САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

Институт технических систем, сервиса и энергетики
Кафедра технология производства и технического сервиса машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту
на тему: «Проектирование технологического процесса изготовления детали»

по специальности: 190.601.65
«Автомобили и автомобильное хозяйство»

Для самостоятельной работы студентов 4 курса
по дисциплине:
«Основы технологии производства и ремонта автомобилей»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2012

1.ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ О КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ.

Курсовое проектирование проводится с целью получения студентами навыков самостоятельной работу и закрепления знаний, полученных при изучении дисциплин на кафедре Технологии конструкционных материалов, а также самостоятельного решения технологических задач при проектировании технологических процессов изготовления деталей,

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, комплекта технологической документации изготовления детали, графической части.

Пояснительная записка пишется разборчиво и аккуратно, без сокращения слов, за исключением общепринятых сокращений. Текст пояснительной записки приводится на листе бумаги формата А4 (210х297) ГОСТ 2-301-68.

2.СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.

Пояснительная записка.

1. Титульный лист;
2. Бланк задания на курсовое проектирование;
3. Введение;
4. Описание и анализ технологичности конструкции изготавливаемой детали;
5. Выбор метода получения заготовки;
6. Выбор методов обработки резанием;
7. Выбор технологических баз;
8. Составление общего плана технологических операций (маршрута изготовления детали);
9. Разработка технологических операций:

а) выбор оборудования;

б) структура и последовательность переходов;

в) выбор моделей станков;

г) уточнение технологических баз, расчет и оценка погрешностей базирования;

д) определение табличным методом промежуточных припусков, размеров и допусков на одну обрабатываемую поверхность детали, которая характеризуется высокой точностью обработки резанием.

е) определение табличным методом промежуточных припусков, размеров и допусков на все остальные обрабатываемые поверхности детали, определение размеров заготовки;

ж) назначение табличным методом режимов резания на все технологические операции;

з) расчет или определение технической нормы времени на выполнение операций.

11. Расчет основных технико-экономических показателей принятого варианта технологического маршрута;

12. Выбор, конструирование и расчет специального станочного приспособления (на одну технологическую операцию).

13. Выбор, описание, конструирование и расчет специального режущего инструмента (на одну технологическую операцию).

14. Охрана труда.

15. Заключение по курсовому проекту.

16. Список используемых источников.

Графическая часть.

1. Рабочий чертеж детали.
2. Рабочий чертеж заготовки детали.
3. Сборочный чертеж станочного приспособления.
4. Чертежи 2^x-3^x деталей (деталировка) станочного приспособления.
5. Чертеж общего вида специального режущего инструмента.
6. Схема технологического процесса изготовления детали.

Комплект технологической документации изготовления детали.

Титульный лист комплекта технологической документации на обработку резанием.

2. Карты технологического процесса (маршрутно-операционные описания).

3. Карты эскизов на технологические операции.

При использовании и пояснительной записки справочных материалов необходимо давать ссылки на используемые источники с указанием в квадратных скобках порядкового номера источника, помещенного в конце пояснительной записки.

Вспомогательное время на выполнение вспомогательных и технологических переходов определить опытным путем или задаться реальным значением.
Подготовительно-заключительное время Тп.з. принять:
При токарной обработке - 9…15 мин
При сверлильной – 5…10 мин
При фрезеровании – 20…30 мин
При шлифовании – 6…10 мин
При зубофрезеровании – 15…20 мин

Число детлей в партии N при расчете Тшк принято равным:

N=10 штук.

Таблица 3.29

Основное время То (мин) на снятие фасок

Диаметр заготовки ,мм	ширина фаски , мм			
	I	2	3	4
20	0,05	0,10	0,13	-
40	0,10	0,23	0,27	-
60	0,14	0,27	0,36	0,5
80	0,16	0,36	0,48	0,7

Таблица 3.4

Основное время То на зацентровку заготовки

Диаметр заготовки, ми	Диаметр центровочного сверла, ми	Глубина сверления, мм	T_o мин
10	2	5	0,07
40	3	7	0,08
80	4	10	0,09

Дополнительное время

Тдоп=Коб·Топ;

Где Коб – коэффициент;

Топ - операционное время Топ=Твс+То

Значение коэффициента Коб при различных методах обработки

Точение - 0,08

Сверление - 0,06

Фрезерование- 0,07

Зубофрезерование- 0,08

Шляфование- 0,09

Вспомогательное время на выполнение вспомогательных и технологических переходов определить опытным путем или задаться реальным значением.

Подготовительно-заключительное время Тп.з. принять:

При токарной обработке - 9…15 мин

При сверлильной – 5…10 мин

При фрезеровании – 20…30 мин

2.1. Требования к выполнению пояснительной записки.

Для обеспечения единства правил выполнения и оформления пояснительной записки курсового проекта следует выполнить требования ГОСТ 2.105-79 "Общие требования к текстовым документам".

Содержание пояснительной записки необходимо разделить на составные части - разделы, подразделы, пункты и подпункты.

Каждая составная часть должна иметь порядковый номер. Номера, например, пункта состоят из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Нумерация производится арабскими цифрами в пределах всего курсового проекта.

Переносы слов и их сокращения в заголовках не допускаются, точку в конце заголовка не ставят.

Условные буквенные обозначения механических, математических и других величин должны соответствовать государственным стандартам.

Значения символов и числовых значений коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены под формулой.

Например:

$$T_0 = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S} \qquad (2,1)$$

где T_0 - основное технологическое время, мин;

L_p - расчетная длина обработки, мм,

n - частота вращения за готовки, об/мин;

S - подача инструмента, мм/об;

i - число рабочих ходов.

Номер формулы (2.1) состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Цифровой материал следует оформлять в виде таблиц.

Во введении курсового проекта рассматривают актуальность выбранной темы, отмечают основные направления и пути научно-технического прогресса в повышении качества изделий отраслевого машиностроения и эффективности производства.

2.2 Требования к выполнению графической части

Графическая часть курсового проекта выполняется в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Форматы для чертежей выбирают с учетом разрезов проектируемой детали или чертежа общего вида сборочных единиц.

При выполнении рабочего чертежа детали общее число разрезов, сечений, видов и размеров должно быть минимальным, но достаточным для ее изготовления и контроля. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на различных изображениях, технических требованиях. Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров (ГОСТ 25347-82) ,а многократно повторяющиеся на чертеже предельные отклонения линейных и других размеров 12 квалитета и грубее оговаривать записью в технических требованиях, например: неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по H13, валов по h13 остальных $\pm \frac{JT\ 13}{2}$. На чертежах общего вида посадки должны быть обозначены номинальным размером и дробью, в числителе которой буквенное обозначение или буквенное с указанном справа, в скобках его числового значения или только числовое значение предельных отклонений отверстия, а в знаменателе - аналогично обозначение поля допуска вала, например:

$$Ø40\frac{H7}{f7};Ø40\frac{\mathrm{H7}(+0.025)}{\mathrm{f7}\left(\frac{-0.025}{-0.050}\right)};$$

3.7. Расчет технической нормы времени

За техническую норму времени принимается штучное $T_{шт}$ или штучно-калькуляционное время $T_{шк}$.

Штучное время $T_{шт}=T_{вс}+T_{о}+T_{доп}$

где $T_{вс}$ - вспомогательное время
$T_{о}$ - основное (технологическое) время
$T_{доп}$ - дополнительное время

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{N}$$

где Тп.з. - подготовительно-заключительное время
N - число заготовок в партии

Основное время ,

где $T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$, мин

L-расчетная длина рабочего хода инструмента
i - число рабочих ходов

L=l+l1+l2+l3

Основное время на выполнение машино-ручных на токарном станке приведены а табл. 3.29 и 3.30.

Таблица 3.28

Режимы резания при шлифовании конструкционных сталей

Характеристика Процесса шлифования	Скорость Круга, м/с	Скорость вращения Заготовок, м/мин	Глубина, мм	Продольная подача, мм/об	Радиальная подача, мм/об
Круглое наружное шлифование					
С продольной подачей на каждый ход предварительное	30-35	12-25	0,01-0,025	(0,3-07)	
Чистовое		15-55	0,005-0,015	(0,2-0,4)	-
Врезанием предворительное		30-50			0,0025-0,075
чистовое		20-40	-	-	0,001-0,005
Круглое без центровочное шлифование					
На проход: предварительное	30-35	20-120	0,05-0,02	0,5-3,5	-
окончательное		40-120	0,0025	1,2-2,0	-
Врезанием: предворительное		10-45			
окончательное		10-30	-	-	0,001-0,005

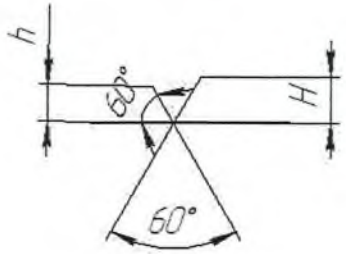
На рабочем чертеже детали все поверхности должны иметь номинальный размер и предельные отклонения, например:

Отверстие – Ø 40 + 0,025

Вал – Ø 40 – 0,025

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на рабочих чертежах условными обозначениям по ГОСТ 2.308-79.

На рабочих чертежах должна быть обозначена шероховатость поверхности конструктивных элементов:



Где H=(1,5…3,0)h.

а h – равна высоте цифр размерных чисел.

Знак шероховатости, вынесенный в правый верхний угол чертежа, должен быть в 1,5 раза больше, чем на изображении чертежа и отстоять от границ рамки на 5... 10мм.

Если на изображении чертежа все поверхности одинаковой шероховатости, то обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа без знака (√).

Обозначение шероховатости поверхности изделий располагают на линиях контура, на выносных линиях, на полках выносок, а также допускается на размерных линиях или на, продолжениях выносной линии. Вершина знака шероховатости поверхности должна быть направлена в обрабатываемую поверхность заготовки стороны инструмента.

Поверхности заготовки, подвергаемые термической, гальванической и другим видам обработки отмечают штрих- пунктирной утолщённой линией на той проекции, на которой они наиболее ясно определены. Эта линия проводится параллельно линии контура соответствующего конструктивного элемента заготовки, подвергаемого указанной выше обработке.

В технических требованиях указывают показатели свойств материалов, полученных в результате обработки, например:0,5...0,7; HRC 50...54. Указанное условное обозначение говорит о том, что в результате термической обработки глубина закаленного слоя с твердостью HRC 50...54 должна находиться в пределах 0,5...0,7мм (не менее).

В сборочном чертеже:

- выполняют изображение сборочной единицы, дающее полнее представление о расположении и взаимной связи составных частей соединяемых по данному чертежу;
- показывают номера позиций составных частей, входящих в сборочную единицу;
- дают габаритные размеры сборочной единицы, а также установочные, присоединительные и другие справочные и исполнительные размеры, посадки сопрягаемых деталей;
- приводят техническую характеристику сборочной единицы или технические требования (при необходимости).
- номера позиций наносят на полках выносных линий и располагают параллельно или в колонку относительно основной надписи чертежа вне контура изображения. Размер шрифта позиций должен быть на один - два номера больше, чем размерных чисел.

Примечание: При черновой ообработке червячными фрезами с усиками подачу уменьшить на 15%

Таблица 3.26

Скорость резания при нарезании зубчатых колес червячными модульными фрезами

Модуль m мм	*Ra* =3.2мкм	R*a* =1.6мки
св 3 до 12	22 - 26	18-22
св 12	18 - 22	14 - 18

Таблица 3.46

Скорости резания (м/мин) при нарезании зубчатых колес дисковыми модульными фрезами

тип зубчатого. колеса	Модуль m, мм	Констр. сталь		чугун сер.
		Р18	Т15к6	РI8
Цилиндрическое	2 св 2 до 4 4-6 6-6	-	200-220 180-205 185-200 175-187	-
Коническое	4-8	32	-	25

3.7. Режим резания при шлифовании

1.Глубина резания, подачу, скорость резания, скорость вращения заготовки определить по табл.3.28

Таблица 3.23

Подача Sоб на один оборот заготовки в мм при нарезании зубчатых колес из стали или чугуна однозаходными червячными фрезами (Р 18)

Модуль m, мм	Черновое нарезание	Чистовое нарезание	
		Rai=3.2мкм	Ra=1.6мкм
до 1,5	1,2 - 1,6	По сплошному металлу	
1,5-2,5	1,6 - 2,6	1,0 - 1,2 1,2-1,8	0,5- 0,8 0,8-1,0
		После чернового нарезания	
2,5-4,0	2,2-2,8	2,0-2,5	0,7-0,9
4-8	1,4-2,6	2,0-2,5	0,7-0,9

Примечание: 1. Для многозаходных фрез подачу при двух 3 заходах - на 25%,при трех заходах - на 35%.
2. При попутном фрезеровании подати увеличить на 25%.

Таблица 3.24

Подачи Sф на один оборот фрезы в мм дисковыми модульными фрезами

Модуль m,мм	Подача Sф мм/об
2-4	1,2-2,0
4-6	0,6-1,0
6-12	0,5-0,8

Примечание: при обработке зубчатых колес из чугуна подачу увеличивают на75%

Таблица 3.25

Подачи при фрезеровании шлицевых валов червячными шлицевыми фрезами из Р-18

Характер обработки	Диаметр вала D мм	Подача на оборот S об мм
Черновая под шлифование	14-52 54-82	1,8-20 2,2
Чистовая по сплошному металлу Ra=1,6мкм	14-52 54-82	0,6 0,8

Обозначение материала должно содержать наименование материала, марку и номер стандарта, например: сталь 45 ГОСТ 1050-79; Ст 3 ГОСТ 380-71; чугун СЧ 15 ГОСТ 1412-79.

Если деталь изготовлена из сортового материала определенного профиля и размера, то обозначение материала выполняют следующим образом:

$$КРУГ\ \frac{60-В-ГОСТ2590-71}{30-а-2-ГОСТ1050-74}$$

что обозначает: сталь горячекатаная, круглого сечения, диаметром 60 мм. обычной точности В по ГОСТ 2590-7I, марки 30,подгруппы а, категории 2, или:

$$КВАДРАТ\ \frac{40-В-ГОСТ2591-71}{30-а-2-ГОСТ1050-74}$$

что обозначает: сталь горячекатаная квадратного сечения со стороной квадрата 40 мм, обычной точности В по ГОСТ 2591-7I, марки30, подгруппы а, категории 2.

На каждую сборочную единицу чертежа составляют спецификацию по ГОСТ 2.108-68.

2.3.Требования к выполнению проекта технологического процесса.

Технологический процесс изготовления детали должен выполняться в соответствии со стандартами ЕСТД.

В курсовом проекте применять маршрутно-операционное описание технологического процесса изготовления детали для мелко- и среднесерийного производства.

"Правила записи операций и переходов. Обработка резанием" установлены ГОСТ 3.1702-79.

Наименование операции должно отражать применяемый вид технологического оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже, например: токарная, сверлильная, шлифовальная. хонинговальная, поперечно-строгальная и т. п. В содержании операции необходимо отразить все переходы (технологические и вспомогательные) выполняемые в технологической последовательности. Ключевые слова перехода должны быть выражены глаголом в неопределенной форме, например: точить, сверлить, фрезеровать, установить, перевернуть, закрепить, сиять, зенковать шлифовать, подрезать и т.д.

В содержании технологического перехода допускается полная или сокращенная «форма» записи. Последняя Форма применяется при наличии операционных эскизов, например:«Сверлить отверстие, выдерживая размеры 1,2 и 3» (полная запись перехода) или «Сверлить отверстие 1» (сокращенная запись перехода).

На каждую операцию разрабатывается операционный эскиз, а в случае необходимости и на отдельный переход. На операционном эскизе указываются всё необходимые для выполнения операции данные: размеры обрабатываемых элементов заготовки с предельными отклонениями шероховатостью поверхности, условные обозначения опор, зажимов на базовых поверхностях заготовки по ГОСТ 3.1107-81 (табл.2.2)

Поверхности, подлежащие обработке резанием на эскизе следует указать сплошной линией, равной 2S ... 3S по ГОСТ 2.303-68 или любым цветным карандашом (пастой).

Все обрабатываемые поверхности нумеруют арабскими цифрами в технологической последовательности и соединяют с размерной линией. Номера поверхностей обводят знаком окружностями диаметром 6...8 мм.

Таблица 3.21

Скорости резания (м/мин) -при фрезеровании

тип фрез	сталь				Чугун			
	материал инструмента							
	Т.С.		Р18		Т.С.		Р18	
	Подача на зуб инструмента							
	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
торцевые D=100мм Z=12	180	140	44	31	202	151	-	-
цилиндрические D=80,Z=8	220	184	52	41	215	197	40	33
Концевые D=20,Z=3	-	-	24,5	18	-	-	24	21
Дисковые D=75(150),Z=10	336	251	40	34	-	-	52	41

3.5. Режим резания при протягивании

Подача является элементом конструкции протяжки и задается величиной превышения зубьев конструктором. Скорость резания определить по табл. 3.22

Таблица 3.22

Скорости резания (м/мин) для протяжек из Р18, Р9

Тип протяжки	Характер обработки		
	предварительная	получистовая	Чистовая
Цилиндрическая	8	6	4
Шлицевая	8	5	4
Шпоночная для наружного протягивания	10	7	4

Примечание: для протяжек из стали ХВГ табличные данные скорости резания снизить на 25..30%

Режим резания при зубонарезании

1. Рекомендуемые величины подач приведены в табл 3.23; 3,24; 3,25
2. Скорости резания принять по табл.,3.26, 3.27.

Таблица 3.20

Подачи при фрезеровании, концевыми, фрезами из PI8 и твердого сплава (R_a =3,2…1,6 мкм)

Обрабатыв. материал	Фрезы		Подача на один зуб Sz, мм/зуб	
	D ,мм	2	PI8	Твердый сплав
Сталь	10-12	3	-	0,03-0,025
	14-16	4 3	0,04 0,05	0,04-0,03
	20	5 3	0,07-0,04 0,09-0,05	0,06-0,04
	25	5 3	0,09-0,05 0,12-0,08	0,10-0,05
	32	6 4	0,12-0,07 0,15-0,10	0,12-0,08
	40	6 4	0,14-0,08 0,18-0,12	0,12-0,08
Чугун, цветные металлы	16	4 3	0,06 0,08	0,04-0,03
	20	5 3	0,10-0,07 0,13-0,10	0,06-0,04
	25	5 3	0,12-0,08 0,15-0,12	0,10-0,05
	32	6 4	0,15-0,10 0,20-0,14	0,12-0,08
	40	6 4	0,18-0,12 0,24-0,16	0,12-0,08

5. Скорость резания

Скорость резания при фрезеровании выбрать по табл. 3.21

3. ТЕХНОЛОИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор заготовки

Для определения размеров и формы заготовки детали необходимо установить способ ее получения, определить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и установить допуски на ее изготовление.

Способ получения заготовки определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, типом производства и экономичностью ее изготовления.

В общем виде при выборе вида заготовки необходимо стремиться к тому, чтобы заготовка по форме и размерам была близкой к форме и размерам готовой детали.

В условиях мелкосерийного производства в качестве заготовок стальных деталей широко применяют сортовой круглый прокат (ГОСТ 2590-71), трубы стальные бесшовные (ГОСТ 8734-75) и поковки, а заготовок чугунных деталей – отливки (литье в песчаные и земляные формы).

Таблица 3.1

Точность сортового круглого проката (ГОСТ 2590-71)

Диаметр.мм	Предельные отклонения мм		Диаметр, им	Предельные отклонения мм	
	обычнто чн	Повыш точн.		обыч.т очн	Повыш точн
от 5 до 9	+0,3 -0,5	+0.1 -0,3	60;62;65;68; 70;72;75;76	+0,5 -1,1	+0,3 -1.0
от 10 до 19 (через 1мм)	+0,3 -0,5	+ 0,2 -0,3	ОТ 80 до 95 (через 5 ми)	+0,5 -1,3	+0,4 -1,2
20;21;22;23; 24;25	+0,4 -0,5	+0,2 -0,4	100,110,115	+0,6 -1.7	+0,5 -1,5
26;27;28;29	+0,4 -0,7	+0,2 -0,6	120, 125, 13О, 140,150	+0,8 -2,0	+0,6 -1,8
от 30л о 42. ("срез I мм) 44,48	+0,4 -0,7	+0,2 -0,6			
50;52;5Л;55; 56; 53	+0,4 -1,0	+0,2 -0,9			

Таблица 3.18

Подача при фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами с пластинками из твердого сплгва (Ra= I,6...0,8) мкм

Мощность эл. двигат. станка, кВт	Сталь		Чугун, медные сплавы	
	Подача на один зуб фрезы Sz ,мм			
	Т15К5	Т5К10	ВК6	ВК8
5-10 св 10	0,09-0,18 0,12 -0,18	0,12-0,18 0,16-0,24	0,14-0,24 0,18-0,28	0,20-0,29 0,25-0,38

Примечание: для цилиндрических фрез при B≥ 30мм табличные значения подач уменьшить на 30%

При фрезеровании пазов дисковыми фрезами табличные значения подач уменьшить а 2 раза.

Таблица 3.19

Подачи при фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами из PI8.

мощность эл. двигат станка, кВт	Жесткость системы СПИД	Торцовые и дисков.		Цилиндрические	
		Подача на один зуб фрезы Sz . мм			
		сталь	чугун и медн. спл.	сталь	чугун и медн. спл.
	Фрезы цельные с крупным зубом или со вставными ножами				
5-10	средняя пониженн.	0,06-0,15 0,06-0,10	0,20-0,40 0,15-0,40	0,12-0,20 0,10-0,15	0,20-0,30 0,12-0,20
До 5	средняя пониженн.	0,04-0,06 0,04-0,06	0,15-0,30 0,10-0,20	0,10-0,15 0,06-0,10	0,12-0,20 0,10-0,15
	Фрезы цельные с мелким зубом				
5-10	средняя пониженн.	0,06-0,10 0,04-0,08	0,15-0,30 0,10-0,20	0,06-0,10 0,06-0,08	0,10-0,15 0,08-0,112
До 5	средняя пониженн.	0,04-0,06 0,04-0,06	0,12-0,20 0,08-0,10	0,05-0,08 0,03-0,06	0,06-0,12 0,05-0,10

Таблица 3.18

Скорость резания и подача при развертывании стали и чугуна развертками с пластинками твердого сплава (м/мин)

обрабатываемый материал	Марка инструмента	Диаметр развертки ,мм			
		10-20	21-40	41-60	Св 61
		Подача , мм/об			
		0,8-1,2	1,0-1,3	1,0-1,5	1,5-2,0
Сталь конструкц.: черновое развертывание	TI5K6	15	60-60		10
чистовое развертывание	БК6 ВК8		60-80		
Чугун серый					

3.5.3. Режим резания при фрезеровании

1. Глубина резания по возможности равна припуску (номинальному).
2. Подача. Исходной величиной подачи является величина на один зуб Sz (табл.;.3.18;3.19;3.20)
3. Частота вращения фрезы: $n = \frac{1000V}{\pi D}; n_{cm} \le n$
4. Минутная подача $S_m = S_n \cdot n_{CT}$ (мм/мин); $S_n = S_z * Z$

S_n-подача на 1 оборот фрезы, мм/об
Z-число зубьев фрезы
S_m-минутная подача фрезы, мм/об

Таблица 3.2.

Точность горячекатаных бесшовных стальных труб (ГОСТ 8732-58)

Наружный диаметр, мм	Толщина * стенки, мм	Наружный диаметр,мм	Толщина стенки, мм
25.26,32,38	2, 5. ..8,0	108,114,121	4,0. ..28,0
42,45,50	2, 5. ..10,0	127	4,0.. .30,0
54	3,0...11,0	133 140,146,152,	4,0. ..32,0
57	3,0.. .13,0	159	4, 5. ..36,0
60,63,65	3,0... 14,0	предельные отклонения:	
68,70	3,0... 16,0	I) по наружному диаметру	
73,76	3,0. ..19,0	+ 1,25%	
83	3,5. ..19,0	-1,00%	
65,95,102.	3,5. ..24,0	2) по толщине стенки	
		+ 12,5%	
		- 15,0%	

Примечание: * толщины стенок - 2,5; 2,8; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0;7,0; 8,0; 9,0; 10,0, 11,0; 12,0; 14,0; 16,0; 18; 20; 22; 25; 30; 32; 36.

Таблица 3.3.

Точность отливок из серого чугуна и стали (ГОСТ 1855-71) . для 2-го класса точности

Наибольшие габариты отливки, мм	Номинальный размер части отливки		
	до 50	50-120	120-260
	Предельные отклонения , мм		
до 260	± 05	± 0,8	±1.0
260-500	± 0.8	± 1,0	±1,2
500 - 1250	± 1,0	± 1,2	±1.5

3.2. Составление технологического маршрута изготовления детали.

Основной задачей этого этапа является составление маршрута обработки заготовки, формулировка содержания операций технологического процесса и выбор оборудования.

При составлении маршрута обработки заготовки за основу взять типовой маршрут обработки данного класса деталей с учетом специфических свойств заданной детали (конструкции, точности, шероховатости, особых требований).

Типовой маршрут обработки валов:

0.05. Токарная.

Подрезать торец, зацентровать, перевернуть, подрезать второй торец, зацентровать.

0.10. Токарная.

Точить предварительно, перевернуть, точить предварительно оставшуюся поверхность заготовки.

0.15. Токарная.

Точить начисто, перевернуть, точить начисто оставшуюся поверхность заготовки.

0.20. Фрезерная.

Фрезеровать лыски, шпоночные пазы, шлицы, зубья, квадраты.

0.25. Сверлильная.

Сверлить радиальные отверстия.

0.30. Термообработка

Закалка ТВЧ; объемная закалка, отпуск; цементация, закалка, отпуск.

Таблица 3.15

Скорость резания чугуна м/мин (сверло Р18, НВ 190)

Диаметр сверла, мм до	Подача S мм /об, до								
	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	0,13
3,2	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5
8	-	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14
20	-	-	31	28	25	22	20	17,5	15,5
20	-	-	-	33	29,5	26	33	21	18

Таблица 3.16

Скорость резания м/мин при зенкеровании стали (числитель) и чугуна (зенкер Р18)

Диаметр зенкера и его тип	Подача S мм/об					
	0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3
15-35 (цельные)	26/33	22,5/29	19,3/26	16,7/23	14,4/20,5	12,4/18,2
36-80 (насадные	23,5/31,5	20,5/28	17,5/25	15,1/22	13,0/19,7	11,2/17,5

Таблица 3.17

Скорость резания м/мин при развертывании чугуна и стали (развертка Р18)

Диаметр развертки	Подача, мм/об									
	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2
10-20	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1
21-80	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1	3,6

Примечание :

1. Подачу при сверлении следует уменьшить: при L=5D на 10%, при L=7D на 20 %, при L=10 на 25%
2. При чистовом развертывании подачу уменьшить на 20%
3. Для твердосплавных зенкеров подача сохраняется, а для сверл и разверток подачу следует уменьшить на 40 %

3.Скорость резания

скорости резания при сверлении, зенкеровании и разветывании принять по табл. 3.14; 3.15; 3.16; 3.17; 3.18.

Таблица 3.14

Скорость резания при сверлении стали, м/мин
(сверло PI8, σв=750 МПа)

Диаметр сверла, мм до…..	Подача, мм/об '						
	0,11	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66
4,6	32	24	20,5	17,7	15,0	18,0	11
9,6	-	27,5	24	20,5	17,7	15	1,3
20	-	32	27,5	24	24	20,5	17,7
30	-	-	32	27,5	24	20,5	17,7
60	-	-	-	32	27,5	24	20,5
Комбинированное центровочное сверло	Диаметр сверла, мм				2.5		3-5
	Скорость резания				15,0		16,0

0.35. Шлифовальная
Шлифовать предварительно, перевернуть, шлифовать предварительно оставшуюся поверхность заготовки.

0.40. Шлифовальная
Шлифовать начисто. перевернуть, шлифовать начисто оставшуюся поверхность заготовки.

0.45. Полировальная
Полировать поверхность заготовки.

0.50. Контрольная.

Типовой маршрут обработки втулок (штучная заготовка):

0.05. Токарная
Подрезать торец, зенкеровать, развернуть отверстие, снять внутреннюю фаску.

0.10. Токарная
Подрезать второй торец, точить предварительно и начисто наружную поверхность.

0.15. Фрезерная
Фрезеровать лыски и др.поверхности.

0.20. Сверлильная
Сверлить радиальные отверстия.

0.25. Сверлильная
Снять внутреннюю фаску.

0.30. Контрольная.

Типовой маршрут обработки цилиндрического зубчатого колеса.

0.05. Токарная.
Подрезать торец, зенкеровать отверстие, снять внутреннюю фаску.

0.10. Долбежная.
Долбить шпоночный паз.

0.15. Токарная.
Подрезать второй торец, точить предварительно и начисто наружную поверхность, снять фрески.

0.20.Зубофрезерная.
Фрезеровать зубья.

0.25. Зубозакругляющая.
Фрезеровать фаски зубьев.

0.30. Термообработка.
Цементация, закалка, отпуск.

0.35. Пошивочная.
Прошить отверстие и шпоночный паз.

0.40. Прикаточная.
Прикатать зубья.

0.45. Зубошлифовальная.
Шлифовать боковые поверхности зубьев.

0.50. Контрольная.

Для каждой из операций принятого маршрута обработки назначить модель металлорежущего станка (табл. 3.4)

Таблица 3.12

Скорость резания при точении серого чугуна м/мин (ВК6, НВ 190)

Глубина резания ,мм t	Подача S , мм/об					
0,8	0.14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0
1,8		0,14	0,23	0,42	0,56	0,75
4			0,14	0,623	0,42	0,56
Наружное продольное точение	154	137	122	108	96	86
Растачивание	140	124	110	98	87	77

Таблица 3.13

Подачи при сверлении, зенкеровании развертывании стали (числитель) и чугуна (знаменатель) (при σв=800 МПа или НВ 200).

Диаметр инструмента, мм	сверление	зенкерование	Развертывание
св 2 до 6	0,08-0,18 0,18-0,33		
6-10	0,18-0,28 0,36-0,57		0,8 2,2
10-15	0,25-0,35 0,52-0,70	0,5-0,6 0,7-0,9	0,9 2,4
15-20	0,34-0,43 0,65-0,86	0,6-0,7 0,9-1,1	1,0 2,6
20-25	0,39-0,47 0,78-0,96	0,7-0,9 1,0-1,2	1,1 2,7
25-30	0,45-0,55 0,9-1,05	0,8-1,0 1,1-1,3	1,2 3,1
30-40	0,55-0,60 1,00-1,1	0,9-1,2 1,2-1,7	1,4 3,3
40-50	0,60-0,65 1,10-1,15	1,0-1,3 1,6-2,0	1,5 3,8

3.5.2. Режим резания при сверлении, зенкеровании и развертывании

1. Глубина резания
при сверлении t=0,5D ,при рассверливании, зенкеровании и развертывании t=0,5 (D-d), где d и D - диаметры отверстия до и после обработки.

2. Подача
максимально допустимые подачи при сверлении, зенкеровании и развертывании приведены в табл. 3.13.
При рассверливании, выбранную по табл. 3.13 подачу для сверления, увеличить в 2 раза.

Если не требуется расчета скорости резания, то ее следует принять по табл. 3.? и 3.?

Таблица 3.11.

Скорость резания при точении конструкционной углеродистой стали [м/мин] (Т5К10 σв =650МПа)

Глубина резания t.мм	Подача S , мм/об					
1	114	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97
2		0,14	0,25	0,38	0,54	0,75
4			0,14	0,25	0,38	0,54
Наружное Продольное, Точение	167	148	132	117	104	93
Растачи-вание	146	132	117	104	93	82

Таблица 3.4.

Краткая техническая характеристика металлорежущих станков

Модель станка	Размеры детали,мм		Мощность кВт
	диаметр	Длина	
Токарно-револьверные станки			
1Е318	18	100	3,0
1Г340	40	175	6,2
Токарно-винторезные			
1М61	320	710	4,0
1М62	400	710	10
I6K20	400	710	10
1М63Б	630	2800	15
Токарные многорезцовые копировальные полуавтоматы			
I713	400	700	18,5
1Б732	610	1000	37
Вертикально-сверлильные			
2Н118	18	150	1,5
2Н125	25	200	2,2
2Н135	35	250	4,0
2Н150	50	300	7,5
Круглошлифовальные			
3М131	280	700	4,0
3Б151	200	700	7.5
3Б161	280	1000	7,5
Бесцентрово-шлифовальные			
3М182	0,8-25	370	5,5
3М184	Э-75	250	13.0

Продолжение таблицы 3.4

Внутри шлифовальные			
3А225	6-25	50	1,1
3А227П	20-100	125	3,0
3А228П	50-200	200	5,5
Зубофрезерные для цилиндрических колес			
5308А	80 m=1.0	-	1,7
5310А	200 m=1.5	-	2,2
5312	320 m=6.0	-	5,0
Зубофрезные для прямозубых конических колес			
5Т23В	125 m=1.5	20	0,6
5230	320 m=8.0	50	2,8
5А250	500 m=8.0	50	3,0
Горизонтально- фрезерные			
6М81	430	1000	4,0
6М82	400	1250	7,5
6М83	360	1600	10,0
Вертикально фрезерные			
6М11	445	1000	4,0
6М12П	400	1250	7,5
6М13П	450	1600	10,0

Таблица 3.10

Подачи при окончательной токарной обработке

Шероховатость поверхности	радиус при вершине, мм	
	0,5	1,0
Rz=20 мкм Rz=10мкм	0,15-0,25 0,10-0,15	0,25-0,4 0,11-0,20

Если не требуется расчета скорости резания, то следует ее принять для отдельных технологических операций по табл. 3.11 и 3.12.

Частоту вращения заготовки определить по формуле:

$$n_3 = \frac{1000\upsilon_3}{\pi d_3} \text{ об/мин}$$

Маркирование абразивного круга
КАЗ 24А 40П С2 6 К5-А 2кл ПП500х50х305 35м/с
КАЗ - завод- изготовитель; 24А-элсктрокорунд белый;
40-номер зернистости; П- индекс зернистости,С2 - степень твердости; 6-номер структуры; К5-вид вязки (керамическая); А-класс инструмента; 2кл-класс дисбаланса; ПП-форма-круга (плоский прямой);500-наружный диаметр;50-высота;305-диаметр отверстия; 35м/с допустимая окружная скорость вращения абразивного круга.

3.5. Выбор режимов резания.

При выборе режима резания слеует установить глубину резания t, мм; подачу S мм/об; скорость резания V м/мин

3.5.1. Режим резания при точении

1. Глубина резания $t = \frac{Zн}{2}$

где $Zн$ - номинальный припуск на диаметр при соответствующей обработке (предварительной, окончательной)

2 Подачу S выбрать по табл.3.9 и 3.10.

Таблица 3.9

Подачи при предварительной токарной обработке, мм/об

Глубина резания	Диаметр заготовки, мм				
	18	30	50	80	Г20
Наружное точение					
До 5,0	0,25	0,2-0,5	0,4-0,8	0,6-1,2	1,0-1,4
Растачивание					
	вылет резца. мм				
	50	80	100	125	
2.0	0,05-0,12	0,08-0,30	0,15-0,5	0,2-0,8	
3,0	0,05-0,08	0,08-0,20	0,10-0,35	0,15-0,5	

примечание: большие подачи брать при обработке чугуна, а меньшие - при обработке сталей.

Общие положения при составлении маршрута обработки

1.Вначале обработать поверхности, которые будут служить технологической базой.

2.Выполнить операции предварительной и окончательной токарной обработки.

3.Произветси фрезерование, сверление, строгание, долбление, протягивание и т.д.

4.Произвести термообработку.

5.Выполнить операции предварительной и окончательной абразивной обработки.

6.Выполнять операции отделочной обработки.

7.Обработку (окончательную) концентричных поверхностей детали производить по возможности с одного установа.

8.У деталей типа «втулка», «диски» вначале обрабатывают отверстие, а затем с базированием по отверстие обрабатывают наружные поверхности.

9.Не рекомендуется совмещение предварительной и окончательной обработки заготовки.

10.Технический контроль намечают перед и после сложных и дорогостоящих операций и в конце технологического маршрута.

Технологический процесс обработки резанием должен разрабатываться в соответствии с ЕСТПП и ГОСТ 14. 301-83 "Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения".

3.3. Определение припусков, допусков и размеров заготовки.

В серийном и единичном производствах используют табличный метод определения операционных и общих припусков на обработку заготовки, а в массовом и крупносерийном - расчетный метод.

Табличный метод

План обработки вала из стали 45,диаметром Ø 80 f7 и длиной L= 300 мм
1. Токарная. Точить предварительно наружную поверхность вала.
2. Токарная, Точить окончательно наружную поверхность вала
3. Термическая обработка наружной поверхности вала.
4. Шлифовальная. Шлифовать наружную поверхность вала.

Припуски на подрезание торцовых поверхностей заготовки вала определим по табл.3.5, а припуски на обработку наружных поверхностей - по табл.3.6.
На предварительную токарную обработку поверхности припуск составляет 2,1 мм на окончательную – 0,3 мм, на шлифовальную – 0,75 мм.
Определяем промежуточные номинальные размеры обрабатываемой поверхности (расчетные).
1.Окончательная токарная операция

80+0,75=80,75 мм

2. Предварительная токарная операция

80,75+0,3=81,05 мм

Таблица 3.8.

Рекомендуемые материалы режущей части инструмента

Вид инструмента, хар-тер обработки	Обрабатываемый материал	
	сталь	чугун
I. Резцы токарные для точения: предварительного	T5K10	BK8
окончательного	TI5K6	BK6
2. Фрезы для обработки: предварительной	T5K10	BK8
окончательной	TI5K6	BK6
3. Сверла	P18,P6M5 T5K10,BK8	PI8,P6M5 BK6,BK8
4. Зенкеры	P9Ф5,PI8 T5K10 TI5K6	P9Ф5,P18 BK8,BK6
5. Развертки	P18,P95 TI5K6	P18,P9Ф5 BK6
6. Абразивные круги	23A,24A	53C

Примечание: в числителе - чугун, в знаменателе - сталь.
Расчетный размер заготовки номинальный – 80+0,75+0,3+2,1=83,15мм
По табл. 3.1. принимаем диаметр проката Ø85мм, а размеры заготовки по ГОСТ 2590-71 $d_3 = Ø85^{+0,5}_{-1,3}\,мм$

и записываем следующим образом: $Круг\,\dfrac{85 - В - ГОСТ2590 - 71}{45 - б - ГОСТ1050 - 74}$

Объем заготовки $V_3 = \dfrac{\pi d_3^2}{4} l$

Где d_3-максимальный диаметр заготовки вала,мм
l-длина заготовки вала

В рассматриваемом примере:
d_3=85,5 мм
l_3=300+2*1,2=302,4 мм

Масса заготовки:

$$m=j\cdot V3$$

где j -плотность стали (материала), кг/см^3
Для стали: j= 0,00785 кг/см^3.

3.4. Выбор режущего инструмента

Режущий инструмент выбирают для каждого технологического перехода в следующем порядке:

1. В зависимости от способа обработки и формы обрабатываемой поверхности выбирают тип режущего инструмента. Например, резец проходной, фреза концевая, сверло, зенкер, развертка, хон, абразивный круг и т.п.
2. В зависимости от материала обрабатываемой заготовки (табл. 3.8) и характера обработки выбирают материал режущей части инструмента.

Таблица 3.5

Номинальные припуски на подрезание торцов и уступов

Диаметр заготовки	Длина заготовки				
	до 18	18 -5 0	50 - 120	120 - 260	260 - 500
до 30,	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0
30-50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
50-120	0.6	0,7	0.8	1,0	1,2
120-300	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4

Промежуточные номинальные припуски на обработку наружных цилиндрических: поверхностей (прокат)

Диаметр заготовки	Способ обработки	Припуск на диаметр при длине заготовки			
		до 120	120-260	260-500	500-600
30-50	Точение:	1,3	1.6	2.2	
	предварит.	1,1	1,4	-	
	чистовое	0,25	0,25	0.3	
		0,20	0,25		
	Шлифование:				
	предварит.	0,25	0,5	0,85	
	чистовое	0,06	0,06	0,06	
св 50 до 80	Точение:	1,5	1,7	2,3	3,1
	предварит.	1,1	1.5	2,1	-
	чистовое	0,25	0,30	0,3	0,35
		0,2	O.25	0,3	-
	Шлифование:				
	предварит.	0,25	0,4	0,75	1,2
	чистовое	0,06	0,06	0,06	0,06
св 80 до 120	Точение:	1,8	1.9	2,1	2,6
	предварит.	1,2	1,3	1,7	2,3
		1.2	1,3	1,7	2,3
	чистовое	0,25	0,25	0,30	0,30
		0,25	0,25	0,25	0,30
	Шлифование: предварит.	0,2	0,35	0,65	1,0
	чистовое	0,06	0,06	0,06	0,06

Примечание: I) Припуски в числителе указаны при установке в патроне, в знаменателе - в центрах.

Таблица 3.7.

Припуски на диаметр под различные операции обработки отверстий

Способ обработки.	Припуск при диаметре мм .				
	10 - 18	18 - 30	30 - 50	50 - 80	80 - 120
1, Чистовое растачивание зенкерование (после сверления)	0,8	1,2	1,5	-	-
2, Окончательное растачивание (после чернового растачивания или зенкерования)	-	-	0,9	1,1	1,3
3 Развертывание (после сверления)	0,25	0,3	0,4	-	-
4 Развертывание (после зенкерования или растачивания)	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
5 Чистовое развертывание (после чернового развертывания)	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1
6, Протягивание	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
7, Хонингование	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
8, Шлифование после термообработки	0,01	0,1	0,1	0,2	0,2
9. Притирка	0,01	0,01	0,01	0,015	0,02