой шпат, жидкое стекло	Все виды шлифования (за исключением скоростной обдирки, разрезания и прорезания узких пазов)
Силикатная, С	Жидкое стекло, наполнители	Плоское шлифование закаленной стали, заточка инструментов с тонкими режущими лезвиями
Магнезиальная, М	Каустический магнезит, раствор хлористого магния	Заточка топоров, столовых ножей, напильников, лезвий безопасных бритв
Бакелитовая, Б	Фенолформальдегидная смола	Плоское шлифование, обдирочное шлифование, отрезание и прорезание пазов, заточка инструментов, круглое наружное шлифование, хонингование, резьбошлифование
Глифталевая, Г	Синтетическая смола из глицерина и фталевого ангидрида	Отделочное шлифование деталей из закаленной стали
Вулканитовая, В	Каучук, вулканизующие добавки	Отделочное шлифование и полирование, чистовые операции, отрезание, прорезание, шлифование пазов, ведущие круги при бесцентровом шлифовании
Связки для алмазных абразивных инструментов		
Органическая, О	Наполнитель: абразивные порошки, порошки металлов, органические смолы	Чистовое шлифование твердых сплавов, закаленных сталей, заточка инструментов, суперфиниширование. Алмазные круги из порошка марки АСО. Они работают в режиме самозатачивания и не требуют частой правки
Металлическая, М	Медь, олово, алюминий, абразивные порошки	Шлифование твердых сплавов, керамики, оптического стекла, ферритов, драгоценных камней, бетона; заточка твердосплавных инструментов; хонингование закаленных сталей и чугуна, хромовых покрытий, алюминиевых сплавов. Круги из алмазных порошков марок АСР и АСВ.
Керамическая, К	Металлический порошок, глина	Шлифование быстрорежущей стали. Алмазные круги изготавливают из порошков марки АСР

При выборе абразивных кругов по твердости учитывают материал обрабатываемой детали, вид шлифования, зернистость шлифматериала круга, размеры и профиль рабочей поверхности круга, наличие смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ), режимы резания (табл. 2.7). Обычно для мягких материалов выбирают твердый круг, а для твердых материалов – мягкий.

Таблица 2.7

Применение абразивного инструмента
в зависимости от степени твердости

Степень твердости	Область применения
ВМ1, ВМ2, М1, М2, М3, СМ1, СМ2	Плоское шлифование торцом круга (на бакелитовой связке), периферией круга (на керамической связке); шлифование и заточка инструмента из твердых сплавов, минералокерамики. Тонкое шлифование, резьбошлифование, зубошлифование, суперфиниширование. Шлифование закаленных сталей, цветных сплавов
СМ2, С1, С2	Чистовое шлифование (круглое, плоское, внутреннее, бесцентровое) закаленной стали; шлифование резьб с крупным шагом. Обдирочное шлифование торцом круга
С2, СТ1, СТ3	Шлифование (круглое, бесцентровое, профильное, резьбошлифование) незакаленных, углеродистых и легированных сталей и сплавов; плоское шлифование сегментами; хонингование
СТ1, СТ2, Т1, Т2	Обдирочное шлифование, шлифование фасонных профилей, прерывистых поверхностей, отрезные работы, зачистка поковок и отливок, ведущие круги для бесцентрового шлифования, хонингование закаленных сталей
ВТ, ЧТ	Обдирочное шлифование, правка абразивных кругов методом обкатки и шлифования. Шлифование заготовок с малым припуском, шлифование шариков для подшипников

2.7. СТРУКТУРА АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Структура абразивного инструмента – это соотношение объемов шлифовального материала, связки и пор в абразивном инструменте. Чем больше номер структуры, тем меньше зерен и больше пор. Чем больше суммарный объем пор и чем крупнее сами поры, тем эффективнее удаляется стружка при резании, лучше охлаждается место контакта инструмента и детали, быстрее идет самозатачивание инструмента. В то же время инструмент с высоким содержанием пор менее прочен и подвергается большему износу. Таким образом, для каждой конкретной операции шлифования необходимо подбирать инструмент со строго заданной структурой.

Различают четыре группы по структурам абразивного инструмента:

№ 1–4 – закрытые (плотные) структуры;

№ 5–8 – средние;

№ 9–12 – открытые;

№ 13 и более – высокопористые.

Структуру шлифовального круга выбирают, исходя из следующих рекомендаций:

№ 4–6 – для чернового шлифования;

№ 6–8 – для получистового и чистового шлифования;

№ 10–12 – для профильного шлифования.

2.8. КЛАССЫ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ, ТОЧНОСТИ И РАБОЧИЕ СКОРОСТИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Как любое тело вращения, шлифовальные круги обладают неуравновешенностью. В зависимости от допустимых неуравновешенных масс устанавливаются четыре класса неуравновешенности шлифовальных кругов (ГОСТ 3060–86). Классу 1 соответствует минимальная, а классу 4 – максимальная неуравновешенность круга.

В соответствии с ГОСТ 2424–83 круги изготавливают трех классов точности: АА, А и Б. Класс точности круга должен соответствовать классу его неуравновешенности.

Класс точности	АА	А	Б
Класс неуравновешенности	1	1–2	1–3

Выбор класса точности шлифовальных кругов зависит от вида операции и требований к точности обрабатываемых деталей. Для большинства видов шлифования точных деталей, а также для шлифования с повышенными скоростями рекомендуется применять круги класса А, для зубошлифования и обработки высокоточных деталей – круги класса АА.

Прочность круга и степень его неуравновешенности должны гарантировать безопасную работу при шлифовании. Абразивный инструмент в зависимости от типоразмера и вида связки может применяться для работы при скоростях от 15 до 120 м/с. Круги, изготовленные для рабочих скоростей свыше 60 м/с, маркируются (кроме кругов диаметром менее 250 мм и эльборовых) цветной полосой.

Цвет полосы	Желтый	Красный	Зеленый	Синий и зеленый
Рабочая скорость, м/с	60	80	100	125

2.9. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Характеристика абразивного инструмента в виде условного обозначения обязательно указывается в нормативно-технической документации. Так, например, в соответствии с ГОСТ 2424–83 шлифовальный круг обозначается

1 500 × 50 × 305 24А 10 С2 7 К 35 м/с А 1 кл ГОСТ 2424–83,

что означает: круг плоский прямого профиля тип 1 с наружным диаметром $D = 500$ мм, высотой $T = 50$ мм, диаметром посадочного отверстия $H = 305$ мм, выполнен из белого электрокорунда марки 24А, зернистостью 10, степенью твердости С2, номером структуры 7 (средней), на керамической связке К, для работы со скоростью 35 м/с, класса точности А, 1-го класса неуравновешенности.

Пример условного обозначения шлифовального круга из эльбора:

1 А1 250 × 16 × 76 × 5 ЛП Л12 С2 К 7 100,

где *1А1* – круг плоский прямого профиля, диаметр $D = 250$ мм, высота $T = 16$ мм, посадочное отверстие $H = 76$ мм, ширина эльборсодержащего слоя $S = 5$ мм, эльбор повышенной прочности ЛП, зернистость 12, твердость С2, керамическая связка К, структура 7, концентрация эльбора 100%.

Отрезной круг диаметром $D = 400$ мм, высотой $T = 4$ мм, диаметром посадочного отверстия $H = 51$ мм, из нормального электрокорунда марки 14А, зернистостью 40, звуковым индексом 41, с бакелитовой связкой с упрочняющим элементом БУ, рабочая скорость 80 м/с, 2 кл. точности:

400 × 4 × 51 14А 40 41 БУ 80 м/с 2 кл ГОСТ 21963–82.

Аналогичный принцип обозначения характеристик применяется и для других видов абразивного инструмента.

2.10. ШЛИФОВАЛЬНАЯ ШКУРКА

Шлифовальная шкурка выпускается на бумажной и тканевой основе в виде листов, лент, дисков, кругов и т. д.

Шкурка абразивная тканевая (ГОСТ 5009–82) выпускается двух типов:

1 – для машинной обработки неметаллических материалов, металлов и сплавов низкой твердости и для ручной обработки различных материалов;

2 – для машинной и ручной обработки твердых и прочно-вязких материалов.

В качестве основы применяют хлопчатобумажные ткани, имеющие соответствующее обозначение по ГОСТ 3357–82:

ЛОГ – саржа легкая гладкая;

Л1 – саржа легкая № 1 суровая;

Л2Г – саржа легкая № 2 гладкая;

С2 – саржа средняя № 2 суровая и т. д.

Шлифовальный материал связывается с основой мездровым клеем (М), комбинированной связкой (К) или другими связующими. Шкурка выпускается в рулонах шириной 725; 740; 770; 800 и 830 мм и длиной 30 и 50 м. В зависимости от дефектов на поверхности шкурки она маркируется классом А, Б, и В.

Пример условного обозначения абразивной тканевой шлифовальной шкурки типа 2, шириной 830 мм, длиной 50 м, на сарже средней № 2 суровой, из белого электрокорунда марки 24А, зернистостью 40, на мездровом клее, класса А:

2 830 × 50 С2 24А 40 М А ГОСТ 5009-82.

Шкурку шлифовальную тканевую водостойкую (ГОСТ 13344–79) также выпускают двух типов: однослойной (О) и двухслойной (Д). Шкурку поставляют в рулонах. В качестве основы применяют саржу утяжеленную № 1 и № 2 гладкокрашеную (условное обозначение У1Г, У2Г), среднюю № 1 и № 2 гладкокрашеную (С1Г, С2Г), саржу специальную прочную (СП) и полудвунитку гладкокрашеную (П). В качестве связующего используются фенолформальдегидные смолы СФЖ-3038 и СФЖ-3039 и лак ЯН-153.

Пример условного обозначения водостойкой тканевой двухслойной шлифовальной шкурки типа 2 в рулоне:

Д2 820 × 20 У1Г 63С 40 СФЖ А ГОСТ 13344–79.

Шкурка шлифовальная бумажная (ГОСТ 6456–82) выпускается двух типов:

1 – для машинной и ручной обработки неметаллических материалов (дерева, кожи, резины, пластмассы и т. п.);

2 – для машинной и ручной обработки металлов и сплавов.

Шлифовальная шкурка выпускается в рулонах со следующими видами рабочего слоя: С – сплошной, Р – рельефный. В качестве основы применяют бумагу по ГОСТ 18277–82 с условным обозначением П1–П11.

Пример условного обозначения бумажной шлифовальной шкурки типа 1, со сплошным рабочим слоем С, шириной 1000 мм, длиной 50 м, на бумаге П2, из нормального электрокорунда марки 15А, зернистости 25, на мездровом клее М, класса А:

1С 1000 × 50 П2 15А 25 М А ГОСТ 6456–82.

Шкурка шлифовальная бумажная водостойкая (ГОСТ 10054–82) предназначена для абразивной обработки различных материалов с применением СОЖ. Выпускается в рулонах и листах. В качестве основы применяется влагопрочная бумага (условное обозначение М) и влагопрочная с полимерным латексным покрытием (Л1, Л2). Шлифзерно связывается с основой лаками марок ЯН-153, ПФ-587 и другими водостойкими связками.

Пример условного обозначения водостойкой шлифовальной шкурки в рулоне шириной 750 мм, длиной 50 м, на влагопрочной бумаге М, из зеленого карбида кремния 64С, зернистостью 16, со связкой ЯН-153, класса А:

750 × 50 М 64С 16 ЯН А ГОСТ 10054–82.

То же для шлифовального листа шириной 230 мм, длиной 280 мм:

Л 230 × 280 М 64С 16 ЯН А ГОСТ 10054–82.

К изделиям из шлифовальной шкурки относятся: бесконечные (склеенные) шлифовальные ленты, шлифовальные ленты, конуса, кольца, диски, лепестковые круги.

2.11. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткая характеристика основных типов абразивных инструментов.
4. Расшифровка условного обозначения абразивного инструмента (п. 2.12), его характеристика и область применения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие характеристики закодированы в условном обозначении абразивного инструмента?
2. Основные типы абразивного инструмента.
3. Типы и размеры шлифовальных кругов из электрокорунда, карбида кремния и эльбора.
4. Классификация абразивных материалов.
5. Виды и марки абразивных материалов из электрокорунда и карбида бора.
6. Обозначение зернистости абразивных материалов.
7. Виды обработки в зависимости от зернистости абразивных материалов.
8. Основные виды связок для шлифовальных кругов.
9. Обозначение, компоненты и область применения связок.
10. Классификация абразивных инструментов по степени твердости.
11. Что характеризует структура абразивного инструмента?
12. Структуры абразивных кругов и рекомендации по их выбору.
13. Классы неуравновешенности и точности шлифовальных кругов.
14. Условное обозначение шлифовальных кругов.
15. Классификация шлифовальных шкурок по виду основы, их основные типы и условное обозначение.
16. Условное обозначение шлифовальных шкурок.

2.12. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ Вари анта	Марки материалов
1, 16	1 500×80×203 24А 200 С1 6 К 30м/с; 11 150×40×32 53С 80 М1 4 Б 25 м/с; 1А1 150×13×20×4 ЛО Л16 80 С2 К 5 100; 1 740×30 ЛОГ 12А 50 МБ
2, 17	3 300×25×76 13А 160 СМ1 5 К 25 м/с; 12 80×8×13 54С 50 СТ1 8 Б 30 м/с; 1А1 100×10×13×5 ЛП Л20 50 СТ1 К 6 100; 2 800×50 ЛП 25А 63 К В
3, 18	2 400×63×305 14А 125 С2 7 Б 35м/с; 14 100×10×2055С 100 СТ2 9 К 20 м/с; 1А1 125×16×32×4 ЛКВ Л12 80 С1 К 7 100; 1 770×30 Л2Г 34А 50 М А
4, 19	5 150×25×3215А 63 СТ3 6 С 30 м/с; 23 300×50×127 63С 40 М2 11 Б 25м/с; 1А1 150×16×32×5 ЛО Л25 50 С2 К 8 100; 2 725×50 С2 33А 25 К Б
5, 20	4 200×40×76 16А 50 СМ2 10 В 50 м/с; 26 500×50×30 64С 32 М3 12 Б 25 м/с; 1А1 175×13×32×3 ЛП Л20 100 С1 К 5 100; О 820×20 П 63С 40 СФЖ А
6, 21	6 80×40×20 22А 25 ВМ1 7 К 15 м/с; 36 450×63×305 53С 63 Т1 6 С 25 м/с; 1А1 200×20×32×4 ЛКВ Л12 80 С2 К 6 100; Д 800×30 У2Г 53С 50 СФЖ Б
7, 22	7 250×80×76 23А 20 ВМ2 10 К 25 м/с; 1 125×50×32 54С 50 Т2 7 М 30 м/с; 1А1 250×20×32×5 ЛО Л16 100 С1 К 7 100; О 770×20 С1Г 54С 40 СФЖ В
8, 23	1 100×10×13 24А 200 Т1 2 С 35 м/с; 3 125×8×32 53С 32 СМ1 9 К 25 м/с; 1А1 200×13×51×3 ЛП Л25 80 С2 К 5 100; Д 800×30 СП 64С 50 СФЖ А
9, 24	4 300×25×127 25А 160 Т2 4 М 30 м/с; 5 32×25×13 54С 25 СМ2 10 Б 15 м/с; 1А1 200×20×32×4 ЛКВ Л12 63 СТ1 К 6 100; 1 С 1000×30 П2 14А 20 М А
10, 25	23 350×50×203 32А 125 СТ1 3 К 25 м/с; 1 20×10×6 55С 20 М1 11В 30 м/с; 1А1 125×13×32×5 ЛО Л16 63 С2 К 7 100; 2 Р 800×50 П4 13А 25 К Б
11, 26	7 125×40×32 33А 100 СТ2 4 М 30 м/с; 1 50×25×16 63С 16 М2 12 К 25 м/с; 1А1 150×25×51×3 ЛП Л20 50 С1 К 8 100; 1 С 1000×30 П5 15А 32 М В
12, 27	4 350×25×127 34А 80 С1 5 Г 30 м/с; 1 13×5×4 64С 200 ВТ 13 М 40 м/с; 1А1 200×25×76×4 ЛКВ Л12 100 С1 К 5 100; 2 Р 800×50 П7 16А 16 К А
13, 28	3 200×16×32 37А 63 СМ1 6 Б 15 м/с; 1 300×40×32 53С 160 ЧТ 6 С 30 м/с; 1А1 175×32×32×5 ЛО Л25 80 С1 К 6 100; 750×50 М 55С 20 ЯН А
14, 29	5 40×25×13 38А 50 М1 7 В 25 м/с; 1 175×20×32 54С 125 СТ1 7 К 30 м/с; 1А1 100×10×13×4 ЛП Л20 50 С2 К 7 100; 770×30 М 54С 25 ЯН Б
15, 30	23 600×80×305 43А 40 ВМ1 8 К 30 м/с; 1 200×63×32 55С 100 С2 8 В 35 м/с; 1А1 125×20×20×5 ЛКВ Л12 50 С1 К 8 100; 750×50 М 63С 16 ЯН В

3. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЕ СТАНКИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство токарного станка модели 1К62, типовые инструменты и приспособления, применяемые для работы на станке.

3.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Станки токарной группы предназначены для обработки наружных и внутренних поверхностей вращения (цилиндрических, конических и фасонных), подрезания торцов, нарезания резьбы и некоторых других работ. Основным видом режущего инструмента для токарных станков являются резцы. Для обработки отверстий используют также сверла, зенкеры, развертки и др. Для нарезания резьбы применяют метчики и плашки.

Главное движение у станков токарной группы (движение резания) осуществляется вращением заготовки. Движение подачи сообщается режущему инструменту. В большинстве случаев это прямолинейное перемещение инструмента: вдоль оси вращения заготовки – продольная подача, поперек оси вращения заготовки – поперечная подача. Иногда инструмент перемещается по более сложной траектории.

Токарно-винторезные станки имеют однотипную компоновку и отличаются от токарных наличием ходового винта, что позволяет нарезать резьбу резцом.

Металлорежущие станки отечественного производства имеют буквенно-цифровое обозначение моделей. Первая цифра обозначает группу станка, вторая – тип станка в данной группе, третья или третья и четвертая – типоразмер станка в пределах данного типа. Буква в середине марки указывает на модернизацию станка, буква в конце марки – на модификацию.

Модель 1К62 расшифровывается следующим образом: цифра **1** означает, что станок относится к первой группе – **токарный**; буква **К** – **модернизированный**; цифра **6** указывает на принадлежность станка к шестому типу – **токарно-винторезный**; цифра **2** – технический параметр станка – **высота центров** над станиной (200 мм).

Станок 1К62 является универсальным. Он применяется для выполнения различных видов токарных работ на деталях многих наименований, нарезания резьбы и спиральных канавок на торцевых плоскостях заготовки.

3.2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКА И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Станок модели 1К62 состоит из ниже перечисленных узлов (рис. 3.1).

Станина 29 установлена на тумбах, служит для монтажа всех основных узлов станка и является его основанием. На станине монтируются передняя и задняя бабки, суппорт и коробка подач.

Передняя (шпиндельная) бабка 1 с коробкой скоростей крепится на левом конце станины. В ней размещена коробка скоростей и шпиндель, которые сообщают заготовке главное движение, а инструменту – движение подачи при выбранной глубине резания.

Шпиндель 7 служит для крепления заготовки с помощью приспособлений и сообщения ей вращательного движения. Вал шпинделя делается полым для размещения в нем обрабатываемого прутка. Передний конец шпинделя имеет конусное отверстие, в которое при необходимости устанавливается центр. К торцу шпинделя крепится на резьбе или болтами кулачковый или поводковый патрон для закрепления обрабатываемых заготовок.

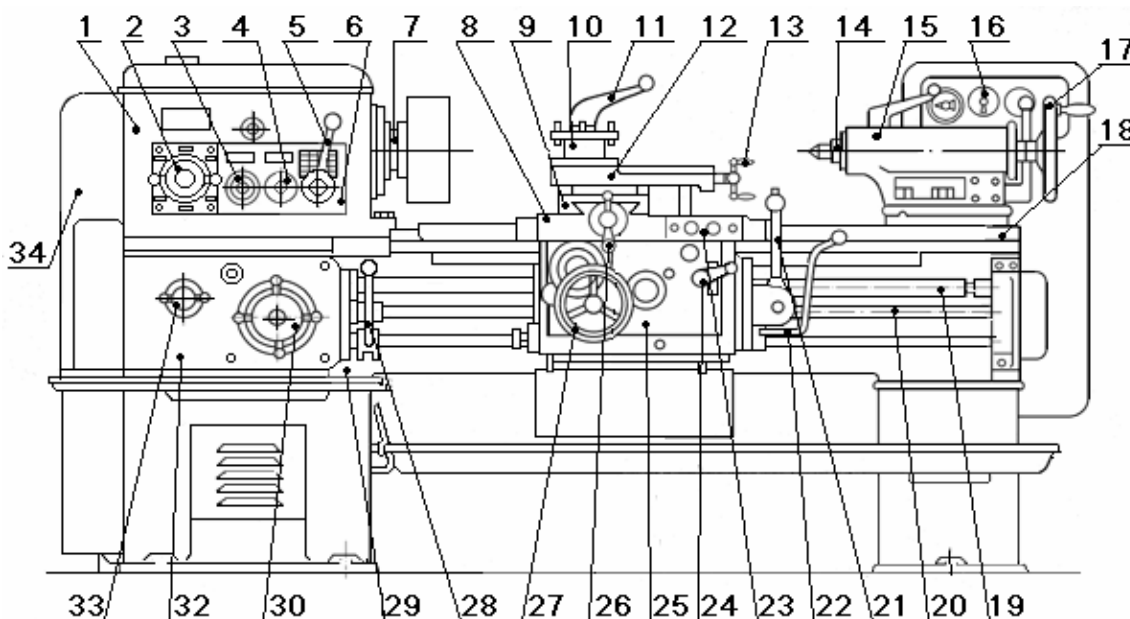


Рис. 3.1. Токарно-винторезный станок модели 1К62:

- 1 – передняя (шпиндельная) бабка; 2, 3, 4, 5 – рукоятки; 6 – коробка скоростей;
- 7 – шпиндель; 8 – продольные салазки (каретка); 9 – поперечные салазки; 10 – резцедержатель; 11 – рукоятка; 12 – поворотный суппорт; 13 – рукоятка; 14 – пиноль; 15 – задняя бабка; 16 – переключатель; 17 – маховик; 18 – направляющие станины; 19 – ходовой винт; 20 – ходовой вал; 21, 22 – рукоятки; 23 – кнопки; 24 – рукоятка; 25 – фартук; 26, 27 – маховики; 28 – рукоятка; 29 – станина; 30 – рукоятка; 32 – коробка подач; 33 – рукоятка; 34 – гитара

Коробка скоростей 6 обеспечивает 24 различных числа оборотов шпинделя в минуту. На передней панели коробки скоростей расположены рукоятки 2, 5 для установки числа оборотов шпинделя, рукоятка 3 установки числа заходов резьбы и рукоятка 4 установки правой и левой резьбы.

Коробка подач 32 расположена на передней стороне станины под передней бабкой. Она обеспечивает получение необходимой величины подачи инструмента или шага нарезаемой резьбы с помощью рукояток 30, 33. Передача к коробке подач осуществляется от шпинделя через гитару 34 со сменными зубчатыми колесами. Далее движение через ходовой вал 20 (при точении) или ходовой винт 19 (при нарезании резьбы) передается на суппорт.

Суппорт служит для сообщения резцу движения подачи. Нижняя часть суппорта, называемая *продольными салазками* или *кареткой* 8, движется по *направляющим* 18 станины при продольной подаче.

Поперечные салазки 9 перемещаются по направляющим продольных салазок при поперечной подаче.

На поперечных салазках расположен верхний *поворотный суппорт* 12 с *резцедержателем* 10. Верхний суппорт используется при обтачивании конических поверхностей. Для этого его поворачивают на необходимый угол. Подачу суппорта осуществляют рукояткой 13.

Резцедержатель 10 служит для установки и крепления резцов. Он имеет четыре позиции, что позволяет установить одновременно четыре инструмента и менять их, поворачивая резцедержатель рукояткой 11.

Фартук 25 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).

Задняя бабка 15 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. В отверстиях корпуса имеется *пиноль* 14, которая выдвигается с помощью *маховика* 17. Корпус задней бабки смещается относительно ее основания в поперечном направлении, что необходимо при обтачивании наружных конических поверхностей.

3.3. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОМ

Включение (отключение) общего питания станка осуществляется переключателем 16. Кнопки 23 служат для включения (выключения) главного двигателя станка. Рукоятками 22, 28 включают прямое и реверсивное вращение шпинделя.

Ручное перемещение продольных и поперечных салазок производится маховиками (с лимбами) 27, 26 соответственно продольной и поперечной подачи. Автоматическая рабочая продольная и поперечная подача инструмента осуществляется рукояткой 21. Кнопкой на этой рукоятке пользуются при ускоренном подводе (отводе) резца к детали.

3.4. НАЛАДКА И НАСТРОЙКА СТАНКА

Наладка станка – это подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции. Она включает в себя:

- определение способа закрепления заготовки на станке;
- установку приспособления на станке;
- выбор и установку режущего инструмента.

Осевой инструмент устанавливают в пиноль задней бабки, резцы – в резцедержатель. При этом вылет резца не должен превышать 1–1,5 высоты его державки, а его вершина должна находиться на уровне оси центров. Для этого под державку резца подкладывают металлические прокладки, совмещая его вершину с риской на пиноли или корпусе задней бабки.

После наладки станка для обеспечения требуемых режимов резания производят его настройку.

Настройка станка – это подготовка кинематической части станка к выполнению заданной обработки по установленным режимам резания. Перед настройкой станка на заданные частоту вращения шпинделя и подачу рукоятку включения вращения шпинделя (28) устанавливают в нейтральное (среднее) положение, рукоятки включения продольных и поперечных подач (21) – в нерабочее положение, а суппорт перемещают к задней бабке.

Вначале настраивают отдельные кинематические цепи станка (главного движения и подач), а затем устанавливают в определенное положение рукоятки коробки скоростей и коробки подач для получения требуемых скорости резания и подачи.

Настройку станка на размер производят в следующем порядке:

- рукояткой 22 включают вращение шпинделя;
- резец подводят до касания с деталью;
- суппорт отводят в крайнее правое положение и устанавливают глубину резания по лимбу рукоятки 27.

3.5. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК НА СТАНКЕ

Приспособления предназначены для расширения технологических возможностей станков, повышения их производительности и точности обработки, облегчения работы на станке. По назначению приспособления для токарных станков можно разделить на три группы:

- для закрепления обрабатываемых заготовок;
- для закрепления режущего инструмента;
- специальные приспособления, расширяющие технологические возможности станков.

На токарных станках для закрепления заготовки применяются **патроны** (рис. 3.2, а). Различают самоцентрирующие и несамоецентрирующие патроны. У самоцентрирующих патронов имеется, как правило, три кулачка, которые сдвигаются и раздвигаются одновременно. У несамоецентрирующих патронов обычно имеется четыре кулачка, каждый из которых можно перемещать независимо друг от друга при установке деталей несимметричной формы. Патроны применяются для закрепления заготовок при отношении их длины к диаметру L/D меньше 4.

При отношении $4 < L/D < 10$ заготовку устанавливают в **центрах**, а для передачи крутящего момента от шпинделя на заготовку используют поводковый патрон и хомутик. Для установки заготовки в центрах ее необходимо зацентровать, т. е. сделать центровые отверстия с торцов вала. Центры бывают вращающиеся, упорные, срезанные, шариковые и рифленые.

Упорные центры (рис. 3.2, б) делают с твердосплавными наконечниками, что повышает их долговечность.

Срезанные центры (рис. 3.2, в) применяют при подрезании торцов заготовки, когда подрезной резец должен подойти почти до оси вращения заготовки. Устанавливаются только в пиноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей частью (рис. 3.2, г) применяют в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя (например, при обтачивании конических поверхностей).

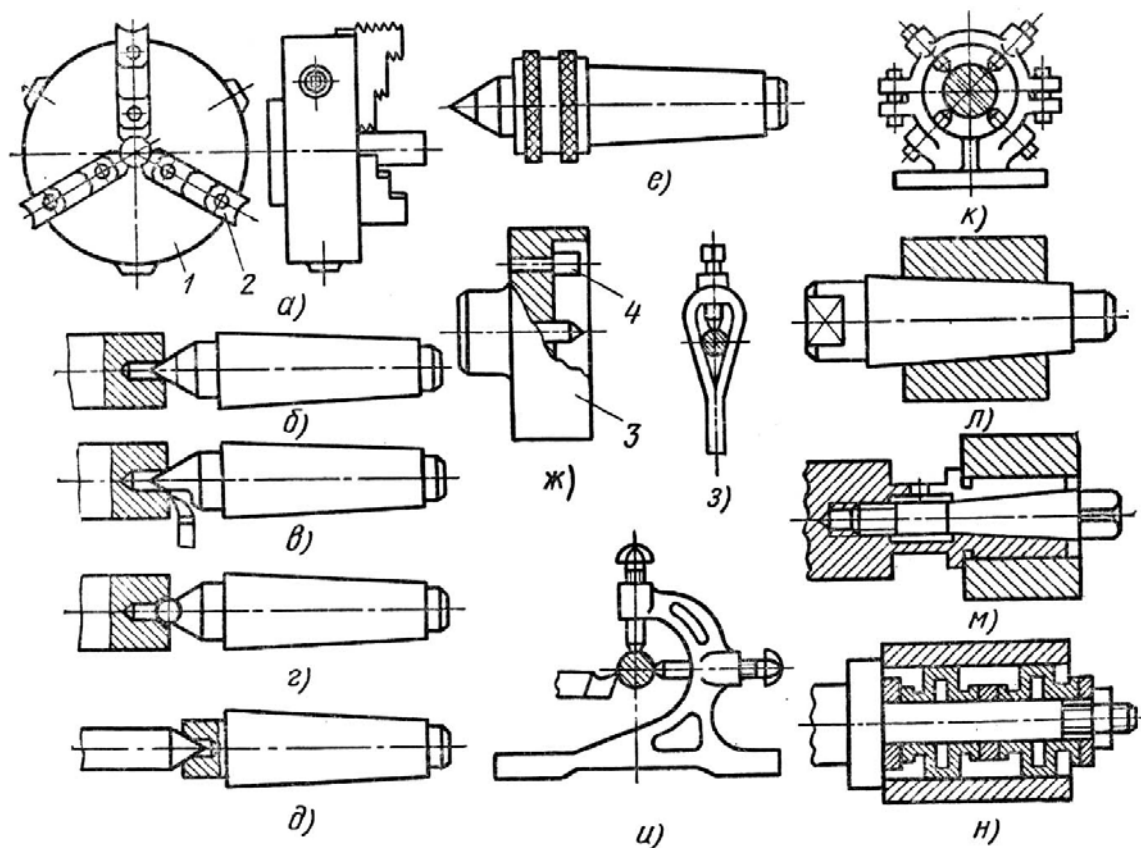


Рис. 3.2. Приспособления для закрепления заготовок на токарных станках: *а* – патрон (самоцентрирующий или несамосцентрирующий); *б* – упорный центр; *в* – срезанный центр; *з* – центр со сферической рабочей частью; *д, е* – вращающиеся центры; *ж* – поводковый патрон; *з* – хомутик; *и, к* – люнеты; *л* – коническая оправка; *м* – цанговая оправка; *н* – упругая оправка

Задние *вращающиеся центры* (рис. 3.2, *е*) применяют при резании с большими сечениями срезаемого слоя или при обработке с большими скоростями резания

Центр с рифленой рабочей частью используют при обработке заготовок с большим центровым отверстием без поводкового патрона.

При обработке в центрах крутящий момент передается при помощи поводкового *патрона* (рис. 3.2, *ж*) и *хомутика* (рис. 3.2, *з*).

Поводковый патрон представляет собой корпус, навинчиваемый на шпиндель станка. На торце патрона запрессован палец, передающий крутящий момент на хомутик, который закрепляют на заготовке болтом.

Люнеты (рис. 3.2, *и, к*) применяют при обработке длинных деталей малого диаметра (L/D больше 10) во избежание их прогиба под действием сил резания. Неподвижный люнет устанавливают на направляющих станины, а подвижный – на каретку суппорта.

Для установки деталей типа втулок, колец и стаканов применяют различные типы **оправок**: конические оправки (рис. 3.2, л), когда заготовка удерживается на оправке силой трения на сопряженных поверхностях; цанговые оправки (рис. 3.2, м) с разжимными упругими элементами – цангами; упругие оправки с гидропластмассой, гофрированными втулками, тарельчатыми пружинами (рис. 3.2, н).

Планишайбы используют для закрепления с помощью прихватов, накладок и болтов, угольников или специальных приспособлений крупных или сложных по конфигурации деталей, которые не могут быть зажаты в кулачковом патроне.

3.6. ТИПЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

По расположению главной режущей кромки резцы подразделяют на правые и левые. При точении правыми резцами суппорт перемещается справа налево, левые резцы работают при подаче слева направо.

По конструкции головки резцы классифицируют на прямые, отогнутые и оттянутые.

По технологическому назначению различают следующие типы резцов: проходные, подрезные, отрезные, резьбовые, канавочные, фасонные, расточные и др. (рис. 3.3).

Проходные резцы 1, 2, 3 предназначены для обтачивания наружных поверхностей и имеют при этом продольную подачу $S_{пр}$. *Проходной отогнутый* резец 1 более универсален, т. к. он используется как для обработки цилиндрической поверхности, так и для подрезания торца и снятия фасок. *Проходной прямой* резец 2 используют для обтачивания наружных цилиндрических поверхностей и для снятия фасок.

Торцовые поверхности обрабатывают *подрезными 4 и проходными отогнутыми 1* резцами, которые при этом имеют поперечную подачу $S_{поп}$.

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, галтельные 11 и фасонные резцы работают с поперечной подачей $S_{поп}$. 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 разрезаемой заготовки.

Галтельные резцы 11 предназначены для обработки галтелей. Фасонными резцами обрабатывают фасонные поверхности. Профиль режущей кромки фасонного резца должен отвечать профилю обрабатываемой поверхности.

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.

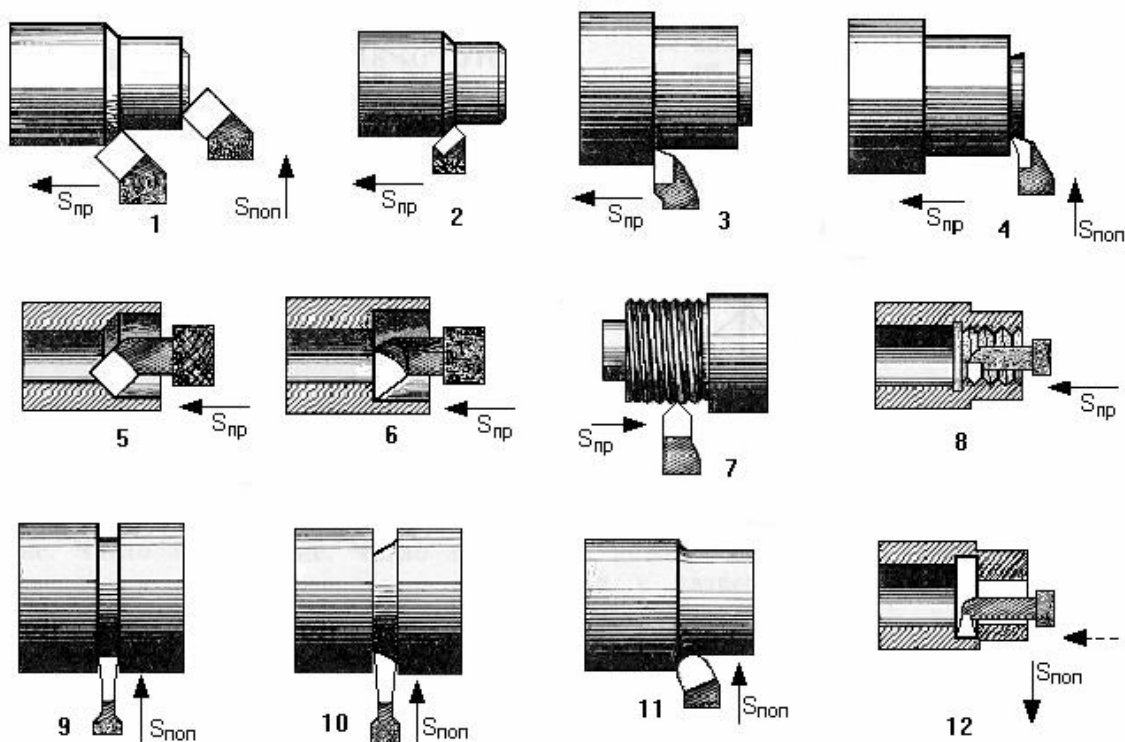


Рис. 3.3. Типы токарных резцов:

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

3.7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Маркировка металлорежущих станков.
4. Схема токарного станка с указанием основных узлов.
5. Инструменты и приспособления, применяемые для работы на станке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Обозначение металлорежущих станков.
2. Основные узлы токарного станка.
3. Назначение коробки подач.
4. Когда используются ходовой винт и ходовой вал?
5. Назначение суппорта станка.
6. Классификация токарных резцов по назначению.
7. Главный угол в плане проходного упорного резца.
8. Для закрепления каких деталей используются планшайбы?
9. Способ закрепления деталей на станке при L/D больше 10.
10. Приспособления, используемые для установки деталей типа втулок.
11. Для каких целей на токарном станке используются люнеты?
12. В каких случаях на токарных станках для передачи крутящего момента применяются поводковые патроны?
13. Назначение задней бабки токарного станка.
14. Приспособления, используемые для закрепления деталей на токарном станке.
15. Основные типы токарных резцов.

4. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить основные виды работ, выполняемых на токарно-винторезных станках, способы обработки конических и фасонных поверхностей, настройку токарного станка на нарезание резьбы.

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На токарно-винторезных станках выполняют подрезание торцов, центровку, обтачивание наружных цилиндрических поверхностей (в том числе и эксцентричных), обработку сквозных и глухих цилиндрических отверстий, точение конических и фасонных поверхностей, нарезание резьбы и другие работы.

Подрезание торцов. Обычно перед обтачиванием наружных поверхностей заготовки подрезают один или оба ее торца. Торцы подрезают проходными упорными, отогнутыми или подрезными резцами с поперечной подачей к центру (рис. 4.1, г) или от центра заготовки. Обрабатываемую деталь при этом обычно закрепляют в патроне или на планшайбе.

При подрезании с подачей от периферии к центру торец заготовки получается вогнутым вследствие воздействия на резец составляющих сил резания P_x и P_y . При подрезании от центра к периферии поверхность торца получается менее шероховатой, а торец выпуклым. При повторном проходе торец заготовки получается плоским.

При подрезании буртиков и уступов проходным упорным резцом работают как с продольной, так и с поперечной подачей. При подрезании правого торца заготовки используют срезанный центр.

Центровка применяется для получения центровых гнезд в длинных заготовках. Центровку необходимо выполнять весьма тщательно, так как центровочные гнезда являются базой при последующей обработке заготовок, а также используются при правке и проверке изготовленных деталей. При ремонтных работах сохранившимися центровочными отверстиями пользуются как базами для обработки изношенных или поврежденных поверхностей деталей. Центровка производится при помощи сверла и конической зенковки или при помощи комбинированного центровочного сверла.

Обтачивание наружных цилиндрических поверхностей выполняют прямыми, отогнутыми или упорными проходными резцами с

продольной подачей (рис. 4.1, а) при закреплении заготовок в патроне, на планшайбе, в патроне и центре, в центрах, на оправке и специальных приспособлениях.

Короткие детали с $L/D < 4$ (где L – длина обрабатываемой детали, D – ее диаметр) закрепляют в патроне, детали с $4 < L/D < 10$ – в центрах или в патроне, подпирая центром задней бабки. При $L/D > 10$ обрабатываемые детали крепят в центрах (или в патроне, подпирая центром задней бабки) и кроме того поддерживают люнетом.

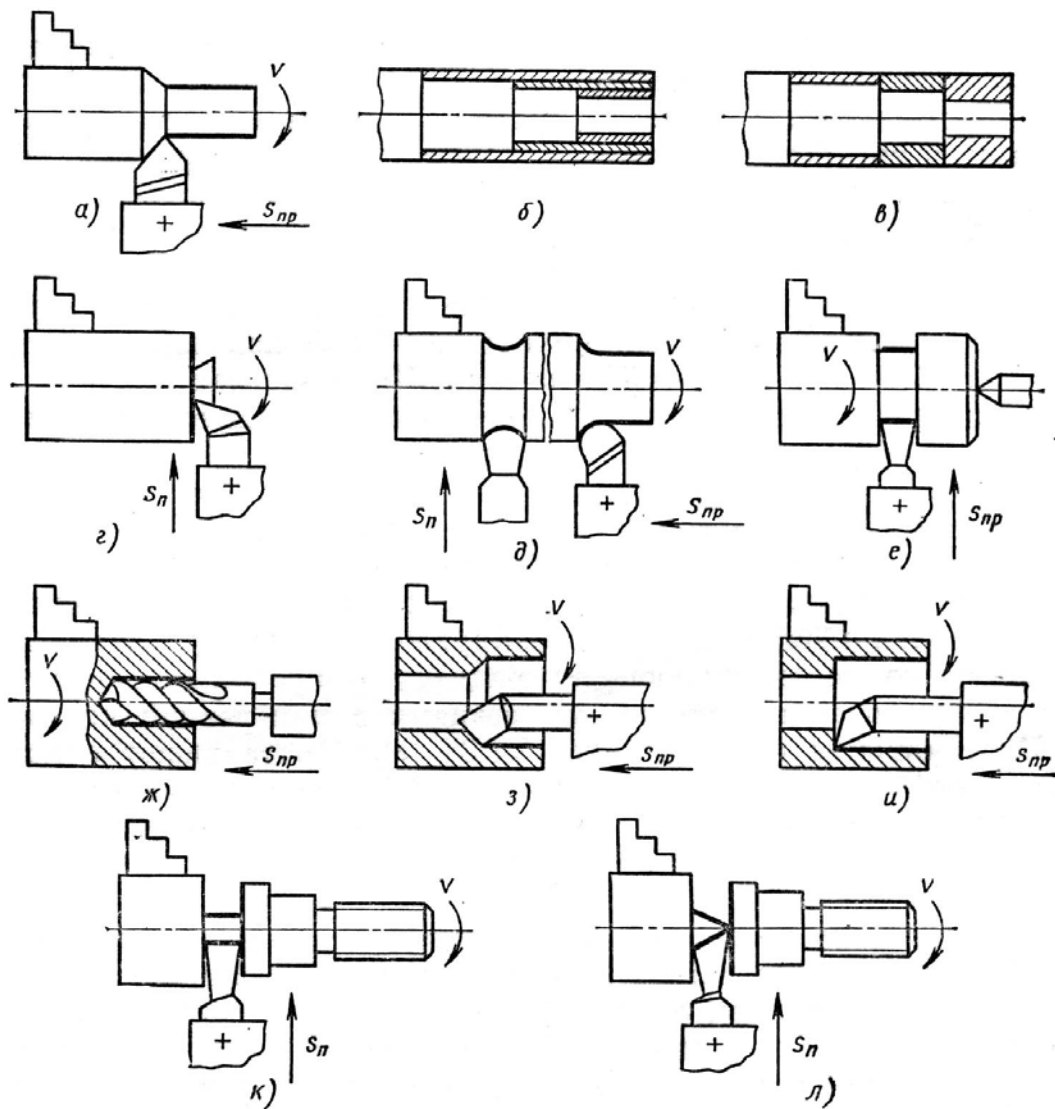


Рис. 4.1. Схемы обработки заготовок на токарно-винторезном станке: а – обтачивание наружных цилиндрических поверхностей; б, в, – обтачивание ступенчатых валов; г – подрезание торцов; д – обтачивание галтелей и скруглений; е – протачивание канавок; ж – сверление отверстий; з, и – растачивание отверстий; к, л – отрезание обработанных заготовок

При работе в центрах для уменьшения трения и нагревания необходимо заполнять центровые отверстия густой смазкой (65% тавота, 25% мела, 5% серы и 5% графита).

Детали типа втулок, зубчатых колес и др., имеющие обработанные отверстия, для получения concentричности наружных и внутренних поверхностей, а также для перпендикулярности торцовой поверхности к оси детали целесообразно обрабатывать на оправке. Точение на оправках применяется обычно при чистовой обработке.

Гладкие валы обрабатывают при установке заготовки на центрах. Вначале обтачивают один конец заготовки на длину, необходимую для установки и закрепления хомутика, а затем ее поворачивают на 180° и обтачивают остальную часть.

Ступенчатые валы обтачивают по двум схемам: деления припуска на части (рис. 4.1, б) или деления длины заготовки на части (рис. 4.1, в). В первом случае обрабатывают заготовки с меньшими глубинами резания, однако общий путь резца получается большим и резко возрастает основное (технологическое) машинное время (T_0). Во втором случае припуск с каждой ступени срезается сразу за счет обработки заготовки с большой глубиной резания. При этом T_0 уменьшается, но требуется большая мощность привода станка.

Нежесткие валы рекомендуется обрабатывать проходными упорными резцами с главным углом в плане $\varphi = 90^\circ$. При обработке заготовок валов такими резцами радиальная составляющая силы резания $P_y = 0$, что снижает деформацию заготовок.

Обтачивание галтелей и скруглений (рис. 4.1, д). Эту операцию выполняют проходными резцами с закруглением между режущими кромками по соответствующему радиусу с продольной подачей или специальными галтельными резцами с поперечной подачей.

Протачивание канавок (рис. 4.1, е) выполняется с поперечной подачей прорезными резцами, у которых длина главной режущей кромки равна ширине протачиваемой канавки. Широкие канавки протачивают теми же резцами сначала с поперечной, а затем с продольной подачей.

Сверление, зенкерование, зенкование и развертывание отверстий выполняют соответствующими инструментами, закрепленными в пиноли задней бабки. На (рис. 4.1, ж) показана схема сверления в заготовке цилиндрического отверстия.

Растачивание внутренних цилиндрических поверхностей выполняют расточными резцами, закрепленными в резцедержателе станка, с продольной подачей. Гладкие сквозные отверстия растачивают проходными расточными резцами (рис. 4.1, з); ступенчатые и глухие ци-

линдрические отверстия – упорными расточными резцами (рис. 4.1, и). Обычно после растачивания глухого или ступенчатого отверстия на заданную длину выключают продольную подачу, включают поперечную подачу и подрезают внутренний торец (дно) отверстия.

Отрезание обработанных деталей производят отрезными резцами с поперечной подачей. Резец имеет длинную узкую головку, для экономии металла – по ширине реза. Однако с уменьшением ширины режущей части снижается жесткость и прочность резца. Для заготовок диаметром 30–50 мм ширина режущей части резца составляет 3–5 мм. Для лучшего отвода стружки на передней поверхности резца затачивается лунка, а для уменьшения трения на боковых сторонах – вспомогательные углы в плане φ_1 в пределах $1-2^\circ$.

При отрезании детали резцом с прямым режущим лезвием (рис. 4.1, к) разрушается образующаяся шейка, при этом приходится дополнительно подрезать торец готовой детали. При отрезании детали резцом с наклонным режущим лезвием (рис. 4.1, л) торец получается чистым и дополнительно его подрезать не требуется. При обработке заготовок на полуавтоматах и автоматах обработанные детали отрезают от прутка отрезными резцами с наклонным режущим лезвием.

Обтачивание фасонных поверхностей заготовок с длиной образующей до 40 мм выполняют токарными фасонными резцами. Их делят на стержневые, круглые, призматические и тангенциальные.

Длинные фасонные поверхности обрабатывают проходными резцами с продольной подачей с помощью фасонного копира, устанавливаемого вместо копировальной конусной линейки.

4.2. ОБТАЧИВАНИЕ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

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

1. Широкими токарными резцами (рис. 4.2, а). Обтачивают короткие конические поверхности с длиной образующей до 30 мм токарными проходными резцами, у которых главный угол в плане φ равен половине угла при вершине обтачиваемой конической поверхности. Длина главного режущего лезвия резца должна быть на 1–3 мм больше длины образующей конической поверхности. Обтачивают с поперечной или продольной подачей резца. Способ наиболее широко используют при снятии фасок с обработанных цилиндрических поверхностей.

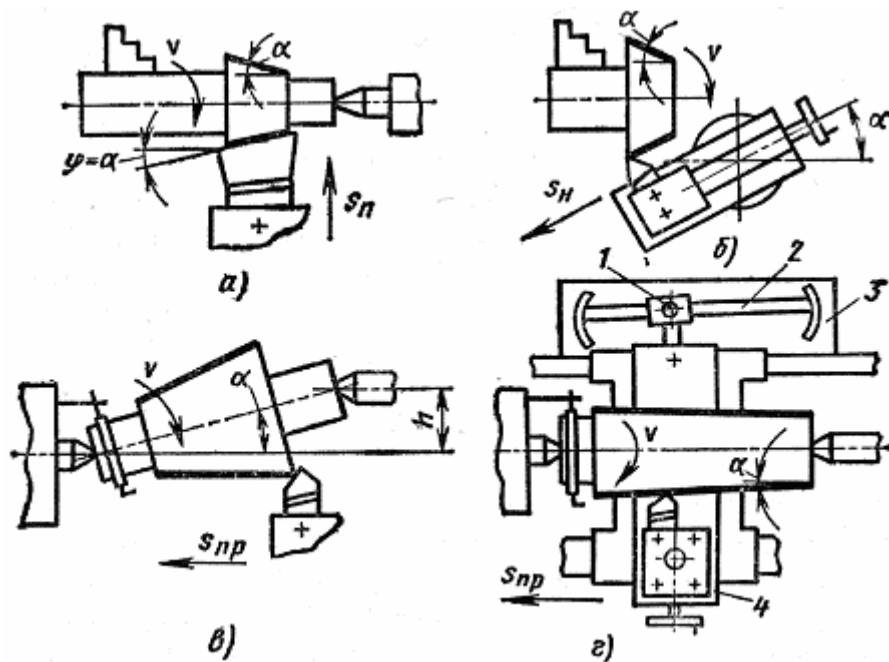


Рис. 4.2. Схемы обтачивания наружных конических поверхностей на токарном станке:

а – широким резцом; б – поворотом каретки верхнего суппорта; в – смещением корпуса задней бабки; г – с помощью копировальной конусной линейки

2. Поворотом каретки верхнего суппорта (рис. 4.2, б). При обработке конических поверхностей этим способом каретку верхнего суппорта 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 поворотной части суппорта.

Угол поворота каретки верхнего суппорта

$$\alpha = \arctg (D - d)/2l,$$

где D – больший диаметр обрабатываемой конической поверхности, мм; d – меньший диаметр обрабатываемой конической поверхности, мм; l – высота конической поверхности, мм.

Преимущества этого способа: а) оси центровых гнезд совпадают с осью станка (технологически очень важно); б) возможность обработки конусов с любым углом конусности; 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. 4.2, в). 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

$$h = L(D - d)/2l,$$

где L – полная длина обрабатываемой заготовки, мм.

Смещение корпуса задней бабки на величину h производят, 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 затирание на центрах и большая разработка центровых отверстий заготовки; г) ограничение по режиму обработки; д) ограничение по углу конусности.

4. С помощью копировальной конусной линейки (рис. 4.2, г). Корпус 3 конусной линейки закрепляют на кронштейнах на станине станка. На корпусе 3 имеется призматическая направляющая линейка 2, которую по шкале устанавливают под углом к линии центров станка. По направляющей перемещается ползун 1, связанный через рычаг с кареткой поперечного суппорта 4 станка.

При обработке гайку ходового винта поперечной подачи отсоединяют от каретки суппорта. Коническую поверхность этим способом обтачивают с продольной подачей. При продольном перемещении суппорта резец получает два движения: продольное и поперечное от копировальной конусной линейки. Сложение двух движений обеспечивает перемещение резца под углом к линии центров станка. После каждого прохода резец устанавливают на глубину резания при помо-

щи рукоятки верхней части суппорта. Он должен быть повернут на 90° относительно его нормального положения.

Угол поворота направляющей конусной линейки

$$\alpha = \operatorname{arctg} (D - d)/2l.$$

Обтачивают длинные конические поверхности с углом при вершине конуса $2\alpha = 30-40^\circ$.

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

Обтачивание внутренних конических поверхностей выполняют широким резцом, поворотом каретки верхнего суппорта, с конусной линейкой.

4.3. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

На токарно-винторезных станках нарезают внутренние и наружные резьбы. Резьбы нарезают резьбовыми резцами, форма режущих лезвий которых определяется профилем и размерами поперечного сечения нарезаемых резьб. Резец устанавливают на станке по шаблону. Резьбу (рис. 4.3, а) нарезают с продольной подачей резца $S_{пр}$ при вращательном движении заготовки V . При нарезании резьбы продольный суппорт получает поступательное движение от ходового винта и раздвижной маточной гайки, смонтированной в фартуке станка. Это необходимо, чтобы резец получал равномерное поступательное движение, что обеспечивает постоянство шага нарезаемой резьбы.

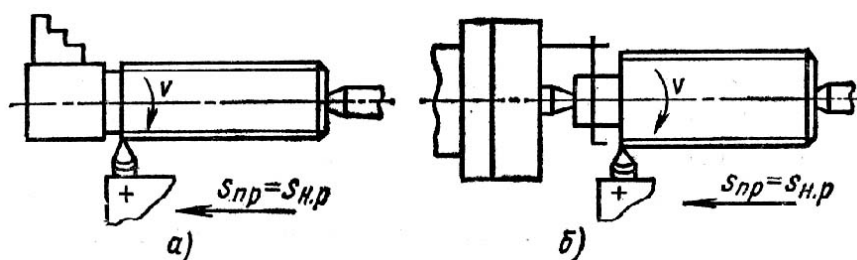


Рис. 4.3. Схемы нарезания резьбы:
а – однозаходной; б – многозаходной

При наладке токарно-винторезного станка на нарезание резьбы заданного шага $S_{н.р}$ необходимо рассчитать число зубьев сменных зубчатых колес гитары. Очевидно, что за каждый оборот заготовки резец должен перемещаться вдоль ее оси на величину шага нарезае-

мой резьбы. Отсюда уравнение кинематического баланса движений имеет вид

$$1_{\text{об.шп.}} \cdot i_p \cdot i_{\text{см}} \cdot i_{\text{к.п}} \cdot t_{\text{х.в}} = S_{\text{н.р}},$$

где i_p – передаточное отношение реверсивного механизма коробки скоростей; $i_{\text{см}}$ – передаточное отношение сменных зубчатых колес гитары; $i_{\text{к.п}}$ – передаточное отношение коробки подач; $t_{\text{х.в}}$ – шаг резьбы ходового винта.

Отсюда

$$i_{\text{см}} = S_{\text{н.р}} / i_p \cdot i_{\text{к.п}} \cdot t_{\text{х.в}} = (z_1/z_2) \cdot (z_3/z_4),$$

где z_1, z_2, z_3, z_4 – числа зубьев сменных зубчатых колес гитары.

Условия сцепляемости сменных зубчатых колес

$$(z_1 + z_2) \geq (z_3 + 15) \text{ и } (z_3 + z_4) \geq (z_2 + 15).$$

Набор сменных зубчатых колес от $z_{\text{min}} = 20$ до $z_{\text{max}} = 120$ с шагом через пять зубьев включает в себя зубчатые колеса с числом зубьев от 20 до 120 и одно зубчатое колесо с числом зубьев 127.

На токарно-винторезных станках нарезают метрические, дюймовые, модульные и специальные резьбы.

В ряде случаев резьбы (винты) выполняют двухзаходными, трехзаходными и т. д. У таких резьб шаг, высота и внутренний диаметр остаются такими же, как и у однозаходной резьбы. Однако ход резьбы S , т. е. расстояние вдоль оси винта между одноименными точками одной и той же нитки, больше шага резьбы на величину, определяемую числом заходов:

$$S = t/z',$$

где t – шаг резьбы в мм; z' – число заходов.

Нарезание многозаходных резьб имеет ту особенность, что после нарезания одной нитки поворачивают нарезаемую деталь (при неподвижном резце) на угол, равный $360^\circ/z'$ и нарезают следующую нитку (заход), т. е. требуется точное угловое деление обрабатываемой заготовки при переходе от одной нитки нарезаемой резьбы к другой.

Деление многозаходных резьб на заходы можно производить следующими способами:

1) поворотом заготовки на угол при использовании поводкового патрона с прорезами (обычно 24 отверстия), сделанными под определенными углами, в которые входит отогнутый конец хомутика, при повороте заготовки на угол винторезную цепь разрывают (выключают маточную гайку);

2) с использованием специального градуированного патрона, который позволяет одну часть патрона вместе с заготовкой повернуть относительно другой части патрона на требуемый угол (рис. 4.3, б);

3) смещением резца на шаг резьбы с помощью ходового винта верхнего суппорта;

4) с использованием нескольких резцов со смещением их относительно друг друга в осевом направлении на величину шага нарезаемой резьбы; применяют при нарезании резьбы на гладких валах (работа на проход).

4.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схемы обработки заготовок на токарно-винторезных станках.
4. Схемы обтачивания наружных конических поверхностей поворотом каретки верхнего суппорта и смещением корпуса задней бабки (рис. 4.2, б, в).
5. Краткое описание работ, выполняемых на токарном станке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Способы подрезания торцов и уступов.
2. Назначение центровки заготовок.
3. Способы закрепления заготовок на токарном станке.
4. Схемы обработки ступенчатых валов.
5. Тип резца для обработки длинных нежестких валов.
6. Способы обработки отверстий на токарных станках.
7. Растачивание ступенчатых и глухих отверстий.
8. Особенности отрезания обработанных деталей.
9. Способы обработки наружных конических поверхностей.
10. Сущность способа обработки конических поверхностей поворотом каретки верхнего суппорта, его преимущества и недостатки.
11. Преимущества и недостатки способа обработки наружных конических поверхностей смещением корпуса задней бабки и его сущность.
12. Особенности обработки конических поверхностей с помощью копировальной конусной линейки.
13. Особенности нарезания многозаходных резьб на токарных станках.
14. Способы деления многозаходных резьб на заходы.

5. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство сверлильного станка модели 2A125, приспособления для закрепления инструмента и заготовок, конструктивные и геометрические элементы сверла и работы, выполняемые на сверлильных станках.

5.1. СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Сверлильные станки предназначены для сверления и рассверливания отверстий, нарезания в них резьбы, зенкерования, зенкования, цекования, притирки отверстий и т. п.

Вертикально-сверлильные станки применяют для обработки отверстий в деталях сравнительно небольшого размера.

Модель **2A125** расшифровывается следующим образом: цифра **2** означает, что станок относится ко второй группе – **сверлильный**; буква **A** – **модернизированный**; цифра **1** указывает на принадлежность станка к первому типу – **вертикальный**; цифра **25** – наибольший **диаметр** сверления 25 мм (технический параметр станка).

При сверлении главным движением является вращательное движение инструмента, а движением подачи – поступательное движение инструмента вдоль оси.

Общий вид вертикально-сверлильного станка показан на рис. 5.1.

Станина 3 имеет вертикальные направляющие, по которым перемещается **стол 2** и шпиндельная **бабка 5**, несущая **шпиндель 4**. На шпиндельной бабке расположены **электродвигатель 15**, механизмы привода главного движения и подач, механизм включения и отключения вращения шпинделя и органы управления. Управление коробками скоростей и подач осуществляется рукоятками **7, 16**; ручная подача – **штурвалом 8**. Глубину обработки контролируют по **лимбу 10**. Фундаментная **плита 1** служит опорой станка. Стол **2** перемещают по направляющей станины **3**.

5.2. НАСТРОЙКА И НАЛАДКА СТАНКА НА РАБОТУ

Включение станка производится путем поворота ручки **6** в положение «включено» (должна загореться контрольная лампочка **17**). Рукояткой **7** устанавливают нужную частоту вращения шпинделя, поворачивая ее вправо или влево. Нужную величину подачи устанавливают рукояткой **15**, вращая ее вправо или влево. На столе **2** устанавливают приспособление, в которое закрепляют деталь. При сверлении глухих отверстий глубину резания устанавливают рукояткой **9**. Инст-

румент закрепляют в шпинделе станка в следующей последовательности: рукоятку **12** потянуть «на себя»; рукояткой **8** шпиндель опустить вниз на 10 мм; вставить сверло. Поворачивая «на себя» рукоятку **7**, пускают вращение шпинделя. С помощью рукоятки **8** осуществляют сверление. В момент нажатия сверла на деталь автоматически включается подача.

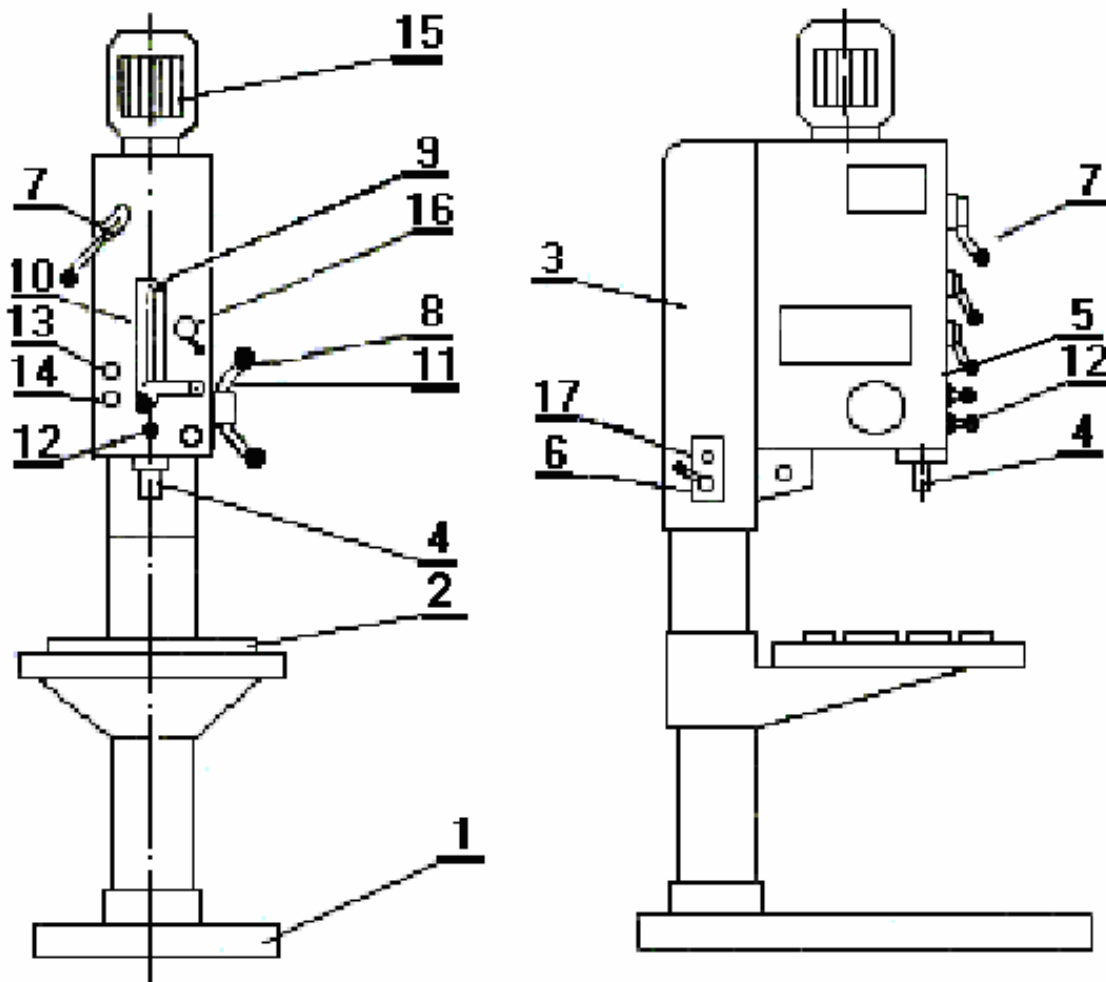


Рис. 5.1. Схема вертикально-сверлильного станка:

1 – плита; 2 – стол; 3 – станина; 4 – шпиндель; 5 – шпиндельная бабка; 6 – рукоятка включения двигателя; 7 – вариатор скоростей; 8 – штурвал; 9 – рукоятка установки глубины сверления; 10 – лимб глубины обработки; 11 – рукоятка включения самохода; 12 – рукоятка для выбивания инструмента; 13 – гнездо для подъема и опускания шпиндельной бабки; 14 – гнездо для закрепления шпиндельной бабки; 15 – электродвигатель; 16 – рукоятка скорости подачи; 17 – контрольная лампочка

5.3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К СВЕРЛИЛЬНЫМ СТАНКАМ

Режущие инструменты с коническим хвостовиком закрепляют непосредственно в коническом отверстии шпинделя станка (рис. 5.2, а) или с помощью конических втулок, если размер конического отвер-

ствия в шпинделе станка больше размера конуса хвостовика инструмента (рис. 5.2, б). Инструменты с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в трехкулачковых или цанговых патронах, устанавливаемых в шпиндель станка. Закрепление режущего инструмента в цанговом патроне показано на рис. 5.2, в. На резьбовую часть корпуса патрона **1** навинчивается втулка **2**, в которой находится разрезная цанга **3**. Цилиндрический хвостовик инструмента **4** вставляют в отверстие цанги и закрепляют вращением втулки **2** по часовой стрелке.

Для закрепления заготовок на столе станка применяют прижимные планки, призмы, машинные тиски, угольники, кондукторы.

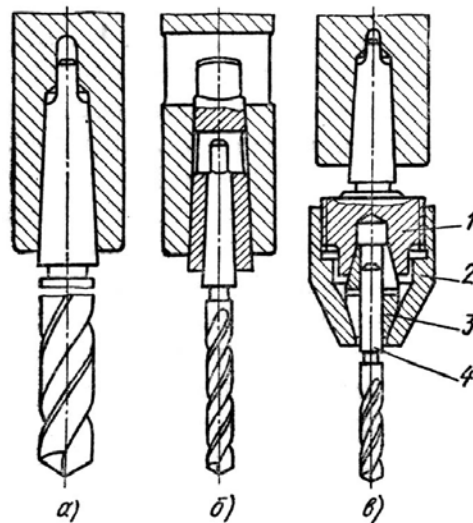


Рис. 5.2. Закрепление инструмента на сверлильных станках:
 а – шпиндель; б – коническая втулка; в – цанговый патрон; 1 – корпус патрона; 2 – втулка; 3 – цанга; 4 – хвостовик инструмента

5.4. СВЕРЛА

По конструкции и назначению сверла подразделяют на спиральные, центровочные и специальные. Наиболее распространенным инструментом для сверления и рассверливания является спиральное сверло с цилиндрическим или коническим хвостовиком, которое состоит из четырех частей: рабочей **6**, шейки **2**, хвостовика **4** и лапки **3** (рис. 5.3, а). В рабочей части **6** различают режущую часть **1** и направляющую часть **5** с винтовыми канавками. Шейка **2** соединяет рабочую часть сверла с хвостовиком. Хвостовик **4** служит для установки сверла в шпинделе станка. Лапка **3** является упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя.

Рабочая часть спирального сверла имеет переменный наружный диаметр, уменьшающийся по направлению к хвостовику. Коническую форму сверлу придают для предотвращения защемления его в обрабатываемом отверстии.

Элементы рабочей части спирального сверла показаны на рис. 5.3, б. Сверло имеет два главных режущих лезвия **11**, образованных пересечением передних **10** и задних **7** поверхностей и выполняющих основную работу резания; поперечное режущее лезвие **12** (перемычку) и два вспомогательных режущих лезвия **9**.

Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия на рабочей цилиндрической части вдоль винтовой канавки расположены отшлифованные две узкие ленточки **8**, которыми сверло соприкасается с поверхностью отверстия и которые обеспечивают направление сверла при резании.

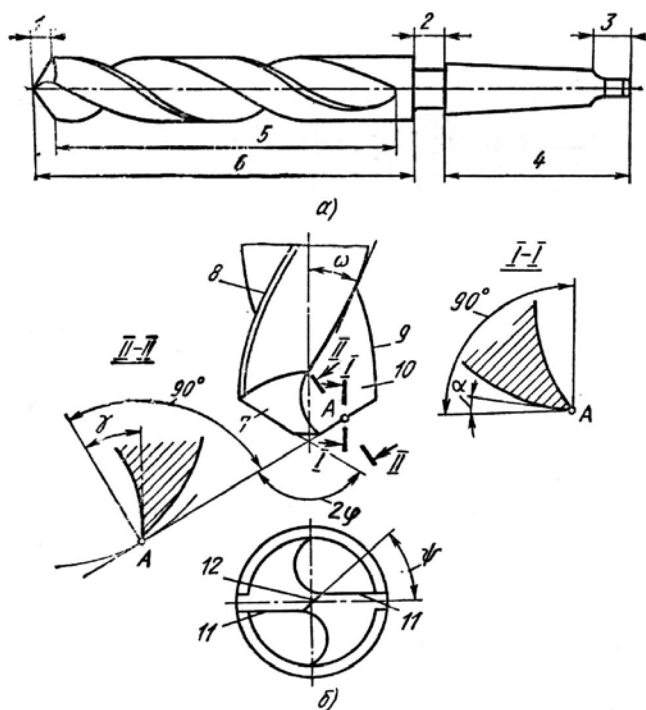


Рис. 5.3. Части (а), элементы и углы (б) спирального сверла:

- 1 – режущая часть, 2 – шейка, 3 – лапка, 4 – хвостовик, 5 – направляющая часть, 6 – рабочая часть, 7 – задняя поверхность, 8 – ленточка, 9 – вспомогательное режущее лезвие, 10 – передняя поверхность, 11 – главное режущее лезвие, 12 – поперечное режущее лезвие

К геометрическим параметрам режущей части сверла относятся передний угол γ , задний угол α , угол при вершине сверла 2φ , угол наклона поперечного режущего лезвия ψ и угол наклона винтовой канавки ω .

Передний угол γ измеряют в главной секущей плоскости $II - II$, перпендикулярной к главному режущему лезвию. В разных точках режущего лезвия передний угол различен: наибольший у наружной поверхности сверла, где он практически равен углу наклона винтовой канавки ω , наименьший - у поперечного режущего лезвия.

Задний угол α измеряют в плоскости $I - I$, параллельной оси сверла. У наружной поверхности сверла $\alpha = 8-12^\circ$; по мере приближения к оси сверла задний угол возрастает до $20-25^\circ$.

Угол при вершине сверла 2φ измеряется между главными режущими лезвиями и имеет различную величину в зависимости от обрабатываемого материала. У стандартных сверл, применяемых при обработке разных материалов, $2\varphi = 90-118^\circ$; при сверлении сталей средней твердости $2\varphi = 116-120^\circ$.

Угол наклона поперечного лезвия ψ измеряется между проекциями главного и поперечного лезвий на плоскость, перпендикулярную к оси сверла. У стандартных сверл $\psi = 50-55^\circ$.

Угол наклона винтовой канавки ω измеряют по наружному диаметру. Обычно $\omega = 18-30^\circ$.

Стандартные спиральные сверла выпускают диаметром $0,1-80$ мм.

Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов, применяют для сверления отверстий в деталях из вязкой стали, чугуна (особенно с литейной коркой), закаленных сталей и стекла.

5.5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВЕРЛА

Перовые сверла (рис. 5.4, а) применяют при обработке твердых поковок и литья, когда требуется повышенная жесткость инструмента.

Кольцевое сверло (рис. 5.4, б) применяют для сверления глубоких отверстий, диаметр которых превышает 75 мм. Сверло состоит из полого корпуса с винтовыми канавками. На его торцовой части закреплены 4-8 режущих пластинок (резцов), ширина которых больше толщины стенок корпуса. При кольцевом сверлении в стружку отходит только узкая кольцевая часть материала, а оставшаяся сердцевина может быть использована.

Шнековые сверла (рис. 5.4, в) применяют при сверлении глубоких отверстий ($L > 5D$). *Центровочные сверла* (рис. 5.5, и) применяют для образования центровочных гнезд в заготовках, обрабатываемых на станках в центрах.

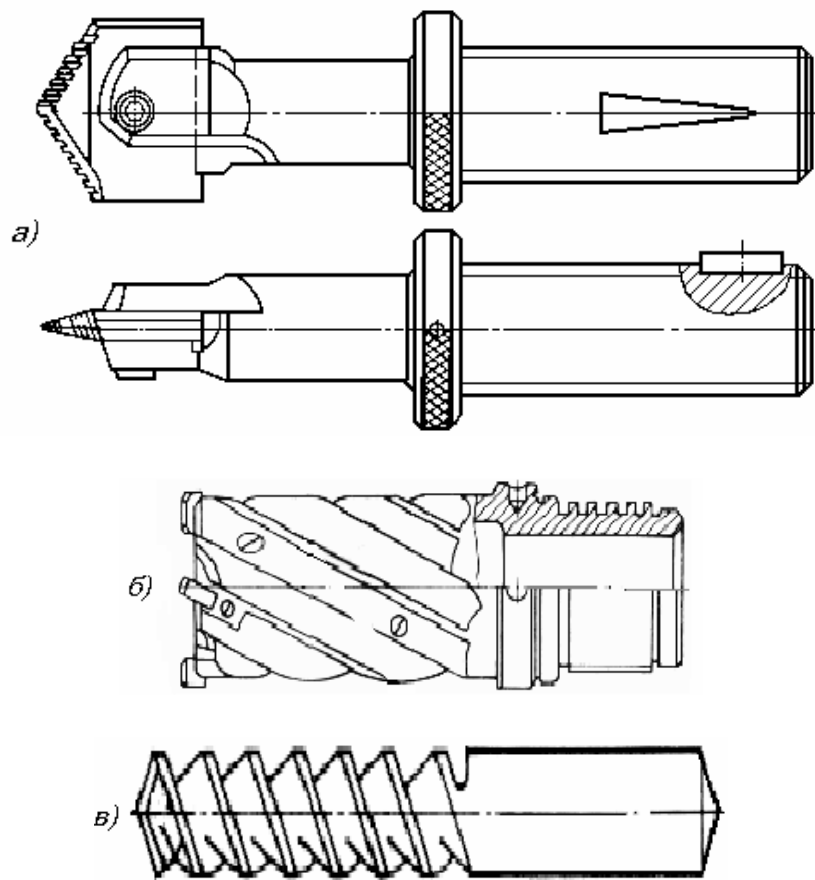


Рис. 5.4. Специальные сверла:
 а – перовое; б – кольцевое; в – шнековое

5.6. ВИДЫ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ

На сверлильных станках производят сверление, зенкерование, развертывание, зенкование, цекование, нарезание резьбы и обработку сложных комбинированных поверхностей (рис. 5.5).

Сверлением (рис. 5.5, а) получают сквозные и глухие цилиндрические отверстия. В зависимости от требуемой точности и величины партии обрабатываемых заготовок отверстия сверлят в кондукторе или по разметке.

Рассверливание (рис. 5.5, б) – процесс увеличения диаметра ранее просверленного отверстия. Необходимость предварительного сверления с последующим рассверливанием вызывается увеличением длины поперечного режущего лезвия (перемычки) у сверл большого диаметра. При работе таким сверлом в сплошном материале резко возрастает осевая сила. При малом переднем угле перемычка не режет металл, а выдавливает и скоблит его, что создает сопротивление перемещению сверла. Для устранения вредного влияния перемычки на процесс реза-

ния диаметр первого сверла должен быть больше ширины перемычки второго сверла. В этом случае перемычка второго сверла в работе не участвует, и осевая сила уменьшается.

Зенкерование (рис. 5.5, в) – процесс обработки цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, штамповкой, ковкой, а также предварительно просверленных, с целью увеличения диаметра, улучшения качества их поверхности, повышения точности (уменьшения конусности, овальности, разбивки). Выполняется *зенкерами*, которые по внешнему виду напоминают сверло и состоят из тех же элементов, но имеют больше режущих кромок (3–4) и спиральных канавок.

Развертывание (рис. 5.5, г) – обработка отверстий после сверления, зенкерования или расточки для получения точных размеров и малой шероховатости поверхности. Основным инструментом является *развертка*, которая состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. В зависимости от формы обрабатываемого отверстия применяют цилиндрические и конические развертки с 6–12 зубьями. Для развертывания конических отверстий цилиндрические отверстия в заготовке сначала обрабатывают ступенчатым коническим зенкером (рис. 5.5, м), а затем конической разверткой со стружкоразделительными канавками (рис. 5.5, н). После этого окончательно обрабатывают конической разверткой с гладкими режущими кромками (рис. 5.5, о).

Зенкование – образование цилиндрических или конических углублений в предварительно просверленных отверстиях под головки болтов, винтов и заклепок. Применяют для этого цилиндрические (рис. 5.5, д) и конические (рис. 5.5, е) зенкеры (*зенковки*), имеющие 4–8 торцовых зубьев. Некоторые зенковки имеют направляющую часть (рис. 5.5, д), которая обеспечивает соосность углубления и основного отверстия.

Цекование – обработка торцовых поверхностей под гайки, шайбы и кольца. Применяют торцовые зенкеры или ножи (пластины). Перпендикулярность торца основному отверстию достигается наличием направляющей части у *цековки* (рис. 5.5, ж) и у пластинчатого резца (рис. 5.5, з).

Нарезание резьбы в отверстиях производят *метчиком* (рис. 5.5, к).

Сложные поверхности получают комбинированным инструментом (рис. 5.5, л).

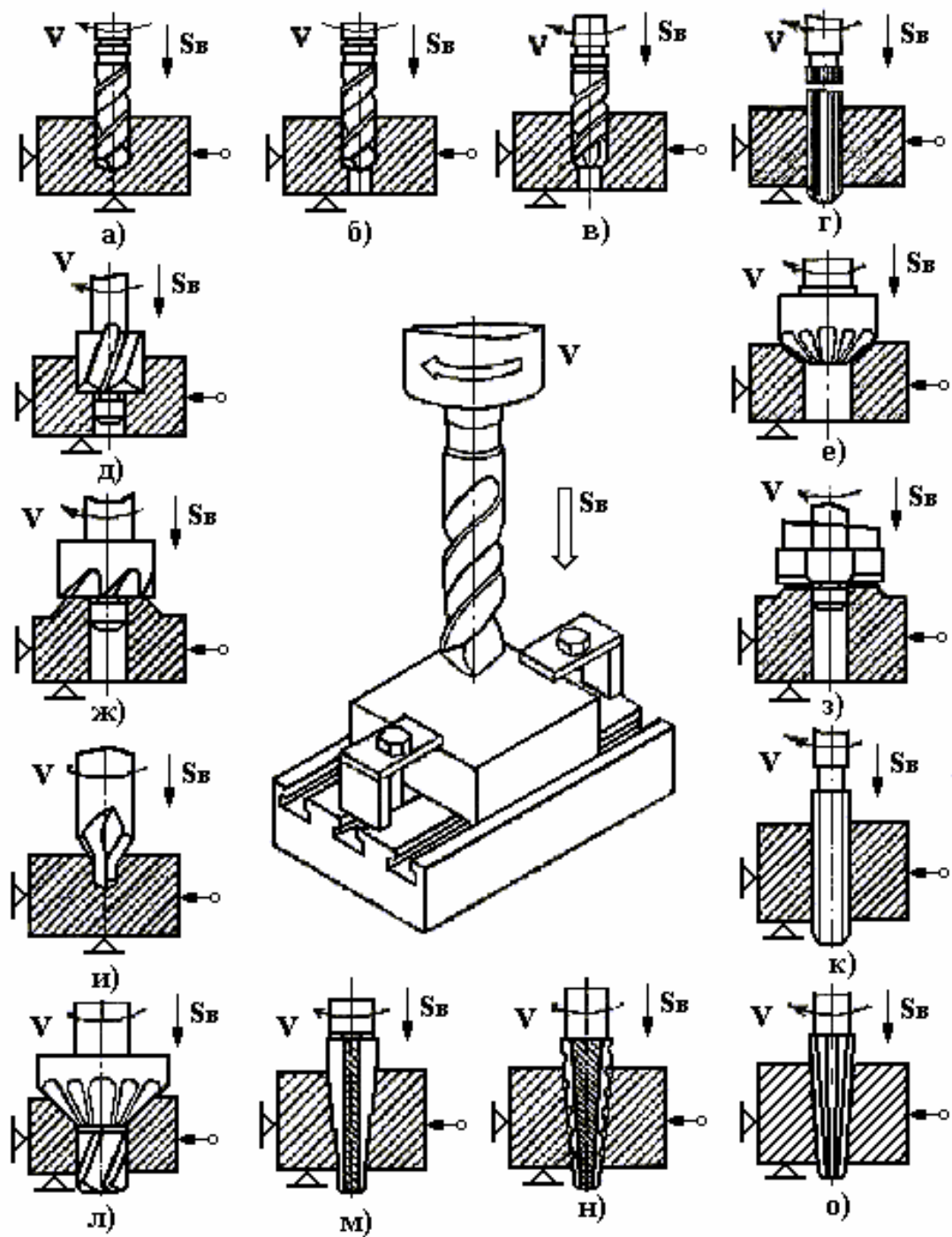


Рис. 5.5. Схемы обработки поверхностей на сверлильных станках:
 а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование; г – развертывание;
 д – цилиндрический зенкер (зенковка); е – конический зенкер (зенковка); ж – цековка; з – пластинчатый резец; и – центровочное сверло; к – метчик; л – комбинированный инструмент; м – конический зенкер;
 н, о – конические развертки

5.7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема сверлильного станка с указанием основных узлов.
4. Эскиз спирального сверла с указанием элементов и углов.
5. Описание работ, выполняемых на сверлильных станках.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Расшифровка модели сверлильного станка.
2. Основные узлы сверлильного станка.
3. Способы закрепления инструмента в шпинделе станка.
4. Приспособления для закрепления заготовок на станках.
5. Инструменты, применяемые при обработке на сверлильных станках.
6. Основные части спирального сверла.
7. Элементы и углы спирального сверла.
8. Специальные сверла и их назначение.
9. Работы, выполняемые на сверлильных станках.
10. Для чего производится предварительное сверление отверстий с последующим рассверливанием?
11. Что называется зенкерованием, его сущность и применяемый инструмент?
12. Способ обработки, применяемый для получения отверстий высокой точности и малой шероховатости поверхности.
13. Сущность и назначение зенкования.
14. Способ обработки торцовых поверхностей под гайки шайбы и упорные кольца.
15. Инструменты, применяемые для нарезания резьбы и обработки сложных поверхностей.

6. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство фрезерных станков, основные типы фрез, их геометрические элементы и работы, выполняемые на фрезерных станках.

6.1. ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

На фрезерных станках можно обрабатывать наружные и внутренние поверхности различной конфигурации, прорезать прямые и винтовые канавки, нарезать наружные и внутренние резьбы, обрабатывать зубчатые колеса и выполнять другие работы.

Во фрезерных станках режущий инструмент – фреза, совершает главное вращательное движение, а обрабатываемая заготовка – поступательное движение подачи. Подачей может быть и вращательное движение заготовки вокруг оси вращающегося стола или барабана (карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные станки).

Особенностью процесса фрезерования является прерывистость резания каждым зубом фрезы. Зуб фрезы находится в контакте с заготовкой и выполняет работу резания только на некоторой части оборота, а затем продолжает движение, не касаясь заготовки, до следующего врезания.

Универсальными называются фрезерные станки, имеющие поворотную плиту, которая позволяет поворачивать рабочий стол в горизонтальной плоскости и устанавливать его на требуемый угол.

Широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки, в отличие от универсальных, имеют дополнительный шпиндель, поворачивающийся вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

Фрезерные станки относятся к шестой группе станков. Основным размером фрезерных станков является условный размер рабочей поверхности стола.

Например, индекс модели 675 расшифровывается следующим образом: 6 – фрезерный, 7 – широкоуниверсальный, 5 – условный размер стола.

6.2. ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

На рис. 6.1 приведен общий вид горизонтального консольно-фрезерного станка. Станки называют *консольными*, потому что стол станка установлен на консоли.

В станине **1** размещена коробка скоростей **2**. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль **7**. Заготовка, устанавливаемая на столе **4** в тисках или приспособлении, получает подачу в трех направлениях: продольном (перемещение стола по направляющим салазок **6**), поперечном (перемещение салазков по направляющим консоли) и вертикальном (перемещение консоли по направляющим станины).

Коробка подач **8** размещена внутри консоли. В верхней части станины расположен хобот **3**. По его направляющим перемещается подвеска **5** с подшипником для поддержания второго конца длинной оправки с фрезой.

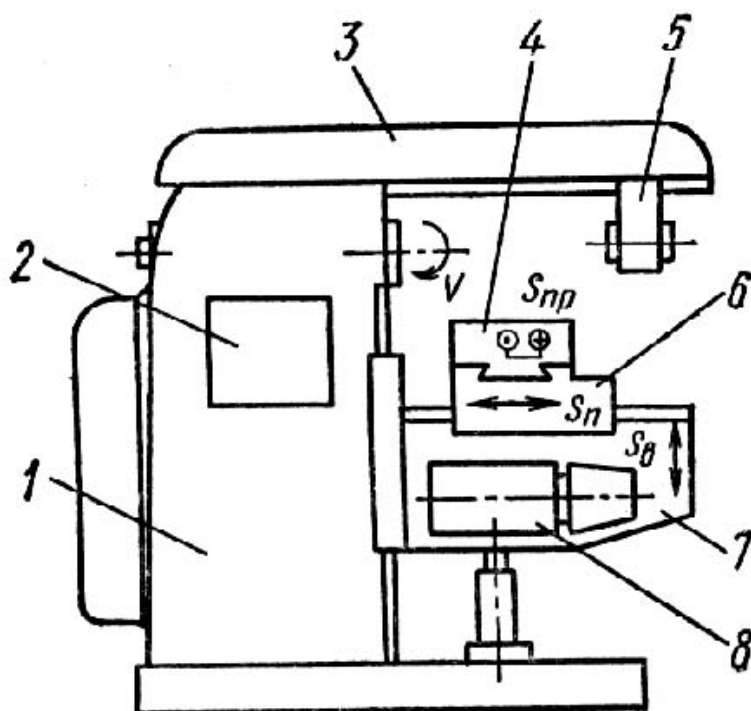


Рис. 6.1. Общий вид горизонтально-фрезерного станка:
 1 – станина; 2 – коробка скоростей; 3 – хобот; 4 – рабочий стол; 5 – подвеска; 6 – направляющие салазки; 7 – консоль; 8 – коробка подач

6.3. ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Вертикальные консольно-фрезерные станки по внешнему виду отличаются от *горизонтальных* вертикальным расположением оси шпинделя и отсутствием хобота.

Общий вид станка модели 675 представлен на рис. 6.2.

Станина **1** является основанием стола. Коробка скоростей расположена внутри станины.

Вертикальные направляющие станины служат для перемещения рабочего стола. Консоль служит для подъема и опускания стола. На столе **3** устанавливают обрабатываемую заготовку. Т-образные пазы стола предназначены для головок болтов, крепящих изделие или приспособление.

Хобот **2** закрепляется на горизонтальных направляющих станины. Шпиндель **5** имеет метрический конус.

На столе **3** закрепляют приспособление (тисы, делительную головку, поворотный стол, центра и т. п.). Зная диаметр фрезы и материал заготовки, устанавливают частоту вращения шпинделя.

Хвостовые фрезы вставляют хвостовиком в коническое отверстие шпинделя. Насадные фрезы устанавливают на оправке с помощью дистанционных колес.

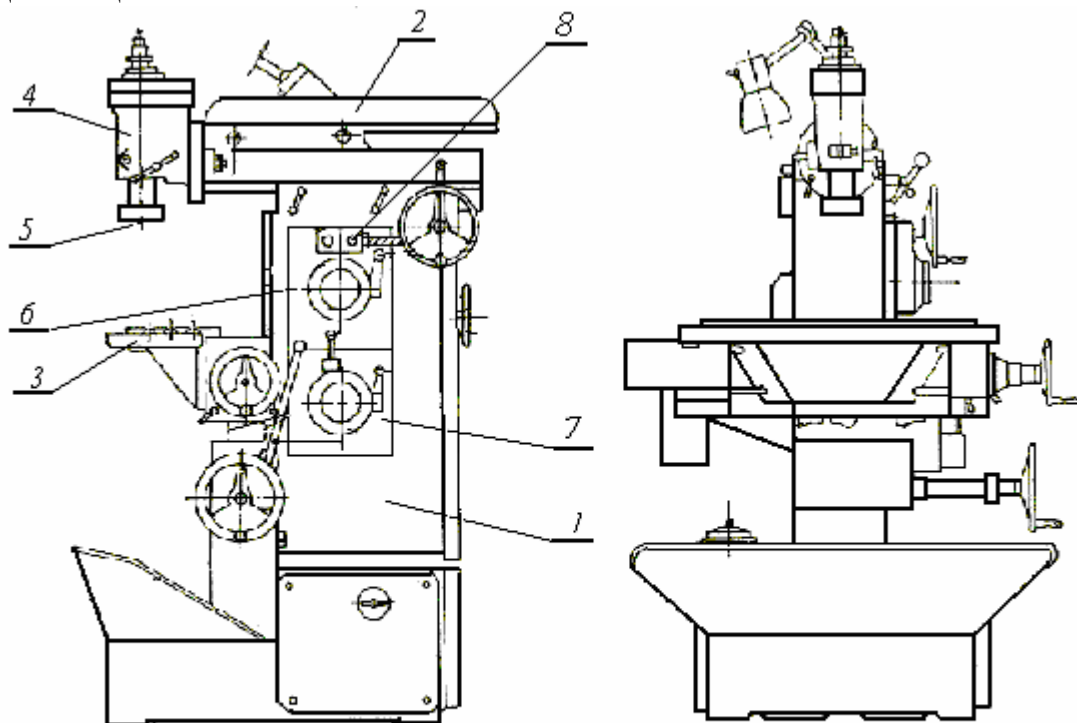


Рис. 6.2. Схема фрезерного станка модели 675:

- 1 – станина; 2 – хобот; 3 – рабочий стол; 4 – шпиндельная бабка;
 5 – шпиндель; 6 – коробка скоростей; 7 – коробка подач; 8 – пуск
 и остановка главного двигателя

6.4. ТИПЫ ФРЕЗ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В качестве режущего инструмента при обработке на фрезерных станках используется многолезвийный режущий инструмент – фреза. Фрезы изготовляют цельными или сборными с напайными и вставными ножами. Режущие лезвия могут быть прямыми или винтовыми. Фрезы имеют остrokонечную или затылованную форму зуба. У фрез с остrokонечными зубьями передняя и задняя поверхности плоские. У фрез с затылованными зубьями передняя поверхность плоская, а задняя выполнена по спирали Архимеда и при переточке по передней поверхности профиль зуба фрезы сохраняется.

Цельные фрезы изготовляют из инструментальных сталей. В напайных фрезах корпуса изготовливают из конструкционных сталей, а на рабочие части зубьев фрез припаивают пластинки из быстрорежущих сталей и твердых сплавов. У сборных фрез зубья (ножи) выполняют из быстрорежущих сталей или оснащают пластинками из твердых сплавов и закрепляют в корпусе фрезы различными механическими способами. На рис. 6.3, а показана цилиндрическая фреза с винтовыми зубьями. Она состоит из корпуса 1 и режущих зубьев 2.

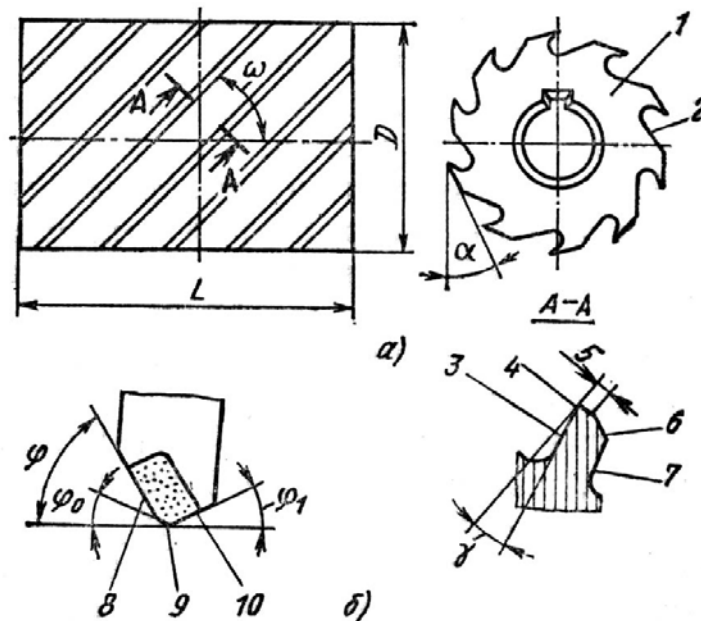


Рис. 6.3. Элементы и геометрия фрезы:
 а – цилиндрическая фреза; б – зуб торцевой фрезы;
 1 – корпус, 2 – зуб, 3 – передняя поверхность зуба, 4 –
 режущее лезвие, 5 – ленточка, 6 – задняя поверх-
 ность, 7 – спинка зуба, 8 – главное режущее лезвие,
 9 – переходное режущее лезвие, 10 – вспомога-
 тельное режущее лезвие

Зуб фрезы имеет следующие элементы: переднюю поверхность 3, заднюю поверхность 6, спинку зуба 7, ленточку 5 и режущее лезвие 4.

У цилиндрических фрез различают углы: передний угол γ , измеряемый в плоскости А–А, перпендикулярной к режущему лезвию; главный задний угол α , измеряемый в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы; угол наклона зубьев ω . Передний угол γ облегчает образование и сход стружки. Главный задний угол α обеспечивает благоприятные условия перемещения задней поверхности зуба относительно поверхности резания и уменьшает трение на этих поверхностях. Угол наклона зубьев ω обеспечивает более спокойные условия резания по сравнению с прямым зубом и придает направление сходящей стружке.

У зуба торцовой фрезы (рис. 6.3, б) режущее лезвие имеет более сложную форму. Оно состоит из главного режущего лезвия 8, переходного лезвия 9 и вспомогательного лезвия 10. Зуб торцовой фрезы имеет главный угол в плане ϕ , измеряемый между проекцией главного режущего лезвия на осевую плоскость и направлением подачи. Вспомогательный угол в плане ϕ_1 составляет 5–10°. Чем меньше этот угол, тем ниже шероховатость обработанной поверхности. Угол в плане на переходном режущем лезвии $\phi_0 = \phi/2$. Наличие переходного режущего лезвия повышает прочность зуба.

Наиболее распространенные типы фрез показаны на рис. 6.4.

Горизонтальные плоскости фрезеруют на горизонтально-фрезерных станках *цилиндрическими* фрезами (рис. 6.4, б) и на вертикально-фрезерных станках *торцовыми* фрезами (рис. 6.4, в). Вертикальные плоскости фрезеруют на горизонтально-фрезерных станках *торцовыми* фрезами (рис. 6.4, а).

Концевые фрезы (рис. 6.4, г, з, к) применяют при обработке плоскостей, уступов, пазов и криволинейных контуров по разметке и копиру.

Дисковые фрезы двухсторонние (рис. 6.4, ж) и трехсторонние (рис. 4, и) применяют для фрезерования уступов, лысок, пазов.

Прорезные (шлицевые) и *отрезные* фрезы (рис. 6.4, о) с мелкими и средними зубьями применяют для разрезки тонких заготовок, тонкостенных труб, для прорезания неглубоких шлицев в головках винтов. С крупными зубьями – для прорезания глубоких и узких пазов, для обрезки заготовок и для отрезных работ.

Угловые фрезы (рис. 6.4, д) применяют для фрезерования стружечных канавок инструментов, а также пазов типа «ласточкин хвост» (рис. 4, м).

Фасонные фрезы (рис. 6.4, л) предназначены для фрезерования стандартных фасонных поверхностей, стружечных канавок режущих инструментов.

Комбинированные поверхности фрезеруют *набором* фрез (рис. 6.4, н).

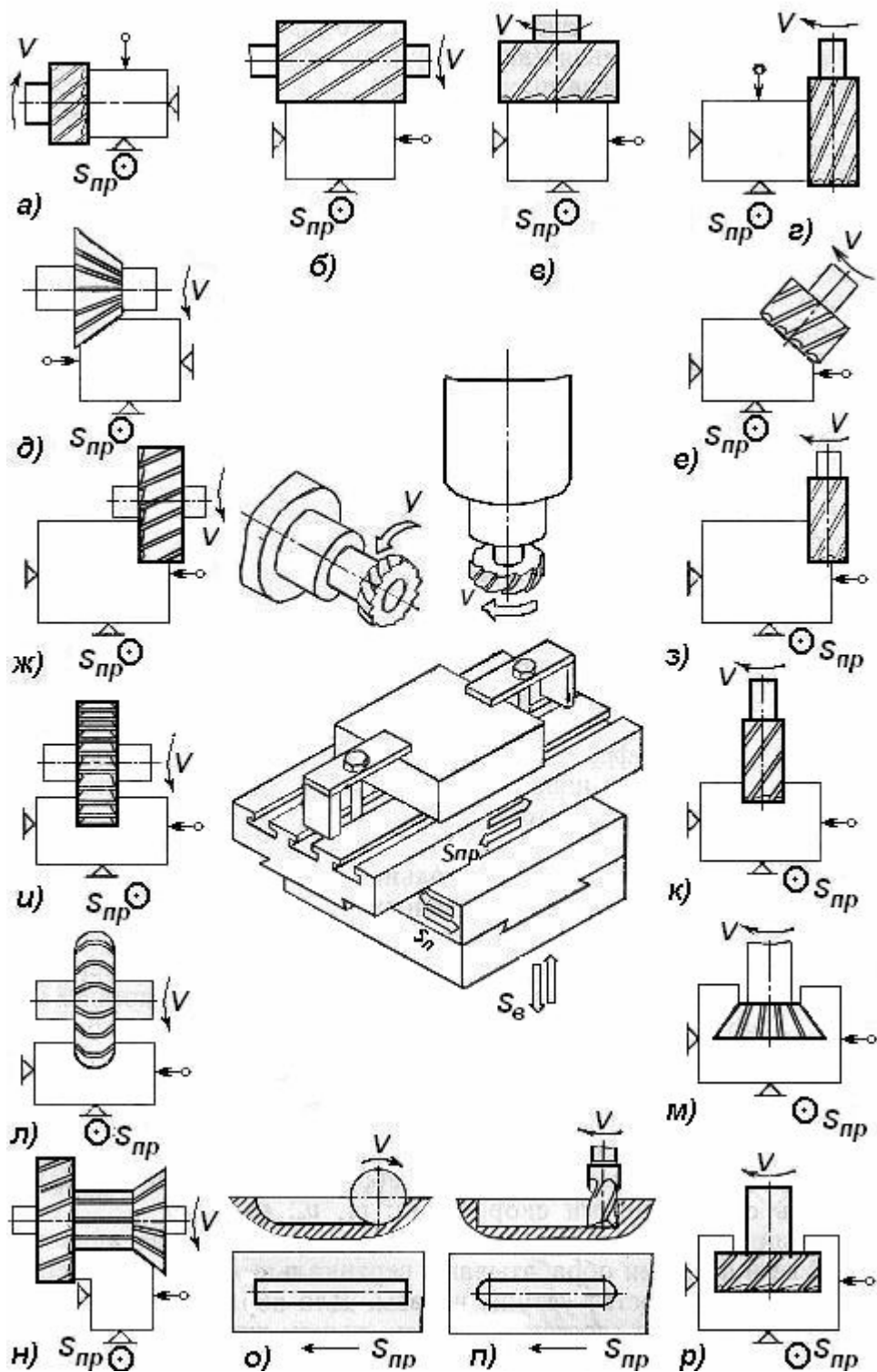


Рис. 6.4. Типы фрез и схемы обработки поверхностей на фрезерных станках:

а, в, е – торцовые; б – цилиндрическая; г, з, к – концевые; д – угловая; ж – дисковая, двухсторонняя; и – дисковая трехсторонняя; л – фасонная; м – «ласточкин хвост»; н – набор фрез; о – прорезная; отрезная; п – шпоночная; р – Т-образная

Пазы типа «ласточкин хвост» и Т-образные (рис. 6.4, р) фрезеруют за два прохода: прямоугольный паз концевой фрезой, затем нижнюю часть паза концевой одноугловой фрезой или фрезой для Т-образных пазов.

Цилиндрическое и торцовое фрезерование в зависимости от направления вращения фрезы и направления подачи заготовки можно осуществлять двумя способами:

- фрезерованием *против подачи (встречное)*, когда направление вращения фрезы направлено против направления подачи;
- фрезерованием *в направлении подачи (попутное)*, когда направление вращения фрезы совпадает с направлением подачи.

При встречном фрезеровании нагрузка на зуб возрастает от нуля до максимума, при этом сила, действующая на заготовку, стремится оторвать ее от стола, что приводит к вибрациям и увеличению шероховатости обработанной поверхности. Преимуществом встречного фрезерования является работа зубьев фрезы «из-под корки», т. е. фреза подходит к твердому поверхностному слою снизу. Недостатком является наличие начального скольжения зуба по наклепанной поверхности, образованной предыдущим зубом, что вызывает повышенный износ фрезы.

При попутном фрезеровании зуб фрезы сразу начинает срезать слой максимальной толщины и подвергается максимальной нагрузке. Это исключает начальное проскальзывание зуба, уменьшает износ фрезы и шероховатость обработанной поверхности. Сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу станка, что уменьшает вибрации.

При работе торцовыми и концевыми фрезами различают:

- симметричное резание, когда ось фрезы совпадает с линией симметрии заготовки;
- несимметричное резание, когда ось фрезы не совпадает с линией симметрии заготовки.

6.5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема горизонтально-фрезерного станка с указанием его основных узлов.
4. Элементы и геометрия фрезы.
5. Краткое описание работ, выполняемых на фрезерных станках.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Расшифровка модели фрезерных станков.
2. Основные узлы фрезерных станков и их назначение.
3. Главное движение на фрезерных станках.
4. Какие станки называются консольными?
5. Основное отличие между горизонтально-фрезерными и вертикально-фрезерными станками.
6. Элементы и геометрия цилиндрической фрезы.
7. Влияние углов фрезы на процесс резания.
8. Классификация фрез по назначению и виду обрабатываемых поверхностей.
9. Классификация фрез по способу изготовления.
10. Сущность попутного фрезерования, его преимущества и недостатки
11. Сущность встречного фрезерования.
12. Способы резания при работе торцовыми и концевыми фрезами.
13. Особенность фрез с затылованными зубьями.
14. Работы, выполняемые на фрезерных станках.

7. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить основные схемы шлифования, конструкцию шлифовальных станков, способы шлифования, а также хонингование и суперфиниш.

7.1. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ

Детали современных машин представляют собой сочетание плоских и круговых цилиндрических, конических наружных и внутренних поверхностей. Другие поверхности встречаются редко. В соответствии с формами деталей машин наиболее распространены схемы шлифования, приведенные на рис. 7.1.

Для всех технологических способов шлифовальной обработки главным движением резания V_k (в м/с) является вращение круга.

При плоском шлифовании возвратно-поступательное перемещение заготовки является продольной подачей $S_{пр}$ (в м/мин) (рис. 7.1, а). Для обработки поверхности на всю ширину b заготовка или круг должны перемещаться с поперечной подачей $S_{п}$ (в мм/дв. ход). Это движение происходит прерывисто (периодически) при крайних положениях заготовки в конце продольного хода.

Периодически производится и подача S_b (в мм) на глубину резания, которая осуществляется также в крайних положениях заготовки, но в конце поперечного хода. При круглом шлифовании продольная подача происходит за счет возвратно-поступательного движения заготовки (рис. 7.1, б). Подача $S_{пр}$ (в мм/об) соответствует осевому перемещению заготовки за один ее оборот. Вращение заготовки является круговой подачей $S_{кр}$ (в м/мин)

$$S_{кр} = \pi \cdot D_{заг} \cdot n_{заг} / 1000,$$

где $n_{заг}$ – частота вращения заготовки, об/мин; $D_{заг}$ – диаметр заготовки, мм.

Подачу $S_{п}$ (в мм/дв.ход, мм/ход) на глубину резания для приведенной схемы обработки производят при крайних положениях заготовки. Движения, осуществляемые при внутреннем шлифовании, показаны на рис. 7.1, в.

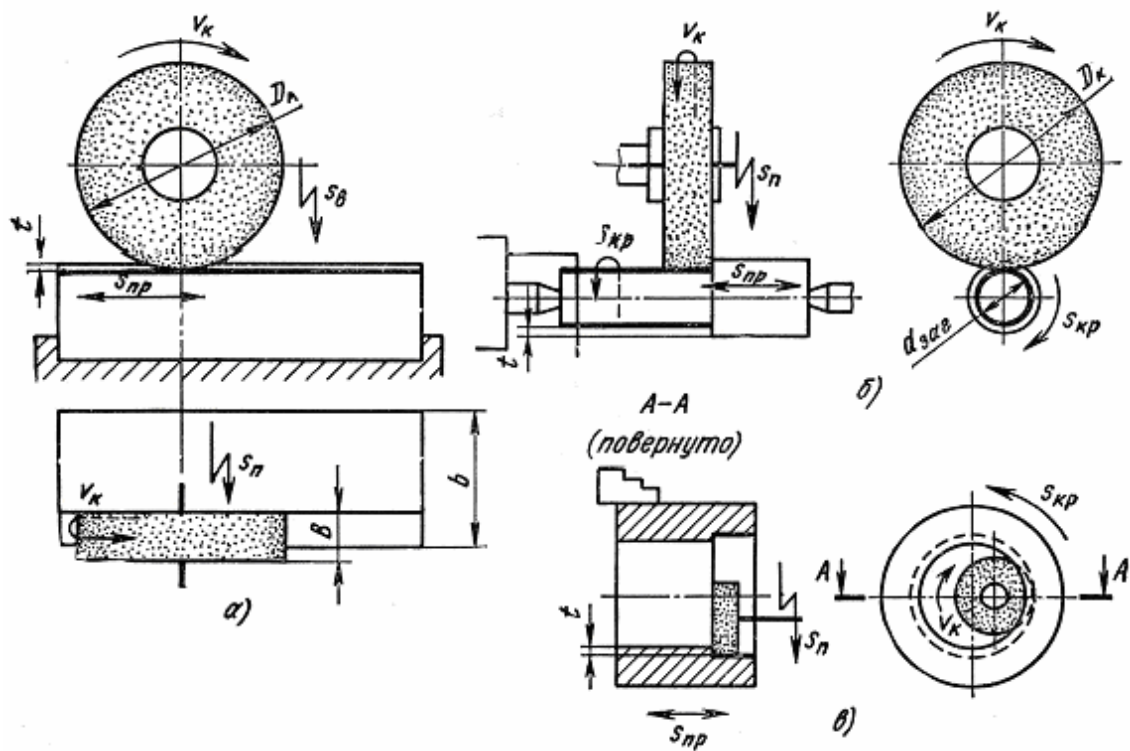


Рис. 7.1. Основные схемы шлифования:
 а – плоское; б – круглое; в – внутреннее

7.2. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Конструкции круглошлифовальных станков и их компоновка подчиняются основным схемам шлифования. Станки обеспечивают необходимые для обработки движения и кинематические соотношения.

Круглошлифовальный станок состоит из следующих основных узлов: станины **1**, стола **2**, передней бабки **3** с коробкой скоростей, шлифовальной бабки **4**, задней бабки **5** и привода стола **6** (рис. 7.2).

Эти станки делят на простые, универсальные и врезные. Универсальные станки имеют поворотную переднюю и шлифовальную бабки. Каждую бабку можно повернуть на определенный угол вокруг вертикальной оси и закрепить для последующей работы. Простые станки снабжены неповоротными бабками. У врезных станков отсутствует продольная подача стола, а шлифование ведется по всей длине заготовки широким абразивным кругом с поперечной подачей.

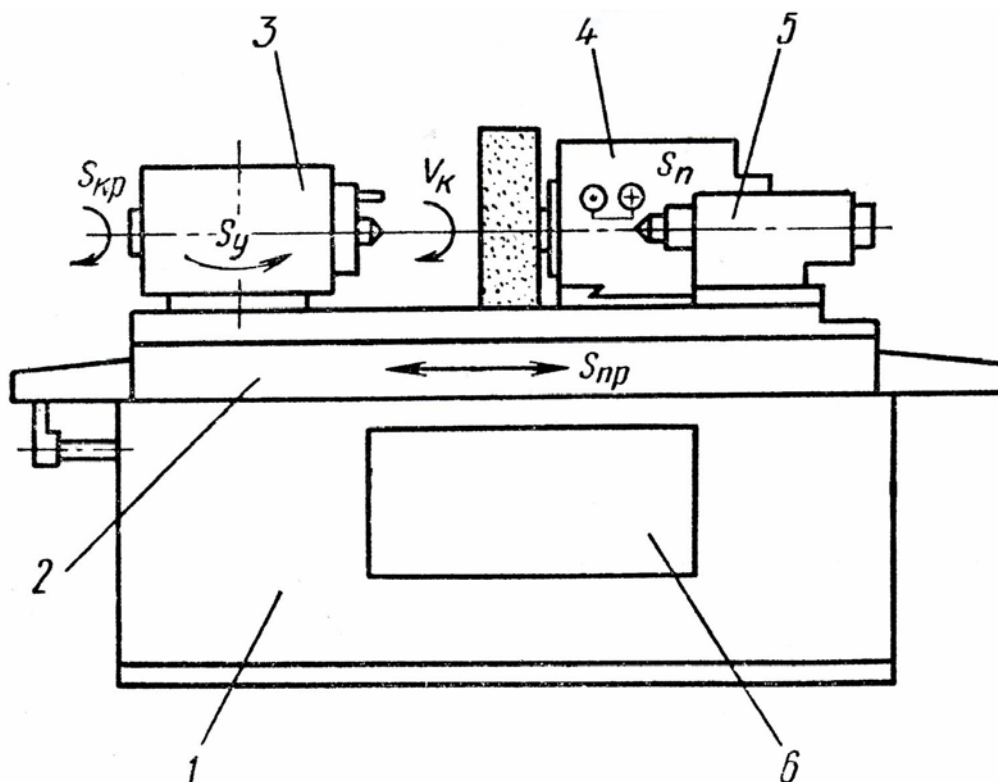


Рис. 7.2. Круглошлифовальный станок:
 1 – станина; 2 – стол; 3 – передняя бабка; 4 – шлифовальная бабка; 5 – задняя бабка; 6 – привод стола

Для подач узлов круглошлифовальных станков используют гидравлические устройства. Возвратно-поступательное перемещение стола совершается с помощью гидроцилиндра и поршня. Управляют ими устройства, которые переключаются столом в крайних положениях. Гидравлические механизмы используют также для периодической подачи шлифовальной бабки. Они обеспечивают бесступенчатое регулирование подачи.

Круговую подачу $S_{кр}$ заготовки обеспечивает специальный электродвигатель. Для этого используют бесступенчатое регулирование частоты вращения двигателя за счет изменения электрического сопротивления. Шлифовальный круг вращается с помощью клиноременной передачи. После износа круга и уменьшения его диаметра используют другую пару шкивов.

Наиболее распространено шлифование в центрах. Для повышения точности обработки центры устанавливают неподвижно. Круговая подача заготовки обеспечивается за счет поводкового устройства (поводок и хомутик), приводимого в действие вращающейся планшайбой. Возможно консольное закрепление заготовок в кулачковых патронах.

Круглое шлифование цилиндрических поверхностей может быть выполнено по одной из четырех схем (рис. 7.3).

При шлифовании с продольной подачей (рис. 7.3, а) заготовка вращается равномерно ($S_{кр}$) и совершает возвратно-поступательное движение ($S_{пр}$). В конце хода заготовки шлифовальный круг перемещается на $S_{п}$ и при следующем ходе срезается слой металла определенной глубины. Шлифуют до тех пор, пока не получают поверхность заготовки заданного размера. Скорость V_k вращательного движения круга обеспечивает скорость резания.

Если необходимо шлифовать второй участок заготовки, станок останавливают, настраивают и регулируют упоры на столе для переключения $S_{пр}$ уже в новых положениях. Также устанавливают величины $S_{п}$, $S_{пр}$ и $S_{кр}$ в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Производительным способом обработки является врезное шлифование (рис. 7.3, б). Его применяют при обработке жестких заготовок в тех случаях, когда ширина шлифуемого участка меньше ширины шлифовального круга. Круг перемещается с постоянной подачей $S_{п}$ (в мм/об) до достижения необходимого размера поверхности. Этот же метод используют при шлифовании фасонных поверхностей и кольцевых канавок. Шлифовальный круг заправляют в соответствии с формой поверхности или канавки.

Глубинным шлифованием (рис. 7.3, в) за один проход снимают слой материала на всю необходимую глубину.

На шлифовальном круге формируют конический участок длиной 8–12 мм. В ходе шлифования конический участок удаляет основную часть срезаемого слоя, а цилиндрический участок зачищает обработанную поверхность. Поперечная подача отсутствует. Конструктивное оформление заготовки должно обеспечивать возможности шлифования данным способом.

Шлифование уступами (рис. 7.3, г) – это сочетание методов, представленных на рис. 7.3, а и б. Процесс шлифования состоит из двух этапов. На первом этапе шлифуют врезанием с подачей $S_{п}$ (в мм/об), передвигая периодически стол на 0,8–0,9 ширины круга (показано штриховой линией). На втором этапе делают несколько ходов с продольной подачей $S_{пр}$ для зачистки поверхности при выключенной подаче $S_{п}$.

Во многих случаях необходимо обеспечить на деталях правильное взаимное расположение цилиндрических и плоских (торцовых) поверхностей. Для выполнения этого условия шли-

фовальный круг заправляют так, как показано на рис. 7.3, д, и поворачивают на определенный угол. Шлифуют коническими участками круга. Цилиндрическую поверхность обрабатывают по схеме, аналогичной схеме, показанной на рис. 7.3, а, с периодической подачей S_{Π} на глубину резания. Обработка торцевой поверхности детали заканчивается чаще всего с подачей вручную при плавном подводе заготовки к кругу.

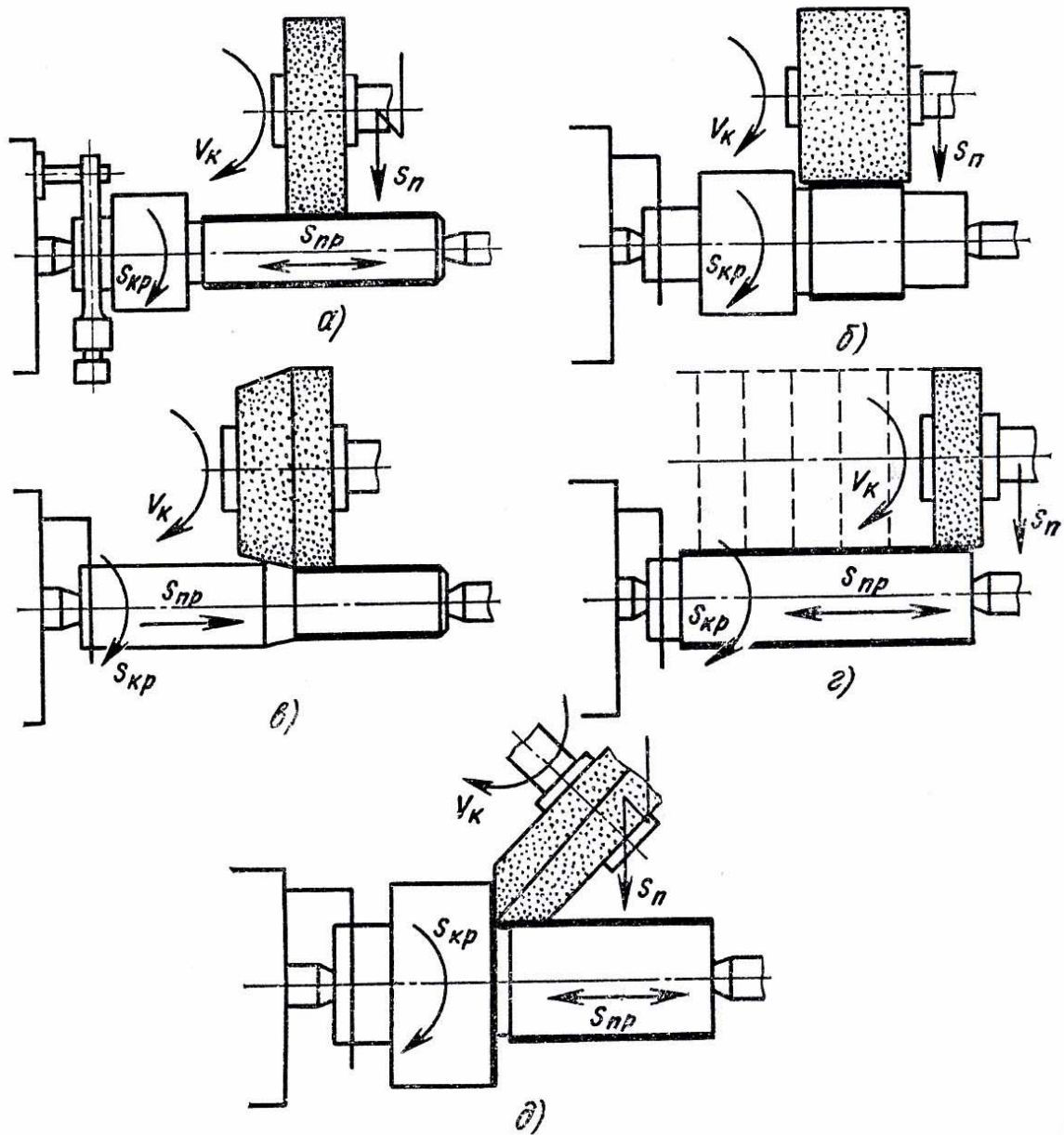


Рис. 7.3. Схемы обработки заготовок на круглошлифовальных станках:
 а – шлифование с продольной подачей; б – врезное шлифование; в – глубинное шлифование; г – шлифование уступами; д – шлифование коническим кругом

Наружные конические поверхности шлифуют по двум основным схемам. При обработке заготовок в центрах (рис. 7.4, а) верхнюю часть стола поворачивают вместе с ними на угол α так, что положение образующей конической поверхности совпадает с направлением продольной подачи $S_{пр}$. Далее шлифуют по аналогии с обработкой цилиндрических поверхностей.

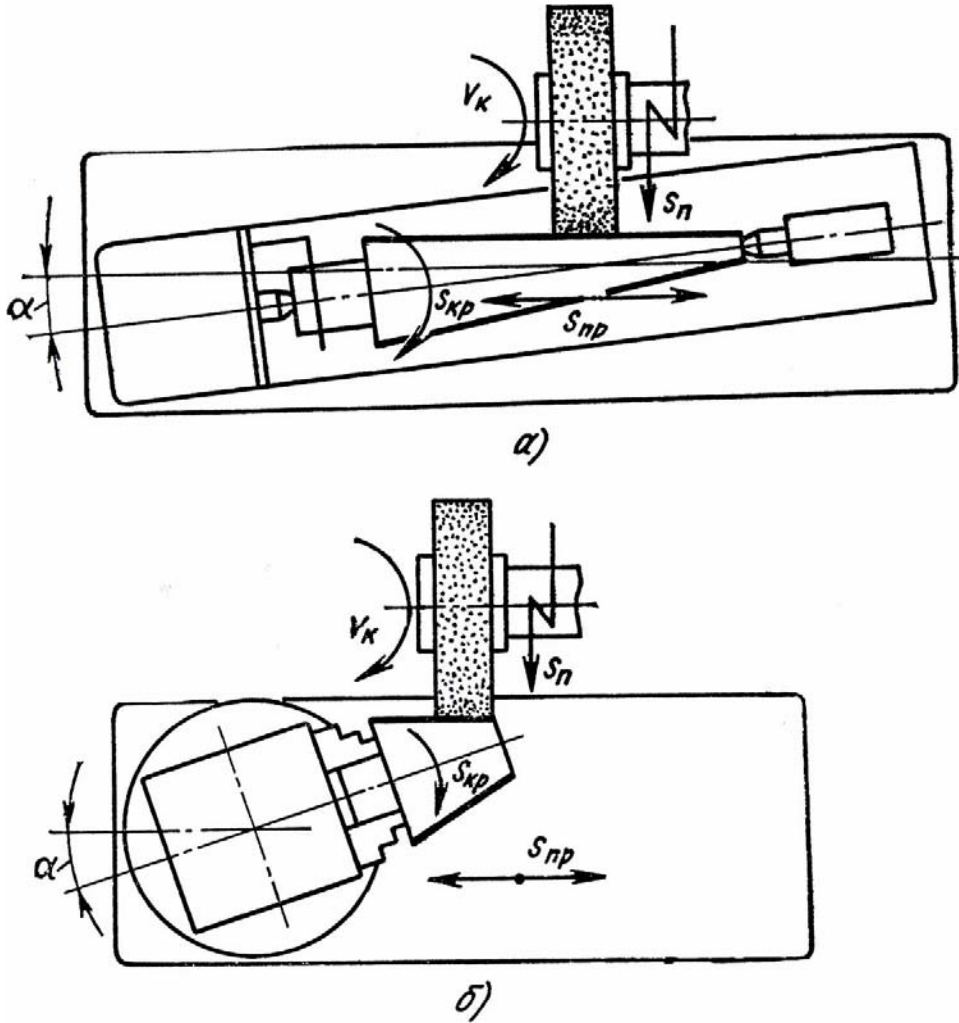


Рис.7.4. Схемы шлифования конических поверхностей:
а – закрепление заготовки в центрах; б – консольное закрепление заготовки

При консольном закреплении заготовок (рис. 7.4, б) передняя бабка поворачивается на угол α (половина угла конуса). Существуют и другие, менее распространенные методы шлифования конических поверхностей.

7.3. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ВНУТРИШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Внутришлифовальные станки имеют компоновку, аналогичную компоновке круглошлифовальных станков, однако у них нет задней бабки. Инструмент расположен на консольном шпинделе шлифовальной бабки, которая установлена на столе, совершающем продольное возвратно-поступательное движение.

Внутреннее шлифование применяют для получения высокой точности отверстий на заготовках, как правило, прошедших термическую обработку. Возможно шлифование сквозных, несквозных (глухих), конических и фасонных отверстий. Диаметр шлифовального круга составляет 0,7–0,9 диаметра шлифуемого отверстия. Кругу сообщают высокую частоту вращения: она тем выше, чем меньше диаметр круга. Производительность шлифования снижается в связи с необходимостью работы с малыми подачами и глубинами резания консольно расположенного круга и частой его правкой.

На рис. 7.5, а приведена схема шлифования с закреплением заготовки в трехкулачковом патроне. Если наружная поверхность детали несимметрична относительно оси отверстия, применяют четырехкулачковые патроны или зажимные приспособления.

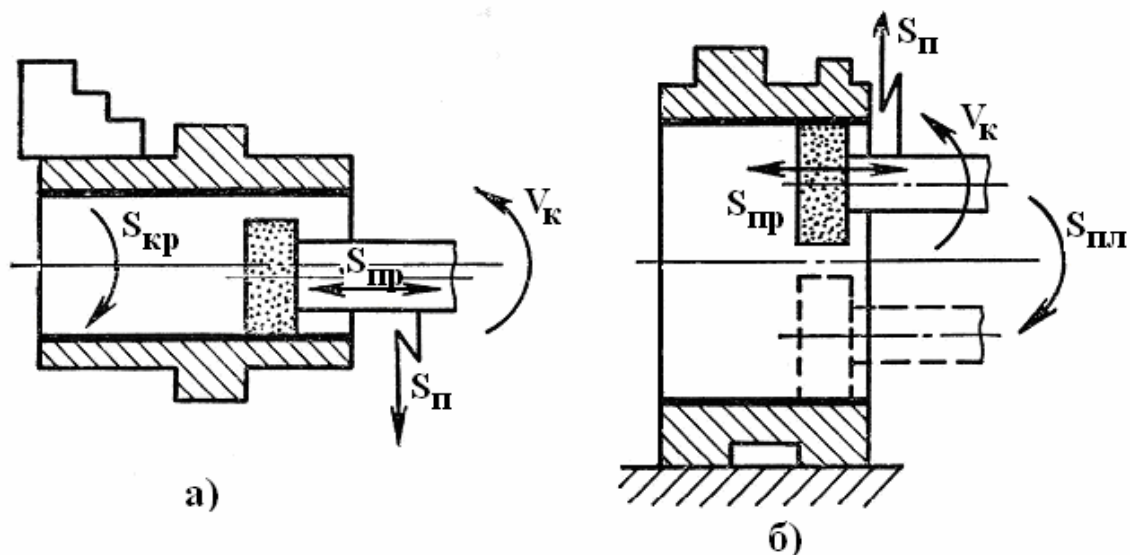


Рис. 7.5. Схемы обработки заготовок на внутришлифовальных станках:
а – закрепление заготовки в патроне; б – планетарное шлифование

Технологическое назначение движений такое же, как и движений на круглошлифовальных станках, что позволяет шлифовать отверстия

на всю длину либо частично. На внутришлифовальных станках также обрабатывают и внутренние торцовые поверхности. Внутренние фасонные поверхности шлифуют специально заправленным кругом методом врезания (например, фасонные кольцевые канавки различной формы).

Внутренние конические поверхности шлифуют с поворотом передней бабки таким образом, чтобы образующая конуса располагалась вдоль направления продольной подачи. Сочетание различных поверхностей образует отверстия сложных конфигураций. Современные внутришлифовальные станки позволяют обрабатывать такие поверхности с высокой степенью точности.

Заготовки больших размеров и массы шлифовать описанными методами нерационально. В этих случаях применяют планетарное шлифование (рис. 7.5, б). Заготовку закрепляют на столе станка неподвижно. Шлифовальный круг вращается вокруг своей оси, а также вокруг оси отверстия ($S_{пл}$), что аналогично круговой подаче (положение круга, совершившего в планетарном движении пол-оборота, показано штриховой линией). Планетарным шлифованием можно обрабатывать внутренние фасонные и торцовые поверхности, а также отверстия, положения которых определенным образом связаны друг с другом (например, на деталях типа корпусов).

Некоторые трудности вызывает шлифование отверстий малого диаметра. Для обеспечения необходимой скорости резания шлифовальный круг имеет частоту вращения, достигающую до десятков и сотен тысяч в минуту. Шлифование на более низких скоростях резания не обеспечивает необходимого качества обработки и снижает стойкость кругов.

7.4. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА БЕСЦЕНТРОВО-ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Процесс шлифования на бесцентрово-шлифовальных станках характеризуется высокой производительностью. Заготовку обрабатывают в незакрепленном состоянии. Для шлифования заготовок типа валов также не требуется центровых отверстий.

На станине **1** бесцентрово-шлифовального станка (рис. 7.6) установлены два круга: шлифующий на бабке **2** и ведущий на бабке **4**. Каждый из кругов периодически правят с помощью механизмов **3** и **5**. Заготовка вращается на ноже **6** и одновременно контактирует с обоими кругами. Для перемещения заготовки по ножу с продольной подачей бабку ведущего круга поворачивают на небольшой угол. При шлифо-

вании заготовок с уступами бабку ведущего круга не поворачивают, она перемещается по направляющим станины с подачей $S_{\text{п}}$ до определенного положения.

Схема обработки заготовки на бесцентрово-шлифовальных станках представлена на рис. 7.7.

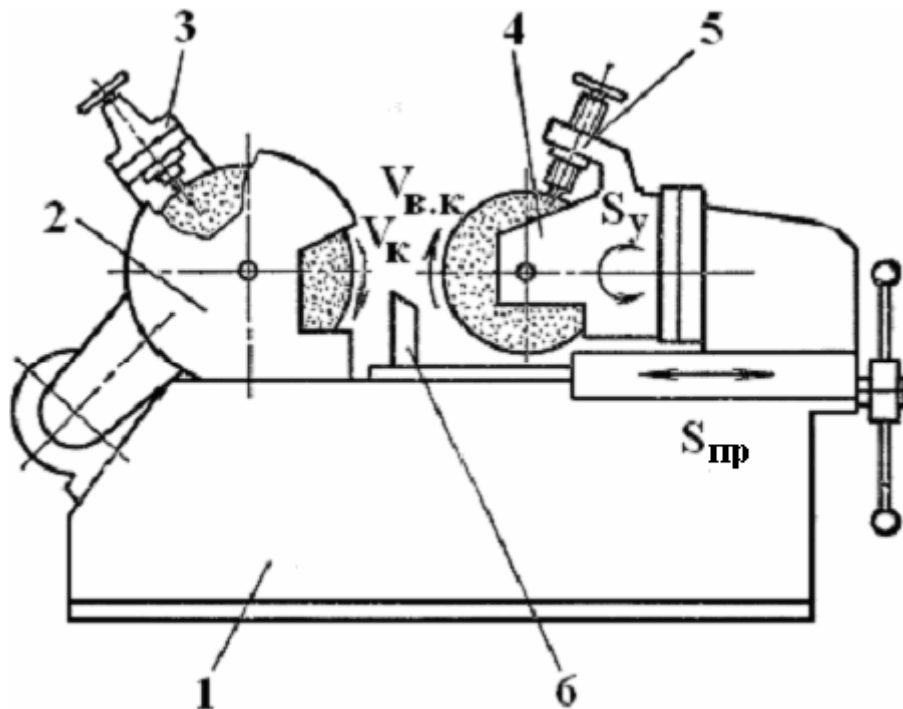


Рис. 7.6. Бесцентрово-шлифовальный станок:
1 – станина; 2, 4 – бабки; 3, 5 – механизмы для правки кругов; 6 – нож

Заготовку 3 устанавливают на нож 2 между двумя кругами – рабочим 1 и ведущим 4. Рабочий и ведущий круги вращаются в одном направлении, но с разными скоростями. Трение между ведущим кругом и заготовкой больше, чем между ней и рабочим кругом. Вследствие этого заготовка увлекается во вращение со скоростью, близкой к окружной скорости ведущего круга.

Перед шлифованием ведущий круг устанавливают под углом α ($1-7^\circ$) к оси вращения заготовки. Вектор скорости этого круга разлагается на составляющие, и возникает продольная подача $S_{\text{пр}}$. Поэтому заготовка перемещается по ножу вдоль своей оси и может быть прошлифована на всю длину. Чем больше угол α , тем больше подача. Вслед за первой заготовкой сразу же может быть помещена на нож для шлифования вторая, затем третья и т. д.

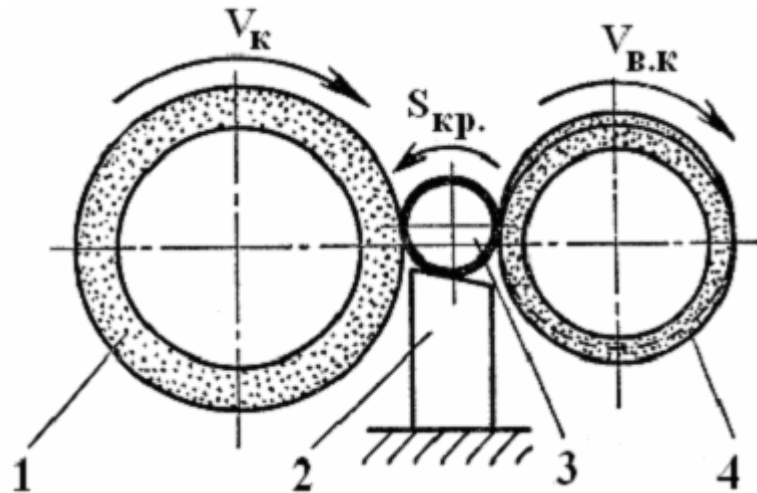


Рис. 7.7. Схема обработки заготовки на бесцентрово-шлифовальных станках:
1 – рабочий круг; 2 – нож; 3 – заготовка; 4 – ведущий круг

7.5. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Схемы плоского шлифования приведены на рис. 7.8. Шлифуют периферией и торцовой поверхностью круга. Заготовки **2** закрепляют на прямоугольных или круглых столах **1** с помощью магнитных плит, а также в зажимных приспособлениях.

Возможно закрепление одной или одновременно многих заготовок. Заготовки размещают на столах, затем включают ток и они притягиваются к магнитной плите.

Прямоугольные столы совершают возвратно-поступательные движения, обеспечивая продольную подачу. Подача на глубину резания осуществляется в крайних положениях столов. Поперечная подача необходима в тех случаях, когда ширина круга меньше ширины заготовки (рис. 7.8, а).

Более производительно шлифование торцом круга, так как в работе одновременно участвует большее число абразивных зерен (рис. 7.8, б). Периферией круга шлифуют, например, дно паза, производят профильное шлифование, предварительно заправив по соответствующей форме шлифовальный круг, и выполняют другие работы. Меньшее тепловыделение при этом приводит к меньшему короблению шлифуемых заготовок.

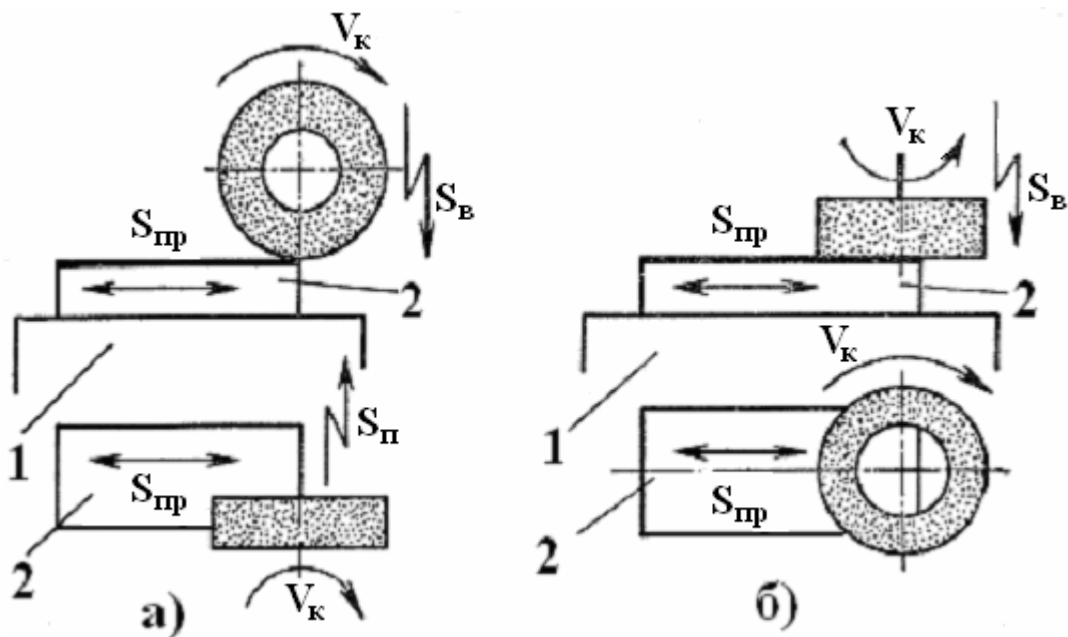


Рис. 7.8. Обработка заготовок на плоскошлифовальных станках:
 а – шлифование периферией круга; б – шлифование торцом круга

Круги, работающие торцом и имеющие большие диаметры, выполняют составными из отдельных частей-сегментов. Сегменты закрепляют на массивном металлическом диске, выступ которого надежно их охватывает. При этом повышается безопасность шлифования, а глубина резания может быть достаточно большой. Становится возможным шлифовать заготовки без их предварительной обработки.

7.6. ХОНИНГОВАНИЕ

Хонингование применяют для получения отверстий высокой точности и малой шероховатости, а также для создания специфического микропрофиля обработанной поверхности в виде сетки. Такой профиль необходим для удержания на стенках отверстия смазки при работе машины (например, втулки двигателя внутреннего сгорания).

Чаще обрабатывают сквозные и реже ступенчатые отверстия, как правило, неподвижно закрепленных заготовок.

Поверхность заготовки обрабатывают мелкозернистыми абразивными брусками, которые закрепляют в хонинговальной головке (хоне), являющейся режущим инструментом. Инструмент вращается и одновременно движется возвратно-поступательно вдоль оси обрабатываемого отверстия цилиндра высотой h (рис. 7.9, а). Соотношение скоростей V_1 и V_2 указанных движений составляет 1,5–10,0 и определяет условия резания. Скорость V_1 для

стали составляет 45–60, а для чугуна и бронзы – 60–75 м/мин.

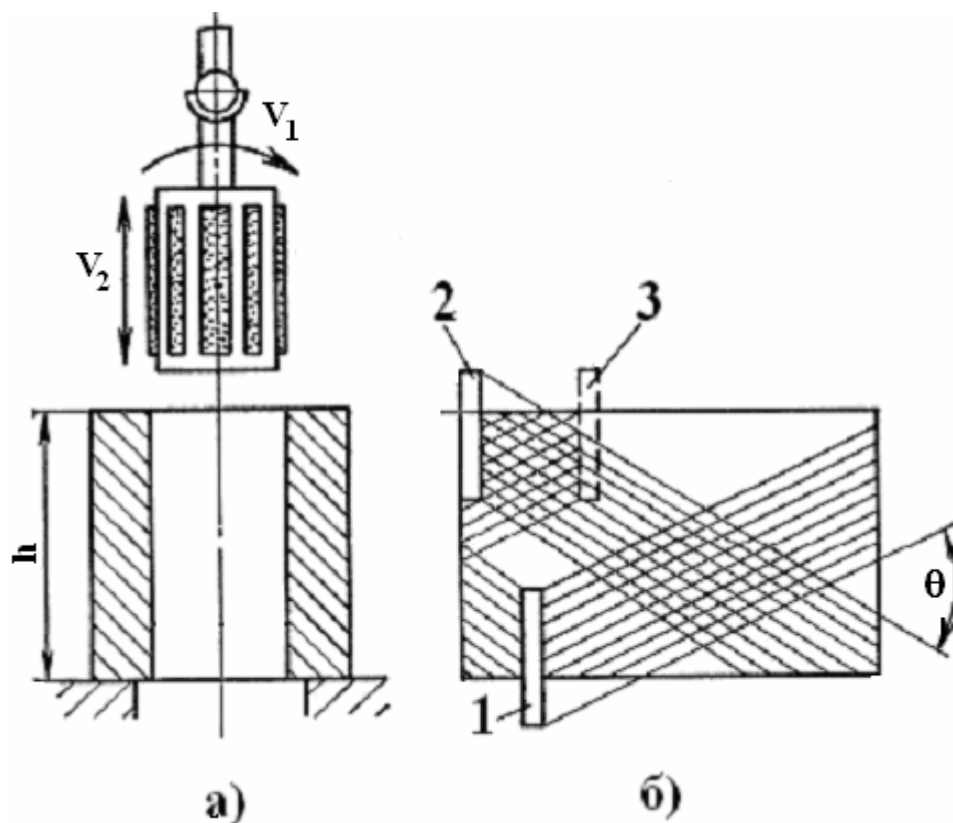


Рис. 7.9. Хонингование отверстий:

а – схема хонингования; б – развертка внутренней цилиндрической поверхности; 1, 2, 3 – положение абразивных брусьев

Описываемая схема обработки по сравнению с внутренним шлифованием имеет преимущества: отсутствует упругий отжим инструмента, реже наблюдаются вибрации, более плавная работа.

Сочетание движений V_1 и V_2 приводит к тому, что на обрабатываемой поверхности появляется сетка микроскопических винтовых царапин – следов перемещения абразивных зерен. Угол θ пересечения этих следов зависит от соотношения скоростей. Поэтому необходимый вид сетки на поверхности отверстия можно получать в ходе хонингования. На рис. 7.9, б дана развертка внутренней цилиндрической поверхности заготовки и схема образования сетки.

7.7. СУПЕРФИНИШИРОВАНИЕ

Суперфиниширование применяют для уменьшения шероховатости поверхности, оставшейся от предыдущей обработки. При этом изменяются высота и вид микровыступов, обработанная поверхность имеет сетчатый рельеф, а каждый микровыступ округляется и поверхность становится очень гладкой. При работе возникают более благоприятные условия взаимодействия трущихся поверхностей.

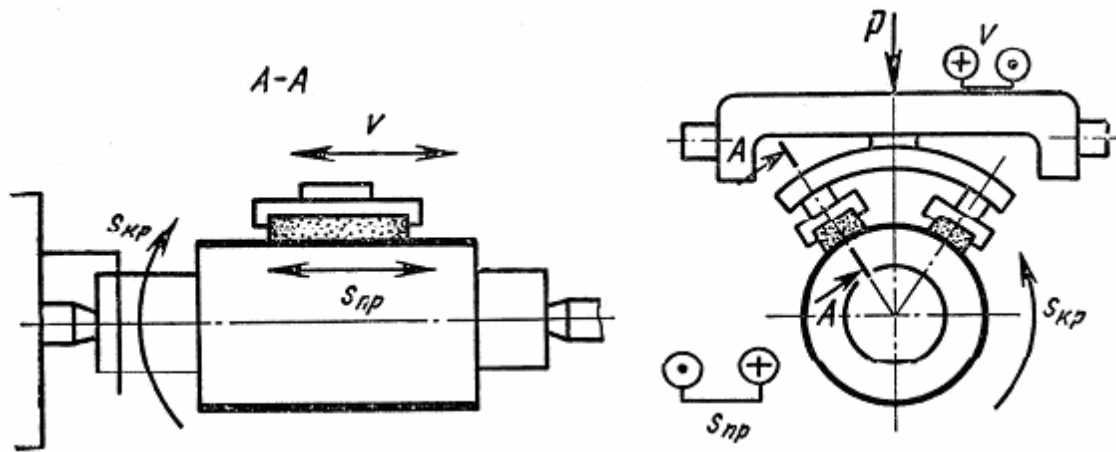


Рис. 7.10. Схема отделки суперфинишированием

Суперфинишированием обрабатывают плоские, цилиндрические (наружные и внутренние), конические и сферические поверхности из закаленной стали, реже из чугуна и бронзы. Поверхности обрабатывают абразивными брусками, устанавливаемыми в специальной головке. Характерным для суперфиниширования является колебательное движение брусков наряду с движением заготовки. Процесс резания происходит при давлении брусков $(0,5-3,0) \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ и в присутствии смазки малой вязкости.

Схема обработки наружной цилиндрической поверхности приведена на рис. 7.10. Плотная сетка микронеровностей создается сочетанием трех движений: вращательного $S_{кр}$ заготовки, возвратно-поступательного $S_{пр}$ и колебательного брусков со скоростью V . Амплитуда колебаний брусков составляет 1,5–6,0 мм, а частота 400–1200 колебаний в минуту. Движение $S_{пр}$ ускоряет процесс съема металла и улучшает однородность поверхности. Бруски, будучи подпружиненными, самоустанавливаются по обрабатываемой поверхности.

7.8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Основные схемы шлифования (рис. 7.1–7.7)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Наиболее распространенные схемы шлифования.
2. Главное движение для всех технологических способов шлифования.
3. Основные узлы круглошлифовальных станков.
4. Схемы круглого шлифования цилиндрических поверхностей.
5. Сущность шлифования заготовок с продольной подачей на круглошлифовальных станках.
6. Область применения и сущность врезного шлифования.
7. Обработка заготовок глубинным шлифованием и уступами.
8. Способы шлифования наружных конических поверхностей и их сущность.
9. Сущность обработки заготовок на внутришлифовальных станках и схемы обработки.
10. Способ установки заготовок на бесцентрово-шлифовальных станках.
11. Обработка заготовок ступенчатой формы или с фасонными поверхностями на бесцентрово-шлифовальных станках.
12. Сущность обработки на плоскошлифовальных станках.
13. Наиболее распространенные схемы плоского шлифования.
14. Область применения и сущность хонингования.
15. Назначение и сущность суперфиниширования.

8. ВЫБОР И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить элементы режима резания при обработке на металлорежущих станках, методику их выбора и расчета.

8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Элементами режима резания являются: глубина резания, подача, скорость резания и частота вращения шпинделя.

Для выбора и расчета режима резания необходимы следующие данные о технологическом процессе:

- характеристика оборудования (мощность привода главного движения и подачи, ряды частот вращения, ряды подач и т. д.);
- характеристика металлорежущего инструмента (вид и тип инструмента, материал и геометрия режущей части);
- характеристика обрабатываемой заготовки (материал, структурное состояние, механические свойства, состояние поверхностей);
- размеры детали, припуски на механическую обработку, допуски и требуемая шероховатость обработанной поверхности.

Последовательность выбора режима резания:

$$t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow n,$$

где t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об (при точении); V – скорость резания, м/мин; n – частота вращения, об/мин (мин^{-1}).

8.2. ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ

Глубина резания t (мм) – это толщина слоя металла, снимаемого за один проход инструмента. Она измеряется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по нормали к последней. Глубина резания при *обтачивании*, *расточивании*, *рассверливании* определяется по формуле

$$t = (D - d)/2,$$

где D – наибольший диаметр касания инструмента с деталью, мм;
 d – наименьший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм.

При *сверлении*

$$t = D/2,$$

где D – диаметр отверстия, мм.

При *отрезании* и *вытачивании* канавок глубина резания соответствует ширине прорези, выполняемой резцом за один проход.

Глубина резания принимается в зависимости от величины припуска. Рекомендуется вести обработку за один проход. Минимальное число проходов определяется мощностью станка, жесткостью детали и заданной точностью обработки. При черновом (обдирочном) точении ($Rz = 80\text{--}20$ мкм) глубину резания назначают максимальной, т.е. равной всему припуску (если позволяют условия). Если мощность привода станка и прочность инструмента не позволяют снять весь припуск за один проход, его снимают за два или несколько проходов. Если черновое точение является промежуточной операцией, то глубину резания принимают равной 60% от припуска на обработку ($t = 3\text{--}8$ мм), но не более 8 мм за один проход. При необходимости назначают несколько черновых проходов. Точные поверхности обрабатывают вначале предварительно, затем окончательно.

При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемого параметра шероховатости поверхности (Rz и Ra) и степени точности.

Чистовая обработка ($Rz = 6,3\text{--}3,2$ мкм) и тонкая ($Ra = 0,63\text{--}0,32$ мкм) выполняются получистовыми и чистовыми проходами, которые составляют от всего припуска: 20–30% при получистовой и 10–20% при чистовой обработке. Для получистовой обработки ($Rz = 20\text{--}10$ мкм) глубину резания принимают $t = 2\text{--}3$ мм, для чистовой $t = 0,5\text{--}1,0$ мм, для тонкого точения $t = 0,25\text{--}0,5$ мм.

8.3. ПОДАЧА

Подачей S называют путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один оборот или за один двойной ход заготовки или инструмента. При различных технологических методах обработки подача имеет одну из следующих размерностей: *мм/об* – точение, сверление; *мм/дв. ход* – строгание, долбление.

При *фрезеровании* различают три размерности подачи: подачу на один зуб фрезы S_z в *мм/зуб* – величину перемещения заготовки относительно фрезы за время ее углового поворота на один зуб; подачу на один оборот фрезы S_o в *мм/об* – величину перемещения заготовки относительно фрезы за один ее оборот; минутную подачу S_m в *мм/мин* – величину перемещения заготовки в минуту. Эти подачи связаны между собой следующими зависимостями:

$$S_M = S_o \cdot n = S_z \cdot z,$$

где n – частота вращения фрезы, *об/мин*; z – число зубьев фрезы.

Различают подачи: продольную $S_{пр}$; поперечную $S_{п}$; вертикальную $S_{в}$; наклонную $S_{н}$; круговую $S_{кр}$; окружную S_o и др.

Подача ограничивается силами, действующими в процессе резания, жесткостью детали, прочностью инструмента и механизма подачи станка. При черновой обработке ее выбирают из нормативных таблиц справочников в зависимости от марки обрабатываемого материала, размеров заготовки и выбранной глубины резания. Рекомендуется для данных условий обработки выбирать максимально возможную величину подачи.

При чистовой обработке величина подачи зависит от заданной точности размеров и шероховатости поверхности. Для уменьшения шероховатости подачу следует принимать меньшей.

Окончательную подачу корректируют по кинематическим данным станка и принимают ближайшую меньшую из имеющихся на станке.

8.4. СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

Скорость резания V – это путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении главного движения в единицу времени. Скорость резания измеряют в *м/мин* при всех видах обработки резанием, кроме шлифования, полирования и некоторых других, где ее измеряют в *м/с*.

Скорость резания для станков с главным вращательным движением (токарных, сверлильных, фрезерных) рассчитывается по формуле

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000,$$

где D – диаметр заготовки по обрабатываемой поверхности (при токарной обработке), диаметр сверла (при сверлении) или диаметр фрезы (при фрезеровании), *мм*; n – частота вращения заготовки или инструмента, *об/мин*; 1000 – коэффициент перевода миллиметров в метры; $\pi = 3,14$.

На скорость резания, устанавливаемую для инструмента, влияет его стойкость, физико-механические свойства обрабатываемого материала, подача, глубина резания, геометрия и материал режущей части инструмента, размер сечения державки резца, СОЖ и др.

Скорость резания назначают по соответствующим нормативным таблицам в зависимости от свойств обрабатываемого материала и принятых значений глубины резания и подачи. Такие таблицы составлены для определенных условий обработки. Поэтому, если действительные условия резания отличаются от нормативных, выбранную скорость резания необходимо умножить на поправочные коэффициенты, прилагаемые к таблицам, т. е. расчетная скорость резания V_p будет определяться по формуле

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_5,$$

где V_T – выбранное табличное значение скорости резания, *м/мин*;
 K_1 – K_5 – поправочные коэффициенты к таблицам скорости резания, зависящие от конкретных условий обработки:

K_1 – от стойкости инструмента, под которой понимают суммарное время работы между переточками (T , мин). Стойкость зависит, в основном, от материала инструмента и обрабатываемой детали, геометрии режущего инструмента, скорости резания и других факторов. Выбор стойкости инструмента производится по таблицам. При токарной обработке $T = 30$ – 90 мин, для фрез $T = 180$ – 240 мин, для сверл $T = 6$ – 270 мин;

K_2 – от механических свойств обрабатываемого материала (для чугуна – твердости НВ, для стали – временного сопротивления при растяжении σ_B);

K_3 – от состояния обрабатываемой поверхности (без корки, с коркой, с загрязненной поверхностью);

K_4 – от материала инструмента;

K_5 – от главного угла в плане резца ϕ .

8.5. ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

По расчетной скорости резания определяется расчетная частота вращения шпинделя n_p , *об/мин*:

$$n_p = 1000 \cdot V_p / \pi \cdot D,$$

где 1000 – коэффициент перевода миллиметров в метры, V_p – расчетная скорость резания, *м/мин*; D – диаметр заготовки по обрабатываемой поверхности при точении и диаметр фрезы или сверла при фрезеровании или сверлении, *мм*; $\pi = 3,14$.

Расчетная частота вращения шпинделя корректируется по паспорту станка. Так как станок точно такой частоты вращения шпинделя может не иметь вследствие ее ступенчатого регулирования, то выбирается фактическая частота вращения n_{ϕ} , равная или ближайшая меньшая от расчетной, т. е. $n_{\phi} \leq n_p$. В результате этого незначительно снижается скорость резания, но при этом значительно повышается стойкость инструмента.

По выбранной частоте вращения шпинделя определяется фактическая скорость резания V_{ϕ} , м/мин:

$$V_{\phi} = (\pi \cdot D \cdot n_{\phi}) / 1000.$$

Проверку режима резания по мощности при черновом точении можно выполнить по формуле

$$N_e = (P_z \cdot V_{\phi}) / (60 \cdot 1020),$$

где N_e – эффективная мощность резания, кВт; V_{ϕ} – фактическая скорость резания, м/мин; 60 – коэффициент перевода м/с в м/мин, 1020 – коэффициент перевода Н·м/с в кВт; P_z – вертикальная составляющая силы резания, Н.

Вертикальная составляющая силы резания – сила сопротивления резанию, действующая в вертикальном направлении касательно к поверхности резания. Для приближенных расчетов ее можно определить по формуле

$$P_z = K \cdot t \cdot S,$$

где K – коэффициент резания, равный силе резания, приходящейся на 1 мм² площади поперечного сечения срезаемой стружки, МПа (выбирается по справочным таблицам в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала); t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об.

Мощность электродвигателя станка N_3 , кВт:

$$N_3 = N_e / \eta,$$

где $\eta = 0,7-0,8$ – КПД механизмов и передач станка.

8.6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.

3. Краткое описание элементов режима резания.
4. Выбор и расчет элементов режима резания при обработке заданной детали.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Элементы режима резания и последовательность их выбора.
2. Что называется глубиной резания и в зависимости от чего она выбирается при черновой и чистовой обработке?
3. Что называется подачей, и какие различают размерности подачи?
4. Чем определяется выбор подачи при черновой обработке?
5. От чего зависит подача при чистовой обработке?
6. Как выбирается окончательное значение подачи?
7. Что называется скоростью резания, и в каких единицах она измеряется при различных видах обработки?
8. Как рассчитывается скорость резания для станков с главным вращательным движением?
9. Чему равняется расчетная скорость резания?
10. Что учитывают поправочные коэффициенты к таблицам скорости резания?
11. Что понимается под стойкостью металлорежущего инструмента?
12. Как определяется расчетная частота вращения шпинделя?
13. Почему выбирается ближайшая меньшая, а не большая фактическая частота вращения шпинделя?
14. Как определяется мощность электродвигателя станка?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов, Б.И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки [Текст] : учеб. для вузов / Б.И. Горбунов. – Киев: Машиностроение, 1981. – 287 с.
2. Дриц, М.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение [Текст] : учеб. для вузов / М.Е. Дриц, М.А. Москалев. – М.: Высш. шк., 1990. – 447 с.
3. Металловедение и технология металлов [Текст] : учеб. для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]; под ред. Ю.П. Солнцева. – М.: Metallurgia, 1988. – 512 с. – ISBN 5-229-00084-8.
4. Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту [Текст] : учеб. пособие / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 444 с.
5. Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / А.М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А.М. Дальского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 448 с. – ISBN 5-217-01116-5.
6. Технология металлов и материаловедение [Текст] : учеб. для вузов / Б.В. Кнорозов [и др.]; под общ. ред. Л.Ф. Усовой. – М.: Metallurgia, 1987. – 800 с.
7. Технология обработки конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / П.Г. Петруха [и др.]; под ред. П.Г. Петрухи. – М.: Высш. шк., 1991. – 512 с. – ISBN 5-06-000703-0.
8. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб. для студентов вузов / Г.П. Фетисов и др. – М.: Высш. шк., 2001. – 637 с.
9. Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки [Текст] : учеб. для вузов / Н.Н. Чернов – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Инструментальные стали	5
1.3. Твердые сплавы	7
1.4. Минералокерамика	8
1.5. Сверхтвердые материалы	9
1.6. Содержание отчета	10
1.7. Варианты заданий	14
2. АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ	16
2.1. Общие положения	16
2.2. Типы абразивного инструмента	17
2.3. Абразивные материалы	18
2.4. Зернистость абразивных материалов	20
2.5. Связка абразивных материалов	21
2.6. Твердость абразивного инструмента	22
2.7. Структура абразивного инструмента	24
2.8. Классы неуравновешенности, точности и рабочие скорости шлифовальных кругов	25
2.9. Обозначение шлифовальных кругов	26
2.10. Шлифовальная шкурка	26
2.11. Содержание отчета	28
2.12. Варианты заданий	30
3. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЕ СТАНКИ	31
3.1. Общие положения	31
3.2. Основные узлы станка и их назначение	32
3.3. Органы управления станком	34
3.4. Наладка и настройка станка	34
3.5. Приспособления и методы закрепления заготовок на станке	35
3.6. Типы токарных резцов	37
3.7. Содержание отчета	39
4. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ	40
4.1. Общие положения	40
4.2. Обтачивание конических поверхностей	43
4.3. Нарезание резьбы	46

4.4. Содержание отчета	48
5. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ	49
5.1. Сверлильные станки.	49
5.2. Настройка и наладка станка на работу	49
5.3. Приспособления к сверлильным станкам	50
5.4. Сверла	51
5.5. Специальные сверла	53
5.6. Виды сверлильных работ	54
5.7. Содержание отчета.	57
6. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ	58
6.1. Фрезерные станки.	58
6.2. Горизонтально-фрезерные станки	58
6.3. Вертикально-фрезерные станки	59
6.4. Типы фрез и их применение	61
6.5. Содержание отчета	65
7. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ	66
7.1. Основные схемы шлифования	66
7.2. Обработка заготовок на круглошлифовальных станках	67
7.3. Обработка заготовок на внутришлифовальных станках	72
7.4. Обработка заготовок на бесцентрово-шлифовальных станках	73
7.5. Обработка заготовок на плоскошлифовальных станках	75
7.6. Хонингование	76
7.7. Суперфиниширование	78
7.8. Содержание отчета	79
8. ВЫБОР И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ	80
8.1. Общие положения	80
8.2. Глубина резания	80
8.3. Подача.	81
8.4. Скорость резания.	82
8.5. Частота вращения шпинделя	83
8.6. Содержание отчета	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	86

Светлана Александровна Горчакова
Виктор Алексеевич Килин
Валентин Васильевич Тарасов

ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

Учебное пособие

Компьютерная верстка Герасимова А. П.

Уч.-изд.л.	Формат 60 × 84 ¹ / ₁₆
Тираж 100 экз.	Заказ №

Отпечатано в типографии ИПК МГУ им. адм. Г.И. Невельского
Владивосток, 59, ул. Верхнепортовая, 50а