

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

«ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ, СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ»

Братск 2021

Составила (разработала) Каверзина Н.Н., преподаватель кафедры химико-механических дисциплин

Рассмотрено на заседании кафедры химико-механических дисциплин

« _____ » _____ 20__ г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20__ г.

№ _____

Содержание

Введение

1 Основные сведения о процессе резания

1.1 Стружкообразование

1.2 Наростообразование

1.3 Наклеп

1.4 Износ режущего инструмента

1.5 Охлаждение и смазывание при резании

1.6 Вибрации при резании

2 Классификация металлорежущих станков

3 Кинематика станков

4 Узлы и механизмы металлорежущих станков

4.1 Типовые детали и механизмы станков

4.1.1 Станины и направляющие

4.1.2 Шпиндели и их опоры

4.1.3 Типовые механизмы для осуществления поступательного движения

4.1.4 Типовые механизмы для осуществления периодических движений

5 Обработка на токарных станках. Металлорежущие станки токарной группы

5.1 Токарно-винторезные станки

5.2 Токарно-револьверные станки

5.3 Токарно – карусельные станки

5.4 Токарные полуавтоматы и автоматы

6 Обработка на сверлильных и расточных станках

6.1 Схемы обработки на сверлильных станках

6.3 Схемы обработки на расточных станках

6.4 Расточные станки

7 Обработка на фрезерных станках. Виды фрезерных станков

7.1 Схемы обработки на фрезерных станках

7.2 Фрезерные станки

8 Обработка на строгальных и долбежных станках. Станки строгальной, долбежной и протяжной группы

9 Резьбонарезание

10 Зубообработка. Методы нарезания зубчатых колес

11 Шлифование

12 Станки для отделочной обработки: притирочные, хонинговальные, для суперфиниширования

Заключение

Список использованных источников

Введение

Металлорежущие станки являются основным видом промышленного оборудования для размерной обработки заготовок. Вследствие быстрого развития вычислительной техники за последнее время конструкции станков существенно изменились.

Металлорежущий станок – это технологическая машина, на которой путем снятия стружки с заготовки получают деталь с заданными размерами, формой, взаимным расположением и шероховатостью поверхностей.

На станках обрабатывают заготовки не только из металла, но и из других материалов, поэтому термин «металлорежущие станки» устаревает и становится условным.

Процесс обработки на станках осуществляется с помощью движений формообразования, в которых участвуют инструмент и заготовка. Движения формообразования могут быть движениями резания и движениями подачи. Эти движения в процессе резания образуют на заготовке заданные поверхности.

В основном, этот процесс обработки производится посредством снятия стружки с помощью режущего инструмента (лезвийного или абразивного).

Также существуют особые методы обработки: электрохимические, электрофизические, поверхностным пластическим деформированием, оптическим лазерным лучом, а также операции по измерению или контролю обрабатываемых деталей, а также с их сборкой.

Основное назначение металлорежущего оборудования – обработка различных заготовок. Развитие многих отраслей промышленности, транспорта и строительства связано с развитием и совершенствованием машиностроительного производства. Процесс обработки на станках осуществляется с помощью движений формообразования, в которых участвуют инструмент и заготовка. Движения формообразования могут быть движениями резания и движениями подачи. Эти движения в процессе резания образуют на заготовке заданные поверхности.

В основном, этот процесс обработки производится посредством снятия стружки с помощью режущего инструмента (лезвийного или абразивного). Однако существуют особые методы обработки: электрохимические, электрофизические, поверхностным пластическим деформированием, оптическим лазерным лучом, а также операции по измерению или контролю обрабатываемых деталей, а также с их сборкой.

Цель аудиторских занятий – изучение, закрепление и расширение теоретических знаний, получаемых при изучении дисциплины «Обработка металлов резанием, станки и инструменты».

Лекционный материал позволяет студентам последовательно получать знания при изучении металлорежущего оборудования, а также использовать теоретические знания в производственной практике.

1 Основные сведения о процессе резания

Процесс резания представляет собой упругопластическое деформирование, а иногда и разрушение срезаемого слоя. Резание сопровождается стружкообразованием, теплообразованием, наростообразованием, упрочнением, износом режущего инструмента.

1.1 Стружкообразование

Образуемая при резании стружка в зависимости от условий обработки может быть элементная, скалывания, сливная и надлома.

Элементная стружка (рисунок 1,а) состоит из отдельных элементов, не связанных друг с другом, и образуется при обработке с низкими скоростями резания твердых и малопластичных материалов.

Стружка скалывания (рисунок 1,б) образуется при обработке пластичных материалов со средними скоростями резания, большими толщинами срезаемого слоя и малыми передними углами. Сторона стружки, контактирующая с передней поверхностью резца, – гладкая, а противоположная ей сторона имеет ярко выраженные зазубрины отдельных прочно связанных элементов стружки.

Сливная стружка (рисунок 1,в) получается в виде ленты без зазубрин, образуется при обработке пластичных материалов с более высокими скоростями резания, с большими передними углами и меньшей толщиной срезаемого слоя, чем при образовании стружки скалывания.

Стружка надлома (рисунок 1,г) состоит из отдельных элементов неопределенной формы, не связанных между собой.

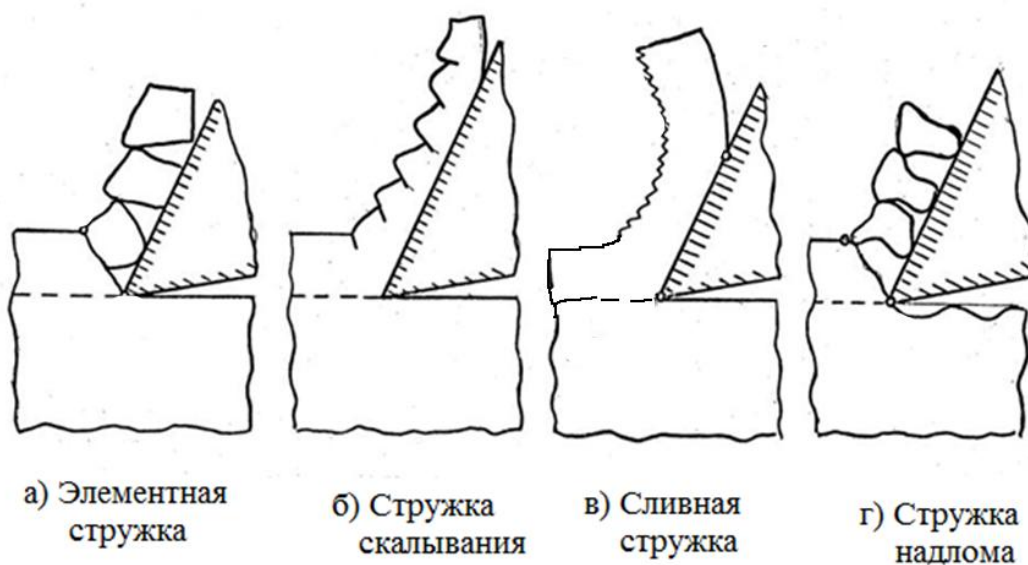


Рисунок 1 – Виды стружки

1.2 Наростообразование

Нарост (рисунок 2) – застойная зона сильно деформированного обрабатываемого металла на передней поверхности инструмента. По структуре нарост отличен от обрабатываемого металла и имеет значительную твердость, что позволяет ему срезать слой металла.

Сильно деформированные вытянутые наслоения нароста образуют клиновидную форму. Нарост не является стабильным во времени. Он периодически разрушается под действием сил трения между стружкой и наростом и сил трения с поверхностью резания. Разрушение и восстановление нароста приводит к изменению геометрии режущей части инструмента.

Нарост защищает переднюю поверхность от износа, но значительно снижает качество обработанной поверхности. Периодически внедряясь в обрабатываемый металл за пределы линии среза, нарост увеличивает глубину резания. Нарост создает значительную шероховатость поверхности и изменяет размер обработанной поверхности.

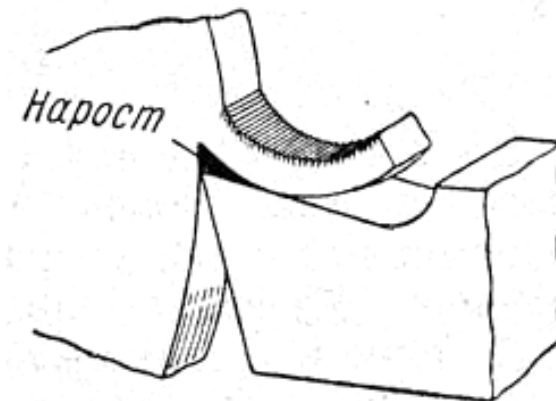


Рисунок 2 – Схема наростообразования

Наростообразование допускается при черновой обработке, а при чистовой оно вредно. Наростообразование уменьшается при повышении твердости обрабатываемого металла, увеличении переднего угла, применении смазочно-охлаждающих веществ и более тщательной доводке передней поверхности инструмента.

1.3 Наклеп

Под влиянием пластической деформации изменяется кристаллическая структура металла, искажаются кристаллические решетки отдельных кристаллов. Это приводит к росту сопротивляемости металла дальнейшему увеличению деформации. Металл упрочняется, его твердость повышается, вязкость уменьшается.

Такое изменение механических свойств металла под влиянием пластической деформации называется наклепом.

Такое же явление наблюдается и при резании. Поэтому стружка, полученная от пластичного металла, раза в 1,5-2 тверже, чем сам металл.

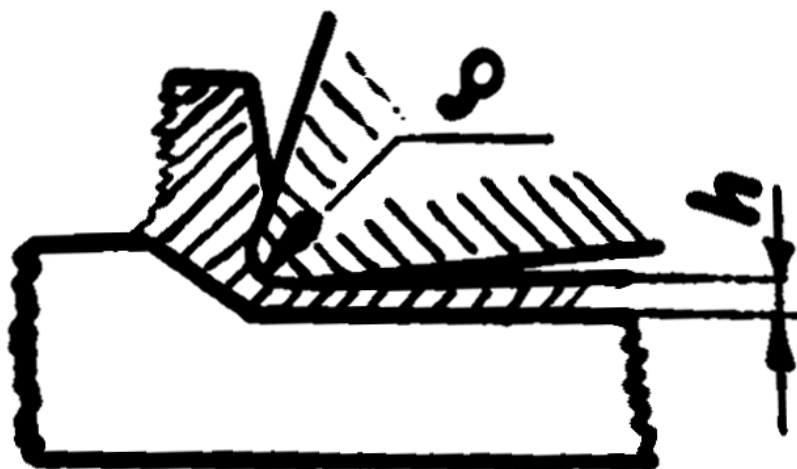


Рисунок 3 – Явление наклепа

В процессе резания деформации подвергается не только срезаемый металл, но и наружный слой обработанной поверхности на некоторой глубине h (рисунок 3). Дело в том, что режущая кромка любого инструмента в действительности не так остра, как это кажется невооруженному глазу. Под микроскопом на ней видны зазубрины и некоторый радиус закругления r . Даже у тщательно заточенного инструмента $r=0,01-0,03$ мм. Такое закругление режущей кромки препятствует её врезанию в срезаемый слой. В результате некоторая часть металла подминается закруглением, вызывая пластические деформации в поверхностном слое обрабатываемой детали. Вот почему твердость наружного слоя обработанной детали иногда намного выше твердости нижележащих слоев: при обработке алюминия на 90-100%, латуни – на 60-70%, мягкой стали – на 40-50%, твердой стали на 20-30%.

Наклепанный слой имеет разную глубину при различных способах обработки. Так, при обычных условиях обработки деталей из стали средней твердости глубина наклепанного слоя получается:

- при черновой обработке резцом 0,4-0,5мм;
- при чистовой – только 0,04-0,06мм, при шлифовании 0,04-0,06 и при полировании 0,02-0,04мм.

На глубину наклепа значительное влияние оказывают условия работы и режим резания. Она уменьшается с повышением скорости резания и растет с увеличением толщины среза. Затупленный резец дает в 2-3 раза большую глубину наклепа, чем острый, так как тупой резец труднее внедряется в срезаемый слой, особенно если этот слой тонкий.

Разные металлы имеют неодинаковую способность к наклепу. Чем пластичнее сталь обрабатываемой детали и меньше ее твердость, тем большее повышение твердости она дает при обработке. Встречаются такие металлы,

которые при невысокой твердости отличаются чрезвычайно большой способностью к наклепу. Их твердость в процессе резания настолько возрастает, что нередко механическая обработка этих металлов становится невозможной. К ним, например, относится кремнемарганцевая сталь, содержащая 13% марганца, и некоторые другие стали. Хрупкие же металлы – чугун, бронза и др. не наклепываются.

Наклеп – следствие пластической деформации обрабатываемого металла: чем больше деформация, тем больше наклеп. Следовательно, на образование наклепа, как и на усадку стружки, должна влиять величина переднего угла. Так с увеличением переднего угла деформации срезаемого слоя и наружного слоя обработанной поверхности уменьшаются, следовательно, степень и глубина наклепа резко снижаются. Например, при угле $\gamma = 5^\circ$ глубина наклепанного слоя примерно в 2-3 раза больше, чем при угле $\gamma = 45^\circ$.

1.4 Износ режущего инструмента

В процессе резания под действием сил трения (сходящей стружки о переднюю поверхность резца и поверхности резания о заднюю поверхность) инструменты изнашиваются: образуются площадки износа на контактных поверхностях инструмента.

На характер износа инструментов оказывают влияние физико-механические свойства обрабатываемого материала и материала инструмента, качество заточки режущей части инструмента, параметры режима резания, жесткость технологической системы станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД), состав смазочно – охлаждающих веществ (СОВ) и т.д.

Износ может наблюдаться только по задней грани при толщине срезаемого слоя $a < 0,15$ мм и применении СОВ (инструменты — чистовые резцы, резьбовой инструмент, развертки, протяжки, зуборезный инструмент, торцовые фрезерные головки, работающие с малыми толщинами срезаемого слоя). Износ только на передних поверхностях происходит при снятии срезаемого слоя большей толщины ($a > 0,5$ мм) с большими скоростями резания без применения охлаждающей жидкости (инструменты - обдирочные резцы, торцовые фрезерные головки).

Износ по задним и передним поверхностям инструментов наблюдается при толщинах срезаемого слоя $a > 0,1$ мм и работе со средними скоростями резания с применением СОВ (резцы и торцовые фрезерные головки, метчики, плашки, сверла, зенкеры, зуборезный инструмент, протяжки).

За основной критерий износа принимают ширину изношенной площадки по задней грани h_3 .

Допустимой величиной износа называют такую величину ширины площадки h_3 , при которой дальнейшая работа инструмента должна быть прекращена вследствие резкого возрастания усилия резания или недостаточного качества обработанной поверхности.

На рисунке 4 показан процесс износа режущего инструмента.

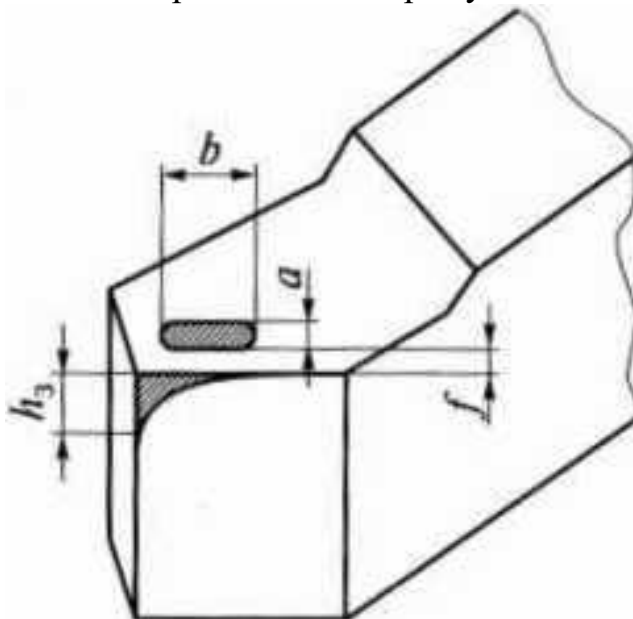


Рисунок 4 – Износ режущего инструмента:

h_3 – ширина изношенной площадки по задней поверхности; a и b – соответственно толщина и ширина изношенной поверхности на передней поверхности инструмента; f – расстояние изношенной поверхности от главной режущей кромки

Износ режущего инструмента по своему характеру отличается от изнашивания деталей машин, так как зона резания, в которой находится инструмент, обуславливается высокой химической чистотой трущихся поверхностей, а так же высокими давлением и температурой в зоне соприкосновения.

Процесс износа инструмента, при технологическом резании металлов, включает в себя абразивный, диффузионный и адгезионный виды разрушения рабочей кромки:

– абразивный износ. В процессе резания образуется стружка, которая в результате трения о рабочую поверхность инструмента, путем микро царапания, удаляет с неё металл. Такой вид изменения геометрической формы инструмента называется «абразивный износ». При условии снижения скорости резания, интенсивность абразивного износа начинает повышаться;

– адгезионный износ. Слово «адгезия» произошло от латинского слова «adhaesio», что в переводе означает «прилипание». Адгезионный износ, происходит из-за прилипания трущихся поверхностей инструмента с последующим отрывом мельчайших его частиц. В результате подобного износа, на поверхности инструмента появляются полости в виде кратеров образующиеся при температуре менее девяти ста градусов. Подобный износ можно уменьшить, выбрав инструмент с более твёрдыми характеристиками;

– диффузионный износ, происходит в результате взаимного растворения металлов инструмента и детали при температуре от девяти ста до одной тысячи двести градусов. При увеличении скорости резания повышается активность процесса взаимного растворения связанного с ростом температуры контактного слоя. Поэтому диффузионный износ можно характеризовать как один из видов химического износа, изменяющего химический состав и физико-химические свойства поверхностного слоя инструмента ослабляющего его стойкость к разрушению.

Влияние каждого из видов износа зависит от характерных свойств материала инструмента, заготовки, а так же условий обработки, одним из которых является скорость резания.

1.5 Охлаждение и смазывание при резании

При резании металлов смазочно-охлаждающие вещества (СОВ) уменьшают трение между резцом и сходящей стружкой, резцом и заготовкой, оказывая смазочное действие, снижают работу, затраченную на пластическое деформирование металла, отводят теплоту из зоны резания, охлаждая инструмент и заготовку, препятствуют появлению налипов на трущихся рабочих поверхностях инструмента. Это приводит к уменьшению силы резания, улучшению качества обработанной поверхности, увеличению стойкости инструмента.

В качестве СОВ применяют жидкости (СОЖ), газообразные вещества и твердые вещества.

Основные типы СОЖ:

- водные растворы хозяйственного мыла (2...5 %);
- эмульсии (смеси воды и минерального масла). В эмульсии добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые оказывают диспергирующие действия. В качестве ПАВ используют мыло, спирт, кислоты; минеральные, растительные, животные масла. К минеральным маслам добавляют для уменьшения коэффициента трения фосфор, хлор, серу: получают сульфозфрезол; керосин и растворы в нем ПАВ масла и эмульсии в смеси с твердыми смазочными материалами (графитом, парафином, воском).

В качестве газообразных смазочно – охлаждающих веществ применяют:

- газы (углекислый газ, азот и другие газы);
- пары ПАВ, пену (смесь масла с воздухом);
- распыленные жидкости.

В качестве твердых смазочно – охлаждающих веществ используют порошки и брикеты парафина, воска, мыла.

Смазочно-охлаждающие вещества выбирают по справочникам в зависимости от обрабатываемого материала, материалов режущего инструмента и метода обработки.

Чугун, бронзу обрабатывают без применения СОВ.

1.6 Вибрации при резании

При резании материалов возникают вибрации. Вибрации ухудшают качество обработанной поверхности, увеличивают износ инструмента (особенно твердосплавного и минералокерамического), станка и приспособления.

Вибрации подразделяются на вынужденные колебания и автоколебания.

Вынужденные колебания возникают под действием периодически возмущающей силы. Причинами вынужденных колебаний могут быть неуравновешенность вращающихся частей станка, дефекты в передаточных звеньях станка, неуравновешенность вращающегося инструмента, неравномерный припуск под обработку и т.д.

Автоколебания возникают в системе при отсутствии внешней периодически возмущающей силы и поддерживаются самим происходящим процессом. Причины автоколебаний — это непостоянство силы трения сходящей стружки о переднюю поверхность инструмента и задней поверхности инструмента о поверхность резания, изменение сил резания за счет неравномерного наклепа (упрочнения) поверхностного слоя, непостоянство нароста, следы вибраций от предшествующего перехода, упругие деформации инструмента и обрабатываемой заготовки и т.д.

2 Классификация металлорежущих станков

Станки классифицируются по следующим признакам:

а) по степени универсальности. Различают универсальные, специализированные и специальные станки.

Универсальные станки (или станки общего назначения) используют для обработки деталей широкой номенклатуры, ограниченной габаритами, набором инструмента и технологическими операциями.

Специализированные станки используют для обработки однотипных деталей (труб, муфт, коленчатых валов и крепежных деталей) в определенном диапазоне размеров.

Специальные станки применяют для обработки одной определенной детали, реже - нескольких однотипных деталей.

Специализированные и специальные станки используют в основном в крупносерийном и массовом производствах.

б) по степени точности обработки станки делят на пять классов:

1) нормальной точности (Н) - большинство универсальных станков;

2) повышенной точности (П) – к станкам предъявляют повышенные требования к точности обработки ответственных деталей, качеству сборки и регулировки станка;

3) высокой точности (В) - достигается за счет специальной конструкции отдельных узлов, высоких требований к точности изготовления деталей, качеству сборки и регулировки станка в целом;

4) особо высокой точности (А) - при изготовлении предъявляют еще более жесткие требования, чем при изготовлении станков класса В;

5) особо точные (С) станки, или мастер-станки.

Для обеспечения точности работы станков классов В, А и С необходимо поддерживать в производственных помещениях постоянные, автоматически регулируемые значения температуры и влажности.

в) по степени автоматизации различают механизированные и автоматизированные станки (автоматы и полуавтоматы).

Механизированный станок имеет одну автоматизированную операцию, например зажим заготовки или подачу инструмента.

Автомат производит все рабочие и вспомогательные движения цикла технологической операции и повторяет их без участия рабочего. Рабочий наблюдает за работой станка, контролирует качество обработки, поднастраивает станок.

Цикл - промежуток времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей.

Полуавтомат - станок, работающий с автоматическим циклом, для повторения которого требуется вмешательство рабочего. Например, рабочий должен снять деталь и установить новую заготовку, а затем включить станок

для автоматической работы в следующем цикле.

г) по расположению шпинделя станки делятся на горизонтальные, вертикальные, наклонные и комбинированные.

д) В зависимости от массы различают легкие (до 1 т), средние (до 10 т) и тяжелые (свыше 10 т) станки, среди которых можно выделить особо тяжелые, или уникальные (более 100 т).

В основу классификации металлорежущих станков положен технологический метод обработки заготовок. Классификацию по этому методу проводят в соответствии с такими признаками, как вид режущего инструмента, характер обрабатываемых поверхностей и схема обработки.

Станки подразделяют на токарные, сверлильные, шлифовальные, полировальные, доводочные, зубообрабатывающие, фрезерные, строгальные, разрезные, протяжные, резьбообрабатывающие и др.

Классификация по комплексу признаков отражается в общегосударственной Единой системе условных обозначений станков.

Она построена по десятичной системе (рисунок 5): все металлорежущие станки разделены на десять групп, группа - на десять типов, тип - на десять типоразмеров. В группе объединены станки по общности технологического метода обработки или близкие по назначению (сверлильные и расточные). Типы станков характеризуют такие признаки, как назначение, степень универсальности, число главных рабочих органов, конструктивные особенности. Внутри типа станки различают по техническим характеристикам.

Наименование	Группа	Тип станка				Тип станка				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Токарно-револьверные	—	Карусельные	Токарные и лоботочные	Многорезцовые и копиральные	Специализированные	Разные токарные
		одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	Настольно- и вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	Радиально- и координатно-сверлильные	Расточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
			одношпиндельные	многошпиндельные						
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3	Круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные	Внутришлифовальные, координатно-шлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	Продольно-шлифовальные	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные абразивные
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зуборезные для обработки конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		—	Разные строгальные
		одностоечные	двухстоечные				внутреннего	наружного		
Разрезные	8	Отрезные, оснащенные			Правильно-отрезные	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ножовочные	—	—
		токарным резцом	шлифовальным крутом	гладким или насеченным диском						
Разные	9	Муфто- и трубообрабатывающие	Пидонасечательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	—	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	—	—

Рисунок 5 – Классификация металлорежущих станков

Модель станка обозначается тремя или четырьмя цифрами с добавлением в некоторых случаях букв. Обозначение токарно-винторезного станка модели 16К20П следует расшифровать так: токарно-винторезный станок (первые две цифры) с высотой центров (половина наибольшего диаметра обработки) 200 мм, повышенной точности П и очередной модификации К. При обозначении станков с числовым программным управлением (ЧПУ) добавляют еще буквы и цифры, например 16К20ПФ3 (Ф3 - числовое управление тремя координатными движениями).

Для обозначения специальных и специализированных станков каждому станкостроительному заводу присвоен индекс из одной или двух букв, после которого ставится регистрационный номер станка. Например, Московское станкостроительное ОАО «Красный пролетарий» имеет индекс МК.

3 Кинематика станков

Основоположником теории кинематики станков является профессор Г.М.Головин (1889 – 1949), разработавший теоретические основы анализа, настройки и расчета кинематических цепей станка.

Структура кинематической цепи, т. е. последовательность расположения в ней кинематических пар и звеньев, зависит от назначения станка (сверление, точение, фрезерование, шлифование и т.п.), требуемой точности передачи движения и конструктивных факторов.

Для изготовления детали рабочим органам станка необходимо сообщить определенные согласованные движения, при которых с заготовки снимается избыточный материал – припуск.

Все движения органов станка называют исполнительными. По целевому признаку их можно разделить на движения формообразования, установочные, делительные, управления и вспомогательные.

Согласованные относительные движения заготовки и режущего инструмента, которые непрерывно создают поверхность заданной формы, называют формообразующими, или рабочими движениями. Они могут быть простыми и сложными. К простым движениям относятся вращательное и прямолинейное. Во всех изучаемых в данной книге станках – токарных, фрезерных, сверлильных и шлифовальных - движение резания вращательное. К сложным движениям относятся те, которые образуются в результате согласования (сложения) двух и более вращательных и прямолинейных движений. При сложном формообразующем движении то из них, которое производится с наибольшей скоростью, называется главным движением или движением резания, а его скорость - скоростью резания. Остальные движения, происходящие с меньшей скоростью, называются движениями подачи.

В токарных, фрезерных и сверлильных станках движение подачи – непрерывное, в шлифовальных плоско- и круглошлифовальных станках – прерывистое.

Основу любой машины, в том числе и станка, составляют механизмы. Механизм – это система связанных между собой твердых тел, совершающих под действием приложенных сил определенные целесообразные движения.

Система тел, состоящая из одного или нескольких твердых тел, соединенных между собой неподвижно, называется звеном механизма.

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение, называется кинематической парой или просто парой.

Поверхности, линии, точки, которыми звено может соприкасаться или соприкасается с другим звеном, называются элементами звена.

Система звеньев, соединенных между собой в определенной последовательности, образует кинематическую цепь. Кинематические цепи, в которые входят кинематические пары, их элементы и связи, изображают на чертеже в виде кинематической схемы с помощью условных графических знаков. Правила выполнения кинематических схем и обозначения их элементов

установлены ГОСТ 2.770 – 68*. Для станков, имеющих наряду с механическими передачами гидравлические, электрические и пневматические устройства, составляют соответствующие схемы.

4 Узлы и механизмы металлорежущих станков

4.1 Типовые детали и механизмы станков

4.1.1 Станины и направляющие

Несущую систему станка образует совокупность его элементов, через которые замыкаются силы, возникающие между инструментом и заготовкой в процессе резания.

Основными элементами несущей системы станка являются станина и корпусные детали (поперечины, хоботы, ползуны, плиты, столы, суппорты и т.д.).

Станина служит для монтажа деталей и узлов станка, относительно нее ориентируются и перемещаются подвижные детали и узлы. Станина должна обладать стабильностью свойств и обеспечивать в течение срока службы станка возможность обработки заготовок с заданными режимами и точностью. Это достигается правильным выбором материала станины и технологией ее изготовления, износостойкостью направляющих.

Для изготовления станин используют следующие основные материалы:

- для литых станин - чугун;
- для сварных – сталь;
- для станин тяжелых станков – железобетон (иногда);
- для станков высокой точности – искусственный материал синтегран, изготавливаемый на основе крошки минеральных материалов и смолы и характеризующийся незначительными температурными деформациями.

Направляющие обеспечивают требуемое взаимное расположение и возможность относительного перемещения узлов, несущих инструмент и заготовку. Конструкции направляющих для перемещения узла допускает только одну степень свободы движения.

В зависимости от назначения и конструктивного исполнения направляющие классифицируются:

- по виду движения – главного движения и движения подачи; направляющие для перестановки сопряженных и вспомогательных узлов, неподвижных в процессе обработки;
- по траектории движения – прямолинейного и кругового движения;
- по направлению траектории перемещения узла в пространстве – горизонтальные, вертикальные и наклонные;
- по геометрической форме (рисунок 6) – призматические, плоские, цилиндрические, конические (только для кругового движения) и их сочетания.

Наибольшее распространение получили направляющие скольжения и направляющие качения (в последних используют шарики или ролики в качестве промежуточных тел качения).

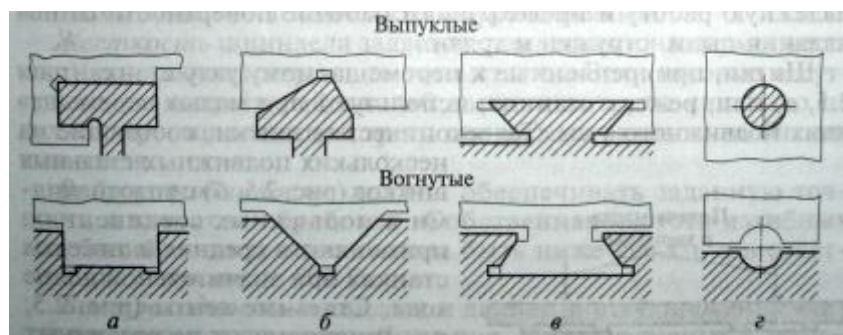


Рисунок 6 – Основные формы поперечных сечений направляющих скольжения:

а – плоская; б – призматическая; в – в форме ласточкина хвоста; г – цилиндрическая.

4.1.2 Шпиндели и их опоры

Шпиндель – это полый вал, который служит для закрепления и вращения режущего инструмента или приспособления, несущего заготовку.

Для сохранения точности обработки в течение заданного срока службы станка шпиндель обеспечивает стабильность положения оси при вращении и поступательном движении, износостойкость опорных, посадочных и базисующих поверхностей.

Шпиндели изготовляют из стали (40Х, 20Х, 18ХГТ, 40ХФА и др.) и подвергают термической обработке (цементации, азотированию, объемной или поверхностной закалке, отпуску).

Для закрепления инструмента или приспособления передние концы шпинделей стандартизованы.

В качестве опор шпинделей применяют подшипники скольжения и качения.

4.1.3 Типовые механизмы для осуществления поступательного движения

Поступательное движение в рассматриваемых станках обеспечивают следующие механизмы и устройства:

– механизмы, преобразующие вращательное движение в поступательное: зубчатое колесо или червяк с рейкой, ходовой винт – гайка и другие механизмы;

– гидравлические устройства с парой цилиндр - поршень;

– электромагнитные устройства типа соленоидов, используемые в основном в приводах систем управления.

Примеры некоторых из указанных механизмов:

– пара зубчатое колесо – рейка имеет высокий КПД, что обуславливает ее применение в большом диапазоне скоростей движения рейки, в том числе в приводах главного движения, передающих значительную мощность, и приводах вспомогательных перемещений;

– червячно-реечная передача отличается от пары зубчатое колесо –

рейка повышенной плавностью движения. Однако эта передача сложнее в изготовлении и имеет более низкий КПД.

– механизм ходовой винт – гайка широко применяется в приводах подач, вспомогательных и установочных движений и обеспечивает малое расстояние, на которое перемещается движущийся элемент за один оборот привода; высокую плавность и точность перемещения, определяемую главным образом точностью изготовления элементов пары; самоторможение (в парах винт – гайка скольжения).

4.1.4 Типовые механизмы для осуществления периодических движений

В процессе работы в некоторых станках требуется периодическое перемещение (изменение положения) отдельных узлов или элементов. Периодические движения могут осуществляться храповыми и мальтийскими механизмами, механизмами кулачковыми и с муфтами обгона, электро-, пневмо- и гидромеханизмами.

Храповые механизмы наиболее часто используют в механизмах подачи станков, в которых периодическое перемещение заготовки, режущего (резца, шлифовального круга) или вспомогательного (алмаз для правки шлифовального круга) инструмента производится во время перебега или обратного (вспомогательного) хода (в шлифовальных и других станках).

В большинстве случаев храповые механизмы используют для прямолинейного перемещения соответствующего узла (стола, суппорта, пиноли). С помощью храповой передачи осуществляют также и круговые периодические перемещения.

Муфты служат для соединения двух соосных валов. В зависимости от назначения различают муфты нерасцепляемые, сцепляемые и предохранительные.

Нерасцепляемые муфты служат для жесткого (глухого) соединения валов, например соединения с помощью втулки, через упругие элементы или через промежуточный элемент, имеющий на торцовых плоскостях два взаимно перпендикулярных выступа и позволяющий компенсировать несоосность соединяемых валов.

Сцепляемые муфты применяют для периодического соединения валов. В станках используют сцепляемые кулачковые муфты в виде дисков с торцовыми зубьями-кулачками и зубчатые муфты. Недостатком таких сцепляемых муфт является трудность их включения при большой разнице угловых скоростей ведущего и ведомого элементов. Фрикционные муфты не имеют недостатка, присущего кулачковым муфтам, и позволяют включить их при любых скоростях вращения ведущего и ведомого элементов.

Предохранительные муфты соединяют два вала при нормальных условиях работы и разрывают кинематическую цепь при повышении нагрузки. Разрыв цепи может происходить при разрушении специального элемента, а также в результате проскальзывания сопрягаемых и трущихся частей

(например, дисков) или расцепления кулачков двух сопрягаемых частей муфты.

Муфты обгона предназначены для передачи вращающего момента при вращении звеньев кинематической цепи в заданном направлении и для разъединения звеньев при вращении в обратном направлении, а также для передачи вала различных по частоте вращений (например, медленного - рабочего вращения и быстрого - вспомогательного).

Комплекс механизмов с источником движения, служащий для приведения в действие исполнительного органа станка с заданными характеристиками скорости и точности, называют приводом.

Металлорежущие станки оснащают индивидуальным приводом; на многих станках главное движение, движение подачи, вспомогательные движения осуществляются от отдельных источников - электродвигателей и гидравлических устройств. Изменение скорости может быть бесступенчатым и ступенчатым.

В качестве приводов металлорежущих станков используют электродвигатели постоянного и переменного тока, гидродвигатели и пневмодвигатели. Наибольшее распространение в качестве приводов станков получили электродвигатели. Там, где не требуется бесступенчатое регулирование частоты вращения.

5 Обработка на токарных станках. Металлорежущие станки токарной группы

Токарная обработка – это наиболее распространенный метод обработки деталей типа тел вращения (валов, осей, цапф, дисков, фланцев, муфт, колец, втулок, гаек и т.п.). На токарных станках можно производить черновое, получистовое и чистовое точение и растачивание цилиндрических, конических, сферических и фасонных поверхностей; подрезание плоских торцовых поверхностей, точение наружных и внутренних канавок, нарезание наружной и внутренней резьбы, сверление, зенкерование, развертывание отверстий и др.

Токарная обработка поверхностей осуществляется при вращательном главном движении заготовки и поступательном (продольном, поперечном или наклонном по отношению к оси заготовки) движении подачи инструмента. Формообразование поверхностей при резании с продольной подачей – по методу следов, при поперечной подаче инструмента – по методу копирования.

Токарные станки относятся к первой группе, которая подразделяется на 9 типов:

- одношпиндельные автоматы и полуавтоматы;
- многошпиндельные автоматы и полуавтоматы;
- токарно-револьверные;
- токарно-отрезные;
- токарно-карусельные;
- токарные, токарно-винторезные, токарно-лобовые;
- многолезцовые, токарно-полировальные;
- специализированные;
- специальные.

5.1 Токарно-винторезные станки

Токарно-винторезные станки предназначены для наружной и внутренней обработки, включая нарезание резьбы в условиях единичного и мелкосерийного производства. Компонировка токарно-винторезного станка представлена на рисунке 7.

Главное вращательное движение (ось вращения горизонтальна) совершает шпиндель с заготовкой. Движение подачи осуществляет продольный или поперечный суппорт; ряд работ можно производить при ручной осевой подаче с установкой инструмента в пиноль задней бабки.

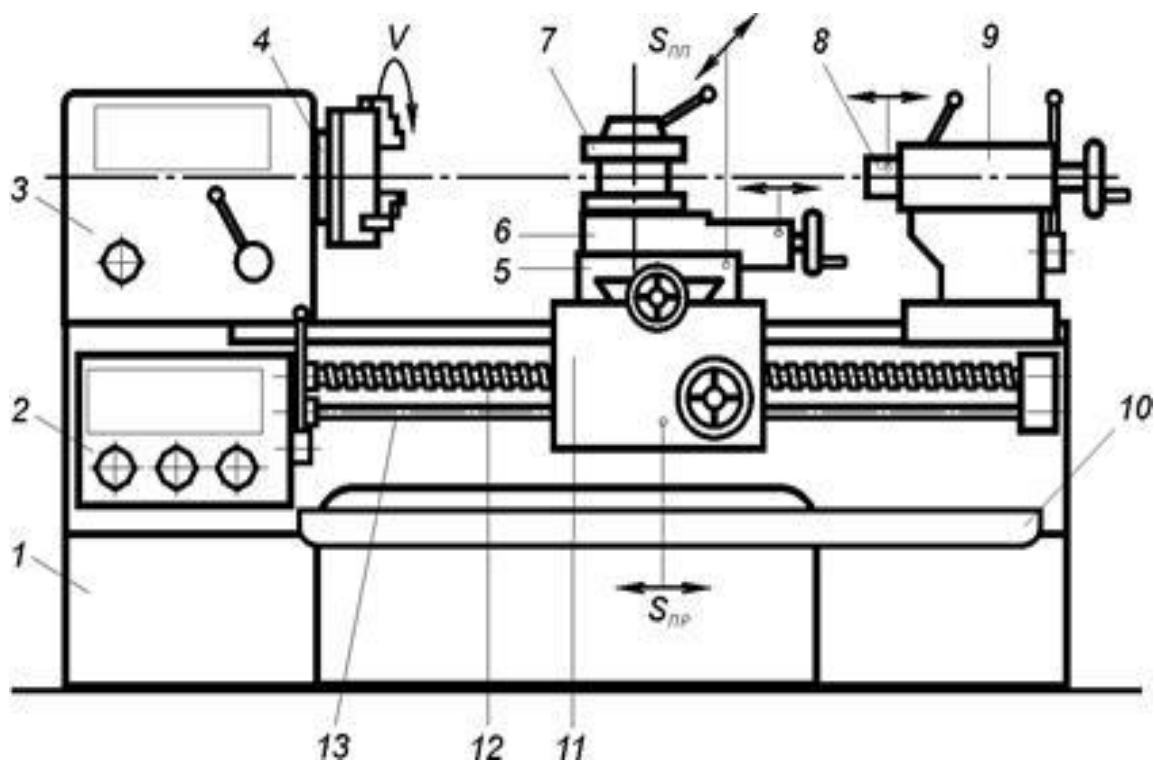


Рисунок 7 – Общий вид токарно-винторезного станка:

1 – станина; 2 – коробка подач; 3 – коробка скоростей; 4 – шпиндель; 5 – поперечный суппорт; 6 – продольный суппорт; 7 – верхний суппорт; 8 – пиноль; 9 – задняя бабка; 10 – поддон; 11 – салазки; 12 – ходовой винт; 13 – ходовой валик

Установка и закрепление заготовки на токарном станке, зависят от типа станка, вида обрабатываемой поверхности, типоразмера заготовки, требований к точности обработки и др. факторов. На токарно-винторезных станках для базирования и закрепления заготовок широко используются трехкулачковые самоцентрирующие патроны (рисунок 8, а), которые применяют для закрепления заготовок при отношении их длины к диаметру $l/d < 4$. При $l/d = 4 \dots 10$ заготовку устанавливают в центрах (рисунок 8, б – е), а для передачи крутящего момента от шпинделя на заготовку используют поводковый патрон (рисунок 8, ж) и хомутик (рисунок 8, з). При этом в торцах заготовки предварительно должны быть выполнены центровые отверстия. При отношении $l/d > 10$ для уменьшения деформации заготовки при резании применяют люнеты (рисунок 8, и).

Для установки полых заготовок типа колец, втулок, стаканов применяют: конические, цанговые или упругие оправки (рисунок 8, л, м, н).

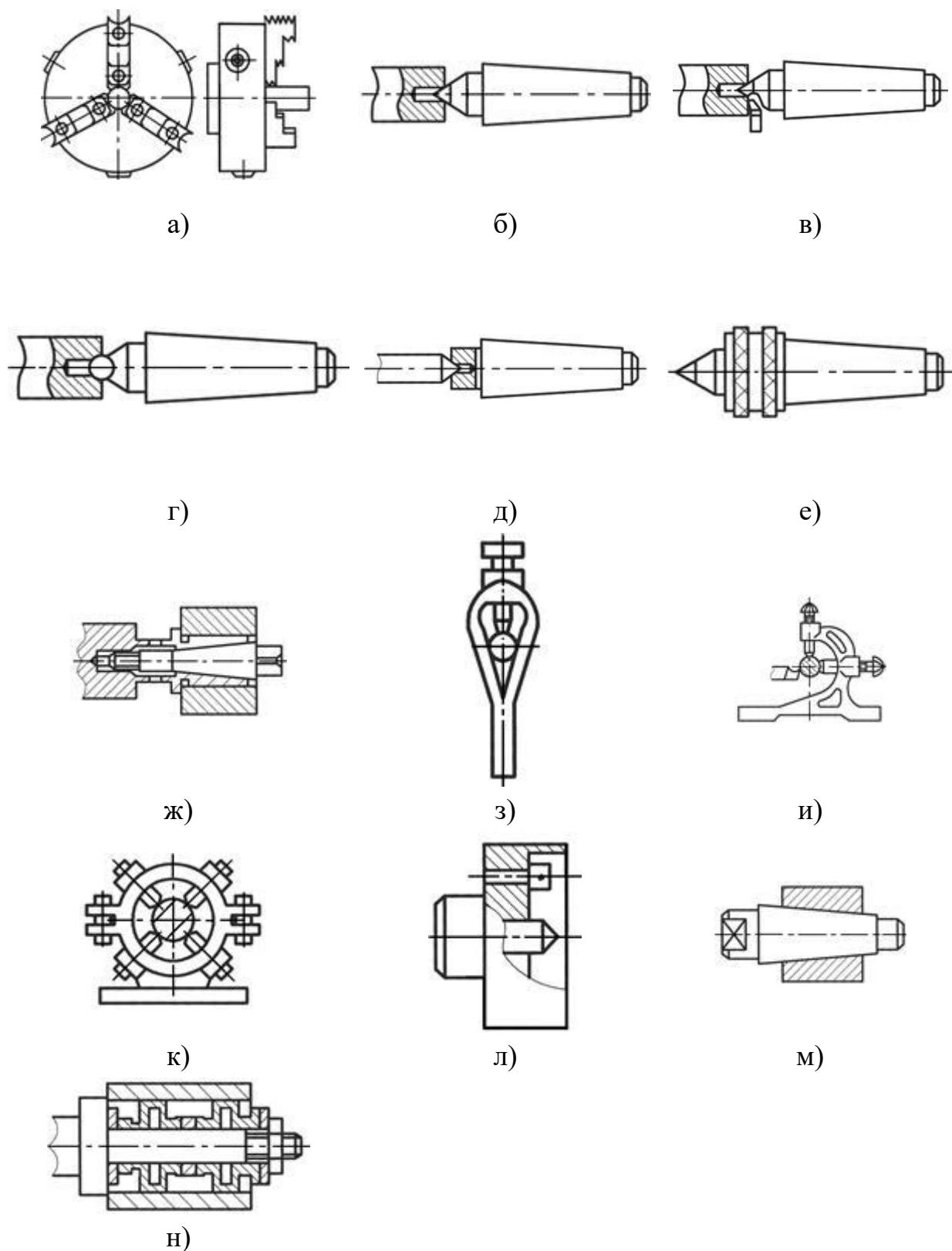


Рисунок 8 – Приспособления к токарным станкам

Многообразие видов поверхностей, обрабатываемых на токарных станках, привело к созданию большого числа конструкций токарных резцов. Главный принцип их классификации – технологическое назначение.

Согласно типовым схемам обработки на универсальных токарно-винторезных станках, обработку наружных цилиндрических поверхностей осуществляют проходными резцами с продольной подачей (рисунок 9,а); подрезание торцов – подрезными или отогнутыми резцами с поперечной подачей (рисунок 9,б).

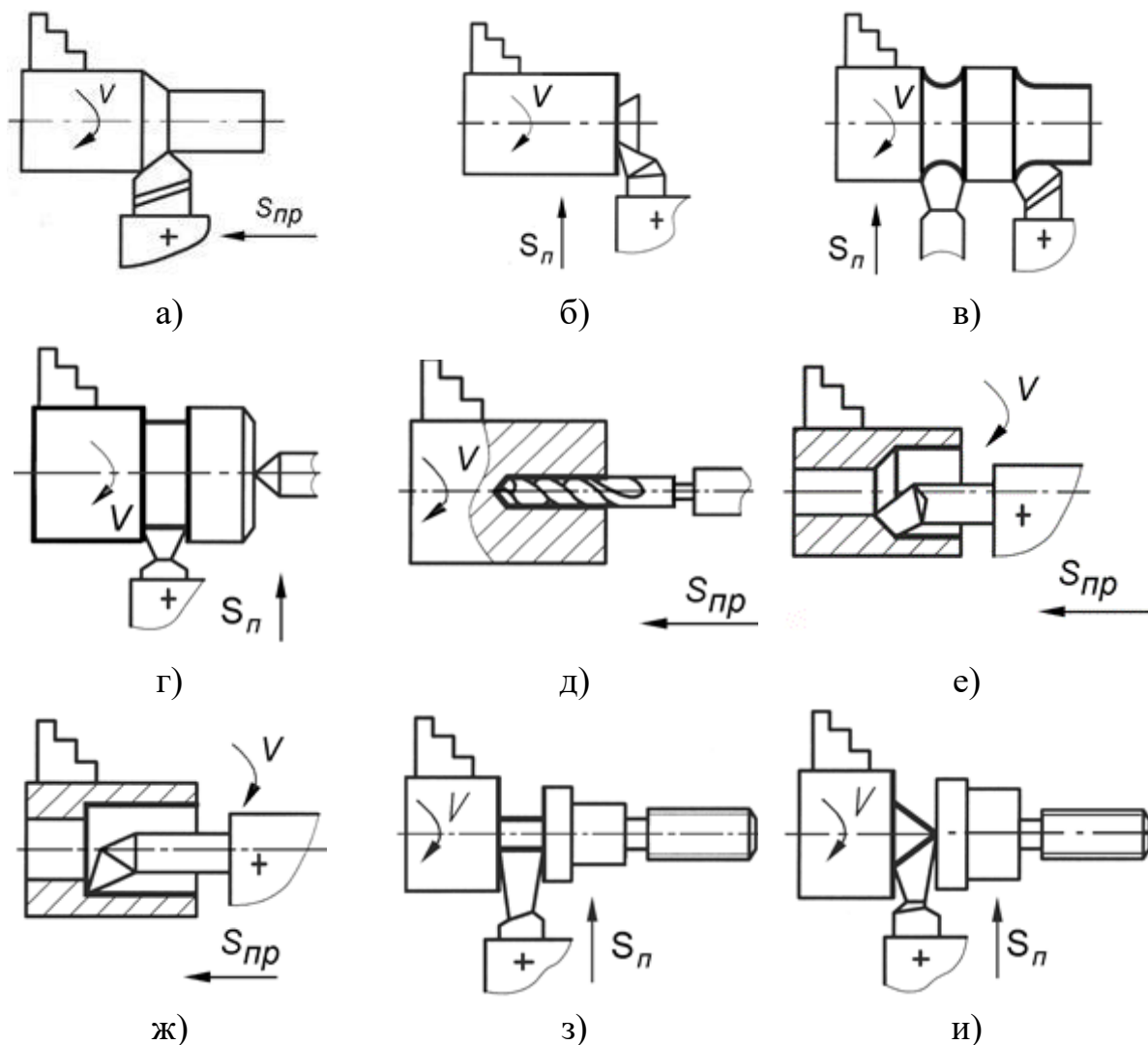


Рисунок 9 – Схемы обработки на токарно-винторезном станке

Короткие фасонные поверхности на токарно-винторезных станках обычно обтачивают с поперечной подачей фасонными резцами; длинные фасонные поверхности – проходными резцами с помощью копира – детали, устанавливаемой на станке и благодаря фасонному рабочему профилю изменяющей нужным образом траекторию перемещения инструмента.

Наружные резьбовые поверхности получают точением резцами, резцовыми головками, гребенками, плашками. Наиболее широко применяется способ нарезания одно- и многозаходных резьб резцами, форма режущих кромок которых определяется профилем нарезаемой резьбы. Этот способ пригоден для нарезания как наружных, так и внутренних резьб. В некоторых

случаях для повышения производительности обработки за счет уменьшения числа рабочих ходов в качестве режущего инструмента используют резьбонарезные гребенки. Для нарезания наружной резьбы на винтах, болтах, шпильках и других подобных деталях применяют плашки; при этом участок детали, на котором нарезается резьба, должен иметь несколько меньший диаметр, чем наружный диаметр нарезаемой резьбы, что достигается предварительной обработкой. Внутренняя метрическая резьба диаметром до 50 мм может нарезаться метчиками.

Точение кольцевых канавок и отрезание готовой детали производят с поперечной подачей соответственно прорезными (канавочными) – рисунок 9, в, г и отрезными резцами – рисунок 9, з, и.

Обработку отверстий на токарно – винторезных станках можно выполнить продольной подачей режущего инструмента (сверла, зенкера или развертки), который устанавливается в пиноль задней бабки (рисунок 9, д). Также отверстия можно получить с помощью расточных резцов (рисунок 9, е, ж).

Конические поверхности на токарных станках обрабатывают следующими способами:

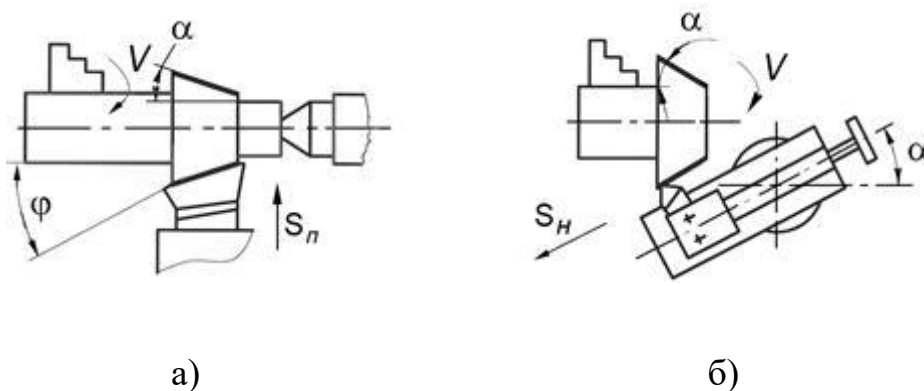
а) широкими резцами (рисунок 10, а), при этом длина образующей обычно не превышает 30 мм;

б) с поворотом и ручной подачей каретки верхнего суппорта (рисунок 9,б), когда длина образующей не может быть больше величины хода каретки;

в) со смещением корпуса задней бабки в поперечном направлении (рисунок 10, в), этот способ используют для обработки длинных поверхностей с небольшой конусностью;

г) с помощью конусной линейки (рисунок 10, г) – устройства, устанавливаемого на станине станка и обеспечивающего перемещение резца вдоль образующей конуса.

Способы "а", "б" и "г" пригодны и для растачивания внутренних конических поверхностей.



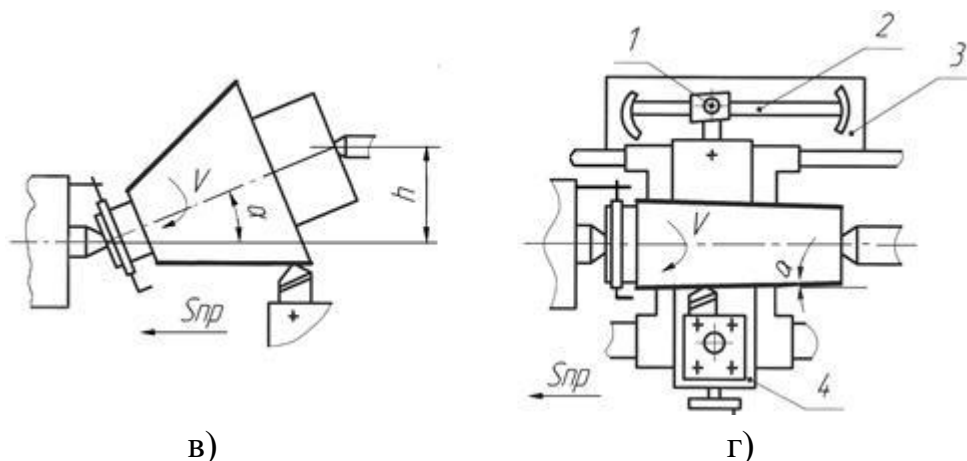


Рисунок 10 – Схемы обработки конических поверхностей на токарно-винторезном станке

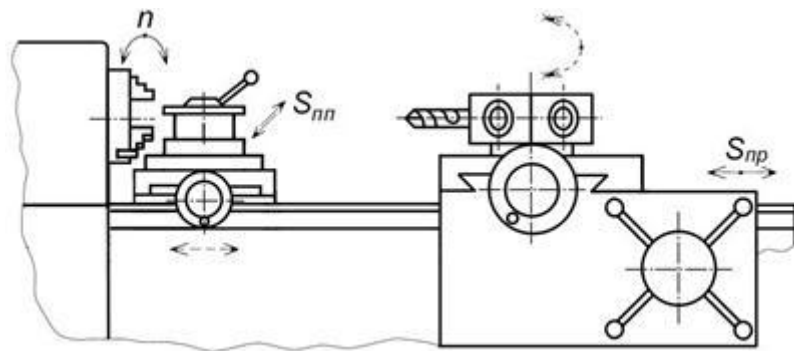
В серийном производстве широко используются станки с числовым программным управлением (ЧПУ), построенные на базе универсальных токарно-винторезных станков.

5.2 Токарно-револьверные станки

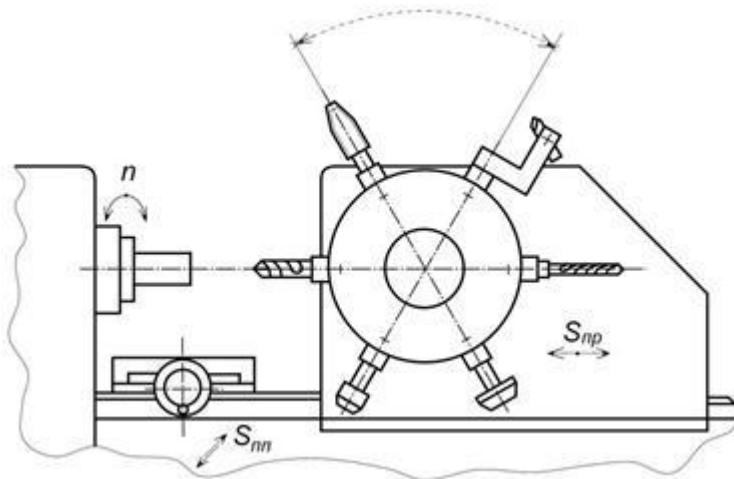
Токарно-револьверные станки предназначены для обработки деталей достаточно сложной формы и требующих при изготовлении большого числа различных инструментов. Конструкция таких станков позволяет использовать в качестве заготовок как прутки (круглого, квадратного, шестигранного и др. сечения), так и штучные заготовки (штамповки, отливки, поковки).

На прутковых станках пруток зажимают в цанговом патроне, пропустив его через отверстие шпинделя. После обработки заготовку отрезают от прутка. На патронных станках штучные заготовки устанавливают в кулачковых патронах.

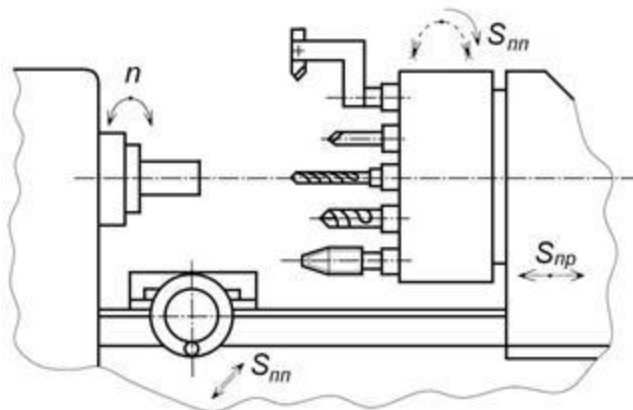
Конструктивной особенностью токарно-револьверных станков является наличие револьверной головки, в которую устанавливают несколько инструментов, работающих с продольной подачей (сверла, зенкеры, развертки, метчики, проходные и расточные резцы). Револьверные станки классифицируют в зависимости от конструкции револьверной головки: станки с многогранной револьверной головкой с вертикальной осью вращения; с круглой головкой с горизонтальной осью вращения; с наклонной осью вращения головки (рисунок 11).



а)



б)



в)

Рисунок 11 – Схемы компоновки токарно-револьверных станков:

а – с вертикальной осью поворота револьверной головки; б, в – с горизонтальной осью поворота револьверной головки перпендикулярно и параллельно оси шпинделя

Токарно-револьверные станки с многогранной головкой дополнительно имеют еще один-два (передний и задний) поперечных суппорта. На суппортах в резцедержателях закрепляют инструменты, работающие с поперечной подачей

– подрезные, фасонные, канавочные, отрезные и т.п. резцы. В револьверной головке закрепляют проходные и расточные резцы, работающие с продольной подачей; и инструменты, работающие с осевой подачей – сверла, зенкеры, развертки, метчики. В станках с круглой револьверной головкой все инструменты закрепляются только в пазах головки; поперечные суппорты отсутствуют. Револьверная головка имеет возможность медленно вращаться относительно горизонтальной оси, поэтому все виды обработки, которые обычно осуществляют при поперечной подаче инструмента, производят с круговой подачей револьверной головки.

Токарно-револьверные станки предназначены для обработки деталей достаточно сложной формы и требующих при изготовлении большого числа различных инструментов. Конструкция таких станков позволяет использовать в качестве заготовок как прутки (круглого, квадратного, шестигранного и др. сечения), так и штучные заготовки (штамповки, отливки, поковки).

На прутковых станках пруток зажимают в цанговом патроне, пропустив его через отверстие шпинделя. После обработки заготовку отрезают от прутка. На патронных станках штучные заготовки устанавливают в кулачковых патронах.

Благодаря увеличенному числу инструментов, заранее настроенных на получение нужных размеров заготовки, токарно-револьверные станки позволяют обрабатывать большое число поверхностей сложных деталей с меньшими затратами времени, чем на токарно-винторезном станке. Однако, необходимость предварительной наладки токарно-револьверных станков, а также существенное увеличение времени обработки заготовок за счет последовательности в работе инструментов ограничивают область применения таких станков условиями серийного производства.

Токарно-револьверные станки предназначены главным образом для заводов массового и серийного производства.

Модели револьверных станков: 1Н318, 1341, 1365, 1А365, 1П371 и т.д. Точность обработки наружных поверхностей достигает 9 – 10-го квалитетов, шероховатость поверхности – Ra 2,5 мкм, а при обработке отверстий – 7-го квалитета и Ra 1,25 мкм.

На токарно - револьверных станках обрабатывают детали типа втулок, ступенчатых валиков, фланцев, колец, гаек, болтов и т.д. На этих станках выполняют практически все те же виды работ, что и на токарных: обтачивают наружные цилиндрические поверхности, подрезают торцы, сверлят, зенкеруют и развертывают отверстия, растачивают внутренние цилиндрические поверхности, обтачивают фасонные поверхности, протачивают канавки, фаски, галтели, накатывают рифления, нарезают наружные (плашками и резьбонарезными головками) и внутренние (метчиками и резьбонарезными головками) резьбы. Если станок имеет ходовой винт, можно нарезать резьбы резцами и гребенками.

5.3 Токарно – карусельные станки

Токарно-карусельные станки предназначены для обработки разнообразных по форме деталей, у которых диаметр намного больше длины – заготовки тяжелых зубчатых колес, маховиков и других деталей типа дисков. На токарно-карусельных станках точат и растачивают соответственно наружные и внутренние цилиндрические, конические фасонные поверхности; сверлят, зенкеруют, развертывают центральные отверстия; резьбовыми резцами нарезают резьбу; точат плоские торцы и обрабатывают фаски, канавки, галтели и подобные поверхности. На токарно-карусельных станках дополнительно могут быть установлены специальные фрезерные или шлифовальные устройства, позволяющие фрезеровать и шлифовать плоскости.

Токарно-карусельные станки (рисунок 12) отличаются от других токарных станков вертикальным расположением оси вращения планшайбы, на которой устанавливается непосредственно на столе или закрепляется в патроне обрабатываемая заготовка. Станки могут иметь одностоечную или двухстоечную компоновку. В одностоечных токарно-карусельных станках (рисунок 12,а) имеется вертикальный суппорт с револьверной головкой и боковой суппорт с резцедержателем, работающий с вертикальной подачей. В двухстоечных (рисунок 12,б) предусмотрен дополнительный верхний резцовый суппорт, имеющий горизонтальную подачу. Режущие инструменты закрепляют в резцедержателях верхнего и бокового суппортов, а также в гнездах револьверной головки.

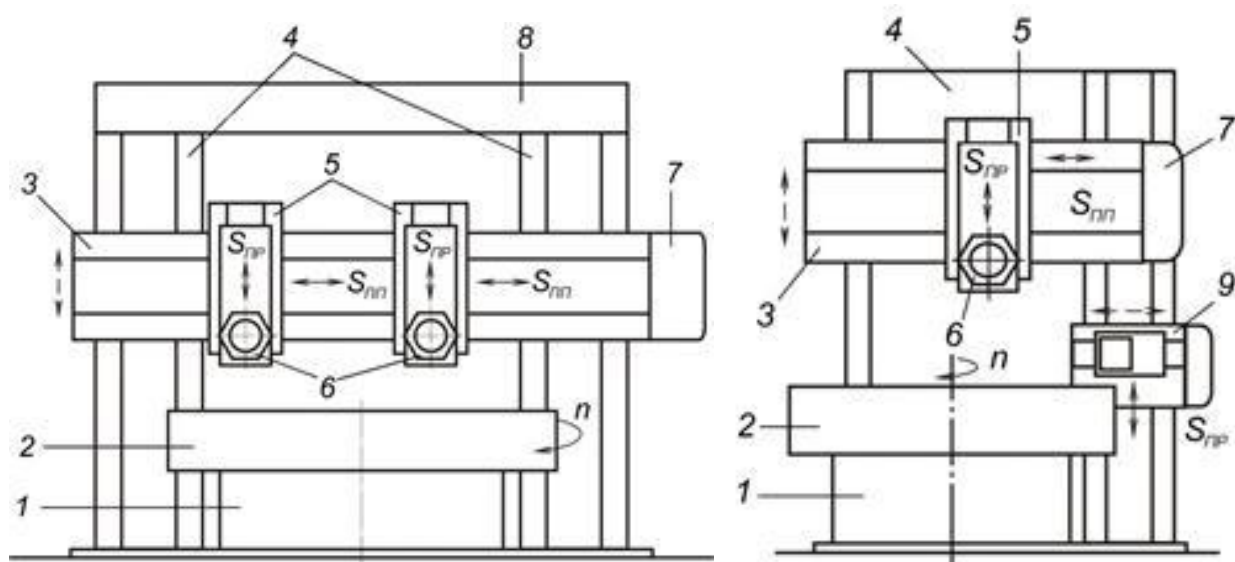


Рисунок 12 – Общий вид токарно-карусельных станков:

а – одностоечного; б – двухстоечного; 1 – станина; 2 – планшайба; 3 – траверса; 4 – стойка; 5 – вертикальный суппорт; 6 – револьверная головка; 7 – привод подачи; 8 – балка; 9 – боковой суппорт

Конструкция станков позволяет вести многоинструментальную обработку одновременно нескольких поверхностей заготовки (рисунок 13); могут выполняться, например, обтачивание наружной цилиндрической поверхности, подрезание торца, растачивание отверстия. Возможна обработка конических и фасонных поверхностей, резьбы, установка фрезерных и шлифовальных устройств.

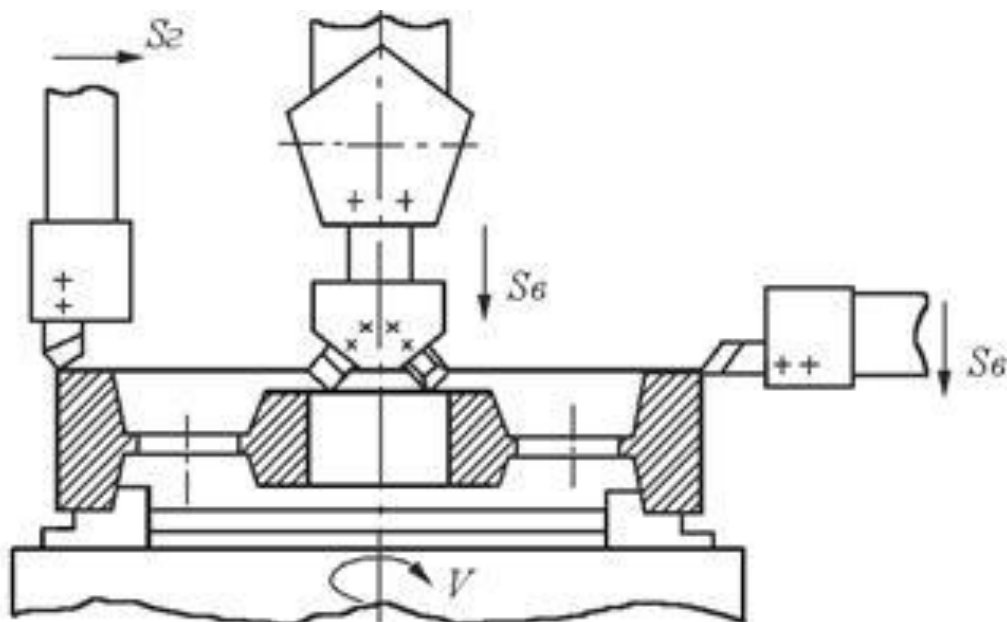


Рисунок 13 – Схема обработки заготовки на токарно-карусельном станке

5.4 Токарные полуавтоматы и автоматы

Токарные автоматы предназначены для обработки деталей из прутка, а токарные полуавтоматы - для обработки деталей из прутка и штучных заготовок.

Станки-полуавтоматы позволяют производить весь цикл обработки, за исключением установки заготовки и снятия готовой детали, в автоматическом режиме.

Токарный многолезцовый одношпиндельный полуавтомат позволяет точить только наружные цилиндрические, конические, фасонные, торцовые поверхности деталей. Станок имеет два суппорта. Продольный суппорт обеспечивает продольную подачу по направляющей. На нем обычно устанавливают проходные резцы. Поперечный суппорт работает с поперечной подачей резцов (подрезных, фасонных, отрезных, канавочных и т.п.).

При соответствующей наладке токарного полуавтомата обеспечивается одновременная работа инструментов, установленных на продольных и поперечных суппортах, что значительно повышает производительность. Схема наладки многолезцового полуавтомата для обработки ступенчатого валика представлена на рисунке 14.

Необходимость предварительной наладки заставляет использовать токарные многолезцовые полуавтоматы в серийном и массовом производствах.

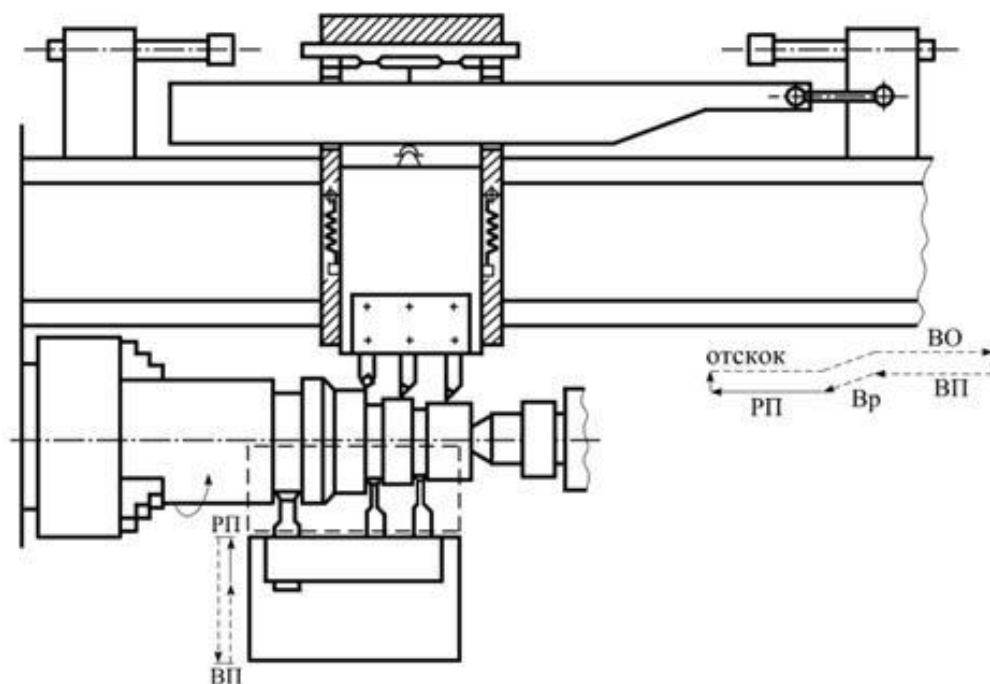


Рисунок 14 – Схема обработки ступенчатого вала на токарном многолезцовом полуавтомате (поперечный суппорт условно повернут на 90°)

Одношпиндельные токарные фасонно - отрезные автоматы предназначены для обработки небольших по размерам деталей (диаметром до 25 мм и длиной не более 100 мм) из прутковых заготовок или из проволоки, которые пропускают через отверстие в шпинделе. Фасонно-отрезные автоматы могут иметь до пяти радиально расположенных суппортов, оснащенных отрезными и фасонными резцами. Работа этих инструментов осуществляется без продольной подачи. Кроме того, фасонно-отрезные автоматы могут быть оснащены дополнительным шпинделем, который расположен по оси заготовки и имеет вращательное и поступательное движение, позволяющее производить сверление, нарезание резьбы и т.п. После отрезания готовой детали или заготовки осуществляется выдвижение прутка, и цикл работы повторяется. Схема компоновки суппортов при обработке заготовки из прутка представлена на рисунке 15.

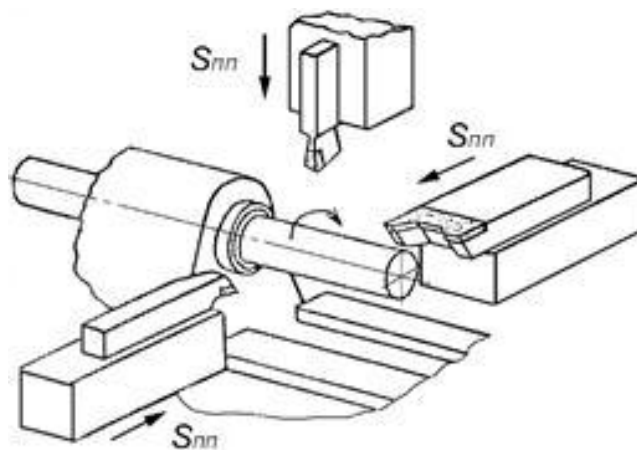


Рисунок 15 – Схема токарного фасонно-отрезного автомата

На одношпиндельных токарных автоматах продольного точения (рисунок 16) шпиндель с заготовкой, кроме вращения, получает осевое перемещение вместе со шпиндельной бабкой 1. Станок имеет до пяти суппортов с радиальным перемещением, используемых как для поперечного точения по способу копирования (фасонные, канавочные, отрезные резцы), так и для продольного точения по способу следа (проходные резцы).

При продольной подаче заготовки со шпинделем и неподвижном положении проходного резца в одном из поперечных суппортов производится формообразование цилиндрической поверхности. За счет согласованного продольного перемещения заготовки (шпиндельной бабки) и поперечной подачи проходного резца (поперечного суппорта) возможна обработка фасонной поверхности.

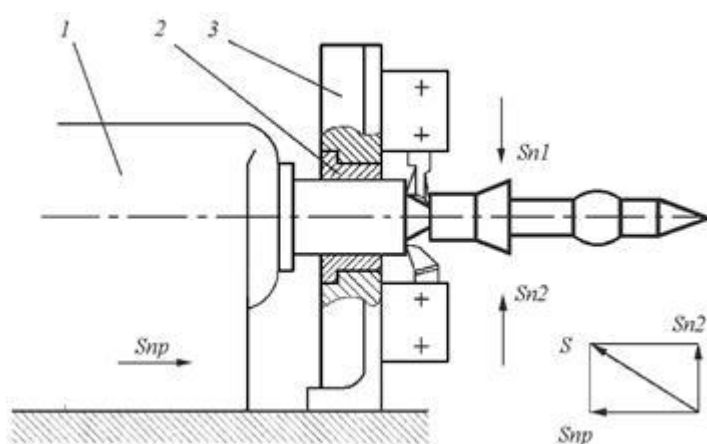


Рисунок 16 – Схема обработки на автомате продольного точения

На автоматах обеспечивается обработка сложных профилей (сочетаний цилиндрических, конических, сферических и других поверхностей) без применения фасонных резцов, а также подрезать торцы, точить канавки, фаски, галтели. К станкам может поставляться дополнительный продольный суппорт, который позволяет выполнять сверление или нарезание резьбы.

Более высокими технологическими возможностями обработки деталей сложных профилей обладают токарно-револьверные одношпиндельные автоматы (рисунок 17), так как помимо трех-четырех суппортов 2, работающих с поперечной подачей, в них имеется продольный суппорт 3 с многопозиционной револьверной головкой 4. В револьверной головке с помощью переходных блоков и оправок устанавливаются сверла, резцы, метчики, плашки и другие инструменты, работающие с осевой подачей. Инструменты, работающие с поперечной подачей, закрепляют в блоках на поперечных суппортах. Заготовки закрепляются с помощью цанговых патронов в шпинделе бабки 1. Заготовками являются прутки диаметром до 40 мм.

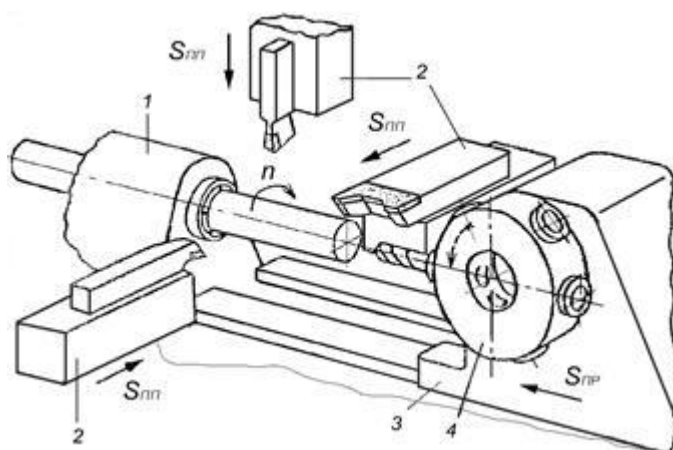


Рисунок 17 – Токарно-револьверный автомат

На токарно-револьверных автоматах можно обрабатывать наружные поверхности: цилиндрические, конические, фасонные, резьбовые, плоские торцовые; точить канавки, фаски, галтели; накатывать рифления, а также производить обработку отверстий – сверление, зенкерование, развертывание, зенкование, растачивание, нарезание резьбы.

6 Обработка на сверлильных и расточных станках

6.1 Схемы обработки на сверлильных станках

На станках сверлильной группы производят сверление отверстий в сплошном материале заготовки, а также выполняют различные операции по обработке уже имеющихся в заготовке отверстий: рассверливание, зенкерование, развертывание, зенкование, цекование, нарезание резьбы. Кроме этого, сверлильные станки позволяют производить подрезку торцов, накатывать резьбу, растачивать отверстия и канавки, раскатывать и обкатывать поверхности и выполнять ряд других работ.

Сверление – наиболее распространенный метод обработки внутренних цилиндрических поверхностей в сплошном материале заготовки при помощи сверл. Сверлением обрабатывают сквозные и глухие цилиндрические отверстия.

На рисунке 18 представлены основные виды обработки поверхностей на сверлильных станках.

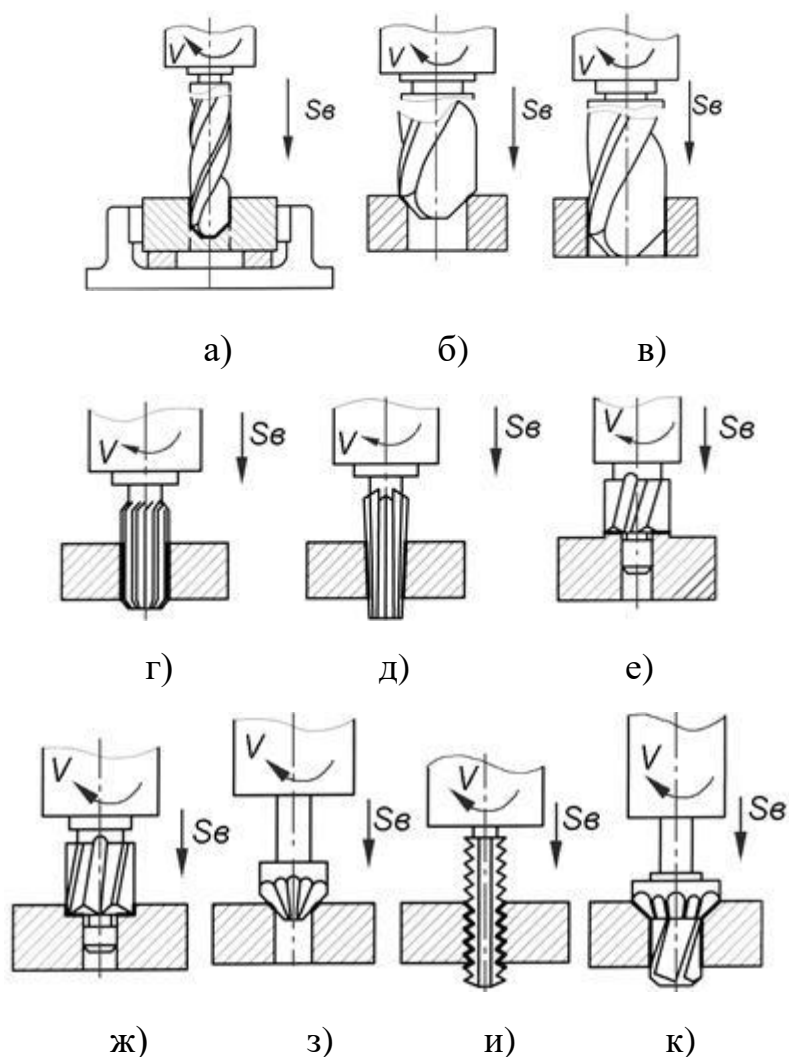


Рисунок 18 – Схемы обработки поверхностей на сверлильных станках

Рассверливание, зенкерование, развертывание (рисунок 18, б – д) позволяют увеличить размер отверстия, уже имеющегося в заготовке, а также повысить точность и улучшить качество поверхности. Зенкерованием обрабатывают отверстия, предварительно полученные сверлением или уже имеющиеся в литых или кованных заготовках; при этом увеличивается размер отверстия и повышается его точность, исправляются погрешности положения оси отверстия. Развертывание относится к чистовым видам обработки цилиндрических или конических отверстий; при развертывании срезаются очень малые слои материала, но обеспечивается высокая точность и малая шероховатость обработанной поверхности.

Обработка цилиндрических или конических углублений под головки болтов или винтов специальными зенкерами называется зенкованием (рисунок 18, ж, з), а режущий инструмент – зенковкой. Торцовые поверхности, являющиеся опорными для головок болтов, винтов и гаек, получают цекованием (рисунок 18, е) при помощи специального режущего инструмента – цековки. Нарезание резьбы в предварительно обработанных отверстиях производят метчиком (рисунок 18, и).

Режущие инструменты, применяемые для указанных видов обработки на сверлильных станках, относятся к многолезвийным инструментам, что обеспечивает высокую производительность.

Обработка на сверлильных станках, как правило, осуществляется при вращательном главном движении и поступательном движении подачи, которые осуществляет инструмент. Формообразование поверхностей при сверлении, зенкерование, развертывании происходит по методу следов; при зенковании – по методу копирования; цековании, нарезании резьбы метчиком – по методу копирования и следа. В сверлильную группу станков входят вертикально-сверлильные, горизонтально-сверлильные и радиально-сверлильные типы станков; на их базе строятся станки с ЧПУ, выполнение ряда вспомогательных движений на которых автоматизировано.

6.2 Сверлильные станки

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий в сплошном материале, рассверливания, зенкерования и развертывания уже существующих в заготовке отверстий, нарезания внутренних резьб.

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

Формообразующие движения на сверлильных станках: главное движение резания - вращение заготовки или инструмента и движение подачи - поступательное перемещение инструмента вдоль оси вращения.

В зависимости от области применения различают станки универсальные и специальные.

Сверлильные станки входят в сверлильно-расточную группу и представлены тремя группами станков:

а) вертикально-сверлильные станки имеют вертикальное расположение оси шпинделя и выпускаются двух исполнений: напольном и настольном. Основной характеристикой этих станков является наибольший диаметр просверливаемого отверстия. Значение наибольшего диаметра сверления входит в обозначение серийно выпускаемых станков как характеристика их технологических возможностей. В обозначении вертикально – сверлильного станка 2Н135 последние две цифры указывают, что наибольший диаметр просверливаемого отверстия этого станка равен 35мм.

Вертикально-сверлильные станки по числу шпинделей делят на одношпиндельные и многошпиндельные, по степени автоматизации – на полуавтоматические, автоматические и автоматизированные с программным управлением.

б) радиально-сверлильные станки созданы на базе вертикально - сверлильных станков, но их технологические возможности по обработке тяжелых и крупногабаритных заготовок шире. При обработке на радиально-сверлильных станках совмещение оси шпинделя с осью обрабатываемого отверстия проводят перемещением шпиндельной головки по радиусу (вдоль траверсы) и по дуге окружности (вокруг колонны). В отечественном станкостроении для радиально-сверлильных станков принят размерный ряд со следующими наибольшими диаметрами: 25, 35, 50, и 100 мм (например, станки 2К52, 2Д153, 2М55 и 2М58).

в) специальные и специализированные сверлильные станки предназначены для выполнения работ в условиях массового и крупносерийного производства. К ним, в частности, относятся станки: для сверления в коленчатых валах, фильерах, распылителях; для обработки центровых отверстий; для глубокого сверления и т. д.

Модели станков обозначают буквами и цифрами. Первая цифра обозначает, к какой группе относится станок, вторая – к какому типу, третья и четвертая цифры характеризуют размер станка или обрабатываемой заготовки. Буква, стоящая после первой цифры, означает, что данная модель станка модернизирована (улучшена). Если буква стоит в конце, то это означает, что на базе основной модели изготовлен отличный от него станок.

Например, станок модели 2Н118 – вертикально-сверлильный, максимальный диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, улучшен по сравнению со станками моделей 2118 и 2А118. Станок модели 2Н118А также вертикально - сверлильный, диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, но он автоматизирован и предназначен для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств.

Вертикально-сверлильные станки отличаются разнообразием типоразмеров, обладают широкой универсальностью и поэтому широко используются в единичном и мелкосерийном производствах во всех отраслях

промышленности. Вертикально-сверлильные станки позволяют производить различные работы по обработке отверстий диаметром от 12 до 100 мм.

Вертикально-сверлильный станок (рисунок 19) имеет опорную плиту 1, на которой базируется массивная стойка 2 с вертикальными направляющими. На стойке установлена сверлильная головка 5 с коробкой скоростей и подач. Режущий инструмент закрепляется в шпинделе и получает главное вращательное движение и движение вертикальной подачи. На вертикальных направляющих колонны установлен стол 6 с заготовкой. Перед началом обработки стол с заготовкой и сверлильная головка со шпинделем и инструментом устанавливаются соответствующим образом так, чтобы оси инструмента и обрабатываемого отверстия совпадали.

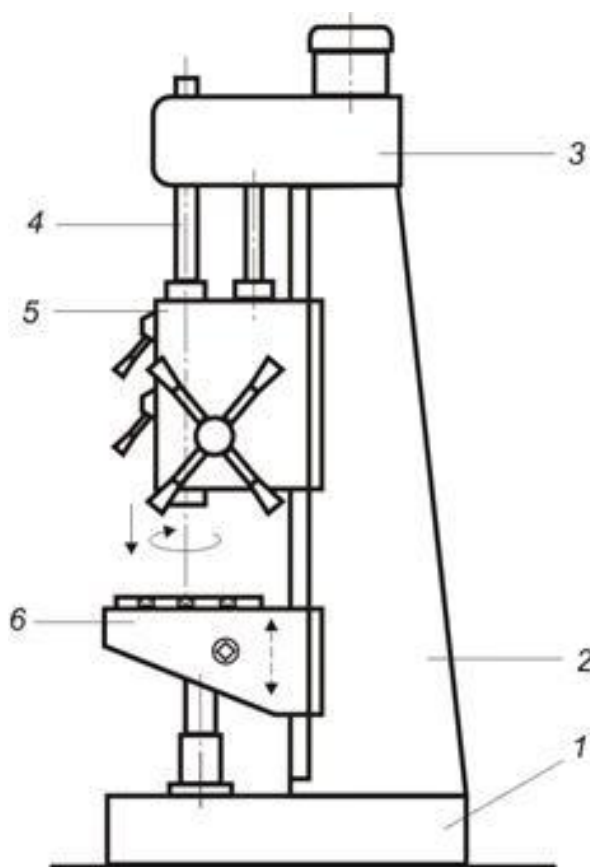


Рисунок 19 – Общий вид вертикально-сверлильного станка

Универсальные радиально-сверлильные станки применяют в индивидуальном и мелкосерийном производствах для обработки отверстий в крупногабаритных заготовках. Радиально-сверлильный станок (рисунок 20) имеет опорную плиту 1 и смонтированную на ней массивную неподвижную колонну 2, на которой установлена поворотная колонна 3.

Поворотная колонна играет роль направляющей для вертикального перемещения рукава 4 с горизонтальными направляющими 5. По этим горизонтальным направляющим перемещается и фиксируется в нужном

положении сверлильная головка 6 с размещенной в ней коробкой скоростей и подач. Режущий инструмент закрепляется в шпинделе станка 7 и имеет главное вращательное движение и вертикальную подачу. Заготовка устанавливается на приспособление или непосредственно на фундаментную плиту и при обработке она неподвижна. Перед началом работы необходимо обеспечить совмещение осей обрабатываемого отверстия с осью шпинделя и зафиксировать его.

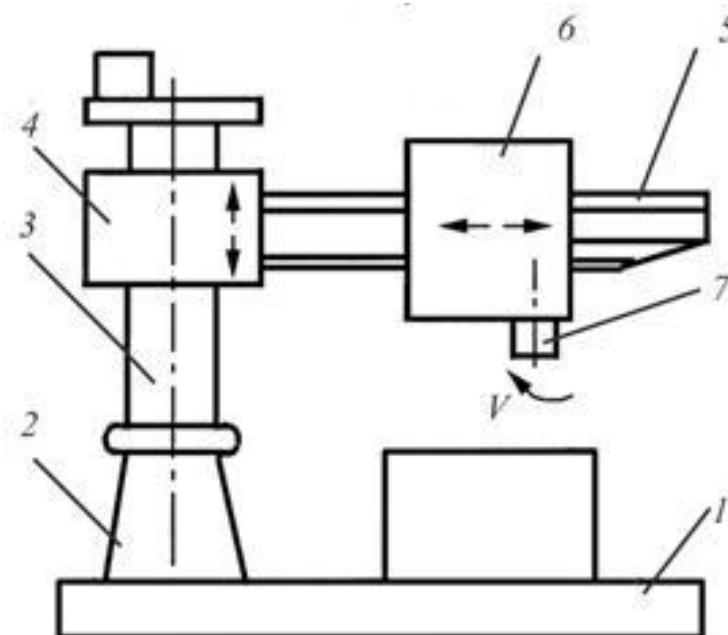


Рисунок 20 – Общий вид радиально-сверлильного станка

Горизонтально-сверлильные станки в основном применяются для обработки глубоких отверстий сверлами специальной конструкции. Горизонтально-сверлильные станки конструктивно имеют много общего со сверлильными станками, рассмотренными выше.

Все вышеуказанные типы оборудования хорошо поддаются автоматизации; существует целый ряд одно- и многошпиндельных автоматов и полуавтоматов, созданных на базе радиально-сверлильных и вертикально-сверлильных станков. Например, на вертикально-сверлильных и радиально-сверлильных станках с ЧПУ путем переналадки можно производить различные виды работ по автоматическому циклу на деталях различных по конструкции. Такие станки с автоматическим и полуавтоматическим циклом работы благодаря своей высокой производительности успешно применяют для обработки отверстий в крупносерийном и массовом производствах.

Для обработки заготовок, имеющих несколько отверстий с точными координатами осей, успешно используются сверлильные станки с позиционным ЧПУ. Все перемещения стола станка и салазков на каждой позиции осуществляются по программе, что обеспечивает стабильную точность установки заготовки относительно инструмента без предварительной разметки отверстий и без применения кондукторов. Быстрый подвод инструмента и все необходимые изменения режима резания производятся автоматически по

программе. За счет автоматического совмещения вспомогательных движений сокращается расход времени на холостые хода, что повышает производительность обработки.

Режущие инструменты закрепляют в шпинделе сверлильных станков различными способами в зависимости от формы и размера хвостовой части инструмента (рисунок 21).

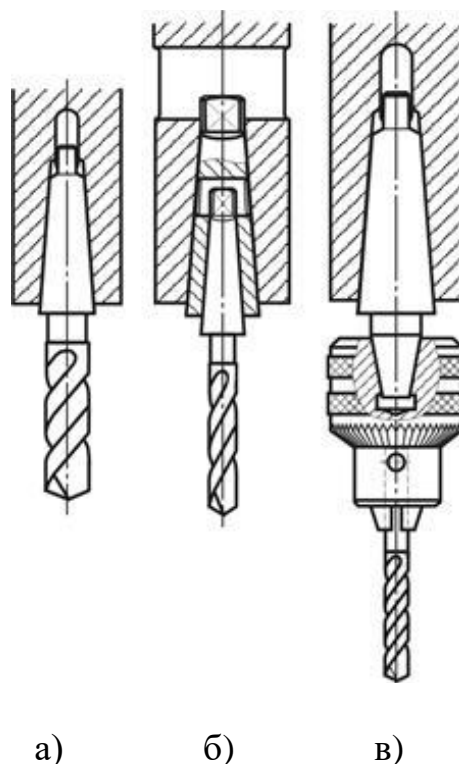


Рисунок 21 – Способы крепления инструментов на сверлильных станках

Так, если размеры конического хвостовика инструмента и конического отверстия шпинделя станка совпадают, то инструмент устанавливают непосредственно в шпиндель без дополнительных элементов (рисунок 21, а); при несовпадении размеров применяют конические переходные втулки (рисунок 21, б). Инструменты, имеющие цилиндрический хвостовик, закрепляют в патронах различной конструкции. Наибольшее распространение приобрели кулачковые и цанговые патроны (рисунок 21, в).

На сверлильных станках заготовки устанавливают в универсальных или специальных приспособлениях. Универсальные приспособления (машинные тиски, прижимные планки, призмы, поворотные столы) используют в единичном или мелкосерийном производствах при обработке небольших партий заготовок. В крупносерийном и массовом производствах применяют специальные приспособления.

6.3 Схемы обработки на расточных станках

На рисунке 22 представлены некоторые схемы обработки цилиндрических и плоских поверхностей на расточных станках.

Растачивание коротких и близко расположенных к шпинделю цилиндрических поверхностей производят расточными проходными резцами, установленными на консольной оправке (рисунок 22, а). Одновременная обработка двух соосных отверстий большого диаметра расточными головками на двухопорной оправке происходит по схеме, показанной на рисунке 22, б. Можно также при работе по указанным схемам вместо продольной подачи иногда применять осевую подачу инструмента.

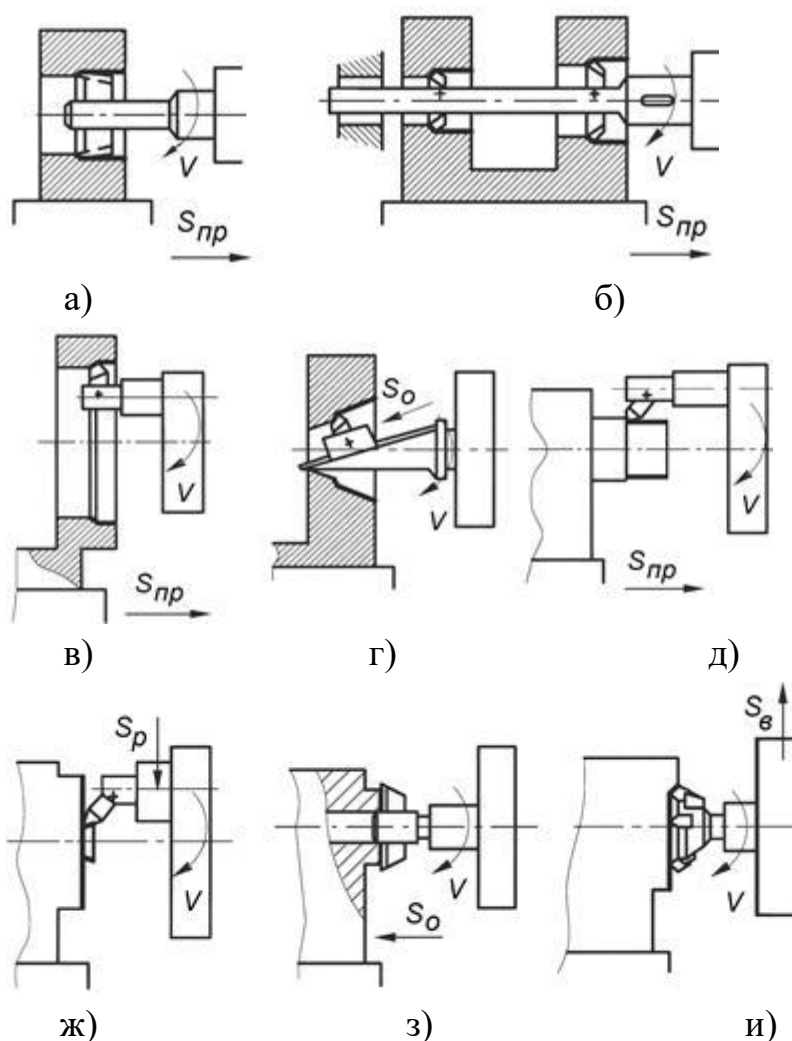


Рисунок 22 – Схемы обработки поверхностей на расточных станках

Внутренние цилиндрические поверхности очень большого диаметра целесообразно обрабатывать расточным резцом, установленным на планшайбе станка в оправке (рисунок 22, в). Главное движение совершает инструмент, вращаясь вместе с планшайбой. Аналогичным образом обрабатывают и короткие наружные цилиндрические поверхности (рисунок 22, д).

Наружные торцовые поверхности, внутренние канавки и другие подобные элементы заготовок обрабатывают резцами соответствующих конструкций. Закрепленный в радиальном суппорте резец, вращаясь, перемещается с радиальной подачей (рисунке 22, ж). На расточных станках можно также фрезеровать вертикальные плоскости торцовой насадной фрезой (рисунке 22, з); фрезеровать пазы концевыми фрезами, причем, при вертикальном расположении паза подачу совершает инструмент, а при горизонтальном – заготовка. На горизонтально-расточном станке, оснащенном специальными приспособлениями и устройствами, можно также обрабатывать конические и фасонные поверхности; нарезать резьбы резьбовыми резцами и метчиками.

6.4 Расточные станки

Растачивание – вид обработки отверстий, ранее полученных каким-либо другим методом, расточными резцами. Растачиванием обрабатывают внутренние (цилиндрические, торцовые и резьбовые), наружные (торцовые и цилиндрические) поверхности вращения, а также плоские поверхности в различных заготовках. Самое широкое применение находит этот вид обработки при обработке отверстий в корпусных деталях.

Главным движением при растачивании является вращение инструмента. Движение подачи может совершать заготовка или инструмент. Формообразование поверхностей происходит по методу следа.

Основные типы расточных станков:

- координатно-расточные;
- горизонтально-расточные;
- и алмазно-расточные.

Координатно - расточные станки позволяют обрабатывать отверстия в различных заготовках с высокой точностью формы, размеров и взаимного расположения. По конструкции такие станки бывают одностоечные (рисунок 23) и двухстоечные.

Стол 1 координатно-расточного станка может перемещаться по направляющим салазок 2, а салазки в свою очередь по горизонтальным направляющим станины совершают соответственно продольное и поперечное установочные движения. Необходимое качество обработки достигается за счет координатной установки заготовок относительно инструмента, осуществляемой при помощи специальных оптических устройств с точностью до нескольких микрометров.

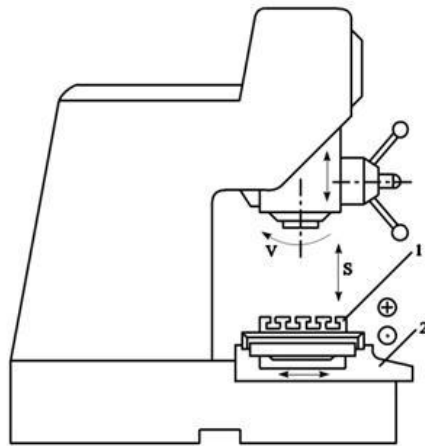


Рисунок 23 – Общий вид координатно-расточного станка

Наибольшее распространение на машиностроительных предприятиях получили горизонтально-расточные станки (рисунок 24).

На станине 1 горизонтально-расточного станка неподвижно закреплена передняя стойка 2, по вертикальным направляющим которой перемещается шпиндельная бабка 3 с планшайбой 4, радиальным суппортом 5 и шпинделем 6. На горизонтальных направляющих станины устанавливается в нужном положении и закрепляется задняя стойка 7 с опорным люнетом. По продольным направляющим станины перемещается стол 11, в поперечных направляющих которого перемещаются салазки 10 с поворотным столом 9 и установленной на нем заготовкой. Инструмент закрепляется в шпинделе или на планшайбе и вместе с ними совершает главное вращательное движение. Движение подачи могут совершать либо заготовка, либо инструмент. В первом случае заготовка перемещается в поперечном направлении вместе с салазками или в продольном - вместе со столом. При осевом перемещении суппорта, радиальном - радиального суппорта или вертикальном - шпиндельной бабки движение подачи вместе с ними совершает режущий инструмент.

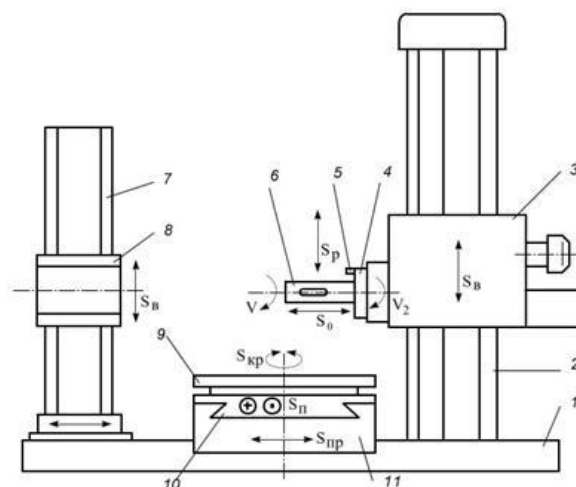


Рисунок 24 – Общий вид горизонтально-расточного станка

Координатно-расточные и горизонтально-расточные станки выпускают как с ручным, так и с программным управлением. На расточных станках с ЧПУ программируется и автоматически выполняется либо часть цикла обработки, например, установка инструмента по заданным координатам, фиксация перед обработкой подвижных частей станка; либо весь цикл происходит автоматически.

На алмазно-расточных станках (рисунок 25) обрабатывают с высокой точностью цилиндрические отверстия, а также торцовые поверхности в корпусных заготовках небольших габаритных размеров. Обработка ведется по автоматическому циклу. Эти станки применяют в крупносерийном и массовом производствах.

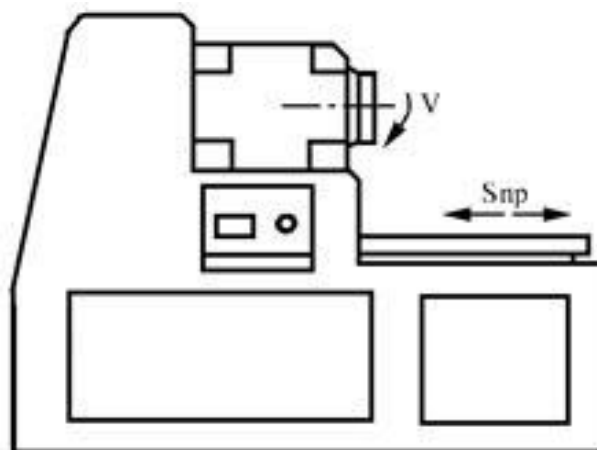


Рисунок 25 – Общий вид алмазно-расточного станка

В зависимости от вида обрабатываемых на расточных станках поверхностей применяют различные виды режущего инструмента: расточные резцы, фрезы, сверла, зенкеры, развертки, метчики. Наибольшее распространение получили различного типа расточные резцы: проходные, подрезные, канавочные, резьбовые. Конструктивно они могут быть выполнены в виде стержневых или пластинчатых резцов, резцовых головок или резцовых блоков. Вспомогательным инструментом для их закрепления служат специальные оправки одно- или двухопорные. Оправки закрепляют в шпинделе расточного станка.

Стержневые резцы устанавливают на консольной или двухопорной оправке; заданный диаметр обрабатываемого отверстия обеспечивается за счет регулирования вылета резца. Иногда для растачивания многоступенчатых отверстий на одной оправке закрепляют несколько стержневых резцов. В каждом конкретном случае расположение и способ крепления резца зависит от формы обрабатываемого отверстия.

Двухлезвийные пластинчатые резцы устанавливают в оправках, консольных или двух опорных; при этом используются различные по конструкции способы крепления резцов, например, шарнирное или клиновое. В расточных блоках, которые представляют собой сборную конструкцию,

режущим элементом являются резцы либо твердосплавные пластины, установленные в корпусе. В блоках предусмотрена возможность регулировки резцов в зависимости от размера обрабатываемого отверстия. Расточные блоки закрепляются на оправках.

Расточные головки – сборная конструкция с двумя стержневыми расточными резцами. Расточная головка в зависимости от формы и размеров обрабатываемых поверхностей может устанавливаться на оправке в любом положении по длине. Кроме отверстий, при помощи расточных головок обрабатывают еще и торцовые поверхности.

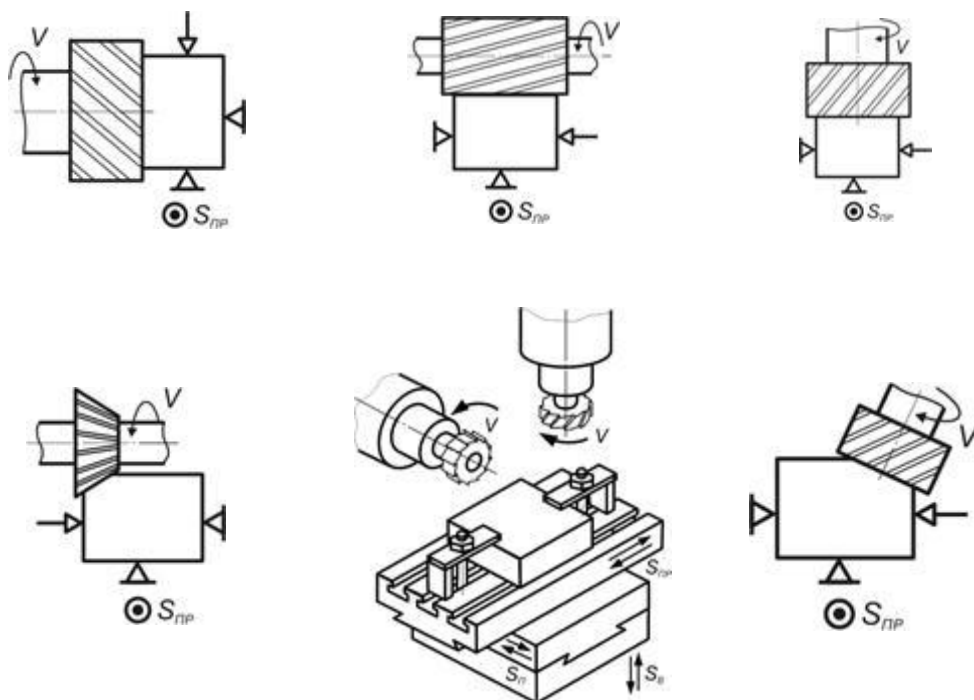
7 Обработка на фрезерных станках. Виды фрезерных станков

7.1 Схемы обработки на фрезерных станках

Фрезерование – высокопроизводительный метод формообразования поверхностей многолезвийным режущим инструментом – фрезами. На фрезерных станках можно производить отрезку заготовок; черновое, получистовое и чистовое фрезерование горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей; уступов, пазов (прямоугольных, шпоночных, Т-образных, «ласточкин хвост»); фасонных, винтовых и зубчатых поверхностей на деталях разнообразных типов, размеров и назначения.

Фрезерная обработка поверхностей деталей осуществляется при непрерывном вращательном главном движении инструмента и чаще всего поступательном движении подачи заготовки. Для отдельных конкретных случаев движение подачи заготовки может быть круговым или винтовым. Формообразование поверхностей при фрезеровании происходит по методу касания и в некоторых случаях – по методу касания и копирования.

Некоторые наиболее распространенные схемы фрезерования различных поверхностей на универсальных фрезерных станках показаны на рисунке 26.



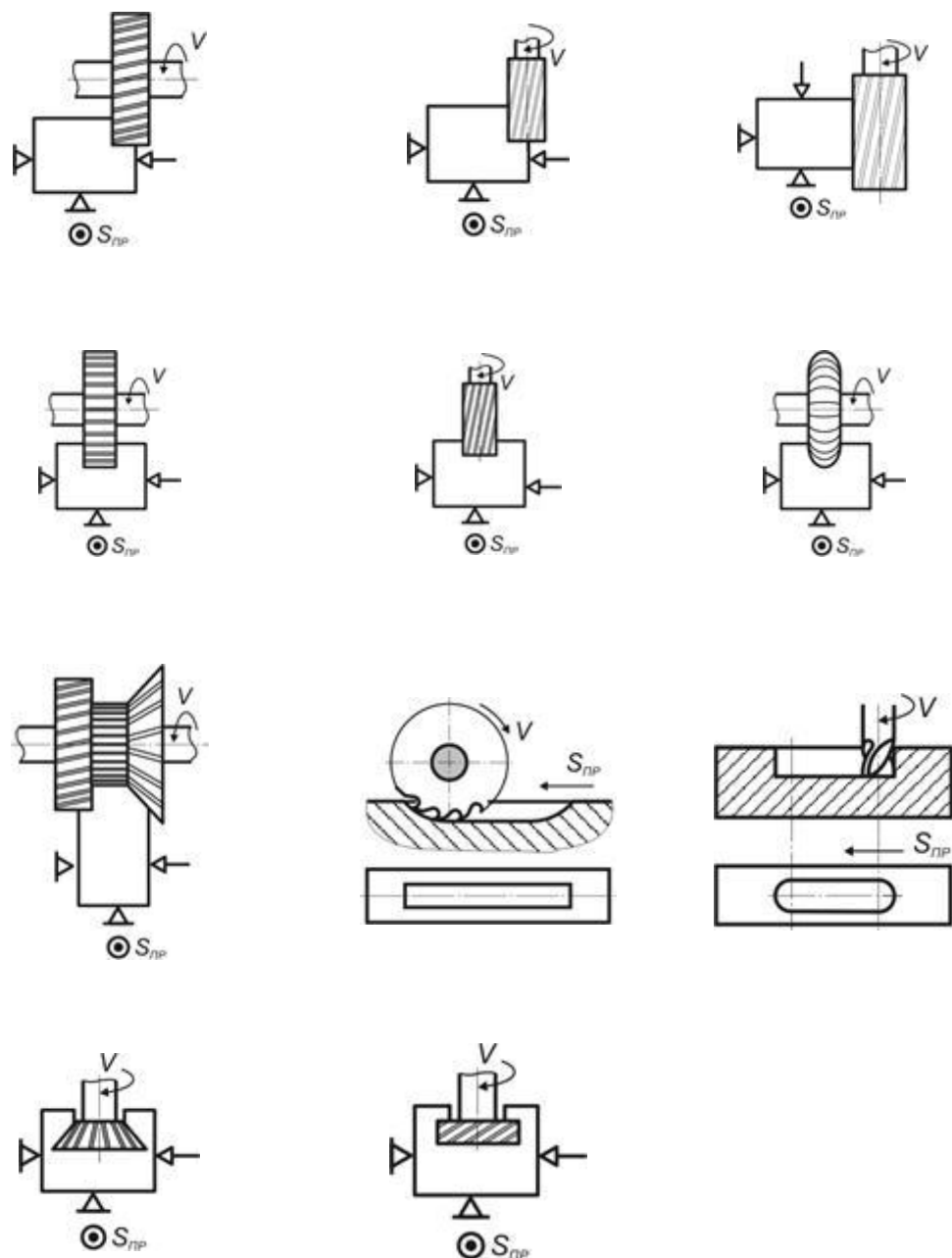


Рисунок 26 – Схемы обработки поверхностей на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках

7.2 Фрезерные станки

Типаж станков фрезерной группы обширен; в производственных условиях станки выбираются в зависимости от вида выполняемых работ, типа обрабатываемой заготовки и серийности производства.

Горизонтально- и вертикально - фрезерные консольные станки широко применяют в индивидуальном и мелкосерийном производствах для выполнения разнообразных фрезерных работ на заготовках небольших размеров и массы.

В серийном производстве для обработки крупных корпусных заготовок рационально использовать одно- и двухстоечные продольно-фрезерные станки.

Карусельно- и барабанно - фрезерные станки обеспечивают высокую производительность и широко применяются в крупносерийном и массовом производствах. Для высокопроизводительного непрерывного фрезерования заготовок небольших размеров предназначаются карусельно-фрезерные станки. Более крупные заготовки обрабатываются на барабанно-фрезерных станках, такие станки широко применяют, например, в автотракторной промышленности.

Для получения деталей со сложными фасонными поверхностями в условиях индивидуального и мелкосерийного производства предназначены копировально - фрезерные станки.

На базе универсальных горизонтально - и вертикально-фрезерных станков созданы фрезерные станки с ЧПУ, которые позволяют полностью автоматизировать цикл обработки самых различных заготовок в мелкосерийном производстве.

Горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные станки относят к универсальному виду оборудования. Схемы компоновок вертикально-фрезерного и горизонтально-фрезерного станков представлены на рисунке 27 (обозначения аналогичных узлов станков приняты для схем «а» и «б» одинаковыми).

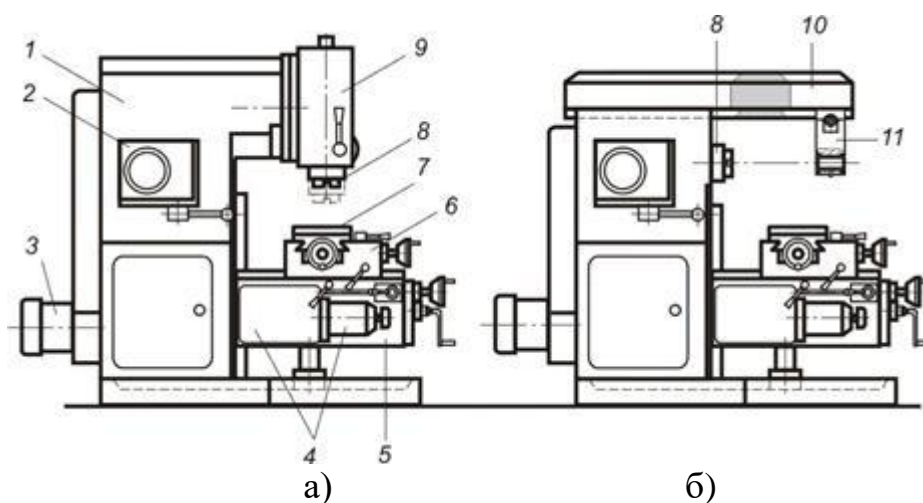


Рисунок 27 – Схемы компоновок вертикально-фрезерного (а) и горизонтально-фрезерного (б) станков

В станине 1 (рисунок 27, б) горизонтально - фрезерного станка размещена коробка скоростей 2 и вмонтирован шпиндель 8, в котором закрепляют режущий инструмент. На горизонтально-фрезерных станках в основном используют насадные фрезы (цилиндрические, дисковые, угловые), которые можно закреплять с помощью центральной оправки, вставляемой в коническое отверстие шпинделя. На направляющей хобота 10 станка монтируют подвески 11, поддерживающие правый консольный конец оправки.

Фреза со шпинделем совершает главное вращательное движение. Движение на фрезу передается от шпинделя через шпонку. Заготовку устанавливают в приспособлении, которое закрепляется на столе 7. При небольшом объеме производства в качестве приспособления применяют универсальные машинные тиски, прижимные планки и т.п. В массовом производстве используют специальные приспособления с механизированным приводом.

При обработке на горизонтально-фрезерном станке, как правило, используют продольную подачу, которую заготовка совершает вместе со столом при его перемещении по направляющим поперечных салазок 6. Реже используют поперечную и вертикальную подачи. Поперечная подача осуществляется при перемещении поперечных салазок по направляющей консоли 5, а вертикальная – при перемещении консоли по вертикальным направляющим станины. На универсальных горизонтально-фрезерных станках имеется дополнительная поворотная плита, которая позволяет поворачивать стол с заготовкой вокруг вертикальной оси на определенный угол по отношению к направлению продольной подачи.

На рисунке 27, а представлена схема компоновки вертикально - фрезерного станка. По вертикальным направляющим станины 1 станка перемещается консоль 5. Установочное вертикальное положение консоли зависит от габаритных размеров заготовки. Заготовка, установленная на столе станка, может получить движение подачи в трех направлениях: продольном вместе со столом 7; поперечном вместе с салазками 6; вертикальном вместе с консолью. Перемещение поперечных салазок и продольного стола осуществляется шаговыми электродвигателями с гидроусилителями. В консоли размещается привод - коробка подач 4. При обработке на вертикально-фрезерном станке в основном используют продольную и поперечную подачи в зависимости от пространственного расположения обрабатываемой поверхности заготовки. Вертикальную подачу на этом станке используют очень редко.

На вертикально-фрезерных станках шпиндель 8 вмонтирован в поворотную фрезерную головку 9, его можно поворачивать вокруг горизонтальной оси вместе со шпиндельной головкой.

Вертикально-фрезерные станки с ЧПУ, которые проектируются на базе универсальных станков, позволяют осуществлять программированные перемещения салазок, стола, шпинделя и автоматически устанавливать заготовку относительно инструмента по заданным координатам.

Для обработки на фрезерных станках в качестве режущего инструмента используют фрезы различных типов. Тип фрезы для каждого конкретного случая обработки выбирается в зависимости от вида обрабатываемой поверхности заготовки и модели используемого оборудования. Цилиндрические и дисковые односторонние фрезы имеют режущие кромки, расположенные на наружной цилиндрической поверхности. У дисковых двухсторонних, торцовых насадных, угловых, шпоночных и концевых фрез режущие зубья располагаются на наружной цилиндрической и одной торцовой поверхностях. У дисковых трехсторонних фрез зубья расположены на

наружной цилиндрической поверхности и двух торцах. Соответственно, такими инструментами можно одновременно обработать одну, две или три плоскости.

В зависимости от типа режущего инструмента различают:

- периферийное фрезерование лезвийным инструментом;
- торцовое фрезерование лезвийным инструментом;
- охватывающее фрезерование инструментом, зубья которого расположены на внутренней поверхности его корпуса.

Конструктивно фрезы изготавливаются либо с осевым отверстием (насадные), либо с коническим или цилиндрическим хвостовиком (концевые). Эта конструктивная особенность обуславливает способ крепления инструмента на станке (рисунок 28). Насадные фрезы закрепляют на оправках 5, хвостовые – в отверстие шпинделя напрямую или через переходную втулку 3. При этом инструмент вместе с втулкой жестко крепится к шпинделю 2 специальным длинным резьбовым элементом 1, называемым шомполом.

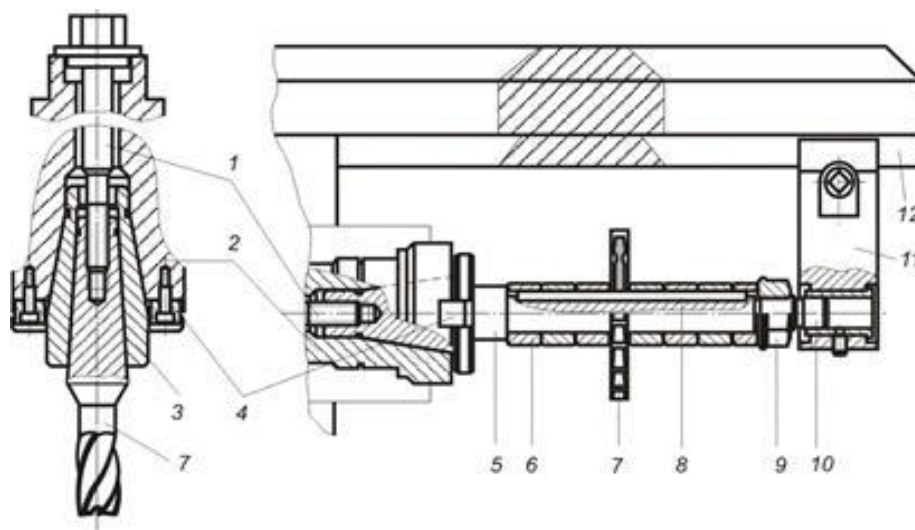


Рисунок 28 – Способы крепления фрез:

а – хвостовых; б – насадных: 1 – шомпол; 2 – шпиндель; 3 – втулка; 4 – шпонка торцовая; 5 – оправка; 6 – втулка; 7 – инструмент (фрезы); 8 – шпонка осевая; 9 – гайка; 10 – цапфа оправки; 11 – серьга; 12 – хобот

Продольно-фрезерные станки предназначены для обработки крупных корпусных деталей в серийном производстве. На продольно-фрезерных станках торцовыми насадными и концевыми фрезами обрабатывают вертикальные, горизонтальные, наклонные плоскости, пазы и уступы.

Конструктивно такие станки могут выполняться одно- и двухстоечными. На двухстоечных продольно-фрезерных станках (рисунок 29) одновременно несколькими фрезами производят обработку одной или нескольких заготовок.

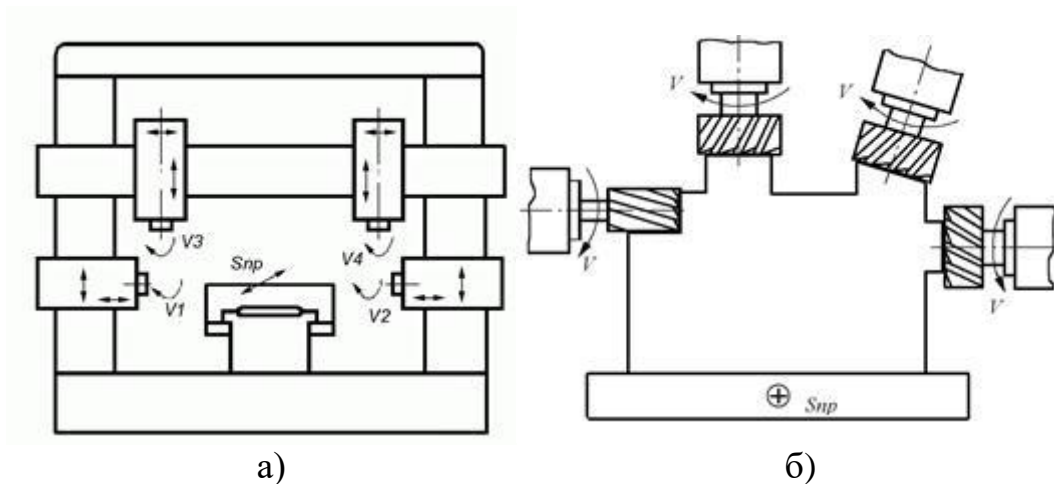


Рисунок 29 – Схемы компоновки продольно - фрезерного станка (а) и обработки поверхностей на продольно - фрезерном станке (б)

Стол продольно-фрезерного станка вместе с заготовкой (заготовками) обеспечивает продольную подачу, перемещаясь только в продольном направлении по продольным направляющим станины. На двух вертикальных стойках, смонтированных на станине, в ходе предварительной настройки станка устанавливаются на нужной высоте левую и правую шпиндельные бабки. По вертикальным направляющим стоек движется траверса, несущая еще две шпиндельные бабки - вертикальные. По мере необходимости для фрезерования наклонных поверхностей некоторые шпиндельные бабки при настройке могут быть повернуты на определенный угол. В процессе работы все шпиндельные бабки зафиксированы в нужном положении и неподвижны. Фрезерные шпиндели при наладке могут перемещаться вдоль своих осей. Конструкция шпиндельных бабок предусматривает возможность работы шпинделей с различными скоростями. Для обеспечения более высокой жесткости станка и, следовательно, повышения точности обработки, стойки соединены консолью.

На базе универсальных горизонтально-, вертикально- и продольно-фрезерных станков могут быть созданы станки с ЧПУ, которые сочетают широкие технологические возможности базовой конструкции с достоинствами автоматизированного цикла обработки.

Фрезерные станки предназначены для обработки деталей и заготовок с плоскими и фасонными поверхностями.

Типоразмеры станков характеризуются площадью рабочей (крепежной) поверхности стола или размерами обрабатываемой заготовки (при зубо- и резьбообработке).

8 Обработка на строгальных и долбежных станках. Станки строгальной, долбежной и протяжной группы

Протягивание – метод обработки разнообразных по форме наружных и внутренних поверхностей деталей многолезвийным инструментом - протяжкой. На протяжных станках можно обрабатывать отверстия круглой, квадратной формы, сквозные внутренние многогранники; шлицы с прямыми и винтовыми канавками; шпоночные пазы в отверстиях различных деталей. При наружном протягивании обрабатывают плоские и фасонные поверхности, канавки, рифления, профили конических, цилиндрических (прямозубых и косозубых) зубчатых колес и т.д. Этот метод отличается высокой производительностью, обеспечивает достаточно высокую точность обработки (7 - 9-й квалитет), хорошее качество обработанной поверхности ($Ra = 2,5...0,32$ мкм) и широко применяется в различных по серийности производствах.

Формообразование поверхностей при протягивании происходит по методу копирования профиля режущих кромок инструмента на обрабатываемую поверхность заготовки. Для обработки протягиванием достаточно только главного движения, которое может совершать либо инструмент, либо заготовка. Это движение может быть возвратно-поступательным или вращательным. Функция подачи, т.е. непрерывность резания инструмента, обеспечивается за счет особенностей конструкции протяжки.

Группу протяжных станков составляют горизонтально-протяжные и вертикально-протяжные станки. На рисунке 30 представлены схемы обработки различных поверхностей на протяжных станках.

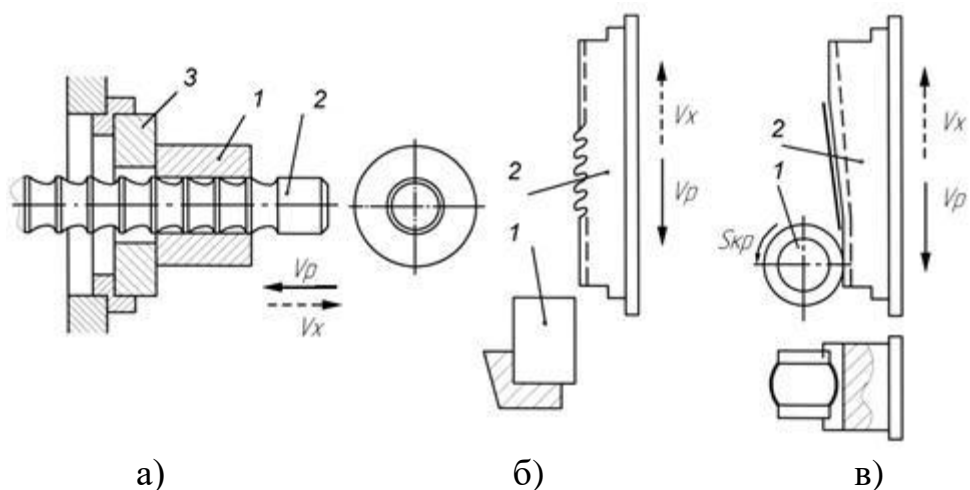


Рисунок 30 – Схемы обработки поверхностей на протяжных станках

Обработка на горизонтально-протяжном станке цилиндрического отверстия в заготовке 1 происходит при главном поступательном движении инструмента - круглой протяжки 2 со скоростью V . Заготовку устанавливают с упором в вертикальную плоскость втулки 3 (рисунок 30, а). В том случае, если

базовая поверхность заготовки неперпендикулярна оси обрабатываемого отверстия, применяют самоустанавливающуюся, например, сферическую опору. При обработке внутренних поверхностей других профилей (квадратного, шлицевого и др.) протягивание производится по аналогичной схеме с использованием инструментов соответствующей геометрии. Схема протягивания внутренней поверхности на вертикально-протяжном станке в принципе не отличается от рассмотренной.

При обработке винтовых шлицев или внутренних винтовых зубьев наряду с главным поступательным движением протяжки заготовка или инструмент совершают вращательное движение подачи, которое должно быть согласовано с шагом винтовой поверхности.

При наружном протягивании плоских и фасонных поверхностей на горизонтально-протяжных или вертикально-протяжных станках главное движение совершает инструмент или заготовка (рисунок 30, б, в). При протягивании наружных поверхностей вращения плоской протяжкой дополнительно кроме главного движения инструмента необходима круговая подача заготовки.

На горизонтально-протяжных станках (рисунок 31) в основном обрабатываются внутренние поверхности различной формы и назначения – цилиндрические и фасонные поверхности, шпоночные пазы, шлицы, внутренние зубья и т. п. Эти станки отличаются достаточно высокой универсальностью и простотой обслуживания, могут быстро переналаживаться и поэтому применяются в практике машиностроения достаточно широко.

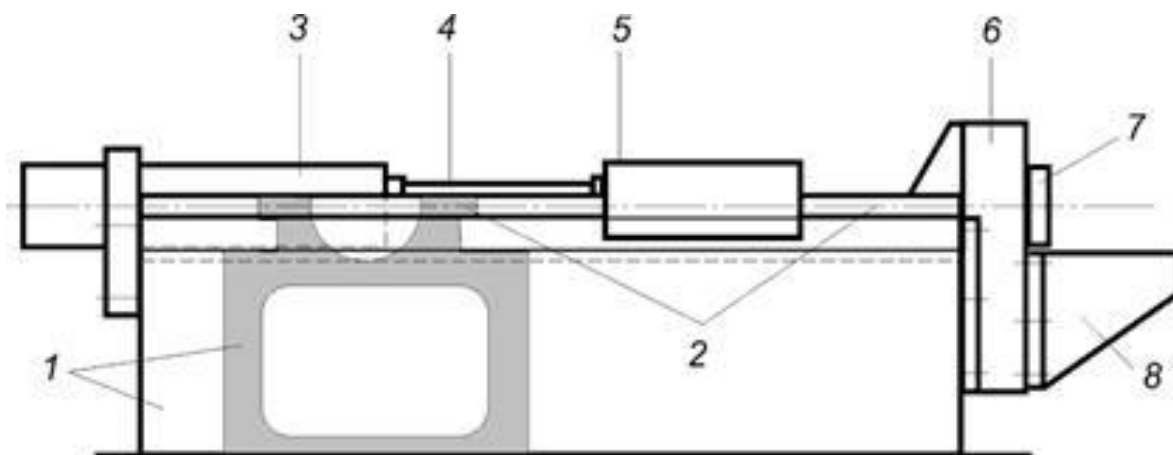


Рисунок 31 – Компоновка горизонтально-протяжного станка:

1 - станина; 2 - направляющие; 3 - гидроцилиндр; 4 - шток; 5 - каретка; 6 - стойка; 7 - адаптер; 8 – кронштейн

Вертикально-протяжные станки позволяют производить обработку как внутренних, так и наружных поверхностей. Эти станки имеют вертикальную компоновку, поэтому занимают меньшие цеховые площади, но большая высота станка осложняет их обслуживание. Вертикально-протяжные станки хорошо

поддаются автоматизации, при соответствующей модернизации их можно использовать для обработки наружных поверхностей вращения. Основные узлы станка базируются на массивной опорной плите 1 (рисунок 32).

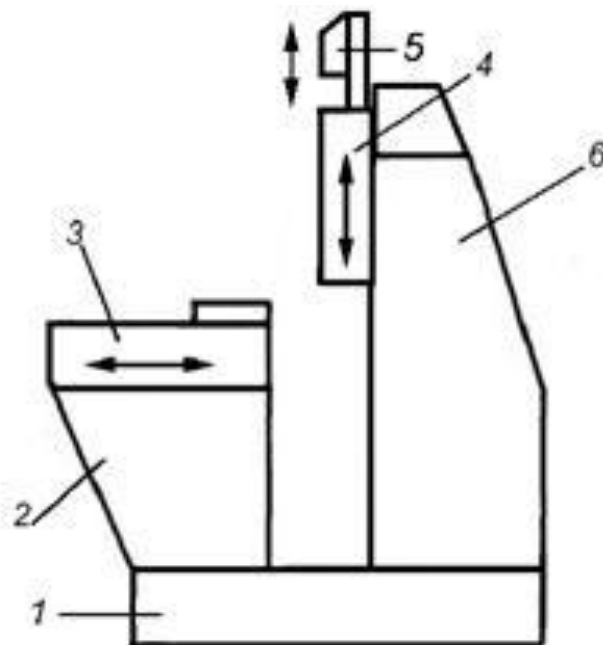


Рисунок 32 – Схема компоновки вертикально-протяжного станка

По вертикальным направляющим стойки 6 движется рабочая каретка 4 и вспомогательная каретка 5. Заготовка устанавливается в приспособлении на столе станка 3, смонтированном на тумбе 2. Перед началом обработки обе каретки находятся в исходном крайнем верхнем положении, при этом протяжка удерживается патроном вспомогательной каретки.

После установки заготовки на стол станка вспомогательная каретка опускается и подает в отверстие заготовки переднюю направляющую часть протяжки. Протяжка, упираясь торцом в дно патрона рабочей каретки, захватывается в патрон и при включении вертикальной подачи рабочей каретки вместе с ней перемещается вниз, осуществляя при этом обработку поверхности заготовки за один рабочий ход. Когда рабочая каретка и инструмент находятся в крайнем нижнем положении, заготовку снимают со станка. Рабочая каретка возвращается в верхнее исходное положение; при этом рабочий патрон упирается в стол и его кулачки, разжимаясь, освобождают нижний конец протяжки. Одновременно патрон вспомогательной каретки захватывает протяжку за верхний конец и поднимает ее в крайнее верхнее положение. На стол устанавливается новая заготовка. Цикл обработки может быть полностью автоматизирован, если станок оснащен соответствующим загрузочно-разгрузочным устройством.

Различают два вида протягивания при обработке на протяжных станках: свободное и координатное. При свободном протягивании должны быть

обеспечены точность размеров и формы обрабатываемых поверхностей и их шероховатость. Поэтому при свободном протягивании заготовка самоустанавливается относительно инструмента. При координатном протягивании кроме вышеперечисленных требований к точности и качеству обработанной поверхности дополнительно предъявляются определенные требования к точности размеров, определяющих положение обработанной поверхности относительно других поверхностей заготовки. Для этого при обработке на станке положение заготовки должно быть строго фиксированным относительно протяжки при помощи специальных приспособлений.

При обработке поверхностей на вертикально- и горизонтально-протяжных станках рассмотренных выше типов происходят значительные затраты времени на вспомогательные движения. Поэтому при протягивании больших партий заготовок целесообразно использовать горизонтально-протяжные станки непрерывного действия конвейерного или карусельного типа, которые дают выигрыш в производительности по сравнению, например, с вертикально-протяжными станками примерно в 5...10 раз. На этих станках в качестве инструмента используют плоские протяжки с неподвижным закреплением на станке.

На рисунке 33 представлена схема непрерывного протягивания наружных поверхностей заготовок на горизонтально-протяжном станке конвейерного типа. Заготовки 1 устанавливаются в приспособления, закрепленные на непрерывно вращающейся тяговой цепи 3. Процесс обработки происходит при движении заготовок относительно протяжки 2. Установка и съем готовых деталей осуществляется автоматическим устройством на соответственно загрузочной и разгрузочной позициях.

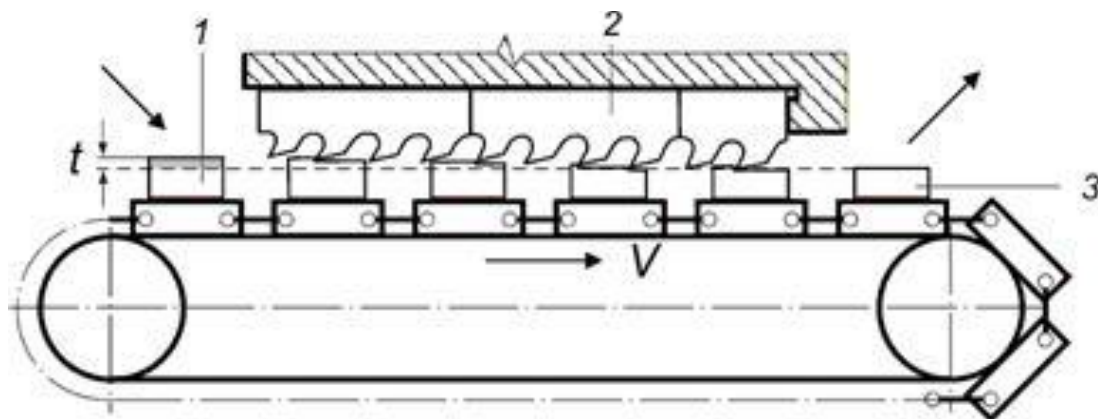


Рисунок 33 – Схема непрерывного протягивания на горизонтально-протяжном станке конвейерного типа

Иногда для выполнения некоторых видов протяжных работ в качестве оборудования используются различных типов прессы. Инструмент в виде прошивки является разновидностью протяжки и отличается от нее рядом конструктивных особенностей, обусловленных тем, что она работает на сжатие.

Строгание – резание однолезвийным инструментом (резцом), находящимся в периодическом контакте с обрабатываемым материалом. Строганием обрабатывают преимущественно плоские горизонтальные, вертикальные или наклонные поверхности заготовок. Можно также строгать более сложные фасонные поверхности, образованные сочетанием плоскостей, расположенных под различными углами друг относительно друга, или дугами окружности. Основной областью применения строгания является точная обработка длинных узких прямолинейных направляющих станин, плит, рам, стоек и т.п. Формообразование поверхностей при резании строганием осуществляется по методу следа.

В зависимости от вида выполняемых работ строгание поверхностей деталей может производиться по схемам продольного или поперечного строгания, представленным на рисунке 34.

При продольном строгании обрабатываемая заготовка совершает прямолинейное возвратно-поступательное главное движение резания, а инструмент – периодическое движение подачи. При обработке поперечным строганием главное движение резания совершает инструмент, а движение подачи – обрабатываемая заготовка. Рабочий цикл при строгании состоит из рабочего и обратного хода, после этого совершается движение подачи (горизонтальное, вертикальное или наклонное), направленное перпендикулярно к главному движению резания. Направление движения подачи определяет положение обрабатываемой поверхности, соответственно, горизонтальное, вертикальное или наклонное.

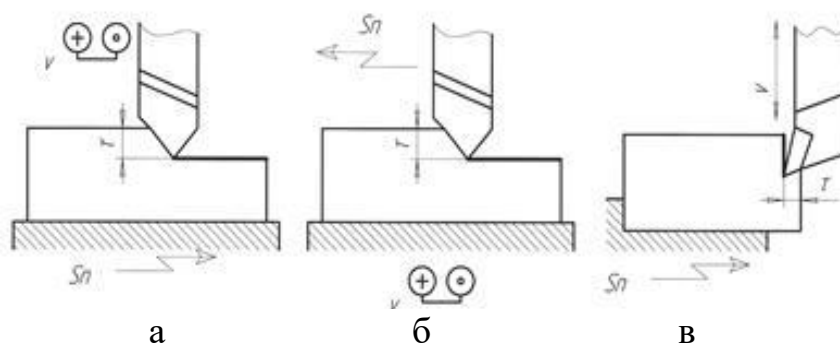


Рисунок 34 – Схемы продольного и поперечного строгания

Для обработки неплоских поверхностей (выпуклых и вогнутых скруглений, скосов) применяют профильное строгание с использованием специальных копирующих приспособлений или управляющих устройств, по заданной программе изменяющих положение резца по высоте во время рабочего хода. Схемы обработки различных поверхностей строганием представлены на рисунке 35.

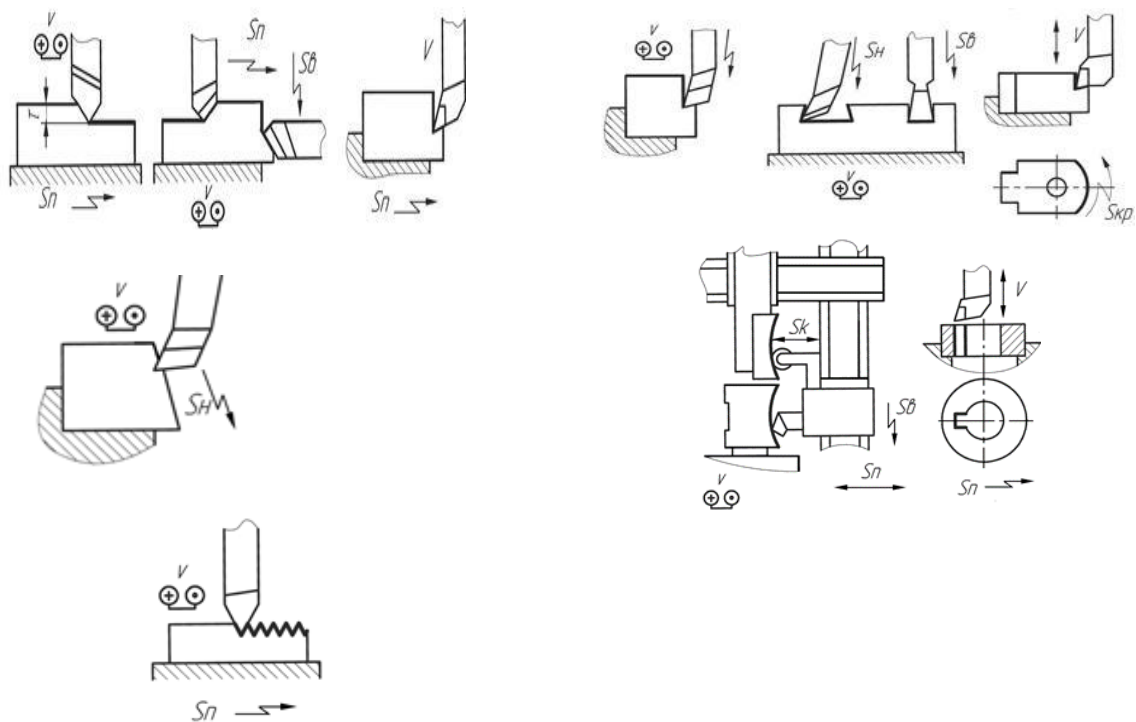


Рисунок 35 – Схемы обработки поверхностей строганием

Обработке строганием подвергаются поверхности деталей различной формы и размеров, изготовленных из стали, чугуна, цветных металлов. В состав строгальной группы станков входят поперечно-строгальные и продольно-строгальные станки. Основным критерием при выборе модели строгального станка являются размеры обрабатываемых поверхностей. Так, поперечно-строгальные станки предназначены для обработки заготовок малой длины и ширины: поверхности столов, станин механических прессов, Т-образных пазов.

Продольно-строгальные станки (рисунок 36) используют для обработки крупногабаритных заготовок, имеющих широкие и длинные поверхности обработки: станины прокатных станов, рамы крупных двигателей, корпуса мощных редукторов и т.п.

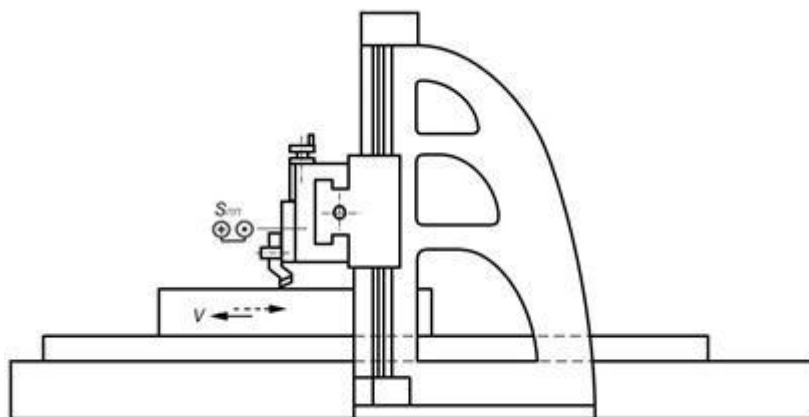


Рисунок 36 – Общий вид продольно-строгального станка

Общий признак деталей, которые экономически целесообразно обрабатывать на строгальных станках – это узкая удлиненная зона обработки. Технологические возможности строгальных станков можно расширить, например, искусственно создав узкую длинную зону обработки на одностоечных и двухстоечных продольно-строгальных станках, установив заготовки средних размеров на столе станка рядами. Это позволяет более полно и рационально использовать габариты и ход стола. Достаточно часто для обработки крупногабаритных деталей используют многолезцовую обработку. Иногда на траверсе продольно-строгального станка дополнительно устанавливают фрезерную или шлифовальную головки, что дает возможность обработать некоторые поверхности фрезерованием или с одного установка обработать поверхность заготовки предварительно строганием, а затем шлифовать ее.

На строгальных станках обработку ведут резцами из быстрорежущей стали или твердого сплава. Строгальные резцы схожи с токарными по форме, но в соответствии с особенностями условий обработки при строгании они делаются с несколько большим задним углом.

Установку и закрепление заготовок на строгальных станках в зависимости от типа производства осуществляют в универсальных (единичное и мелкосерийное производство) или специальных (серийное и массовое производство) приспособлениях. Универсальные приспособления пригодны для установки заготовок любой формы и размеров при любом характере их обработки. При этом заготовка может быть установлена либо непосредственно на столе станка с Т-образными пазами и закреплена при помощи нормализованных прихватов, прижимов и т.п.; либо в машинных тисках, на электромагнитных плитах, в делительных устройствах.

Специальные приспособления предназначаются только для одного типа заготовок, когда их обработка часто повторяется; переналадке такие приспособления подвергаются крайне редко.

Продольно-строгальные станки обеспечивают достаточно высокую точность обработки: неплоскостность (отклонение плоскости от прямолинейности) в пределах 0,02 мм на 1000 мм длины; неперпендикулярность плоскостей, обработанных за один установ – в пределах 0,02 мм на 500 мм длины. Поперечно-строгальные станки обеспечивают меньшую точность обработанных поверхностей: неплоскостность обработанных поверхностей в пределах 0,02 мм на 300 мм длины обработки; непараллельность плоскостей, обработанных за один установ – в пределах 0,03 мм на 300 мм длины.

Шероховатость при черновом строгании составляет $Ra = 10 \dots 2,5$ мкм; при чистовом - $Ra = 2,5 \dots 1,25$ мкм; при тонком - $Ra = 1,25 \dots 0,63$ мкм.

Долблением обрабатывают вертикальные и наклонные плоскости, криволинейные и сложноконтурные поверхности заготовок, шпоночные пазы и канавки, криволинейные контуры в цилиндрических и конических отверстиях,

можно также разрезать заготовки. Формообразование поверхностей при долблении осуществляется по методу следа.

При долблении главное рабочее движение совершает инструмент (долбляк с резцом). Это движение возвратно-поступательное и происходит только в вертикальном направлении. Наибольший ход долбляка составляет до 100...1000 мм. Обрабатываемая заготовка совершает продольное, поперечное или круговое движение подачи вместе со столом станка, на котором она установлена. При круговой подаче возможна обработка криволинейных участков поверхности заготовки.

На долбежных станках обработку ведут различными резцами из быстрорежущей стали или твердого сплава. Конструкция резца выбирается в зависимости от вида обрабатываемой поверхности. Долбление плоскостей осуществляют проходными резцами, причем, для черновых проходов используют закругленные резцы с большим радиусом при вершине, для чистового долбления – круглые, закругленные или широкие чистовые резцы. Для обработки сложноконтурных заготовок используют проходные, галтельные подрезные, прорезные, фасонные резцы. Долбление канавок производят нормализованными долбежными резцами для шпоночных канавок, а разрезание заготовок – с ручной подачей проходными резцами, у которых длина оттянутой части больше толщины разрезаемой заготовки на величину перебега резца.

Точность обработки поверхностей долблением во многом определяется точностью предварительной установки заготовки и режущего инструмента с учетом направления подачи при обработке.

9 Резьбонарезание

В машиностроении применяют винтовые поверхности – крепёжные, ходовые, а также конические резьбы.

Основной крепёжной резьбой является метрическая резьба треугольного профиля с углом профиля 60° (рисунок 37, а). Резьба с углом 55° в машиностроении встречается редко. Ходовые резьбы изготавливают с прямоугольным (рисунок 37, б) и трапециевидным профилем (рисунок 37, в).

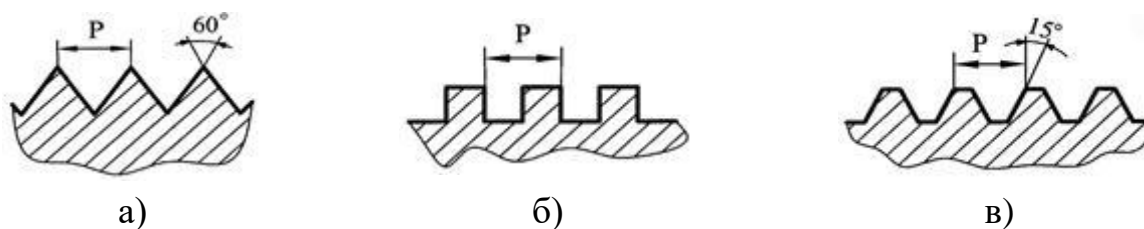


Рисунок 37 – Профили крепёжных и ходовых резьб, применяемых в машиностроении

Резьбы бывают однозаходные и многозаходные, наружные и внутренние.

Наружную резьбу можно обработать различными инструментами: резцами, гребёнками, плашками, самораскрывающимися резьбонарезными головками, дисковыми и групповыми фрезами, а также шлифованием и накатыванием.

Для обработки внутренней резьбы применяют: резцы, метчики, раздвижные метчики, групповые фрезы, накатные ролики.

Тот или иной метод применяется в зависимости от конструкции резьбы, материала изделия и серийности производства.

Треугольную резьбу можно нарезать на токарно - винторезных станках резьбовыми резцами, т.е. резцами, заточенными под требуемым профильным углом (60° или 55°). Получение профиля резьбы обеспечивается соответствующим профилем резца и правильной его установкой относительно оси заготовки. Передняя плоскость 1 резьбового резца должна располагаться в осевой плоскости 2 нарезаемой резьбы (рисунок 38).

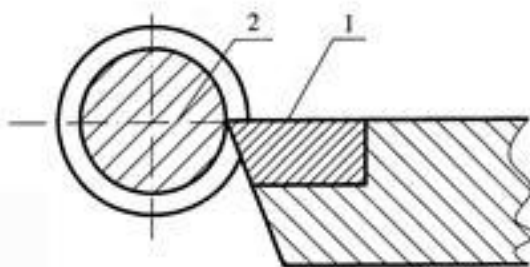


Рисунок 38 – Схема установки резьбового резца

Нарезание осуществляется при вращении заготовки (V - движение резания) и продольной подаче резца (рисунок 39).

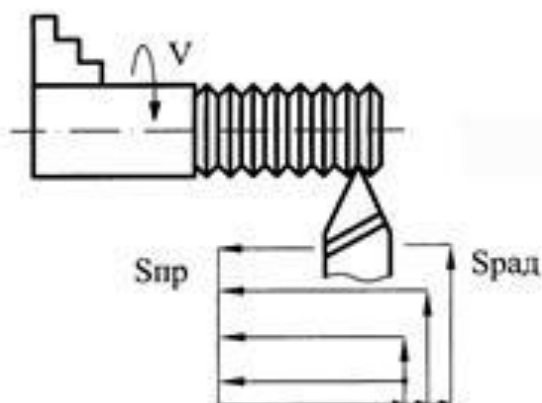


Рисунок 39 – Схема нарезания резьбы резцом

Величина продольной подачи такова, чтобы за один оборот заготовки резец переместился точно на один шаг резьбы. Так как за открытое перемещение резца вдоль оси заготовки нарезать резьбу полностью не представляется возможным из-за её значительной глубины и больших нагрузок на вершину резца, то после радиального отвода резца и возвращения в исходное положение следует определённое радиальное врезание (радиальная подача) и цикл перемещений повторяется. Удаление металла из впадины резьбы осуществляется постепенно, отдельными слоями и может быть представлено схемой вырезания (рисунок 40).

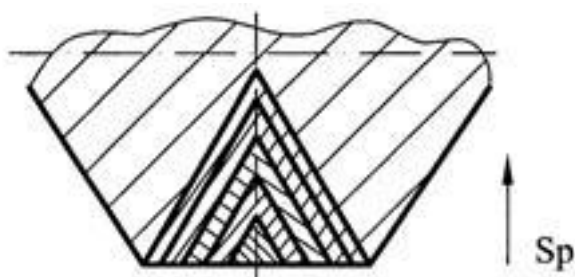


Рисунок 40 – Схема вырезания впадины резьбы резцом при его радиальном врезании

Основным недостатком такого способа обработки резьбы является низкая производительность, так как число рабочих и, следовательно, вспомогательных ходов (проходов) может достигнуть двенадцати. Чтобы повысить производительность обработки, сокращают число проходов за счёт использования одновременной работы трёх резцов, напоминающих гребёнку (рисунок 41).

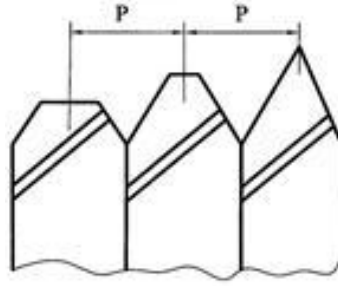


Рисунок 41 – Комбинация трех резцов для нарезания резьбы

Время нарезания резьбы максимально сокращается при использовании гребёнок за счёт обработки за один проход. Весь удаляемый из впадины металл распределяется между всеми зубьями гребёнки. Для этого вершины зубьев постепенно обнижаются от одного края гребёнки к другому так, что при работе каждый последующий зуб углубляет впадину резьбы (рисунок 42).

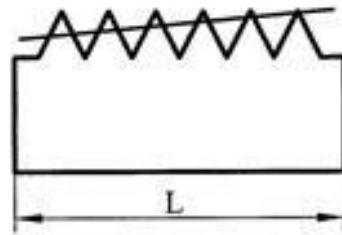


Рисунок 42 – Схема образования зубьев резьбовой гребенки

Гребёнки целесообразно применять для обработки резьбы на заготовках, имеющих достаточную зарезьбовую зону A (рисунок 43) для размещения в ней гребёнки при выходе из контакта с материалом заготовки ($A > L$). Точность получаемой резьбы не достаточно высокая из-за больших сил резания и деформаций заготовки, поэтому гребёнки используют, как правило, для предварительного резьбонарезания в массовом производстве.

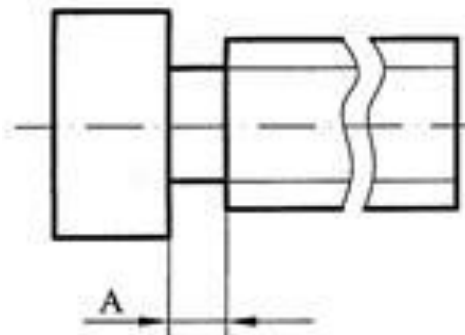


Рисунок 43 – Схема заготовки с зарезьбовой зоной A

В крупносерийных производствах резьбу нарезают на станках, работающих по автоматическому циклу.

Резьбы трапецевидного и прямоугольного профиля нарезать сложнее, чем треугольного. Общая схема нарезания та же, что для треугольной резьбы. Для повышения производительности обработки при нарезании трапецевидальных резьб с крупным шагом применяют резцовые блоки с двумя резцами – прорезным 1 и профильным 2 (рисунок 44).

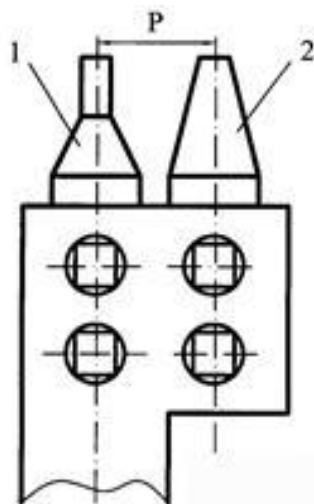


Рисунок 44 – Резцовый блок для трапецевидальной резьбы

Возможно нарезание трапецевидной резьбы тремя резцами, последовательно вводимыми в работу (рисунок 45). Первый резец прорезает прямоугольную впадину на половину глубины резьбы, второй – на всю глубину и третий резец полностью формирует необходимый профиль резьбы.

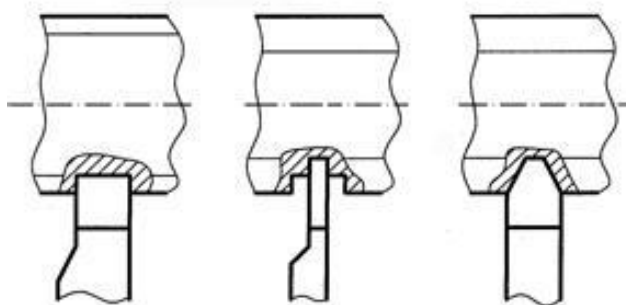


Рисунок 45 – Схема нарезания трапецевидной резьбы последовательно тремя резцами

Прямоугольную резьбу можно нарезать по следующим схемам (рисунок 46), характеризующимся радиальной обработкой левой и правой боковых сторон винта, которая необходима для обеспечения требуемой точности впадины.

В случае использования двухрезцовой схемы (рисунок 46, а) первый резец, прорезав впадину, окончательно обрабатывает правую её сторону, а

второй резец, вводимый в работу после использования первого, формирует левую сторону впадины резьбы. При работе по трехрезцовой схеме (рисунок 46, б) первый резец предварительно прорезает прямоугольную впадину на полную глубину, а затем два резца поочередно обрабатывают противоположные боковые поверхности витка резьбы.

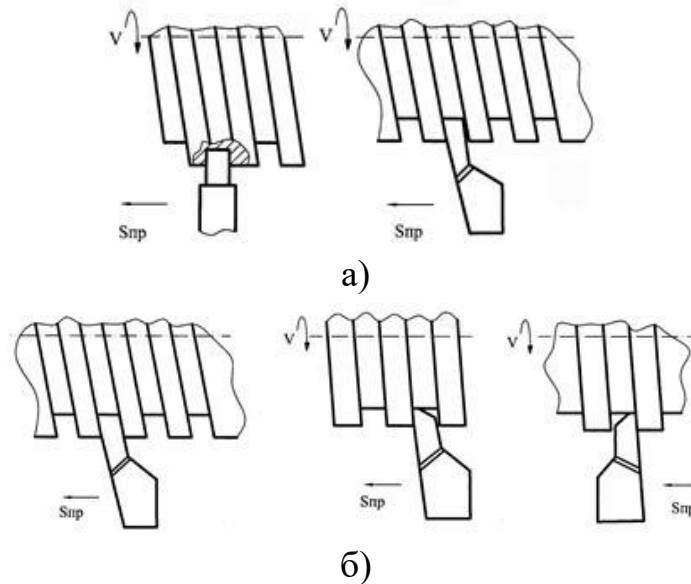


Рисунок 46 – Схемы нарезания прямоугольной резьбы:

а - двумя резцами; б - тремя резцами

Наружную и внутренние резьбы можно обрабатывать фрезерованием. Резьбофрезерование весьма производительно, но точность обработки и качество поверхности невысокое. Поэтому метод резьбофрезерования применяется в крупносерийном и массовом производствах для резьб низкого качества либо для предварительной их обработки. Существуют два способа резьбофрезерования - фрезерование дисковой фрезой и фрезерование групповой фрезой (рисунок 47).

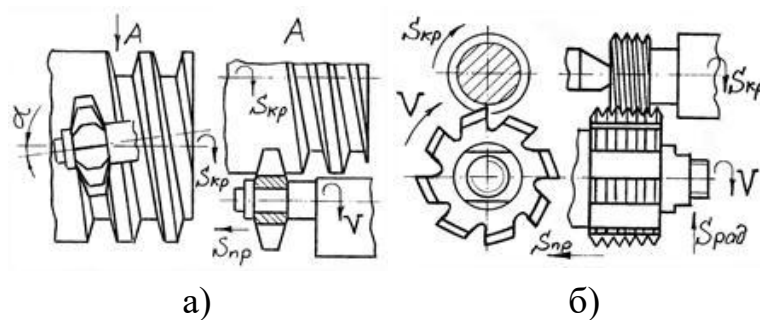


Рисунок 47 – Схема резьбофрезерования:

а - дисковой фрезой; б - групповой фрезой

Первый способ применяется для нарезания резьб с большим шагом и крупным профилем, как правило, за один проход. Обработку очень крупных резьб проводят за два или три прохода.

Профиль дисковой фрезы рассчитывается и изготавливается в соответствии с профилем нарезаемой резьбы. Дисковая фреза устанавливается относительно заготовки таким образом, что ось вращения фрезы скрещивается с осью резьбы под углом α равным углу наклона витков резьбы (рисунок 47, а).

Для осуществления процесса обработки фрезы сообщается вращение V (движение резания), а заготовке медленное вращение - движение круговой подачи $S_{кр}$. Одновременно с ним вращающаяся фреза получает поступательное перемещение вдоль оси заготовки - движение продольной или осевой подачи $S_{пр}$, причем величина ее за один оборот заготовки должна быть равна шагу нарезаемой резьбы.

Второй способ - фрезерование групповой фрезой применяется для получения коротких резьб с мелким шагом.

Групповая фреза (иногда ее называют гребенчатой) представляет собой как бы группу дисковых фрез, собранных на одной оси. Длина фрезы принимается на 2...5 мм больше длины нарезаемой резьбы. Групповая фреза в отличие от дисковой устанавливается параллельно оси заготовки (рисунок 47, б). Теоретически точный профиль резьбы при этом не получается, но погрешности из-за малого шага и, следовательно, малого наклона витков угла резьбы также малы, и ими можно пренебречь. По этой же причине резьбу с большим углом наклона витков обработать групповой фрезой нельзя, так как недопустимо вырастут погрешности резьбонарезания.

Обработка вращающейся (движение резания V) групповой фрезой начинается с врезания фрезы $S_{рад}$ на глубину впадины резьбы. Затем, за время полного оборота заготовки с круговой подачей $S_{кр}$ фреза перемещается в осевом направлении $S_{пр}$ на один шаг нарезаемой резьбы. При этом каждая элементарная дисковая фреза из группового набора обрабатывает один соответствующий ей виток резьбы заготовки. В принципе, для обработки всей резьбы необходим один оборот заготовки с подачей $S_{кр}$. В действительности обычно фрезерование резьбы осуществляется за 1,2 оборота заготовки. Запас в 0,2 оборота используется для радиального врезания на полную глубину резьбы и гарантированного перекрытия места врезания смежными витками фрезы.

Для нарезания резьб в отверстиях применяют метчики. Нарезание метчиками может производиться как вручную, так и на токарных, сверлильных, агрегатных и других станках.

Кинематически работа метчика полностью аналогична нарезанию резьбы плашкой. Метчик или заготовка (чаще метчик) получает вращательное движение резания. Метчик подается в отверстие с подачей близкой к шагу нарезаемой резьбы. После того как заборная часть метчика вошла в материал заготовки, начинается самозатягивание, и нет необходимости в точной принудительной подаче инструмента. Метчик сам ввинчивается по уже нарезанной им резьбе и тем самым прорезает её дальше.

Для нарезания резьбы в отверстиях малых и средних диаметров применяют цельные метчики, для нарезания резьбы в отверстиях больших диаметров - цельные метчики со вставными неподвижными гребенками или резьбонарезные головки с раздвижными гребенками.

Для получения точных, термически обработанных резьб на резьбонарезном инструменте, резьбовых калибрах, накатных роликах, ходовых винтах широко применяется резьбошлифование.

Шлифование резьбы может осуществляться однониточными или многониточными кругами. Кинематически процесс шлифования аналогичен фрезерованию дисковой или групповой фрезой соответственно. Шлифование однониточным кругом производится при продольной подаче заготовки за несколько проходов при периодическом радиальном врезании круга. Многониточные круги применяют при шлифовании коротких резьб (до 40 мм). Ширина шлифовального круга должна быть больше длины обрабатываемой резьбы на 2 - 4 шага резьбы. Шлифование проводится при радиальном врезании круга и продольном перемещении заготовки на 2 - 4 шага с одновременным и согласованным её вращением на 2 - 4 оборота.

Возможно шлифование длинной резьбы многониточным кругом с продольной подачей заготовки. Оно обеспечивает сокращение проходов по сравнению с однониточным кругом и повышение производительности обработки. Все витки заготовки последовательно шлифуются всеми нитками шлифовального круга. Кинематика шлифования такая же, как и для однониточного круга. Круг заправляется с заходной частью 1, располагаемой под углом α к калибрующей части 2 (рисунок 48).

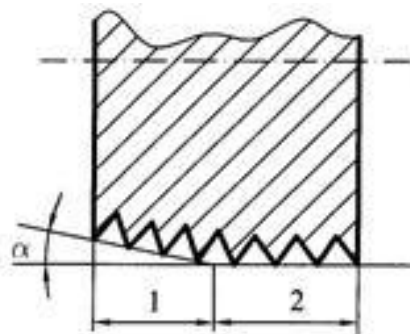


Рисунок 48 – Схема заправки многониточного шлифовального круга

Точность профиля резьбы при продольном шлифовании выше, чем при врезном (радиальном) резьбошлифовании.

10 Зубообработка. Методы нарезания зубчатых колес

Цилиндрические зубчатые колеса являются самыми массовыми деталями машиностроения. Как известно, они предназначены для передачи вращательного движения между валами с параллельными (в основном) осями. Зубчатые колеса могут быть с прямыми, косыми и шевронными зубьями наружного и внутреннего зацепления.

Наиболее распространены зубчатые колеса с диаметром зубчатого венца от 20 до 1000 мм.

В зависимости от служебного назначения зубчатые колеса изготавливают, как правило, из углеродистых, легированных сталей и в ряде случаев из чугуна, бронзы, пластических масс, текстолита и древеснослоистых пластиков.

Все методы (способы) зубообработки разделяют на две группы: одна осуществляется методом копирования, другая – методом обката. При копировании профиль впадины зубчатого венца полностью повторяет профиль зубообрабатывающего инструмента, т. е. копирует его. При методе обката на зубообрабатывающем станке воспроизводится зацепление нарезаемого зубчатого колеса с зуборезным инструментом (червячной фрезой, долбяком, гребенкой и так далее). Профиль впадины (зуба) образуется как огибающая поверхность множества положений профилирующих кромок инструмента, которое они последовательно занимают в процессе движений инструмента и заготовки. Согласованные движения инструмента и заготовки, обеспечивающие образование необходимого зубчатого профиля (как правило, эвольвентного), называют движениями обката (откуда произошло название "метод обката").

Зубонарезание методом копирования можно выполнять дисковой или пальцевой модульными фрезами (рисунок 49).

После нарезания очередной впадины заготовка поворачивается на $1/z$ часть (z - число зубьев колеса). Так как профиль впадины изменяется при изменении числа зубьев колеса и модуля (m), то одной фрезой можно теоретически точно (без погрешностей профиля) обработать только конкретное зубчатое колесо определенного модуля и с определенным числом зубьев. Для практики это неудобно. Поэтому одной фрезой нарезают группу колес одного модуля с определенным диапазоном чисел зубьев. При этом профиль впадины получает определенные искажения (кроме одного колеса с расчетным числом зубьев).

Нарезание производится на специальных станках (иногда на зубофрезерных станках), имеющих единичное деление, или на универсальных фрезерных станках использованием делительной головки для поворота заготовки на $1/z$ часть. Этим методом можно нарезать и косозубые колеса.

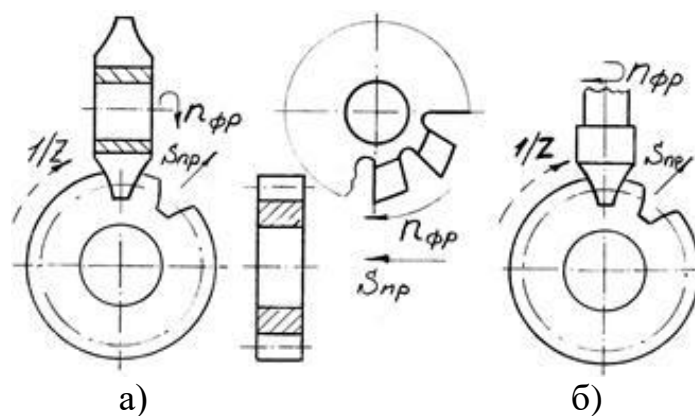


Рисунок 49 – Нарезание зубьев модульными фрезами:

а - дисковой; б – пальцевой

Производительность обработки невысокая. Для ее повышения используют набор дисковых угловых фрез (рисунок 50) с различными профилями. Данная обработка применяется для колес крупных модулей.

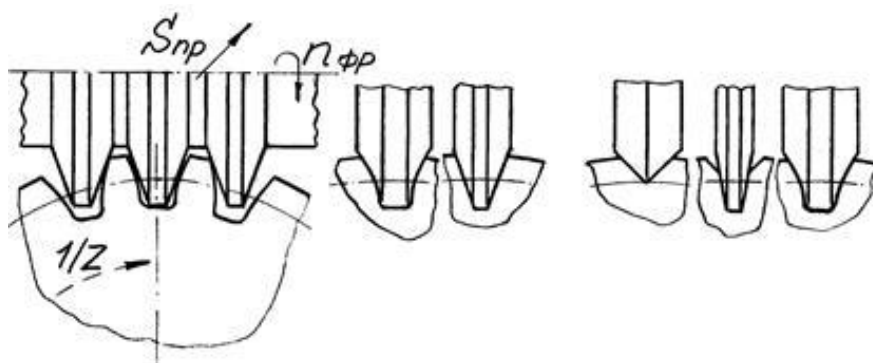


Рисунок 50 – Схема обработки зубьев набором дисковых угловых фрез и их профили

К обработке копированием также относятся одновременное долбление всех зубьев набором профильных резцов и одновременное протягивание всех зубьев. Эти виды применяются крайне редко из-за очень сложного инструмента.

Зубонарезание методом обката осуществляется преимущественно зубофрезерованием червячными фрезами и зубодолблением дисковыми долбяками.

11 Шлифование

Шлифование – процесс абразивной обработки заготовок резанием с помощью шлифовальных кругов. Слой металла с заготовки снимается в результате резания, осуществляемого абразивным инструментом с большим количеством абразивных зерен (микрорезцов), каждое из которых снимает тончайшую стружку с обрабатываемой поверхности. Как правило, абразивную обработку выполняют после обработки лезвийным инструментом, электрофизическими методами и другими способами. В ряде случаев абразивную обработку осуществляют непосредственно после получения заготовки методами штамповки, литья, порошковой металлургии.

Шлифование применяется для придания заготовке требуемой формы, получения заданных чертежом размеров детали и необходимой шероховатости поверхности. Чистовая и отделочная обработка заготовок шлифованием может обеспечить точность размеров по 5...7-му качеству; точность формы – 6...10-й степени и шероховатость с высотой микронеровностей $Ra = 1,2...0,1$ мкм. Шлифованию подвергаются наружные и внутренние цилиндрические, конические, торцовые, фасонные поверхности, уступы и плоскости различных деталей. Обрабатывать можно заготовки из самых разнообразных материалов, а для заготовок из закаленных сталей шлифование является одним из самых распространенных методов формообразования.

Абразивный инструмент различают по геометрической форме и размерам, типу абразивного материала, зернистости, связке и структуре. Качество и точность обработки шлифованием зависят от правильности выбора инструмента для каждого конкретного случая обработки.

В зависимости от формы обрабатываемых поверхностей применяют следующие виды шлифования, схемы которых представлены на рисунок 51.

Плоское шлифование – обработка плоских поверхностей. Плоское шлифование часто (рисунок 51, а) используют при изготовлении технологической оснастки – пресс-форм, приспособлений, при обработке направляющих станин металлорежущих станков.

Круглое шлифование – обработка наружных и внутренних (отверстия) поверхностей вращения (цилиндрических, конических и др.). Круглое наружное шлифование (рисунок 51, б) широко применяется для обработки гладких и ступенчатых валов, осей, штоков, шеек коленчатых и распределительных валов двигателей внутреннего сгорания, шпинделей и пинолей станков и др. Внутреннее шлифование (рисунок 51, в) используют для обработки отверстий в зубчатых колесах и зуборезных инструментах, в кольцах подшипников, в гильзах цилиндров двигателей; для чистовой обработки высокоточных отверстий различной аппаратуры.

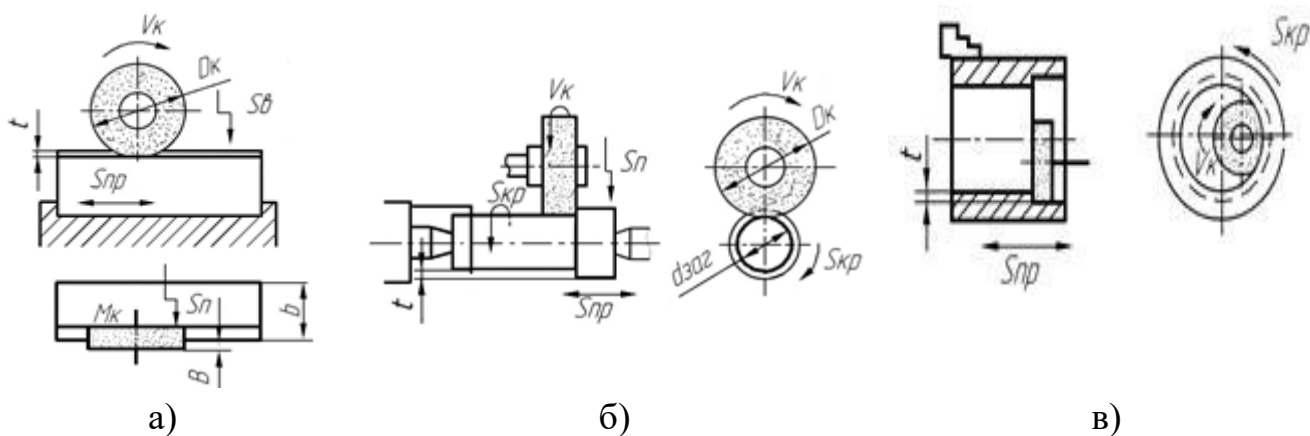


Рисунок 51 – Схемы шлифования

Бесцентровое шлифование – круглое шлифование, при котором технологической базой является обрабатываемая поверхность или ранее обработанная цилиндрическая поверхность. Бесцентровое шлифование применяют для бесцентровой обработки в незакрепленном состоянии деталей типа валов – поршневых пальцев, роликов подшипников качения, плунжеров, толкателей и других деталей.

Профильное шлифование – обработка поверхностей, образующая которых представляет кривую или ломаную линию. Разновидностями профильного шлифования являются резьбошлифование, зубошлифование.

Шлифование поверхностей заготовок осуществляется при главном вращательном движении резания инструмента и вращательном или поступательном движении заготовки. Подачами являются перемещения заготовки или инструмента вдоль или вокруг координатных осей. Причем, для формообразования любой поверхности методом шлифования необходимо иметь четыре движения: вращательное движение круга, а также перемещения по координатным осям или вращательные движения вокруг осей. Формообразование поверхностей при шлифовании происходит по методу касания и в отдельных случаях – касания и копирования при обработке на шлифовальных станках.

В состав шлифовальной группы станков входят: круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные станки, обдирочные, заточные и специализированные станки.

Круглое шлифование производится при вращательном движении круга со скоростью V и вращательном движении (круговой подаче $S_{кр}$) заготовки.

При шлифовании с продольной подачей (рисунок 52, а) заготовка вращается равномерно и совершает возвратно-поступательное движение. После каждого хода или двойного хода стола происходит сближение круга и заготовки. В конце операции обычно осуществляют выхаживание, т.е. выполняют несколько ходов без поперечной подачи для компенсации упругих перемещений.

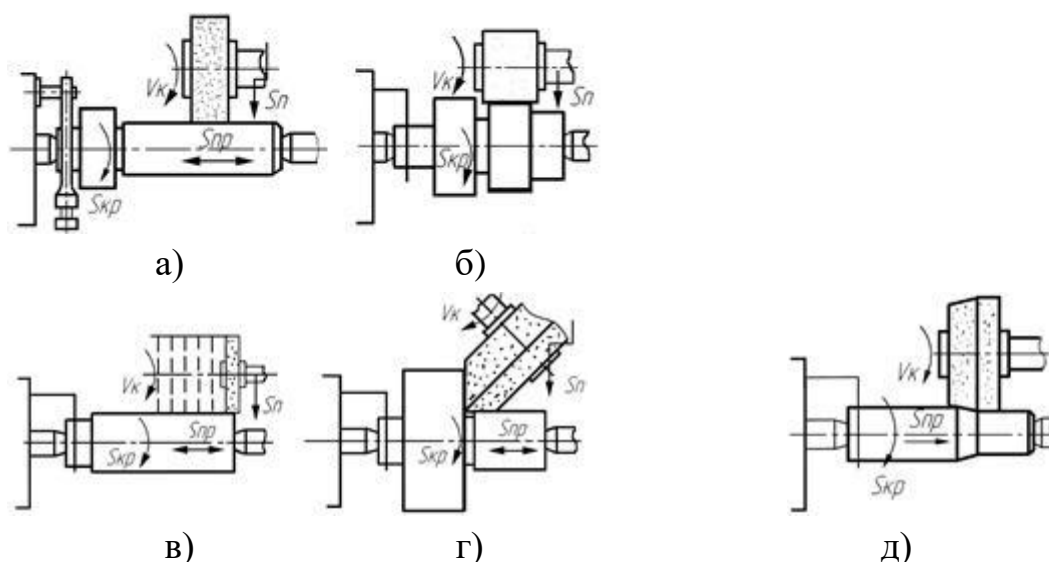


Рисунок 52 – Схемы круглого шлифования

Жесткие заготовки могут шлифоваться по способу врезания (рисунок 52, б), когда ширина обрабатываемой поверхности меньше ширины шлифовального круга. При этом способе круг перемещается с постоянной подачей вплоть до момента достижения необходимого размера обрабатываемой поверхности. Этот способ является более производительным и широко применяется в крупносерийном и массовом производствах при обработке цилиндрических и фасонных поверхностей.

Процесс шлифования уступами состоит из двух этапов – сначала производят шлифование врезанием с периодическим передвижением стола в продольном направлении на $0,8...0,9$ ширины круга, а затем делается несколько ходов с продольной подачей без поперечного перемещения для зачистки поверхности (рисунок 52, в).

При торцово-круглом шлифовании (рисунок 52, г) производится комбинированная обработка одновременно цилиндрической и торцовой поверхности с подачей шлифовального круга по биссектрисе угла или последовательно в радиальном и осевом направлениях.

При глубинном шлифовании открытых поверхностей (рисунок 52, д) за один ход конический участок круга удаляет весь припуск, а цилиндрический - зачищает обработанную поверхность. Поперечная подача отсутствует.

Круглошлифовальные станки отличаются высоким уровнем точности и универсальности. Они предназначены для наружного и внутреннего шлифования цилиндрических и конических поверхностей, а также для шлифования плоских торцов деталей. К этому типу станков относятся универсальные круглошлифовальные станки, круглошлифовальные и торцекруглошлифовальные полуавтоматы, а также специализированные круглошлифовальные станки.

Основными узлами универсального круглошлифовального станка (рисунок 53) являются: станина 1, стол 3, передняя бабка 4 с коробкой

скоростей, шлифовальная бабка 5 и задняя бабка 6. Станки оснащены откидным внутришлифовальным шпинделем. Для шлифования конических поверхностей предусмотрена возможность поворота вокруг вертикальных осей шлифовальной бабки, а также верхнего рабочего стола и передней бабки.

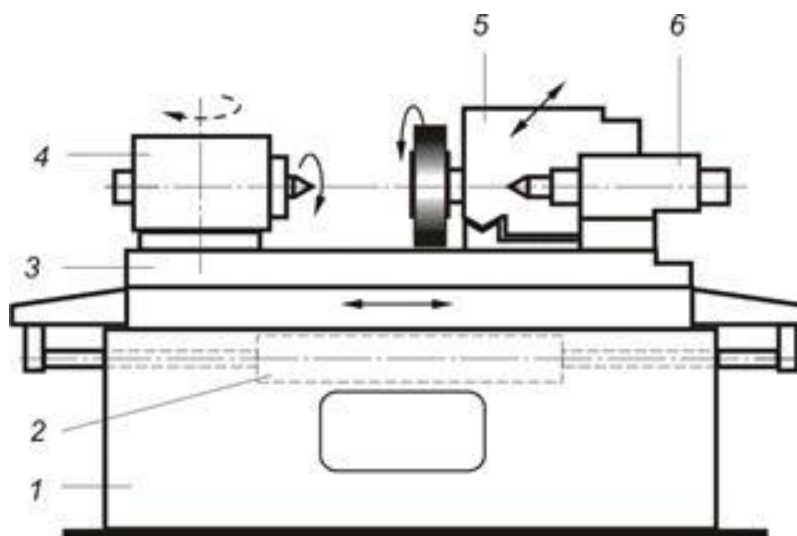


Рисунок 53 – Круглошлифовальный станок

Шлифовальный круг приводится во вращение от отдельного двигателя через клиноременную передачу. Круговая подача заготовки осуществляется при помощи другого электродвигателя с бесступенчатым регулированием.

Движение продольной подачи сообщается нижнему столу с помощью гидропривода; управление движением происходит при помощи устройств, которые переключаются самим столом в его крайних положениях. Шлифовальная бабка также периодически перемещается в поперечном направлении при помощи гидравлических механизмов. Большинство станков имеют механизмы широкого регулирования режимов шлифования и средства автоматизации рабочих движений стола и шлифовальной бабки. Предусмотрена возможность использования приборов активного контроля, позволяющих измерять заготовку в процессе шлифования, а также устройства, автоматически останавливающие станок при достижении требуемого размера.

При обработке на круглошлифовальных станках заготовку чаще всего устанавливают в жестких (не вращающихся) центрах, расположенных на передней и задней бабках; при этом круговую подачу обеспечивает поводковое устройство, связанное с вращающейся планшайбой. Возможно также закрепление заготовок в кулачковых патронах, причем, при шлифовании нежестких заготовок дополнительно необходимо применять люнеты.

При бесцентровом шлифовании (рисунок 54) заготовка устанавливается на опорный нож между двумя шлифовальными кругами, один из которых (большого диаметра) является шлифующим, а другой – ведущим. Вращение с необходимой окружной скоростью заготовка получает за счет того, что сила трения между шлифовальным кругом и заготовкой меньше, чем между

заготовкой и ведущим кругом. Окружная скорость резания шлифующего круга равна 30...60 м/с, а ведущий круг обеспечивает вращение заготовки с окружной скоростью 10...40 м/мин. Заготовка ничем не закрепляется, но поддерживается опорой со скосом, направленным в сторону ведущего круга.

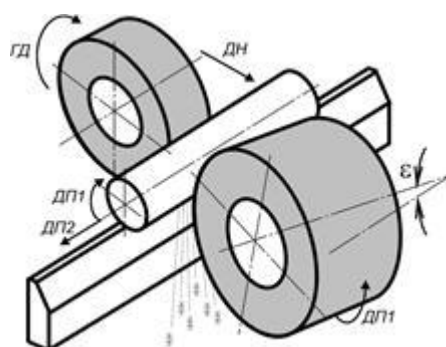


Рисунок 54 – Схема бесцентрового шлифования

Для повышения точности обработки иногда выполняют сквозное шлифование за несколько рабочих ходов. В крупносерийном и массовом производствах такая обработка может выполняться последовательно на нескольких станках, соединенных в автолинию.

На внутришлифовальных станках (рисунок 55) с высокой точностью и малой шероховатостью обрабатывают в предварительно термообработанных заготовках глухие и сквозные отверстия цилиндрической, конической формы и сложной конфигурации, а также внутренние торцовые поверхности. Обработку ведут с движением подачи вдоль образующей или по способу врезания. Технологическое назначение движений при обработке на внутришлифовальных станках такое же, как и на круглошлифовальных, что позволяет шлифовать отверстия на всю их длину или на определенных участках. Внутренние конические поверхности шлифуют с поворотом передней бабки так, чтобы образующая конуса расположилась вдоль направления продольной подачи. Диаметр шлифовального круга выбирают из соотношения 0,7...0,9 от диаметра обрабатываемого отверстия; причем при уменьшении в этом пределе диаметра круга увеличивается частота вращения.

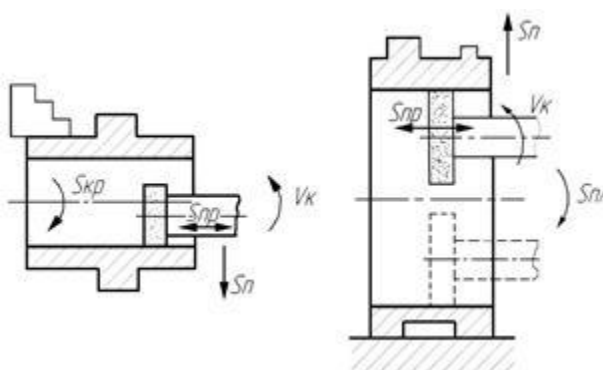


Рисунок 55 – Схема обработки на внутришлифовальном станке

Внутришлифовальный станок по компоновке в основном идентичен круглошлифовальному станку, с той разницей, что у него отсутствует задняя бабка. Инструмент закрепляют на консольном шпинделе шлифовальной бабки, которая установлена на столе и совершает вместе с ним возвратно-поступательное продольное перемещение. Заготовку при шлифовании закрепляют в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, в четырехкулачковом патроне (если заготовка несимметрична относительно оси отверстия) или в зажимном приспособлении.

Плоское шлифование является высокопроизводительным методом обработки плоских поверхностей разнообразных деталей машин из закаленных и незакаленных сталей, твердых сплавов, керамики и других материалов. Плоское шлифование обеспечивает высокую точность размеров, формы и расположения шлифованных поверхностей, высокое качество их поверхностного слоя. Благодаря значительной производительности плоское шлифование применяют вместо чистового строгания и фрезерования, а также вместо такой трудоемкой операции, как шабрение.

В зависимости от того, какая из поверхностей круга является рабочей, различают плоское шлифование периферией и торцом круга (рисунок 56) при этом заготовки устанавливают на прямоугольном или круглом столе.

Плоское шлифование периферией круга (рисунок 56, а) выполняется при возвратно-поступательном или вращательном движении касательной подачи. Шпиндель круга располагается горизонтально. Возвратно-поступательное касательное движение подачи осуществляется прямоугольным столом станка 1, на котором устанавливают обрабатываемые заготовки 2. Осевое движение подачи осуществляется заготовкой или шлифовальным кругом периодически после каждого хода стола в касательном направлении или после каждого двойного хода. Подача на глубину (радиальная подача) осуществляется шлифовальным кругом периодически после завершения одного полного хода в осевом направлении перед началом другого хода.

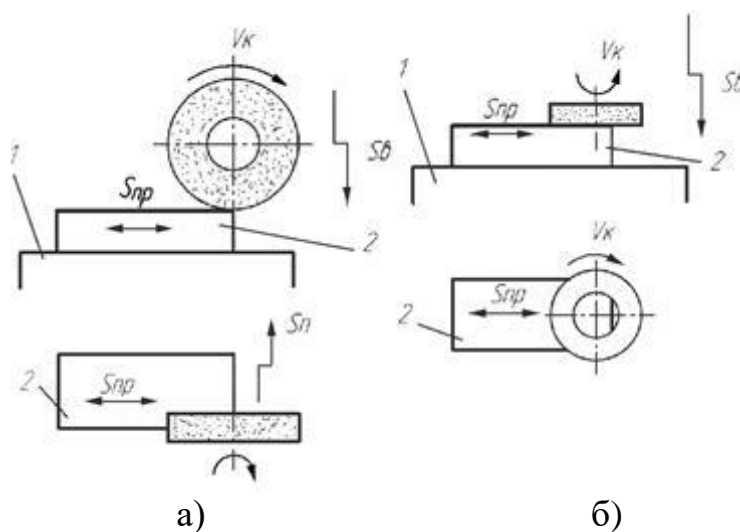


Рисунок 56 – Схемы шлифования плоскости периферией (а) и торцом (б) круга

При плоском шлифовании с вращательным движением подачи обрабатываемые заготовки устанавливают на круглом вращающемся столе станка. Осевое движение подачи осуществляется шлифовальным кругом или заготовкой в направлении радиуса стола и является возвратно-поступательным; осевая подача задается в миллиметрах на оборот стола.

Станки, работающие периферией круга, отличаются универсальностью. Их применяют в средне- и мелкосерийном производствах.

Плоское шлифование торцом круга (рисунок 56, б) осуществляется при возвратно-поступательном, поступательном или вращательном касательном движении подачи. Шпиндель шлифовального круга располагается вертикально.

Возвратно-поступательное касательное движение подачи выполняет стол станка 1, на котором закрепляют обрабатываемые заготовки 2. При поступательном движении касательной подачи стол станка и шлифовальная бабка неподвижны, заготовку устанавливают на специальный транспортер, который опирается на рабочую поверхность стола станка. Транспортер осуществляет движение касательной подачи, перемещая заготовки вдоль стола через зону обработки. При вращательном движении подачи шлифование выполняется одним или несколькими кругами.

При торцовом шлифовании радиальное движение подачи обычно отсутствует, так как диаметр круга больше ширины рабочей зоны стола. Осевое движение подачи производится в большинстве случаев шлифовальным кругом.

Шлифование торцом является более производительным способом обработки, чем периферией круга, так как в резании одновременно участвует большее число режущих зерен. Однако увеличение площади контакта шлифовального круга с обрабатываемой заготовкой вызывает рост силы резания и интенсивное тепловыделение, что может явиться причиной деформации заготовки, образования прижогов и трещин на обработанной поверхности.

Плоскошлифовальные станки подразделяются на группы в зависимости от схемы обработки, характера движений подач и вида рабочей поверхности круга.

Плоскошлифовальные станки общего назначения с прямоугольным столом (рисунок 57) имеют шлифовальные бабки с горизонтальной или вертикальной осями вращения шпинделя. Такие станки различаются по степени автоматизации. Существуют неавтоматизированные станки и полуавтоматы с приборами активного контроля. Станки с вертикальным расположением шпинделя выполнены на базе станков с горизонтальным расположением шпинделя и отличаются только наличием каретки, на которой крепится шлифовальная бабка.

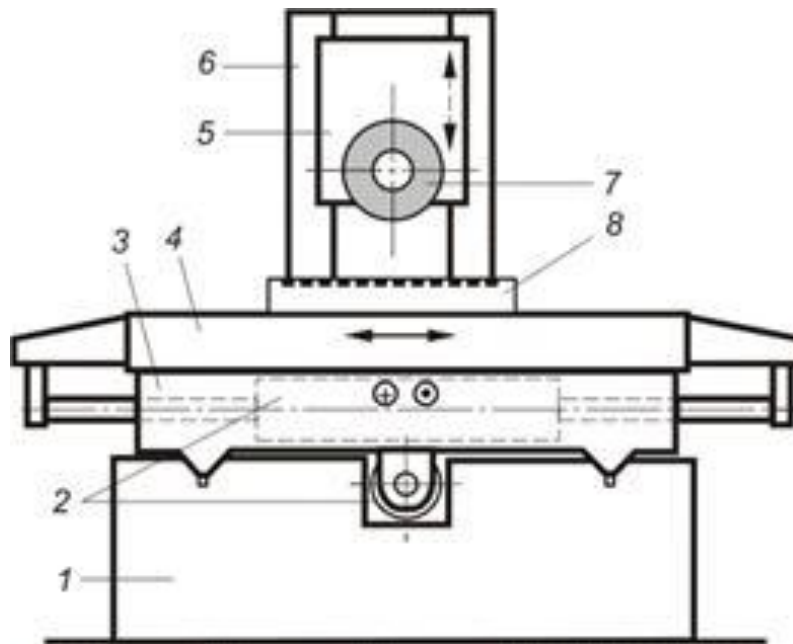


Рисунок 57 – Плоскошлифовальный станок:

1 – станина; 2 – гидроцилиндры поперечной и продольной подачи; 3 – поперечная каретка; 4 – продольный стол; 5 – шлифовальная бабка; 6 – стойка; 7 – шлифовальный круг; 8 – магнитная плита

Плоскошлифовальные станки с круглым вращающимся столом и горизонтальным расположением шпинделя подразделяются на неавтоматизированные и полуавтоматы. Такие станки целесообразно использовать для обработки колец, шайб, втулок, дисков в серийном и массовом производстве. Стол станка имеет наклон, что позволяет шлифовать не только плоские, но и наружные и внутренние конические поверхности. Важной особенностью конструкции станков является возможность автоматического регулирования частоты вращения стола, а также скорости его движения в осевом направлении в зависимости от расстояния между центром вращения стола и шлифовальным кругом.

Плоскошлифовальные станки с круглым вращающимся столом и вертикальным расположением шпинделя предназначены для шлифования торцом круга открытых плоскостей заготовок различной конфигурации в условиях серийного и массового производства. Схемы обработки на плоскошлифовальных станках с круглым вращающимся столом представлены на рисунок 58.

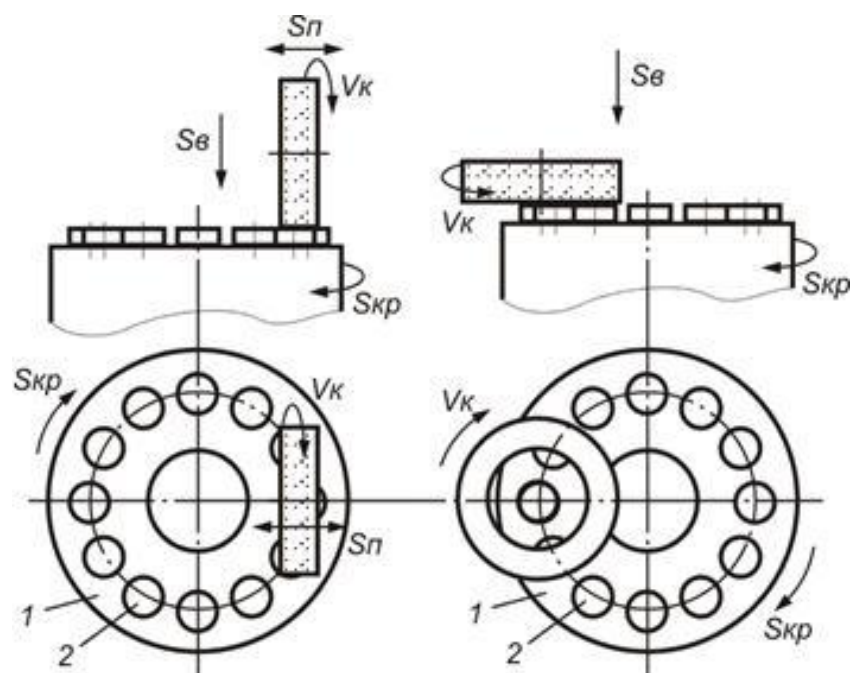


Рисунок 58 – Схемы карусельно-шлифовальной обработки на станках:

а – с горизонтальным; б – с вертикальным расположением шпинделя

Двусторонние торцешлифовальные станки выпускают в двух модификациях: с горизонтальным и вертикальным расположением шпинделя. Например, такие станки могут быть использованы для шлифования двух параллельных торцов деталей типа колец подшипников.

Продольношлифовальные станки предназначены в основном для шлифования направляющих станков и плоскостей корпусных деталей. Эти станки выпускают одностоечными и двухстоечными двух модификаций: с одной или двумя шлифовальными бабками для работы периферией круга или с двумя бабками для работы и периферией и торцом круга.

Существуют разнообразные способы и устройства для установки и закрепления заготовок при плоском шлифовании. Их выбор определяется формой, размерами и материалом обрабатываемых заготовок, моделью шлифовального станка, типом производства и т.д.

В большинстве случаев плоскошлифовальные станки оснащают электромагнитными плитами различных размеров и типов. На станках с возвратно-поступательным движением стола применяют прямоугольные электромагнитные плиты, на станках с вращающимся столом – круглые. В крупносерийном и массовом производствах могут быть использованы специальные приспособления.

12 Станки для отделочной обработки: притирочные, хонинговальные, для суперфиниширования.

Отделочными методами обработки являются тонкое обтачивание, тонкое растачивание, тонкое шлифование, полирование, притирка, абразивно-жидкостная отделка, хонингование, суперфиниширование.

Тонким обтачиванием иногда заменяют шлифование. Процесс осуществляется при высоких скоростях резания, малых глубинах и подачах. Находят применение токарные резцы с широкими режущими лезвиями, расположенными строго параллельно оси обрабатываемой заготовки. Подача на оборот заготовки составляет не более 0,8 ширины лезвия, а глубина резания – не более 0,5 мм. Это приводит к уменьшению шероховатости обрабатываемой поверхности.

Алмазными резцами обтачивают заготовки из цветных металлов и сплавов, пластмассы и другие неметаллические материалы. Обладая очень высокой стойкостью, алмазные резцы продолжительное время работают без подналадки и обеспечивают высокую точность.

Тонкое обтачивание требует применения быстроходных станков высокой жесткости и точности, а также качественной предварительной обработки заготовок. Это необходимо и при тонком строгании. Применяют также тонкое фрезерование.

Тонким растачиванием заменяют шлифование, особенно в тех случаях, когда заготовки выполнены из вязких цветных сплавов, либо из стали, но являются тонкостенными. Тонкое растачивание целесообразно при точной обработке глухих отверстий или когда по условиям работы детали не допустимо, чтобы абразивные зерна оставались в порах обработанной поверхности.

Режимы резания при тонком растачивании аналогичны режимам при тонком обтачивании. Необходимо использование жестких станков и исключение вибраций шпинделей и оправок с расточным инструментом. Расточные резцы выполняют из твердого сплава или алмазов.

Тонкое шлифование производят мягким, мелкозернистым кругом при больших скоростях резания ($V > 40$ м/с) и очень малой глубине резания. Шлифование сопровождается обильной подачей охлаждающей жидкости. Особую роль играет жесткость станков, способных обеспечить безвибрационную работу.

Для тонкого шлифования характерен процесс «выхаживания». По окончании, например, обработки вала подача на глубину резания выключается, а продольная подача не включается. Процесс обработки, тем не менее, продолжается за счет упругих сил, возникающих в станке и заготовке, когда они были деформированы силой резания при шлифовании с подачей на глубину. В таком режиме станок работает некоторое время, силы резания постепенно уменьшаются, становясь исчезающе малыми, а точность обработки значительно повышается.

Полированием уменьшают шероховатость поверхностей заготовок. Этим методом получают зеркальный блеск на ответственных частях деталей (дорожки качения подшипников), либо на деталях для декоративных целей (облицовочные части автомобилей).

Обрабатывают полировальными пастами или абразивными зёрнами, смешанными со смазкой. Эти материалы наносят на быстро вращающиеся эластичные круги (например, фетровые) или колеблющиеся щетки. Хорошие результаты даёт полирование быстродвижущимися бесконечными абразивными лентами (шкурками). Заготовку подводят к носителю пасты или абразива и перемещают так, чтобы вся поверхность подвергалась обработке. При полировании фасонных поверхностей заготовки, как правило, перемещают вручную, а при полировании плоских, цилиндрических и конических поверхностей могут быть использованы полировальные станки.

В зоне полирования одновременно происходят следующие основные процессы: тонкое резание, пластическое деформирование поверхностного слоя, химические реакции — воздействие на металл химически активных веществ, находящихся в полировочной пасте. Качество и эксплуатационные свойства полированной поверхности зависят от того, какой из указанных процессов имеет преобладающее значение.

В качестве абразивного материала применяют порошки из электрокорунда и окиси железа при полировании стали; карбида кремния и окиси железа при полировании чугуна; окиси хрома и наждака при полировании алюминия и сплавов меди. Порошок смешивают со смазкой, которая состоит из смеси воска, сала, парафина и керосина. Полировальные круги изготовляют из войлока, фетра, кожи, капрона, спрессованной ткани и других материалов.

Полируют на больших скоростях (до 40...50 м/с). Заготовка поджимается к кругу усилием P (рисунок 59, а) и совершает движения подачи S_{np} и $S_{кр}$ в соответствии с профилем обрабатываемой поверхности. Полирование лентами (рисунок 59, б) имеет ряд преимуществ. Рабочая поверхность ленты значительно превышает рабочую поверхность круга, вследствие чего происходит интенсивное рассеяние теплоты. Эластичная лента огибает всю шлифуемую поверхность. Поэтому движений подачи может не быть.

Главное движение при полировании иногда совершает и заготовка 3, имеющая, например, форму кольца с фасонной внутренней поверхностью (рисунок 59, в). Абразивная лента 1 поджимается через полировальник 2 к обрабатываемой поверхности и периодически перемещается (движение S_{np}).

Полировать можно в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

В процессе полирования не удастся исправить погрешности формы, а также отдельные местные дефекты предыдущей обработки.

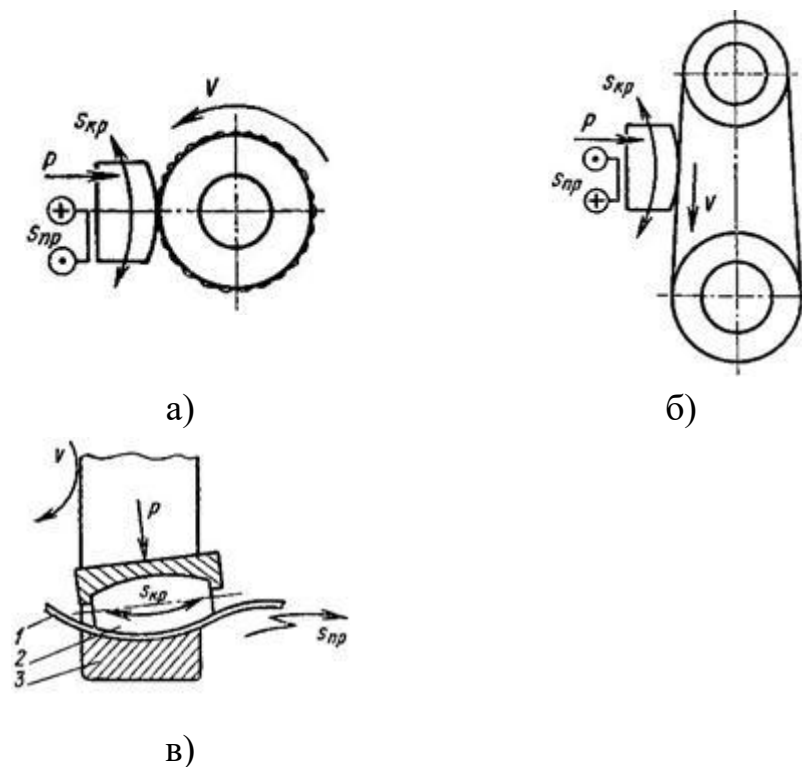


Рисунок 59 – Схемы полирования

Отделка объемно-криволинейных и фасонных поверхностей обычными методами вызывает большие технологические трудности. Она требует использования сложных кинематических схем станков и дорогого режущего инструмента. Метод абразивно-жидкостной отделки позволяет решить задачу сравнительно просто.

На обрабатываемую поверхность со следами предшествующей обработки подают струю антикоррозионной жидкости со взвешенными частицами абразивного порошка (рисунок 60, а).

Водно-абразивная суспензия перемещается под давлением с большой скоростью. Частицы абразива ударяются о поверхность заготовки и сглаживают микронеровности, создавая эффект полирования. Одновременно с получением необходимого микрорельефа этот способ обработки создает полезное поверхностное упрочнение

В качестве абразива часто применяют электрокорунд. В суспензии содержится 30...35 % абразива (по массе).

На рисунке 60, б показана схема жидкостного полирования. Обрабатываемая заготовка 3 сложного профиля перемещается ($V_l, S_{нр}$) в камере 4 таким образом, что все ее участки подвергаются полированию. Абразивная суспензия 1, помещенная в бак 2, подается насосом 6 в рабочую камеру через твердосплавное сопло 5. Обработанная суспензия падает обратно в бак 2 и может быть использована многократно. Наибольший съем металла получают при угле $\gamma = 45^\circ$.

Метод жидкостного полирования особенно успешно применяют при обработке фасонных внутренних поверхностей. В этом случае сопло вводят в полость заготовки, которая совершает вращательные и поступательные перемещения в зависимости от профиля полируемой поверхности.

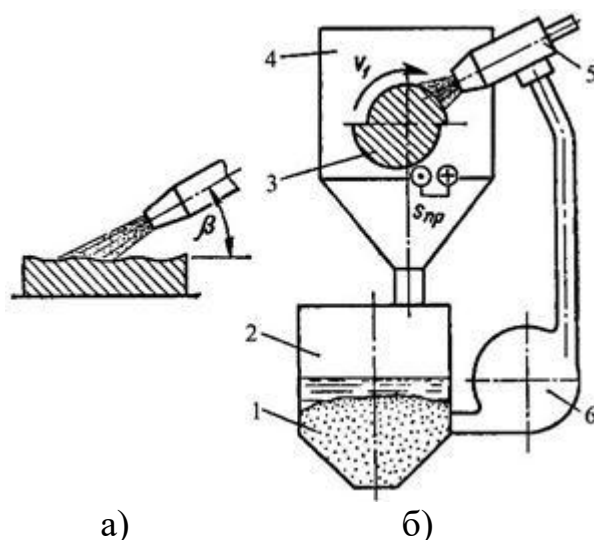


Рисунок 60 – Схема сглаживания микронеровностей (а) при абразивно-жидкостной отделке (б)

Жидкостное полирование, так же как и полирование эластичными кругами и лентами, не повышает точности размеров и формы, а только уменьшает шероховатость поверхности.

Поверхности деталей машин, обработанные на металлорежущих станках, всегда имеют отклонения от правильных геометрических форм и заданных размеров. Эти отклонения могут быть незначительными. Волнистость, неплоскостность, нецилиндричность и другие погрешности, возникающие на заготовках после обработки и невидимые невооруженным глазом, могут быть устранены притиркой (доводкой). Этим методом достигается наивысшая точность и наименьшая шероховатость поверхности.

Процесс осуществляют с помощью притиров соответствующей геометрической формы. На притир наносят притирочную пасту или мелкий абразивный порошок со связующей жидкостью. Материал притиров должен быть, как правило, мягче обрабатываемого материала. Паста или порошок внедряются в поверхность притира и удерживаются ею, но так, что при относительном движении каждое абразивное зерно может снимать весьма малую стружку. Поэтому притир можно рассматривать как очень точный абразивный инструмент, зерна которого одновременно обрабатывают всю или часть поверхности заготовки.

Притир или заготовка должны совершать разнонаправленные движения. Наилучшие результаты дает процесс, в ходе которого траектории движения каждого зерна не повторяются. Микронеровности сглаживаются за счет совокупного химико-механического воздействия на поверхность заготовки.

В качестве абразива для притирочной смеси используют порошки электрокорунда, карбида кремния, карбида бора, окиси хрома, окиси железа и др. Притирочные пасты состоят из абразивных порошков и химически активных веществ, например олеиновой и стеариновой кислот, играющих одновременно роль связующего материала. Материалами для притиров являются серый чугун, бронза, красная медь, дерево. В качестве связующей жидкости используют машинное масло, керосин, стеарин, вазелин.

Схема притирки наружной цилиндрической поверхности приведена на рисунок 61, а. Притир 1 представляет собой втулку с прорезями, которые необходимы для полного прилегания притира под действием сил P к обрабатываемой поверхности по мере ее обработки. Притиру сообщают возвратно-вращательное движение V_1 и одновременно возвратно-поступательное движение V_2 . Возможно также равномерное вращательное движение заготовки 2 с наложением на него движения V_2 . Аналогичные движения осуществляются при притирке отверстий (рисунок 61, б), однако притир должен равномерно разжиматься действием сил P . Приведенные схемы осуществляют вручную и на металлорежущих станках.

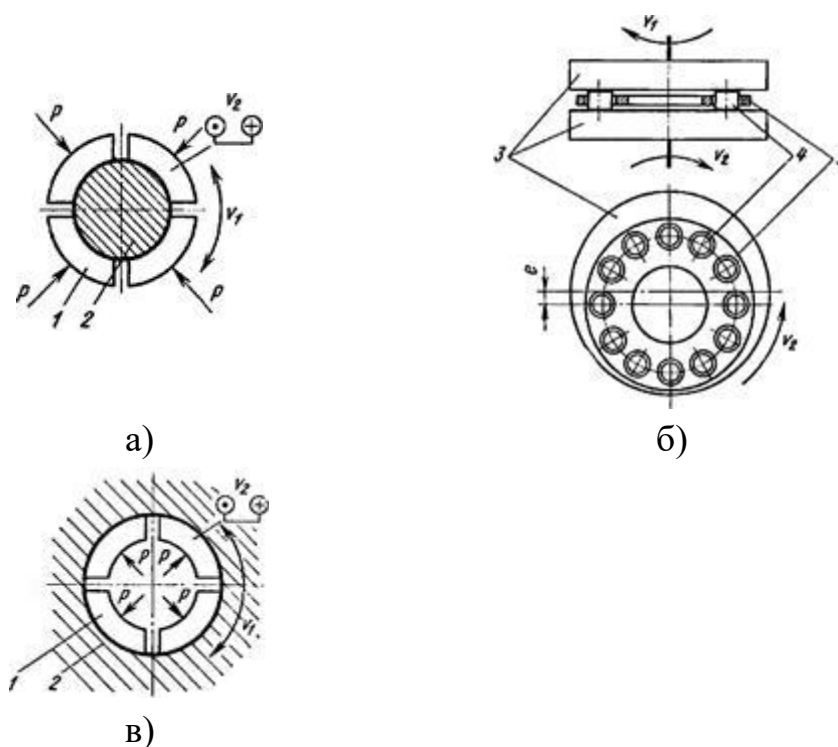


Рисунок 61 – Схемы притирки поверхностей

Плоские поверхности можно притирать также вручную или на специальных доводочных станках (рисунок 61, в). Заготовки 4 располагают между двумя чугунными дисками 3 в окнах сепаратора 5. Диски-притиры имеют плоские торцовые поверхности и вращаются в противоположных направлениях и с разными частотами вращения. Сепаратор относительно дисков расположен эксцентрично на величину e . Поэтому при вращении дисков

притираемые детали совершают сложные движения со скольжением, и металл снимается одновременно с их параллельных торцов. Станок можно использовать и для доводки коротких цилиндрических деталей с отверстиями, с помощью которых они ориентируются в сепараторе.

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, 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 цилиндрического отверстия высотой h (рисунок 62, а). Соотношение скоростей V_1 и V_2 указанных движений составляет 1,5...10 и определяет условия резания. Скорость для стали составляет 45...60 м/мин, а для чугуна и бронзы – 60...75 м/мин.

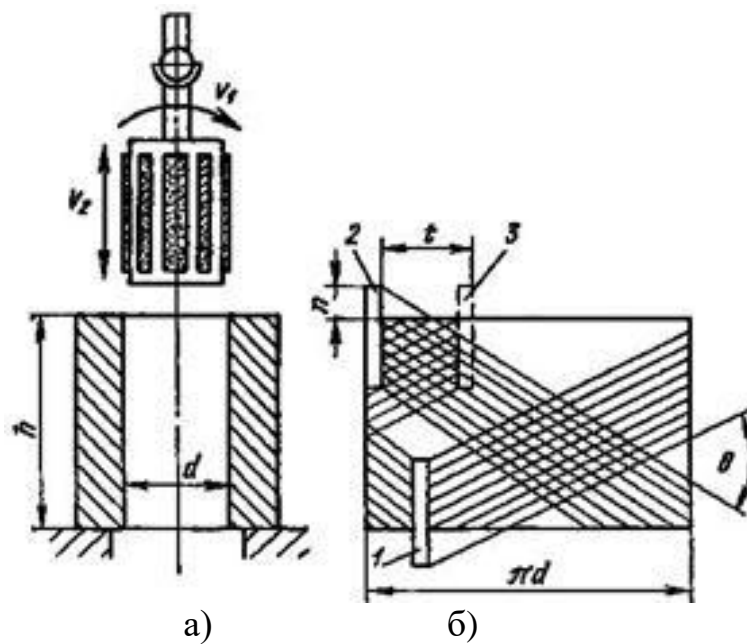


Рисунок 62 – Схема хонингования отверстий

Хонингование отверстий по сравнению с внутренним шлифованием имеет ряд преимуществ: 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 пересечения этих следов зависит от соотношения скоростей. На рисунке 62, б дана развертка внутренней цилиндрической поверхности заготовки и схема образования сетки.

Крайние нижнее 1 и верхнее 2 положения абразивных брусков устанавливают так, чтобы у инструмента создавался перебег n . Он необходим для того, чтобы образующие отверстия получались прямолинейными, и оно имело бы правильную геометрическую форму. Совершая вращательное движение, абразивные бруски при каждом двойном ходе начинают резание с нового положения 3, смещенного по углу на величину t относительно предыдущего. Поэтому исключается наложение траекторий абразивных зерен.

Хонингованием исправляются такие погрешности предыдущей обработки, как овальность, конусообразность, нецилиндричность и другие, если общая величина снимаемого слоя не превышает 0,01...0,2 мм. Погрешности же расположения оси отверстия (например, увод ее или криволинейность) этим методом не исправляются, так как режущий инструмент самоустанавливается по отверстию. Это достигается шарнирным закреплением инструмента в шпинделе, которое может передать только вращательное движение.

Хонинговальные бруски изготавливают из электрокорунда или карбида кремния, как правило, на керамической связке. Для чистового хонингования хорошие результаты дают бруски на бакелитовой связке.

Число брусков в хонинговальной головке должно быть кратно трем. Поэтому в головке всегда найдутся три бруска, которые будут обрабатывать реальную поверхность отверстия, имеющего погрешности формы от предыдущей обработки, и превращать ее в поверхность, близкую к круговому цилиндру.

Для хонингования используют одно- и многошпиндельные станки. Некоторые станки оснащают устройствами, позволяющими измерять на ходу обрабатываемое отверстие и выключать станки по достижении необходимого размера отверстия.

Суперфинишем в основном уменьшают шероховатость поверхностей, оставшуюся от предыдущей обработки. При этом изменяются высота и вид микровыступов, обработанные поверхности имеют сетчатый рельеф, а каждый микровыступ округляется и поверхность становится очень гладкой. В результате возникают более благоприятные условия взаимодействия трущихся поверхностей. Суперфинишем 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 суперфиниша является колебательное движение брусков наряду с движением заготовки. Процесс резания происходит при давлении брусков и в присутствии смазки малой вязкости.

Схема суперфинишной обработки наружной цилиндрической поверхности приведена на рисунке 63, а. 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 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. Соотношение скоростей $S_{кр}$ и V в начале обработки составляет 2...4, в конце 8...16. Процесс характеризуется сравнительно малыми скоростями резания (5...7 м/мин).

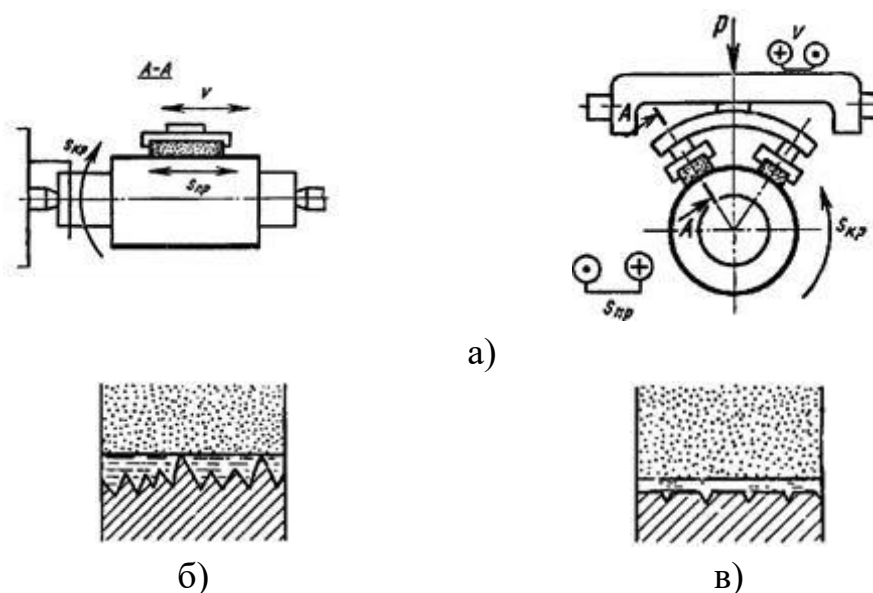


Рисунок 63 – Схемы отделки суперфинишированием

Важную роль играет смазочно-охлаждающая жидкость. Масляная пленка покрывает обрабатываемую поверхность, но наиболее крупные микровыступы (рисунок 63, б) прорывают ее и в первую очередь срезаются абразивом. Давление брусков на выступы оказывается большим. По мере дальнейшей обработки давление снижается, так как все большее число выступов прорывает масляную пленку. Наконец наступает такой момент (рисунок 63, в), когда давление бруска не может разорвать пленку, она становится сплошной. Создаются условия для жидкостного трения. Процесс отделки автоматически прекращается. В качестве жидкости используют смесь керосина (80...90 %) с веретенным или турбинным маслом (20...10 %).

При обработке сталей наилучших результатов достигают, используя бруски из электрокорунда, при обработке чугуна и цветных металлов - из карбида кремния. В большинстве случаев применяют бруски на керамической или бакелитовой связке. Применение алмазных брусков увеличивает не только производительность обработки, но и стойкость инструмента в 80...100 раз. Алмазные бруски работают на тех же режимах, что и абразивные, но с давлением, большим на 30...50 %.

Чаще для суперфиниша применяют два бруска, а при обработке крупных деталей - три или четыре.

Обычно суперфиниширование не устраняет погрешностей формы, полученных на предшествующей обработке (волнистости,

конусообразности, овальности и др.), но при усовершенствовании процесса можно снимать увеличенные слои металла, использовать особые режимы обработки. В этом случае погрешности предыдущей обработки значительно уменьшаются.

Заключение

Методическое пособие разработано с учетом требований ФГОС по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) и с учетом имеющегося оборудования и наглядных пособий.

Представленный курс лекций по МДК01.03 Metallорежущее оборудование и инструмент позволяет изучить теоретический материал и применить полученные знания на практических работах.

Список использованных источников

1 Фещенко, В.Н. Слесарное дело: Механическая обработка деталей на станках : учебное пособие / В.Н. Фещенко. - Москва : Инфра-Инженерия, 2013. - Книга 2. - 464 с. - ISBN 978-5-9729-0054-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144682>

2 Гапонкин В.А. и др., Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки. Учебник для средних специальных заведений по машиностроительным специальностям. М.: Машиностроение, 1990г.,448с.

3 Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием».-4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1988.-416с., ил. Чернов Н.Н.

4 Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования / Б. И. Черпаков, Т.А.Альперович. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 368 с.

5 Устройство металлорежущих станков: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования / Т.А. Багдасарова.- М.: Издательский центр «Академия», 2011.-96с.

6 Адашкин А.М. ,Колесов Н.В. Современный режущий инструмент:учеб.пос.-3-е изд.-М.:2011

7 Сибикин, М.Ю. Основы конструирования, наладки и эксплуатации металлорежущих и деревообрабатывающих станков / М.Ю. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 419 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4475-4832-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480128>

Интернет – ресурс:

8 <http://gendocs.ru> «Металлорежущее оборудование и инструмент».

9 <http://tm.gepta.ru> «Достижение показателей точности взаимного расположения поверхностей, выбор технологических баз и обоснование плана изготовления детали».

10 <http://lib2.znate.ru> «Машины и оборудование».