



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЛИАЛ В Г. СЫЗРАНИ

Кафедра «Техническая эксплуатация и ремонт транспортных средств»

А. Д. ЦОЙ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И
РЕМОНТЕ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Практикум

Самара
Самарский государственный технический университет
2015

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 621.9.06

Цой А. Д.

Разработка технологических процессов механической обработки при производстве и ремонте транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Практикум. / А.Д. Цой. Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 40 с.

Рассматриваются особенности проектирования технологических операций, выполняемых различными методами механической обработки и восстановления.

Практикум предназначен для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», выполняющих лабораторные работы по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования».

УДК 621.9.06

Рецензент канд. техн. наук *А.П. Осипов*

© А.Д. Цой, составление, 2015
© Самарский государственный
технический университет, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Механическая обработка является неотъемлемой частью технологического процесса ремонта. Поэтому важно иметь четкое представление о различных способах механической обработки, о возможностях универсального станочного оборудования, режущем инструменте.

Механическая обработка применяется как при изготовлении новых, так и при восстановлении уже бывших в эксплуатации деталей. Широкое распространение получили обработка на токарных станках, обработка отверстий осевым инструментом, фрезерование.

В ходе выполнения данных лабораторных работ студенты получают навыки самостоятельной разработки технологических операций, расчета режимов обработки и технологического нормирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Цель работы: ознакомление с конструкцией и устройством токарно-винторезного станка мод. 1К62, изучение режущего инструмента и технологических возможностей токарных станков. Усвоение основных правил составления технологических операций, выполняемых на токарных станках.

Общие сведения о токарной обработке

Токарная обработка (точение) – наиболее распространенный метод изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков, осей, пальцев, цапф, фланцев, колец, втулок, гаек, муфт и др.) на токарных станках. При точении снятие стружки с поверхности вращающейся заготовки осуществляется режущим инструментом – *резцом*, основным элементом которого является режущий клин [1].

Токарная обработка широко используется в авторемонтном производстве. Токарные работы производятся при восстановлении поврежденной или изношенной резьбы, при обработке цилиндрических, конических и профильных поверхностей деталей типа тел вращения, восстановленных различными методами, например, наплавкой или сваркой, исправлении центровых отверстий, предварительной и окончательной обработке поверхностей, подлежащих сопряжению с ремонтными деталями, изготовлении крепежных изделий и т.п.

В процессе резания различают главное движение D_z и движение подачи D_s . Главное движение определяет быстроту деформирования слоя, снимаемого с заготовки. Движение, предназначенное для врезания инструмента в новые слои материала заготовки, называют движением подачи [2].

В случае точения главным движением резания называется вращательное движение заготовки, а движением подачи – поступательное движение режущего инструмента (рис. 1). Различают также вспомогательные движения, которые не имеют непосредственного отношения к процессу резания, но обеспечивают транспортирование и закрепление заготовки на станке, его включение и изменение частоты вращения заготовки или скорости поступательного движения инструмента и др.

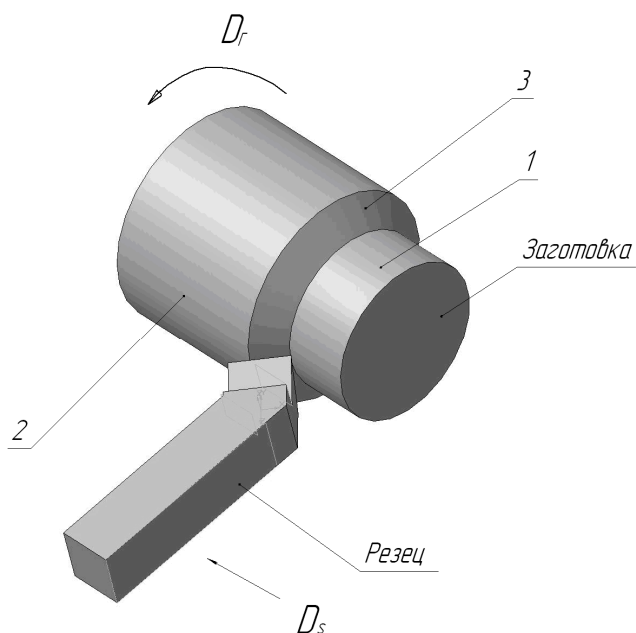


Рис. 1. Схема обработки на токарном станке (точение).

На обрабатываемой заготовке различают три поверхности (рис. 1): обработанную 1, с которой уже снят слой металла; обрабатываемую 3, с которой будет снят слой металла; поверхность резания 2, соединяющую обработанную и обрабатываемую поверхности и образованную непосредственно инструментом.

Работы, выполняемые на токарных станках. Токарные станки являются наиболее многочисленной группой металлорежущих станков. На них можно обрабатывать наружные, внутренние и

торцовые поверхности тел вращения (цилиндрических, конических, сферических и фасонных).

Наибольшее распространение в АРП ввиду своих исключительно широких технологических возможностей получили токарно-винторезные станки. В отличие от токарных станков токарно-винторезные позволяют обрабатывать винтовые поверхности, так как в них вращение заготовки кинематически связано с поступательным перемещением инструмента. В современных токарно-винторезных станках эта связь осуществляется либо посредством кинематических пар, либо электронной системой управления приводами.

На токарных станках можно производить обтачивание и растачивание цилиндрических, конических, шаровых и профильных поверхностей, подрезание торцов, вытачивание канавок, нарезание наружных и внутренних резьб, накатывание рифлений, сверление, зенкерование, развертывание отверстий и другие виды токарных работ (рис. 2-5) [1].

Точение осуществляют резцами различных типов. Заготовку с помощью приспособления крепят в шпинделе станка, и она вращается, а резец, закрепленный в резцедержателе суппорта, совершает продольное или поперечное поступательное движение (рис. 1).

Сверление и отделка отверстий производится сверлами, зенкерами, развертками, при этом инструмент для получения центровых отверстий (сверла) устанавливают в пиноли задней бабки станка или крепят в резцедержателе в специальных оправках (рис. 2).

Применяемый режущий инструмент. Токарные резцы классифицируют: по материалу режущей части, характеру операций, форме лезвия, направлению движения, конструкции. По материалу режущей части различают стальные резцы (с лезвиями из углеродистой, легированной или быстрорежущей стали), твердосплавные, керамические, алмазные, эльборовые. Резцы из углеродистой и легированной стали в настоящее время практически не применяют.

По назначению токарные резцы разделяют на проходные, расточные, подрезные, отрезные, фасонные, резьбовые и канавочные (рис. 2 – 9) [3].

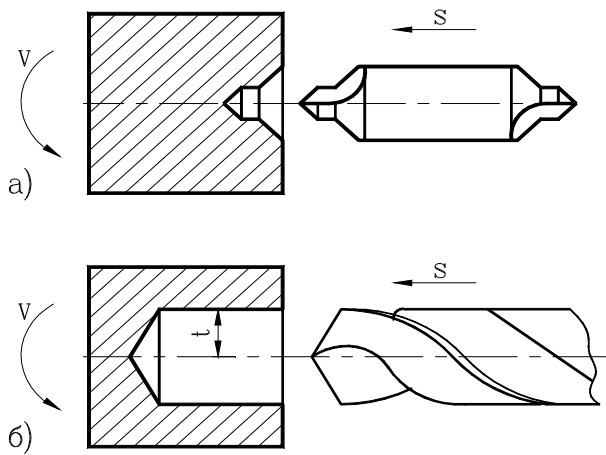


Рис. 2. Сверление отверстий:
а - центровочным; б- спиральным сверлом

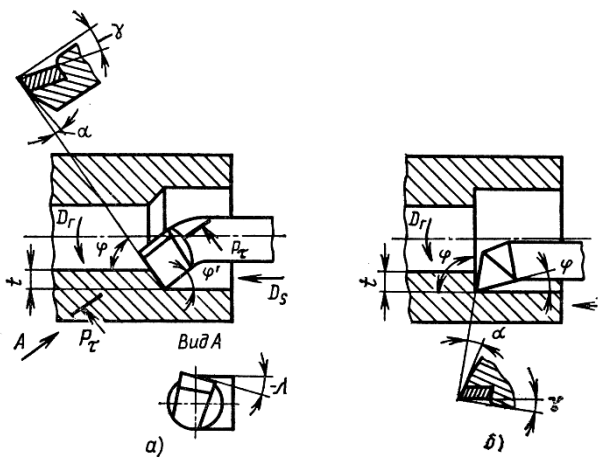


Рис. 3. Растачивание:
а – проходным расточным резцом;
б – упорным расточным резцом

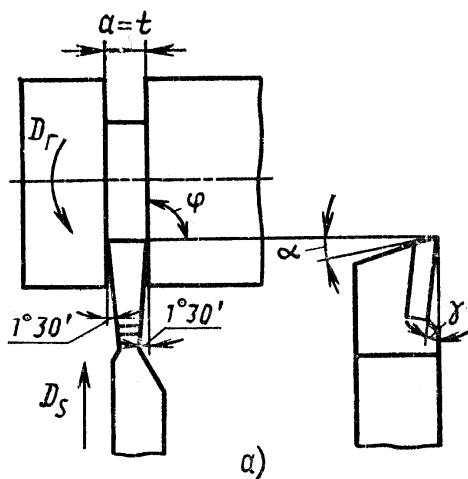


Рис. 4. Вытачивание канавки (а)
и отрезание (б)

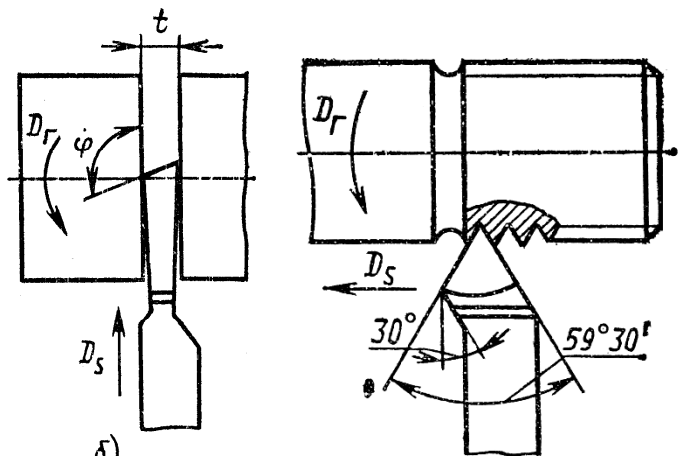


Рис. 5. Нарезание резьбы
резьбовым резцом

Резьбовые резцы (рис. 5) служат для нарезания наружной и внутренней резьбы любого профиля. Резьбовые резцы бывают однониточными и многониточными. Последние называются гребенками. Нарезание резьбы однониточным резцом по сравнению с другими методами (кроме резьбошлифования) обеспечивают наивысшую точность по шагу и профилю [3].

Для одновременной обработки цилиндрической поверхности и торцевой плоскости применяют проходные упорные резцы (рис. 8). Резец работает с продольным движением подачи. Главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$.

Подрезные резцы (рис. 9) применяют для подрезания торцов заготовок. Они работают с поперечным движением подачи инструмента по направлению к центру или от центра заготовки [1].

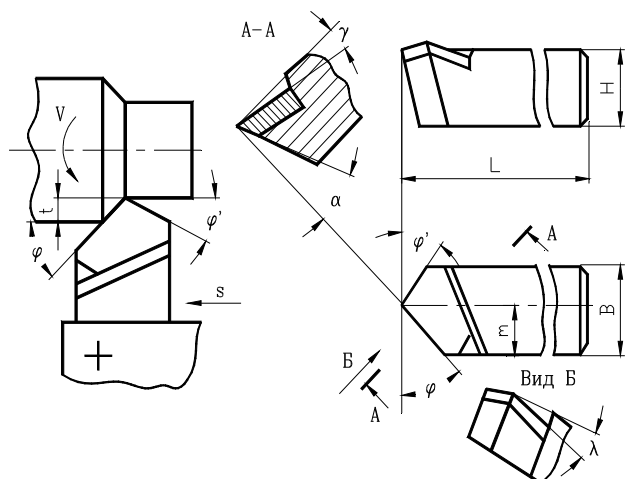


Рис. 6. Токарный проходной резец

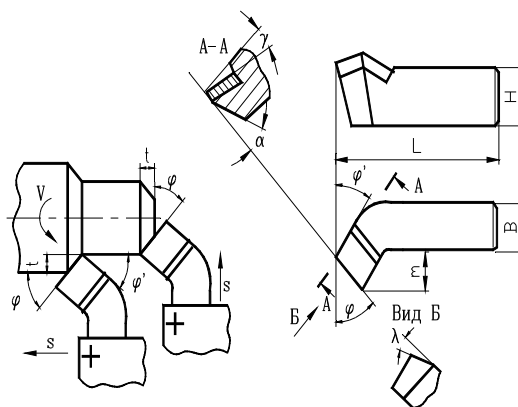


Рис. 7. Токарный проходной отогнутый резец

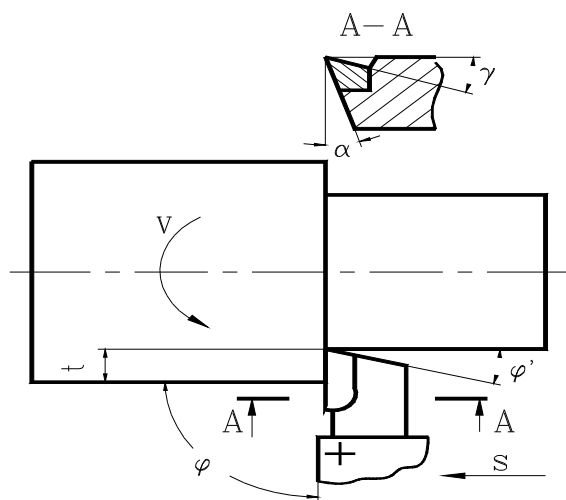


Рис. 8. Проходной упорный резец

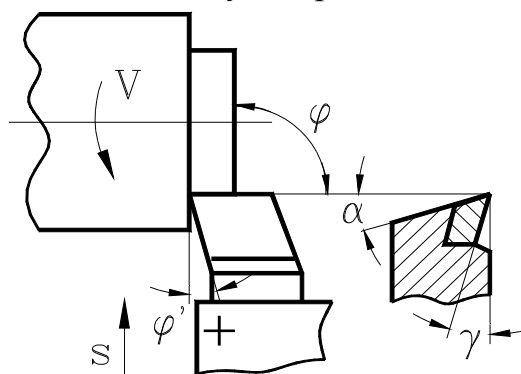


Рис. 9. Токарный подрезной резец

Если требуется получить отверстие большего диаметра или сделать канавки и выточки, то выполняют растачивание расточными резцами. Расточные резцы бывают проходные – для сквозного растачивания (рис. 3, а) и упорными – для глухого растачивания (рис.

3, б). При растачивании глубоких отверстий применяют расточные резцы, закрепленные в специальных оправках.

Отрезные резцы применяют для разрезания заготовок на части, отрезание обработанной заготовки для протачивания канавок. Отрезные резцы работают с поперечным движением подачи (рис. 8).

В зависимости от характера выполняемых операций резцы бывают черновые и чистовые. По форме и расположению лезвия относительно стержня резцы подразделяют на прямые, отогнутые, изогнутые и оттянутые. Лезвие может располагаться симметрично по отношению к оси державки резца или быть смещено вправо или влево.

По направлению движения подачи резцы бывают правые и левые. У правых резцов рабочее движение справа налево (от задней бабки к передней), а у левых слева направо.

По конструкции токарные резцы различают цельные, изготовленные из одной заготовки; составные (с неразъемным соединением его частей); с припаянными пластинами; с механическим креплением пластин; сборные (с механическим креплением отдельных вставок, на которых механически закреплены режущие пластины).

Универсальные приспособления. Закрепление заготовок с отношением длины к диаметру $L/D < 4$ производится в трехкулачковых самоцентрирующих патронах, установленных на шпинделе станка. Несимметричные относительно оси вращения заготовки закрепляют в четырехкулачковых патронах с независимым радиальным перемещением кулачков или на планшайбах с угольниками и прихватами.

Закрепление заготовок с $L/D > 4$ в патронах производится с одновременной поддержкой центром задней бабки. В зависимости от условий обработки используют жесткие, жесткие срезанные и вращающиеся центры. Заготовки с $L/D > 4$ могут устанавливаться на центрах с передачей крутящего момента от шпинделя через поводковый самозажимной патрон или поводковый центр.

Для снижения деформации при обработке маложестких заготовок ($L/D > 8$) используют поддерживающие люнеты. Люнеты бывают двух типов – подвижный, устанавливаемый на суппорте и неподвижный, закрепленный на станине.

Устройство токарно-винторезного станка [1]

Наибольшее распространение ввиду своих исключительно широких технологических возможностей получили токарно-винторезные станки, отнесенные по классификации ЭНИМС к шестому типу и имеющие в своем обозначении цифру 6 (например, 1К62, 1М63, 16К20 и др.). В отличие от токарных станков токарно-винторезные позволяют обрабатывать винтовые поверхности, так как в них вращение заготовки кинематически связано с поступательным перемещением инструмента. В современных токарно-винторезных станках эта связь осуществляется либо посредством кинематических пар, либо электронной системой управления приводами.

Все узлы токарно-винторезного станка (рис. 10) смонтированы на *станине* коробчатой формы. На станине находятся продольные направляющие. Слева к станине крепится *шпиндельная бабка*, в котором размещен механизм коробки скоростей. Коробка скоростей, в большинстве случаев представляет собой многоскоростной зубчатый редуктор с выходным валом – *шпинделем*. Коробка скоростей позволяет устанавливать различное число оборотов заготовки, тем самым регулировать скорость резания.

С правой стороны на станине находится *задняя бабка*, в коническое отверстие *пиноли* которой могут устанавливаться концевые инструменты (сверла, развертки и др.) и вспомогательная оснастка (центры). Шпиндель и отверстие пиноли расположены на общей оси, называемой линией центров. Высота *оси центров* над станиной связано с основной технологической характеристикой токарного станка – наибольшим диаметром заготовки, устанавливаемой над станиной. Для станка 1К62 этот диаметр равен

400 мм и в его обозначении характеризуется числом 2 (200 мм – высота центров).

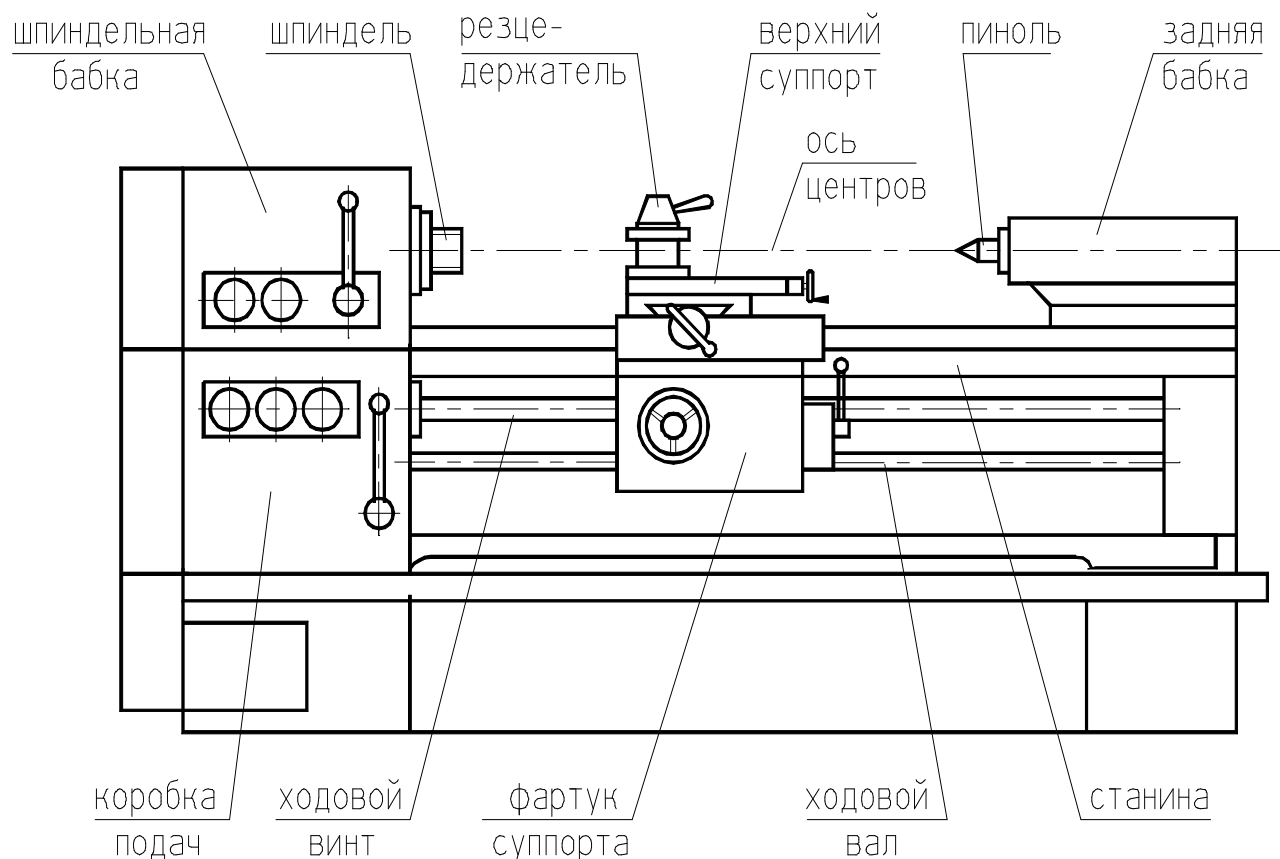


Рис.10. Основные узлы токарно-винторезного станка [3]

С левой стороны на боковой поверхности станины закреплена *коробка подач*, представляющая собой многоскоростную зубчатую передачу, которая получает вращение непосредственно от шпинделя и передает его двум своим выходным элементам: *ходовому валу* или *ходовому винту*. Ходовой винт имеется только у токарно-винторезных станков и используется для нарезания резьбы.

Между шпиндельной и задней бабками по основным направляющим станины перемещается *суппорт* на котором имеются направляющие для поперечного перемещения режущего инструмента (резцов). На многих токарных станках помимо основного имеется еще и *верхний суппорт*, установочный поворот которого вокруг вертикальной оси позволяет производить обработку конических

поверхностей. На суппорте установлен поворотный *резцедержатель*, в который может одновременно устанавливаться до четырех резцов.

При нарезании резьбы режущий инструмент совершает движение за счет ходового винта и гайки, закрепленной в *фартуке* суппорта. При всех других видах обработки движение на суппорт передается по ходовому валу через механизм фартука на реечную шестерню, которая, зацепляясь с закрепленной на станине рейкой, перемещается вместе с суппортом в продольном направлении. В станке предусмотрена блокировка, исключающая одновременное включение ходового винта и ходового вала, а также поперечного и продольного движения подачи. Механизмы суппорта сообщают инструменту, закрепленному в резцедержателе, продольное и поперечное движение подачи (ручной – от маховичков, механической – от коробки подач и ускоренной от отдельного электродвигателя). Все салазки суппорта имеют направляющие типа «ласточкин хвост» в которых предусмотрен механизм для устранения зазоров.

Обработке на токарно-винторезном станке предшествуют: установка соответствующими рукоятками частоты вращения шпинделя и подачи; настройка гитары сменных колес для нарезания точных резьб; установка и закрепление режущих инструментов, приспособлений и заготовок; изменение положения узлов суппорта и задней бабки при обработке конических поверхностей и т.п.

Обработка конических поверхностей на токарно-винторезных станках производится с изменением положения узлов станка или изменением кинематических связей между ними. Так, при обработке точных конических поверхностей верхний суппорт поворачивается вокруг вертикальной оси на α уклона конуса. Движение подачи вдоль образующей конуса сообщается салазкам верхнего суппорта.

Режимы резания и технологическое нормирование токарной обработки

Для обработки заготовки устанавливаются определенные режимы резания.

Скорость резания V (м/с или м/мин) – путь режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой заготовки в направлении главного движения за единицу времени.

Подача S (мм/об) – путь, пройденный режущей кромкой инструмента относительно вращающейся заготовки в направлении движения подачи за один оборот заготовки. Подача может быть продольной, если инструмент перемещается параллельно оси вращения заготовки, и поперечной, если инструмент перемещается перпендикулярно этой оси.

Глубина резания t (мм) определяется толщиной снимаемого слоя металла, измеренной по перпендикуляру к обработанной поверхности, за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности [4].

На токарном станке скорость резания задается опосредованно, через частоту вращения шпинделя n . Эти параметры связаны следующим соотношением:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}, \quad (1)$$

где d – диаметр детали после обработки, n – частота вращения шпинделя станка [4].

Подача задается в явном виде. Поскольку коробка подач – механический многоступенчатый редуктор, то подача может принимать только строго определенные дискретные значения, образующие ряды подач.

Глубина резания при точении задается поперечной подачей резцедержателя.

Режимы резания определяют параметры полученной поверхности, её точность, шероховатость и т.д. Поэтому их выбор обусловлен данными рабочего чертежа детали. При проектировании технологической операции необходимо решить, какой способ обработки использовать для получения заданных точности и шероховатости, сколько проходов необходимо для этого выполнить.

Режимы резания могут быть рассчитаны по формулам, а могут быть выбраны из справочников.

Норма времени на выполнение какой-либо токарной операции напрямую зависит от режимов обработки. Технологическое (основное) время – это время, затрачиваемое на непосредственное выполнение работ, связанных с изменением формы, размеров и свойств детали, оно определяется по общей формуле

$$T_0 = \frac{L}{S_m} \cdot i, \quad (2)$$

где L – полный путь перемещения резца относительно обрабатываемой поверхности: $L=l+l_1+l_2$, здесь l – длина обрабатываемой поверхности, мм; l_1 – величина врезания инструмента, мм; l_2 – величина перебега инструмента в направлении подачи, мм; S_m – путь инструмента, пройденный в направлении подачи за одну минуту, мм [5].

При обтачивании и растачивании основное время определяется по формуле

$$T_0 = \frac{\pi D L}{1000 \cdot V \cdot S}, \quad (3)$$

где D – диаметр обработки, мм; V – скорость резания, м/мин, s – подача, мм/об.

При подрезании торца и отрезки заготовки отрезными резцами

$$T_0 = \frac{\pi D^2}{4000 \cdot V \cdot S}, \quad (4)$$

а при отрезке кольца или подрезке торца в кольцевой заготовке

$$T_0 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4000 \cdot V \cdot S}, \quad (5)$$

где D и d – соответственно наибольший и наименьший диаметры кольца, мм.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется на токарно-винторезном станке 1К62. Станок оснащен трехкулачковым самоцентрирующим патроном и вращающимся центром, установленным в пиноли задней бабки.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- надежно закреплять заготовку и резец;
- не оставлять ключ в патроне станка;
- для предохранения от стружки пользоваться защитным экраном и очками.

1. Ознакомиться со всеми разделами указаний к лабораторной работе №1.
2. Получить у преподавателя эскиз детали.
3. Проанализировать информацию по детали и определить маршрут её обработки.
4. Выбрать по справочнику скорость резания, подачу, определить глубину резания и частоту вращения шпинделя.
5. Рассчитать технологическое время для каждого из основных переходов технологической операции и суммарное технологическое время для всей операции.
6. Провести обработку детали по рассчитанным режимам времени, вести хронометраж и сравнить фактическое технологическое время операции с расчетным.
7. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Содержание технологической операции, режимы резания и основное время заносятся в таблицу 1.

Таблица 1.

Результаты расчета элементов режима резания и основного времени

№ п/п	Содержание перехода	Режим резания				Основное время ТО, мин.
		n, об/мин	V, м/мин	S, мм/об	t, мм	

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- надежно закреплять заготовку и инструмент;
- не оставлять ключ в патроне станка;
- для предохранения от стружки пользоваться защитным экраном и очками.

Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе выполняется на листах формата А4 (без рамки и основной надписи) и должен содержать:

- Наименование работы.
- Наименование, модель и характеристика станка.
- Марка и характеристика обрабатываемого материала.
- Эскиз заготовки с необходимыми размерами.
- Геометрия резца.
- Описание операции (таблица).
- Выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается особенность токарно-винторезного станка?
2. Перечислите работы, выполняемые на токарных станках.
3. Какие приспособления применяются при обработке заготовок с соотношением диаметра и длины $L/D > 8$?
4. Каким соотношением связаны скорость резания и частота вращения шпинделя?
5. Как называется выходной вал коробки скоростей?
6. Как называется выходной вал коробки подачи?
7. Возможно ли установить на токарно-винторезном станке 16К20 установить произвольную частоту вращения шпинделя?
8. Для чего используется коническое отверстие в пиноли задней бабки?
9. От каких параметров зависит выбор режима резания?
10. Какие приспособления используются для закрепления деталей на токарных станках?
11. Как рассчитываются скорость резания, глубина резания, основное время?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Цель работы: ознакомление с принципами обработки отверстий концевым инструментом, конструкцией и устройством вертикально-сверлильного станка, изучение режущего инструмента и технологических возможностей сверлильных станков. Усвоение основных правил составления технологических операций по обработке отверстий.

Общие сведения о методах обработки отверстий осевым инструментом

Для обработки отверстий резанием необходимо сочетание двух формообразующих движений: главного движения резания (D_r) и в виде быстрого вращения инструмента или заготовки вокруг оси обрабатываемого отверстия и движения подачи S в виде перемещения инструмента или заготовки вдоль оси обрабатываемого отверстия. Таким образом, при обработке отверстий вращательное движение суммируется с поступательным и каждая точка режущих кромок инструмента совершает результирующее движение по винтовой траектории, расположенной на поверхности кругового цилиндра [3].

За **скорость главного движения резания** при обработке отверстий принимают окружную скорость точки на максимальном диаметре обрабатываемой поверхности.

Наиболее широкое распространение при обработке отверстий получили операции сверления (рис 11, а), зенкерования (рис. 11, б), развертывания (рис. 11, в), растачивания, нарезания внутренней резьбы и обработки центровых отверстий.

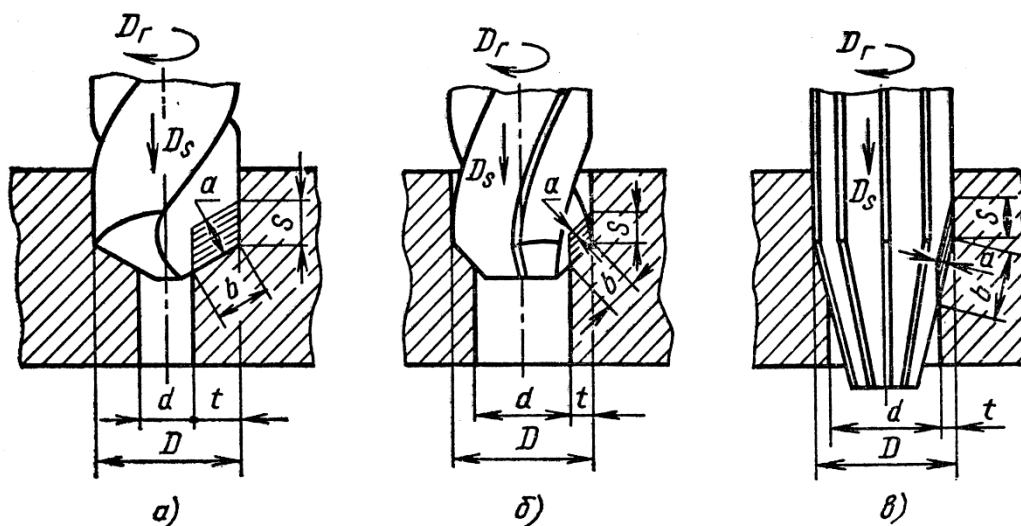


Рис. 11. Элементы режима резания и срезаемого слоя при рассверливании, зенкерования и развертывании [3].

Сверление используют при получении глухих и сквозных отверстий в сплошном материале. Обработанные сверлением отверстия имеют параметр шероховатости $Ra = 12,5$ мкм и точность, соответствующую 12 – 14-му качеству. Отверстия, обработанные сверлом, используют обычно для болтовых соединений либо для последующего нарезания резьбы.

Зенкерование применяют при обработке глухих и сквозных отверстий, предварительно обработанных сверлением либо полученных литьем или ковкой (штамповкой). Обработка при зенкерования проводится многозубым инструментом – зенкером ($z = 3 \dots 8$). Увеличенное по сравнению со сверлом число режущих зубьев зенкера позволяет получить при зенкерования более точное по форме и размеру отверстие. При этом обеспечивается параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra = 6,3$ мкм.

Развертывание выполняется обычно после зенкерования или растачивания и является финишной обработкой точных отверстий. В среднем при развертывании достигается точность, соответствующая 6 – 9-му качеству, и $Ra = 0,32 \dots 1,25$ мкм. Развертывание осуществляется развертками, представляющими собой многолезвийный инструмент с четным числом зубьев (обычно $z \geq 4$).

Для развертывания характерна очень малая глубина резания, которая в зависимости от диаметра отверстия составляет $0,1 \div 0,4$ мм.

Устройство вертикально-сверлильного станка

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий сверлами, зенкерами, развертками, раскатниками и осевыми комбинированными инструментами. Эти станки также используют при нарезании внутренних резьб, при получении конических и цилиндрических углублений, для обработки плоских торцов бобышек и приливов, вырезания дисков и колец из листовых заготовок. С помощью приводов сверлильных станков получают необходимые формообразующие движения: главное движение резания – вращение заготовки или инструмента и движение подачи – поступательное перемещение инструмента вдоль оси вращения.

Вертикально-сверлильные станки имеют вертикальное расположение оси шпинделя и выпускаются в двух исполнениях: настольном и напольном. Основной характеристикой вертикально-сверлильных станков является наибольший диаметр просверливаемого отверстия в стали с $\sigma_b = 500 \dots 600$ МПа. Для настольных станков этот диаметр не превышает 16 мм, а для напольных – 75 мм. Значение наибольшего диаметра сверления входит в обозначение серийно выпускаемых станков как характеристика их технологических возможностей. Например, в обозначении вертикально-сверлильного станка 2Н12 последние две цифры указывают, что наибольший диаметр просверливаемого отверстия этого станка равен 25 мм.

В вертикально-сверлильных станках напольного исполнения приводы главного движения и движения подач выполнены в виде шестеренных коробок скоростей 3 и подач 2 и размещены на коробчатой станине 4, закрепленной на фундаментной плите 5 (рис. 12).

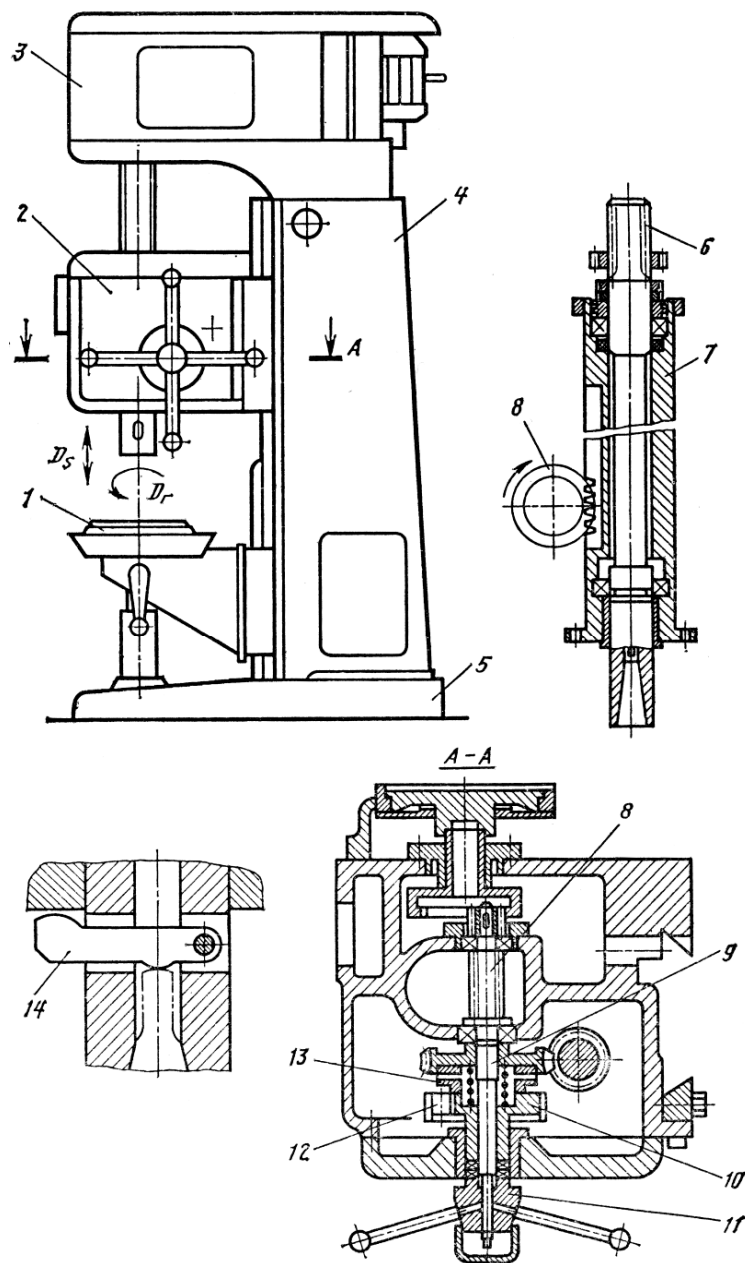


Рис. 12. Вертикально-сверлильный станок

Внутренняя полость фундаментной плиты часто используется как резервуар для хранения СОТС. На вертикальных направляющих станины подвижно установлены стол *1* для заготовок и шпиндельная бабка, уравновешенная противовесом. Стол для установки заготовок снабжен ручным приводом вертикальных перемещений.

Кинематика вертикально-сверлильных станков такова, что приводной двигатель вращает входной вал коробки скоростей, а ведомый вал коробки подачи получает вращение от одного из

промежуточных валов коробки скоростей. Выходными элементами коробки скоростей и коробки подач является соответственно шпиндель 6 и шпиндельная гильза 7. Шпиндель установлен на подшипниках во внутреннем отверстии шпиндельной гильзы 7, а на верхнем конце шпинделя имеется участок со шлицами для непрерывной передачи инструменту вращения при его поступательном перемещении. Движение подачи на рейку, выполненную на шпиндельной гильзе, поступает от шестерни 8, соосно с которой на поперечном валу 9 установлен механизм подачи. Он состоит из кулачковой муфты 11, закрепленной на штурвале, и обгонной муфты, ступица 10 которой связана собачками 12 с двусторонним храповым диском 13.

Механизм подачи обеспечивает работу станка в следующих режимах; ручной подвод инструмента к заготовке, включение механической подачи, ручное опережение движения подачи, выключение механической подачи, ручной отвод инструмента от заготовки, ручная подача, обычно используемая при нарезании резьбы метчиком. Для извлечения инструментов в станке предусмотрено устройство в виде кулачка 14, шарнирно установленного в пазу шпинделя. Кулачок при подходе шпиндельного узла к крайнему верхнему положению останавливается, упираясь в стенку бабки, и выталкивает инструмент из отверстия шпинделя [4].

Режимы резания и технологическое нормирование при обработке отверстий

Скорость резания рассчитывается по формуле (1), но в ней n – частота вращения инструмента, об/мин; D – наибольший диаметр обработки, мм.

Подачей на оборот S (мм/об) называют расстояние, пройденное рассматриваемой точкой в направлении движения подачи за один оборот инструмента или заготовки.

При обработке отверстия в сплошном материале глубина резания t определяется как половина диаметра отверстия: $t=D/2$. При рассверливании, зенкерования, развертывании и растачивании глубина резания определяется как полуразность диаметров до и после обработки: $t=(D-d)/2$.

Основное (технологическое) время при обработке отверстий различными методами рассчитывают по формуле (3), При обработке глухих отверстий эта величина равна нулю. В остальных случаях $l_2=0,5...3 \text{ мм}$ [5].

Порядок выполнения работы

Обработка заготовки производится на вертикально-сверлильном станке 2 Н125.

1. Ознакомиться со всеми разделами указаний к лабораторной работе №2.
2. Получить у преподавателя эскиз детали.
3. Проанализировать информацию по детали и определить маршрут её обработки.
4. Выполнить эскиз технологической наладки, включающий в себя изображение заготовки с выделенными жирными линиями обрабатываемыми поверхностями; движения инструмента относительно заготовки; инструмент в конечном положении.
5. Выбрать по справочнику скорость резания, подачу, определить глубину резания и частоту вращения инструмента.
6. Рассчитать технологическое время для каждого из основных переходов технологической операции и суммарное технологическое время для всей операции.
7. Провести обработку детали по рассчитанным режимам времени, вести хронометраж и сравнить фактическое технологическое время операции с расчетным.
8. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Содержание технологической операции, режимы резания и основное время заносятся в таблицу 1.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- надежно закреплять заготовку и инструмент;
- не оставлять ключ в патроне станка;
- для предохранения от стружки пользоваться защитным экраном и очками.

Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе выполняется на листах формата А4 (без рамки и основной надписи) и должен содержать:

- Наименование и цель работы.
- Краткие сведения о режиме резания и особенностях обработки отверстий.
- Марка и характеристика станка, приспособлений, инструмента.
- Эскиз заготовки с необходимыми размерами.
- Технологическая наладка.
- Маршрут обработки заготовки, расчеты режима резания и основного времени.
- Выводы.

Контрольные вопросы.

1. В чем принципиальное отличие токарной обработки от сверления?
2. Сколько зубьев у режущего инструмента – зенкера?
3. Назовите параметры поверхностей, обработанных сверлением, зенкерованием, развертыванием.

4. Чему равен максимальный диаметр сверления для универсальных вертикально-сверлильных станков напольного исполнения?
5. Чему равна глубина резания при сверлении отверстия в сплошном материале?
6. Какие способы обработки отверстий следует использовать, чтобы получить отверстие диаметром 20H7?
7. На что указывают две последние цифры в маркировке сверлильного станка?
8. Возможно ли сверление системы отверстий в заготовке на вертикально-сверлильном станке без перемещения заготовки на столе станка?
9. Какие работы можно выполнять на вертикально-сверлильных станках?
10. От чего зависит величина врезания сверла?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ФРЕЗЕРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Цель работы: Ознакомление с видами и особенностями фрезерования, получение навыков расчета режимов и производительности обработки на фрезерных станках.

Виды фрезерования

Фрезерование является одним из самых высокопроизводительных методов обработки поверхностей резанием. Фрезерование осуществляется многолезвийным режущим инструментом – фрезой. Фреза представляет собой тело вращения, по периферии которого или на торце расположены режущие элементы – зубья фрезы. Каждый зуб фрезы можно рассматривать как резец с присущими ему конструктивными и геометрическими параметрами: передние и задние поверхности, главные и вспомогательные режущие кромки, геометрические параметры: углы α , β , γ и т. п. (рис. 13) [3].

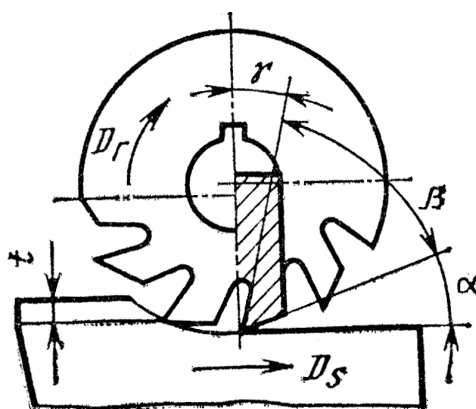


Рис 13. Зуб фрезы – резец

Метод формообразования поверхностей фрезерованием характеризуется вращательным движением инструмента (*главное движение* V) и, как правило, поступательным движением заготовки, что является движением подачи S (рис. 13; 14; 15).

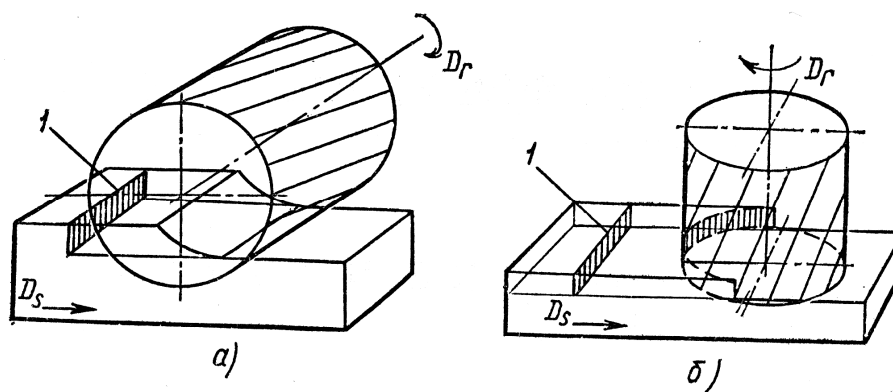


Рис 14. Расположение осей вращения инструментов на станках:
 а – горизонтально-фрезерном; б – вертикально-фрезерном

Особенностью фрезерования является его прерывистость в отличие от формообразования поверхности на токарном, сверлильном и некоторых других станках, где режущие кромки находятся в контакте с обрабатываемой заготовкой до окончания резания. Каждый режущий элемент (зуб фрезы) в процессе фрезерования находится в контакте с заготовкой, выполняя работу резания, только в течение некоторой части оборота до следующего врезания. Вследствие этого врезание каждого зуба фрезы сопровождается ударами и приводит к неравномерности резания. Такой режим обработки сопровождается вибрациями, повышенным изнашиванием зубьев вследствие микро- и макровыкрашивания, термоупругих разрушений, отрицательно сказывается на точности обрабатываемой заготовки и шероховатости ее поверхности.

При фрезеровании инструмент – фреза, вращаясь вокруг своей оси, образует тело вращения, режущие элементы которого формируют, снимая припуск, ту или иную поверхность. Наиболее распространенное пространственное расположение оси фрезы вертикальное на вертикально-фрезерном станке и горизонтальное на горизонтально-фрезерном станке (рис. 14, а, б). Ось вращения инструмента может быть расположена и под определенным углом относительно обрабатываемой заготовки на широко универсальных фрезерных станках.

Наиболее распространенными являются цилиндрическое и торцовое фрезерование. При цилиндрическом фрезеровании срезание припуска производится режущими элементами фрезы, расположенными по образующей тела вращения, и зуб фрезы снимает слой металла переменной толщины (рис. 15, б).

При торцовом фрезеровании лезвийным инструментом с торцовыми зубьями зуб фрезы снимает слой металла практически постоянной толщины (рис. 3, а).

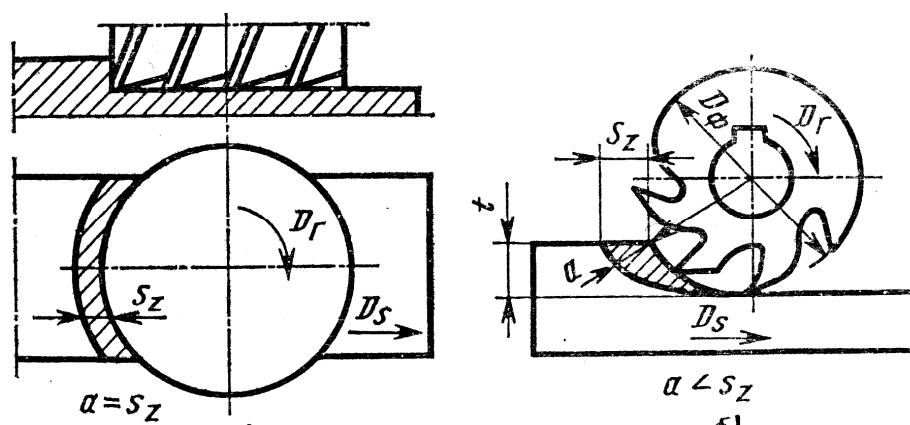


Рис. 15. Толщина стружки при торцовом (а) и цилиндрическом (б) фрезеровании

Встречное и попутное фрезерование

Фрезерование, при котором фреза и заготовка движутся навстречу друг другу, называют встречным. Фрезерование называют попутным, если направления движения фрезы и заготовки совпадают. *Встречное фрезерование* – наиболее распространенный способ фрезерования, характеризующийся тем, что нагрузка на каждый зуб фрезы увеличивается постепенно, так как толщина срезаемого слоя изменяется от нуля при входе зуба до максимума перед выходом зуба (рис. 16) [6].

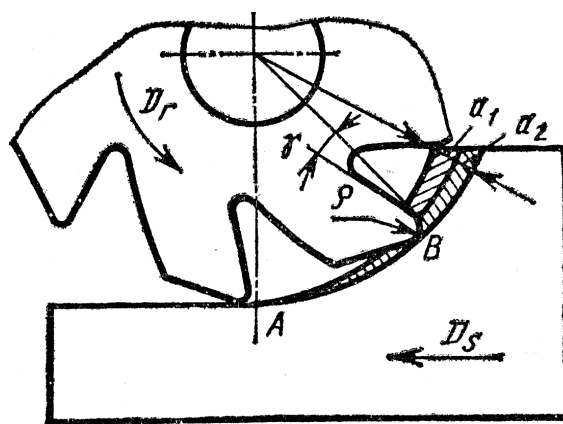


Рис. 16. Схема срезания припуска при встречном фрезеровании

Так же, как и любой лезвийный инструмент, зуб фрезы, даже при самой тщательной заточке, обладает начальным радиусом округления r (см. рис. 16), поэтому срезание стружки начинается лишь в точке B , где вступает в резание зуб с положительным передним углом γ . Зона AB – зона начального скольжения, которая существенно увеличивает износ по задней грани зуба. Расчетная толщина срезаемой стружки a включает в себя две зоны a_1 и a_2 . Зона a_1 срезается зубом, а зона a_2 , обладая упругопластическими свойствами, участвует в изнашивании зуба и нагартовывается на заготовку. Толщина зоны a_2 равна радиусу округления зуба фрезы. Вертикальная составляющая силы резания P_v стремится прижать фрезу к заготовке. Сила реакции P_v при значительной толщине срезаемого слоя стремится компенсировать зазоры между столом и направляющими салазок и станины, вызывая вибрации и ухудшая качество обработанной поверхности (увеличивается шероховатость, волнистость и др.).

Несмотря на недостатки, встречное фрезерование наиболее распространено, так как припуск снимается из-под корки и вероятность «подрыва» заготовки отсутствует: функциональный зазор δ в паре ходовой винт 2 – гайка 1 (рис 17, а) не влияет на резание, так как гайка, вращаясь и перемещая винт (а следовательно, и стол фрезерного станка) в направлении подачи, постоянно прижимает одну и ту же сторону профиля резьбы винта 2. Такому прижиму содействует и горизонтальная составляющая реакции силы

резания P'_n , так как направление этой реакции составляющей силы резания противоположно направлению движения подачи. Это способствует равномерному перемещению стола фрезерного станка с заготовкой.

При *попутном фрезеровании* реакция вертикальной составляющей силы резания P'_v (рис. 17, б) прижимает заготовку к столу, стол прижимается к направляющим салазок и станине. Это способствует отсутствию вибрации, более равномерному снятию припуска. Зуб фрезы начинает снимать стружку почти сразу же с наибольшей толщиной и подвергается наибольшей нагрузке. Начальное скольжение отсутствует, увеличивая тем самым стойкость (до 3 раз при малых толщинах среза). При наличии у заготовки корки (если заготовка литая или получена методом обработки давлением) стойкость фрезы, работающей по этой схеме, мала и более приемлемо встречное фрезерование. При попутном фрезеровании, несмотря на лучшие условия срезания припуска, чем при встречном, существует опасность захвата (или «подрыва») заготовки. Чем больше функциональный зазор δ в паре (винт – гайка), тем больше опасность «подрыва» и поломки инструмента.

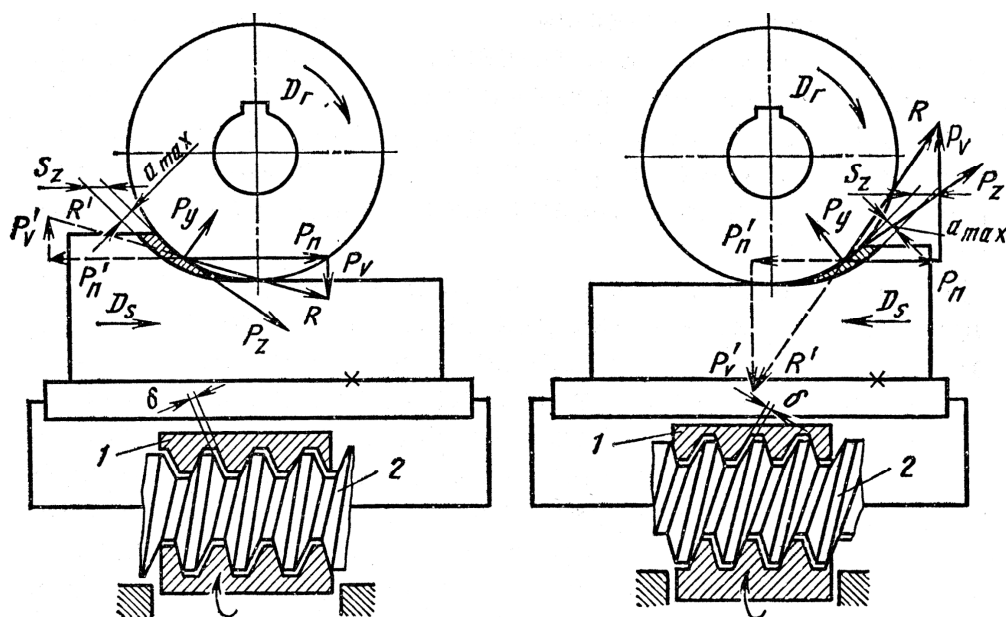


Рис.17. Схема фрезерования и составляющие силы резания:
а – при встречном фрезеровании; б – при попутном фрезеровании

При схеме попутного фрезерования (см. рис. 17, б) гайка вращает винт также при отсутствии зазора между витками гайки и одной (правой на рис. 17, б) из сторон профиля винта. Но так как окружная скорость фрезы больше скорости движения подачи, реакция горизонтальной составляющей силы резания P_n , действующая на заготовку в направлении подачи, сместит при определенных условиях профиль винта по отношению к профилю резьбы гайки в крайнее левое положение, компенсируя функциональный зазор δ . В этом положении путь, пройденный заготовкой, увеличится на величину δ . В реальных условиях увеличенная подача на зуб составляет 0,2 – 0,4 мм/зуб и происходит захват заготовки, что приводит либо к поломке фрезы, либо к «подрыву» заготовки.

При торцовом фрезеровании присутствует встречное и попутное фрезерование. На рис. 6 при торцовом фрезеровании заготовки шириной B в том случае, когда $B > 1/2 D_\phi$ одновременно в срезании припуска участвуют две схемы фрезерования. В той части заготовки, где вектор главного движения (вращение фрезы) совпадает с направлением движения заготовки (подачи) (рис. 18, а), фрезерование происходит как попутное (зона а). И соответственно там, где векторы главного движения и движение подачи направлены навстречу, – как встречное (зона б).

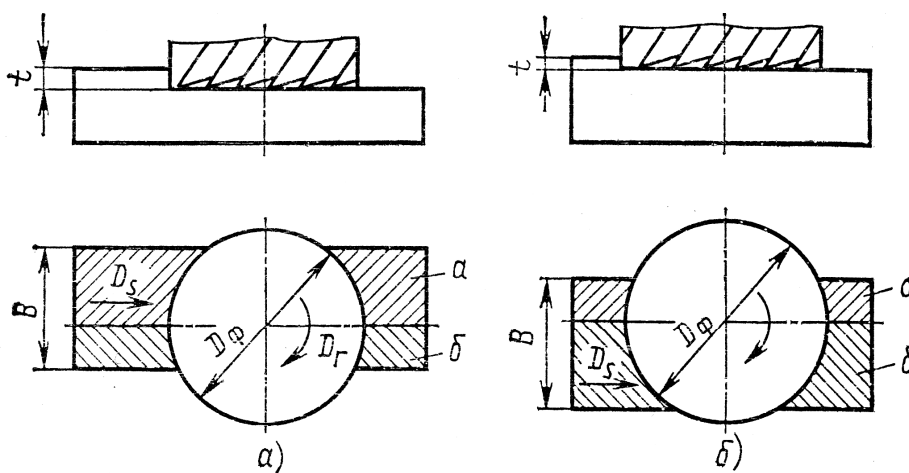


Рис. 18. Попутное и встречное фрезерование торцовыми фрезами

Если фрезерование выполняют не на специальном станке (где функциональный зазор δ отсутствует или настолько мал, что им можно пренебречь), а на обычных универсальных фрезерных станках, следует работать таким образом, чтобы избежать «подрыва» заготовки, т. е. чтобы зона b заготовки была больше зоны a (рис. 6, б). В крайнем случае зоны a и b равны, т. е. фреза расположена симметрично относительно обрабатываемой заготовки [7].

Расчет режимов и производительности резания

Скорость (м/мин) главного движения фрезерования определяют по формуле:

$$V = \frac{\pi D_{\phi} n_{\phi}}{1000}, \quad (6)$$

где D_{ϕ} – наибольший диаметр фрезы, мм (или в м по системе СИ); n_{ϕ} , – частота вращения фрезы соответственно, мин^{-1} или с^{-1} .

Подачу подсчитывают на зуб фрезы – S_z (мм/зуб) или на оборот фрезы – S_i , (мм/об). На фрезерных станках величина подачи устанавливается в виде скорость перемещения рабочих органов V_s (мм/мин) или минутной подачи S_m . Минутная подача S_m (мм/мин) рассчитывается через подачу на оборот:

$$S_o = S_z \cdot z, \text{ мм/об};$$

$$V_s = S_m = S_o \cdot n_{\phi} = S_z \cdot z \cdot n_{\phi},$$

где z – число зубьев фрезы [5].

Глубина резания t – кратчайшее расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями (см. рис. 15).

К параметрам фрезерования относят такие и ширину фрезеруемой поверхности B (рис. 19), измеренную в направлении, параллельном оси фрезы при цилиндрическом фрезеровании и перпендикулярном направлению движения подачи при торцовом

фрезеровании. Зная ширину срезаемого слоя B (мм), глубину резания t (мм), скорость подачи V_s (мм/мин), длину заготовки L , а также параметры режима фрезерования, можно подсчитать и производительность фрезерования ($\text{см}^3/\text{ч}$) – количество металла (объем или масса), преобразованного в стружку [3]:

$$Q = \frac{B \cdot t \cdot S_o}{1000} \cdot 60. \quad (7)$$

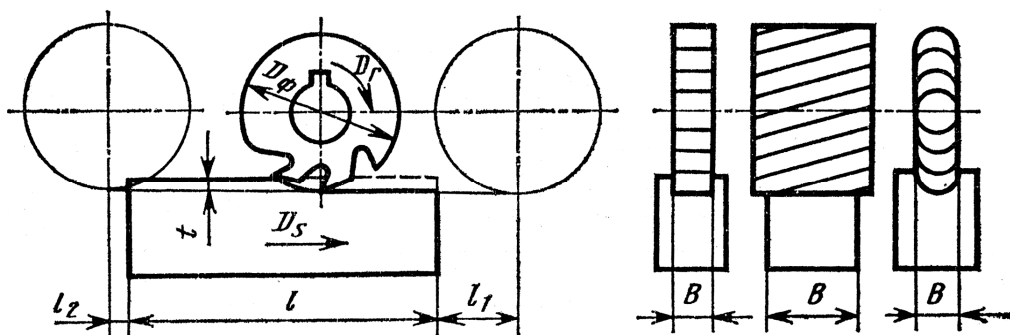


Рис. 19. Путь, пройденный инструментом при фрезеровании фасонными, дисковыми и цилиндрическими фрезами

Пример. Найти производительность процесса фрезерования, если: материал Ст3, число зубьев фрезы $z = 10$, частота вращения фрезы $n_{\phi} = 100 \text{ мин}^{-1}$, ширина фрезерования $B = 30 \text{ мм}$, глубина $t = 6 \text{ мм}$, подача на зуб $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$:

$$S_o = S_z z = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ мм/об};$$

$$S_b = S_o n_{\phi} = 1 \cdot 100 = 100 \text{ мм/мин};$$

$$Q = \frac{B \cdot t \cdot S_o}{1000} \cdot 60 = 1080 \text{ см}^3/\text{ч}$$

Масса снятого за 1 ч металла $m = 1080 \cdot 7,8 = 9,424 \text{ кг}$.

При техническом нормировании рассчитывают основное время.

В общем случае

$$T_o = \frac{L}{V_s} \cdot i, \quad (8)$$

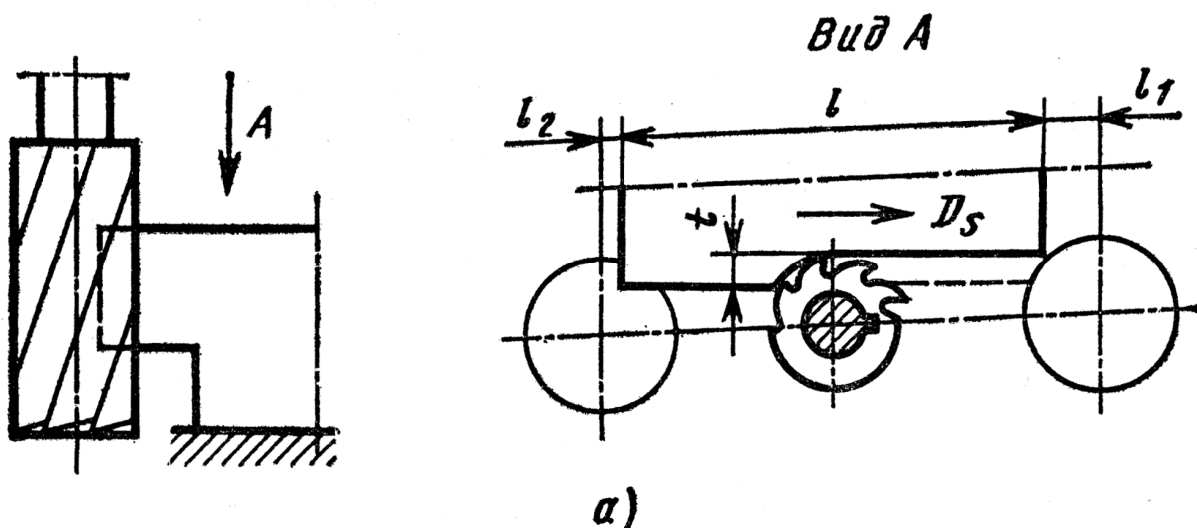
где L – путь, пройденный инструментом, мм, i – число рабочих ходов, необходимое для снятия всего припуска.

Расчетный путь, пройденный инструментом, помимо длины (ширины) обрабатываемой заготовки включает также дополнительный путь для врезания фрезы на заданную глубину резания l_1 , и перебега фрезы l_2 (мм) после завершения обработки:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (9)$$

где l – длина (ширина) заготовки в (мм).

При фрезеровании цилиндрическими, фасонными, а также концевыми и дисковыми фрезами (рис. 19) $l_1 = \sqrt{t(D-t)} + (0,5...3)$ мм, $l_2 = (1...5)$ мм. При симметричном фрезеровании торцовыми и концевыми фрезами (рис. 20) $l_1 = 0,5(D_{\text{ин}} - \sqrt{D_{\text{ин}}^2 - B^2}) + (0,5...3,5)$ мм, $l_2 = (1...6)$ мм. При несимметричном фрезеровании торцовыми и дисковыми фрезами (рис. 9) $l_1 = \sqrt{t(D-t-2b)} + (0,5...3)$ мм, $l_2 = (1...4)$ мм. Все остальные виды фрезерования могут быть рассмотрены как частные перечисленных выше, и l_1, l_2 могут определяться аналогично в каждом конкретном случае.



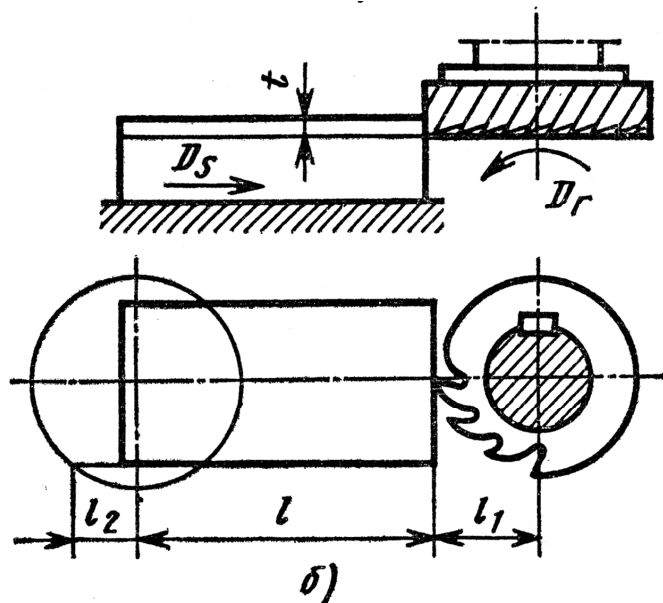


Рис. 20. Путь, пройденный инструментом при фрезеровании вертикальной плоскости (а) пальцевой фрезой, симметричном фрезеровании торцевой фрезой горизонтальной плоскости (б)

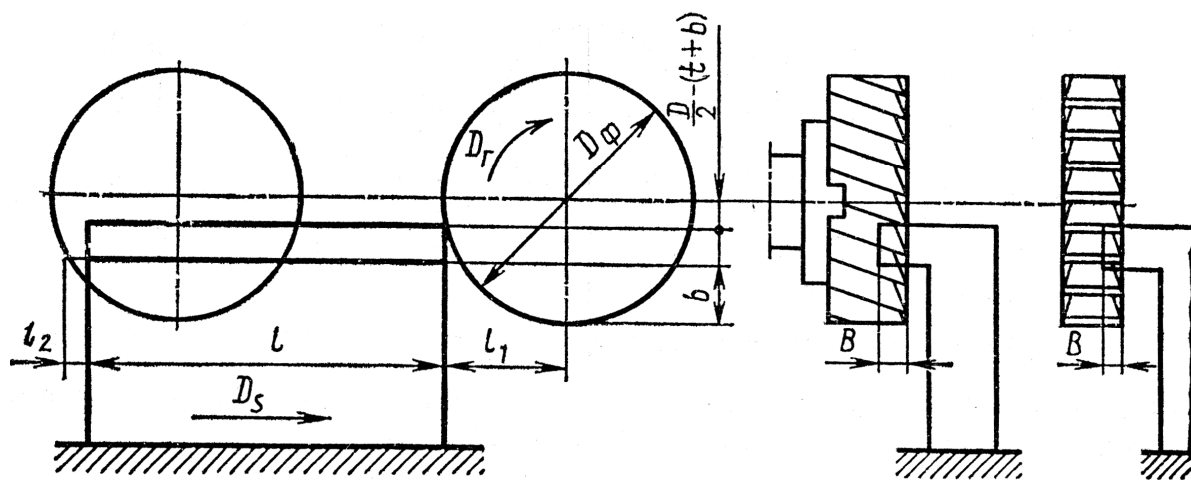


Рис. 21. Путь, пройденный инструментом при несимметричном фрезеровании торцевыми и дисковыми фрезами

ЗАДАНИЕ: Определить скорость резания V ; подачи S_0 , S_M ; производительность фрезерования Q ; основное время T_0 .

ВАРИАНТЫ

1. Параметры поверхности: ширина 120 мм, длина 250 мм. Фреза торцовая $D=55$ мм. Материал детали Сталь 45 ($7,85 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=630$ об/мин; $t=0,5$ мм; $Sz=0,11$ мм/зуб

2. Параметры поверхности: ширина 45 мм, длина 70 мм. Фреза цилиндрическая $B=50$ мм. Материал детали Латунь Л96 ($8,85 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=250$ об/мин; $t=0,3$ мм; $Sz=0,074$ мм/зуб

3. Параметры поверхности: ширина 60 мм, длина 75 мм. Фреза цилиндрическая $B=75$ мм. Материал детали Ст3 ($7,8 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=800$ об/мин; $t=0,7$ мм; $Sz=0,13$ мм/зуб

4. Параметры поверхности: ширина паза 30 мм, длина паза 50 мм. Фреза дисковая $B=30$ мм. Материал детали Алюминий АЛ1 ($2,75 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=315$ об/мин; $t=0,4$ мм; $Sz=0,12$ мм/зуб

5. Параметры поверхности: ширина 25 мм, длина 160 мм. Фреза концевая $D=20$ мм. Материал детали Сталь 45 ($7,85 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=500$ об/мин; $t=0,5$ мм; $Sz=0,11$ мм/зуб

6. Параметры поверхности: ширина 45 мм, длина 100 мм. Фреза торцовая $D=55$ мм. Материал детали чугун серый ($7,2 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=400$ об/мин; $t=0,25$ мм; $Sz=0,14$ мм/зуб

7. Параметры поверхности: ширина 80 мм, длина 200 мм. Фреза торцовая $D=45$ мм. Материал детали бронза БрОФ7-0,2 ($8,6 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=1250$ об/мин; $t=1,2$ мм; $Sz=0,17$ мм/зуб

8. Параметры поверхности: ширина 500 мм, длина 670 мм. Фреза концевая $D=60$ мм. Материал детали Алюминий АЛ9 ($2,66 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=1500$ об/мин; $t=1,4$ мм; $Sz=0,12$ мм/зуб

9. Параметры поверхности: ширина 63 мм, длина 90 мм. Фреза торцовая $D=55$ мм. Материал детали латунь Л60 ($8,4 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=315$ об/мин; $t=0,76$ мм; $Sz=0,07$ мм/зуб

10. Параметры поверхности: ширина 78 мм, длина 270 мм. Фреза цилиндрическая $B=100$ мм. Материал детали чугун антифрикционный ($7,6 \text{ г/см}^3$). Режимы резания: $n=250$ об/мин; $t=0,4$ мм; $Sz=0,1$ мм/зуб

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы
2. Схема обработки на фрезерных станках (рис. 1), сведения об основных особенностях фрезерования.
3. Расчет режимов обработки.
4. Расчет производительности фрезерования (вариант указывает преподаватель).

Контрольные вопросы.

1. Каковы особенности фрезерования?
2. Возможна ли обработка поверхности цилиндрической фрезой, если ширина фрезы меньше ширины обрабатываемой поверхности?
3. В чем причина возникновения дефекта волнистости при обработке по схеме встречного фрезерования?
4. При каком виде фрезерования возрастает вероятность разрушения зубьев фрезы при обработке литых и кованных заготовок?
5. Какое фрезерование – встречное или попутное – рекомендуется применять? Почему?
6. Какой вид подачи задается на фрезерных станках?
7. По какой схеме реализуется торцовое фрезерование – встречной или попутной?
8. От каких факторов зависит производительность фрезерования?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Фещенко В. Н., Махмутов Р. Х. «Токарная обработка» Учебн. для ПТУ 2-е изд. перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990г. – 303с. ISBN 5-06-000931-9
- 2 Маталин А. А. «Технология машиностроения» Учебник для студентов вузов Ленинград, изд-во «Машиностроение», Ленинградское отделение 1985г.
- 3 Горелов В.В., Родионов Л.Ф., Уютов А.А. Технология, машины, оборудование машиностроительного производства: Учебное пособие в 3-х частях. Ч. 2. Самара: Изд. СамГТУ, 2000.
- 4 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2. Москва: Машиностроение, 1985.
- 5 Морозов И.М., Гузеев В.И., Фадюшин С.А. Техническое нормирование операций механической обработки: Учебное пособие. Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003.
- 6 Панов А.А., Аникин В.В., Бойм Н.Г. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Москва: Машиностроение, 2004.
- 7 Бабук В.В., Шкред В.А., Кривко Г.П., Медведев А.И. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учебное пособие. Минск: Высшэйшая школа, 1987.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ	4
Общие сведения о токарной обработке	4
Устройство токарно-винторезного станка [1].....	10
Режимы резания и технологическое нормирование	13
Порядок выполнения работы.....	15
Содержание отчета	16
Контрольные вопросы	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ.....	18
Общие сведения о методах обработки отверстий осевым инструментом.....	18
Устройство вертикально-сверлильного станка	20
Режимы резания и технологическое нормирование	22
Порядок выполнения работы.....	23
Содержание отчета	24
Контрольные вопросы.....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ФРЕЗЕРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ.....	26
Виды фрезерования	26
Встречное и попутное фрезерование	28
Расчет режимов и производительности резания	32
Содержание отчета	37
Контрольные вопросы.....	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	38

Практикум

ЦОЙ Александр Дмитриевич,

**Разработка технологических процессов
механической обработки при производстве и ремонте
транспортных и транспортно-технологических
машин и оборудования**

Редакторы:

Е.С. Захарова

И.А. Назарова

Подписано в печать 24.06.15 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная
Усл. п. л. 2,3 Уч.-изд. л. 1,4
Тираж 50 экз. Рег. № 5/15sf

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
Филиал в г. Сызрани, 446001, г. Сызрань, ул. Советская 45