Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Машиностроительный колледж
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Технологические процессы изготовления деталей машин

Методические рекомендации к выполнению технологической части выпускной квалификационной работы в виде дипломного проекта для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

г. Иваново 2019 г.

Составитель: Сидорова Е.В.
Редакторы: Вьюшина Е.С., Дубова Л.В.

Методические рекомендации для выполнения технологической части выпускной квалификационной работы в виде дипломного проекта, тематика которой соответствует содержанию профессионального модуля ПМ.01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин», предназначена для студентов специальности СПО:15.02.08 «Технология машиностроения».

Данные рекомендации содержат требования к оформлению выпускной квалификационной работы, все необходимые материалы, пояснения и задания для студентов.

Методические рекомендации направлены на формирование практических навыков и самостоятельной работы студентов.

Утверждены цикловой методической комиссией технологических дисциплин и оборудования.

Рецензенты:

Е. С. Вьюшина- преподаватель высшей категории Машиностроительного колледжа ИГЭУ

В.Н.Титов - технический директор, ООО «Тестсистемы»

ВВЕДЕНИЕ

Методическое руководство содержит материал по организации и проведению дипломного проектирования для студентов и руководителей проектирования. Методические указания соответствует содержанию профессионального модуля ПМ.01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин» и являются руководством при разработке технологической части дипломных проектов.

Студенты, используя полученные знания по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям профессионального цикла, должны практически решить конкретные задачи, предусмотренные заданием на выпускную квалификационную работу. Последнее включает в себя разработку операционного технологического процесса, проектирование специального приспособления, режущего и измерительного инструментов для детали средней сложности в условиях серийного производства.

В методическом руководстве рассматриваются общие вопросы, связанные с организацией проектирования, требования к оформлению чертежей, пояснительной записки и условия заполнения чернового варианта ведомости технологического процесса. Приводятся методические указания к составлению пояснительной записки, к заполнению технологических документов в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД и к выполнению графической части проекта. В связи с внедрением стандартов Единой системы допусков и посадок (ЕСДП-СЭВ) приведены справочные данные, которые могут быть использованы для перевода системы допусков и посадок ОСТ (ГОСТ) в ЕСДП-СЭВ.

В графической части проекта на чертежах обозначения шероховатости поверхности указаны по ГОСТ 2.309-73.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 50-70 страниц, 5-6-и листов чертежей формата А1 и комплекта карт технологического процесса.

Во время проектирования студент должен показать умение пользоваться справочной литературой, нормативами, всесторонне использовать полученные знания, а также использовать достижения науки и техники в области обработки металлов резанием.

Вся работа над проектом должна вестись студентом самостоятельно с необходимой инициативой и настойчивостью.

Принятые решения согласовываются с руководителем проекта на очередной консультации, которые, проводятся согласно графику консультаций по технологической части дипломного проекта. В ходе консультации студент получает от руководителя проектирования конкретные указания и вносит все необходимые поправки и уточнения в чертежи и пояснительную записку.

В ходе проектирования студент регулярно ведет записи и соответствующие расчеты в черновике пояснительной записки.

Графическая часть дипломного проекта должна быть объёмом 5-6 лис тов формата А1 (594 × 841 мм), выполненная с использованием графических программ (например, T-FLEXCAD или AutoCAD) или в карандаше.

Графический материал дипломного проекта должен выполняться в соответствии с основными требованиями действующих государственных стандартов ЕСКД и нормативных документов.

Если графическая часть проекта выполняется в карандаше, то предварительно она выполняется в тонких линиях в соответствующем масштабе на бумаге с соблюдением нужного формата и соответствующих требований к машиностроительному черчению (стандарты ЕСКД).

Только после просмотра и утверждения руководителем проектирования черновика пояснительной записки и чертежей, выполненных с использованием графических программ или в карандаше, студент может приступить к окончательному оформлению пояснительной записки и чертежей.

Перед началом проектирования руководитель проекта выдаёт задание на дипломное проектирование, где указывается дата выдачи и срок окончания проекта, а также выдаётся чертёж детали.

Руководитель проектирования проводит регулярный контроль работы студентов согласно заданию.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

Все чертежи выполняются с использованием графических программ (например, T-FLEXCAD или AutoCAD) или в карандаше на листах чертежной бумаги в соответствии со стандартами ЕСКД.

При выполнении графических работ по проекту необходимо строгое соблюдение действующих ГОСТов. На одном листе может быть размещено несколько чертежей.

Все чертежные листы должны быть пронумерованы и подписаны студентом и руководителем проекта.

Рекомендуемые форматы для графической части проекта:

а) рабочий чертеж детали – формат А3;

б) технологические наладки – формат А1;

в) рабочие чертежи на режущий и измерительный инструмент – формат А3;

г) сборочные чертежи приспособления – формат А1;

д) планировка участка и график загрузки оборудования-

формат А1.

На чертежных листах не разрешается помещать крупных заглавных надписей.

Наименование всех листов и их нумерацию следует помещать только в соответствующих графах основных надписей. Форматы чертежей должны соответствовать ГОСТ 2.301. Сборочные чертежи приспособлений должны содержать все сведения, необходимые для выполнения рабочих чертежей. В зависимости от сложности приспособления его изображают в двух или трех проекциях с необходимыми дополнительными сечениями.

На чертежах проставляют габаритные размеры, указывают посадки в основных местах соединения, расстояния между осями основных, собираемых деталей или до базовых элементов деталей, а также все другие размеры, необходимые для правильной сборки. Кроме того, приводят технические условия и указания, необходимые для сборки и контроля приспособления.

В правом нижнем углу у всех чертежей помещают основные надписи. "Термообработка" для термически обрабатываемых деталей сопровождается указанием требуемой твердости, например, HRC 55-60. Рабочие чертежи на режущий и измерительный инструменты изображаются на одном листе в отдельных форматах с полями. Они должны содержать все необходимые для их изготовления сведения, а именно: достаточное количество проекций, разрезов и сечений, все необходимые размеры с указанием допусков (отклонений), шероховатость поверхностей по ГОСТ 2.309, дополнительные технические требования: на точность расположения поверхностей, термическую обработку, материал и пр.

В основной надписи к чертежу студент ставит свою фамилию нормальным шрифтом и личную подпись. Порядок оформления карт эскизов приводится в разделе «Оформление технологической документации».

Обозначение допусков и посадок должны соответствовать стандартам ЕСДП СЭВ.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) должна оформляться на компьютере.

РПЗ оформляется на белой бумаге формата А4 (210×297) по ГОСТ 9327-60 на одной стороне листа.

На первом листе «СОДЕРЖАНИЯ» пояснительной записки проставляется основная надпись по форме 2 ГОСТ 2.104. На остальных страницах пояснительной записки выполняется основная надпись по форме 2а. Листы пояснительной записки должны быть пронумерованы. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Первым листом считается титульный лист. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Затем подшиваются листы с заданием на дипломный проект (листы задания не нумеруются). Второй по счету лист – «СОДЕРЖАНИЕ».

Эскизы, рисунки в записке выполняются карандашом или на компьютере, обозначаются словом «Рис.» и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённых точкой или сквозная нумерация. Например: «Рис.4.1» (первый рисунок четвертого раздела).

Таблицы нумеруются также двумя арабскими цифрами. В левом верхнем углу, над таблицей, помещают надпись «Таблица». Например, «Таблица 2.5» (пятая таблица второго раздела). Также можно использовать сквозную нумерацию таблиц.

Ссылки на использованную литературу выполняются следующим образом: в квадратных скобках указывается порядковый номер источника из списка литературы, приведенного в записке. Например, [2].

Список использованной литературы оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.1–2003.

Например:

Описание книги, учебников и т.п.

1. **Балакшин, Б.С.** Теория и практика технологии машиностроения. В 2 кн. Кн. 2. Основы технологии машиностроения / Б.С. Балакшин. – М.: Машиностроение, 1982. – 367 с.

2. **Технология** машиностроения (специальная часть): учеб. для машиностроительных специальностей вузов /А.П. Гусев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.

3. **Справочник** технолога-машиностроителя. В 2 т. Т 1 / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – Изд. 4-е, перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.

и т.д.

Описание журнальной статьи

4. **Техперевооружение** ГЭС-1 Мосэнерго /В.Я. Овчарек [и др.]// Энергетик. – 2005. – №3. – С.28–30.

Описание нормативно-технических и технических документов

5. **ГОСТ 18097-88.** Станки токарные и токарно-винторезные. Нормы точности и жесткости. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов 1972.

Примерное расположение материалов в РПЗ: титульный лист; задание на дипломное проектирование; содержание. Далее располагается текст РПЗ в соответствии с содержанием. В РПЗ и графической части проекта не допускаются сокращения, кроме общепринятых и предусмотренных ГОСТ 7.12, ГОСТ 7.11.

При оформлении материалов с помощью компьютера РПЗ выполняется в редакторе Microsoft Word. Рекомендуемый шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14 (12), межстрочный интервал одинарный.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

В соответствии с заданием на дипломное проектирование пояснительная записка состоит из трех разделов:

1 раздел – Общий раздел;
2 раздел – Технологический раздел;
3 раздел – Проектирование технологической оснастки.

Введение. Здесь необходимо кратко остановиться на решениях правительства по развитию машиностроительной промышленности. Отметить роль и значение машиностроения на развитие народного хозяйства.

Дать характеристику основных направлений, которые осуществляются в машиностроительной промышленности: повышение надежности и долговечности машин, автоматизация и механизация производства, повышение эффективности и качества продукции, прогрессивные формы организации производства, внедрение новой техники и прогрессивной технологии, проведение других мероприятий по повышению производительности труда и снижению себестоимости.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

	ВВЕДЕНИЕ……	стр
1.	ОБЩИЙ РАЗДЕЛ…….	стр
1.1.	Служебное назначение изготовляемой детали……	стр
1.2.	Конструкторский и технологический анализ чертежа детали……	стр
2.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ…….	стр
2.1.	Тип производства и его характеристика……	стр
2.2.	Выбор вида и метода изготовления исходной заготовки, его технико-экономическое обоснование……..	стр
2.3.	Расчет (выбор) общих припусков и разработка чертежа исходной заготовки……..	стр
2.4.	Расчет коэффициента использования материала…….	стр
2.5.	Расчет потребности материала на годовую программу……..	стр
2.6.	Планы обработки поверхностей детали……..	стр
2.7.	Выбор операционных (межпереходных) припусков и расчет межпереходных размеров……..	стр
2.8.	Обоснование выбора баз, методов обработки, варианта технологического процесса……	Стр
2.9.	Ведомость технологического процесса…….	стр
2.10.	Выбор оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструментов. Выбор приспособлений. Сводные ведомости оборудования и средств технического оснащения……	стр
2.11.	Расчет и назначение режимов резания. Ведомость корректировки режимов резания по вспомогательному времени……	стр
2.12.	Техническое нормирование операций технологического процесса……..	стр
2.13.	Разработка операций, производимых на станках с ЧПУ, составление циклограммы перемещения инструмента. Оформление программного листа. Составление управляющей программы (распечатка)……..	стр
2.14.	Технологическая документация по ЕСТД. Титульный лист. МК с продолжением, КЭ, ОК с продолжением на все операции технологического процесса……	стр
3.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ……	стр
3.1.	Конструирование приспособления для …….	стр
3.2.	Выбор инструмента для контроля поверхности ……с расчетом исполнительных размеров ……	стр
4.	Литература……	стр

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Служебное назначение изготовляемой детали

Под служебным назначением (СН) детали понимается максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой предназначена деталь.

Деталь является элементарной частью сборочной единицы. Поэтому для формулирования СН детали необходимо изучить чертеж сборочной единицы, в которую входит данная деталь.

При формулировании СН детали необходимо определить:

- *исполнительные поверхности,* т.е. те поверхности, которыми деталь выполнит свое СН и ради которых она создается;
- *основные поверхности*, определяющие положение детали в сборочной единице, её базы;
- *вспомогательные поверхности*, определяющие положение других деталей, присоединяемых к данной детали;
- *свободные поверхности*, завершающие конструктивное оформление детали.

При отсутствии чертежа сборочной единицы, в которую входит изготавливаемая деталь, данный подраздел не выполняется.

1.2. Конструкторский и технологический анализ чертежа детали

В этом разделе необходимо произвести анализ конструкции детали с точки зрения технологичности её изготовления.

1. Расшифровать марку материала, из которого изготовлена деталь.
2. Указать механические свойства металла.
3. Описать из каких элементов состоит деталь.
4. Выделить наиболее ответственные поверхности, которые выполняются с наиболее высоким квалитетом точности и классом шероховатости.
5. Расшифровать обозначения значков отклонения от геометрической формы (табл.1, 2).
6. Сделать вывод о технологичности детали.

Одновременно необходимо проверить: имеются ли на чертеже все необходимые размеры, классы шероховатости и т.д.

Если есть возможности и условия, то необходимо познакомиться с характером работы узла, в который входит заданная деталь и машиной в целом.

Пример 1 (рис.1) *Конструкторский и технологический анализ чертежа детали*

Деталь «Шестерня» 2636.240.494 изготавливается из стали 40Х, ГОСТ 4543-71.

В данной стали содержится 0,4 % углерода (С), до 1% хрома (Cr).

Деталь состоит из зубчатого венца Ø155,3$_{-0,26}$ *мм*, ступицы Ø90К6 *мм* и Ø100 *мм*, в детали имеется отверстие Ø70Н7, выполненное по 7 квалитету точности и 8 классу шероховатости. В отверстии имеется шпоночный паз 18D10($^{+0,12}$). На торце венца имеются 2 резьбовых отверстия М8. Наружный диаметр зубчатого венца выполнен по 11 квалитету точности и по 5 классу шероховатости. Торцы ступицы выполнены по 6 классу шероховатости. На ступице Ø90К6 имеется угловая канавка 2×0,5 и канавка Ø86,5$_{-0,35}$, шириной 3,4$^{+0,18}$. Зубья m=3, Z=46 подвергаются закалке HRC 48…52, обрабатываются по 5 классу шероховатости. Остальные поверхности обрабатываются по 14 квалитету точности и 4 классу шероховатости.

↗ 0,02 A	- радиальное биение наружного диаметра ступицы относительно базовой поверхности (Ø70Н7) не более 0,02*мм;*
↗ 0,025 A	- торцевое биение приточки ступицы относительно базовой поверхности (Ø70Н7) не более 0,025 *мм*;
↗ 0,08 A	- радиальное биение зубчатого венца относительно базы А (Ø70Н7) не более 0,08 *мм*;
// 0,03	- отклонение параллельности торцов ступицы не более 0,03 *мм*;
↗ 0,02 A	- торцевое биение правого торца ступицы относительно базы А (Ø70Н7) не более 0,02 *мм*;
÷ 0,05 A	- несимметричность расположения шпоночного паза относительно оси отверстия Ø70Н7 не более 0,05 *мм*.

На основании приведенного анализа делается вывод, что деталь технологична. Её изготовление возможно на оборудовании, которое выпускается станкостроительной промышленностью.

Пример 2 (рис.2) *Конструкторский и технологический анализ чертежа*

Деталь «Вал» изготовлен из стали 45 ГОСТ 1050-88.

Сталь 45 – конструкционная сталь относится к качественной группе стали.

Химический состав стали 45 в % ГОСТ 1050-88

C углерод	Si кремний	Mn марганец	Cr хром	S сера	P фосфор	Cu медь	Ni никель	As мышьяк
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	не более					
			0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства

Временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении) σ_B=640 *МПа*.

Относительное удлинение после разрыва σ_4=6 %.

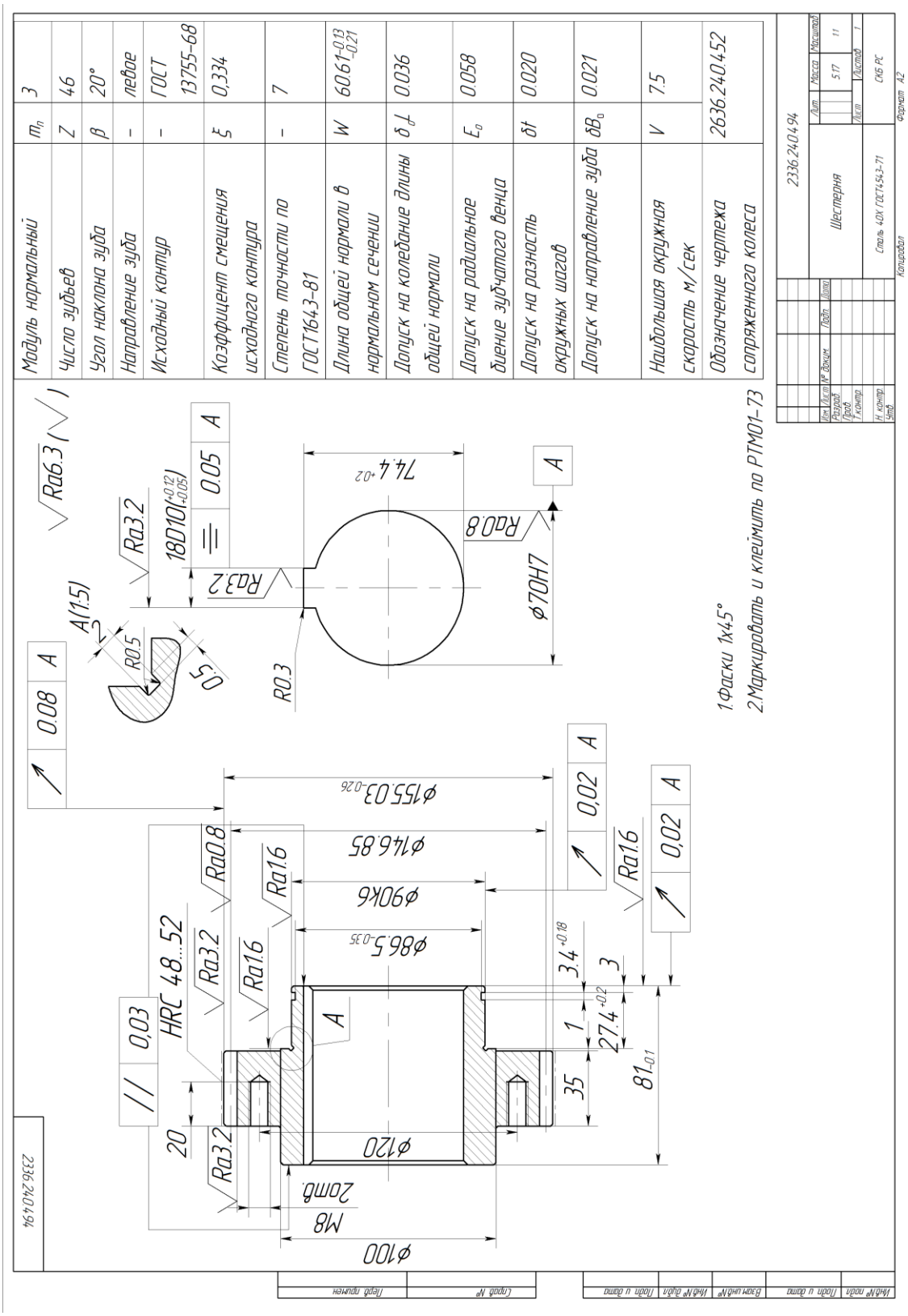


Рис.1. Образец чертежа детали «Шестерня»

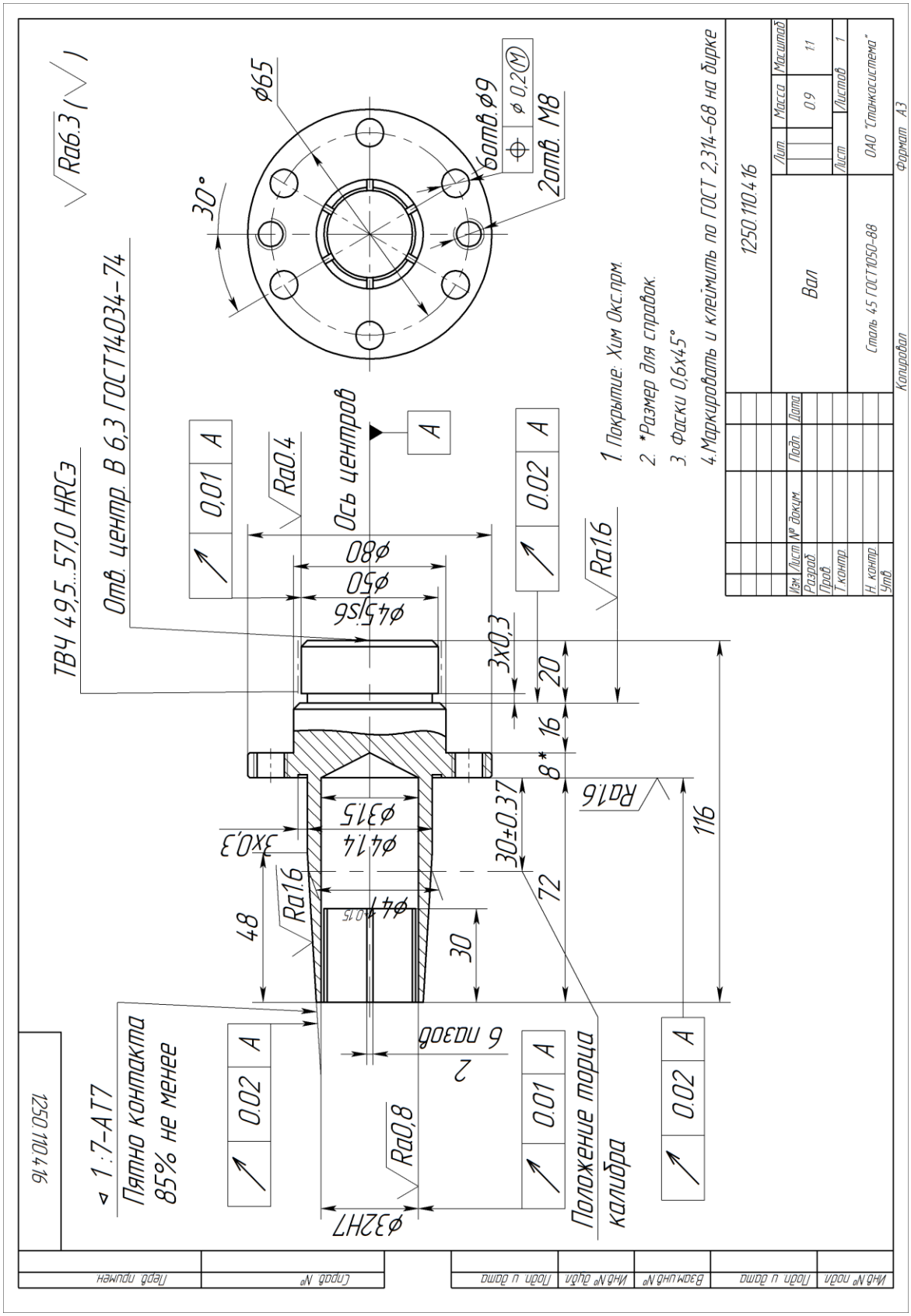


Рис.2. Образец чертежа детали «Вал

Значение неуказанных допусков при определяющем допуске размера по ГОСТ 25069-81

Интервалы номинальных размеров, мм	перпендикулярности, по квалитетам 12 и точнее / по классам точности: точный	13 и 14 / средний	15 и 16 / грубый	торцового биения, 12 и точнее / точный	13 и 14 / средний	15 и 16 / грубый
До 10	0,06	0,10	0,16	0,025	0,04	0,10
св. 10 до 16	0,08	0,12	0,20	0,030	0,05	0,12
" 16 " 25	0,10	0,16	0,25	0,040	0,06	0,16
" 25 " 40	0,12	0,20	0,30	0,050	0,08	0,20
" 40 " 63	0,16	0,25	0,40	0,060	0,10	0,25
" 63 " 100	0,20	0,30	0,50	0,080	0,12	0,30
" 100 " 160	0,25	0,40	0,60	0,100	0,16	0,40
" 160 " 250	0,30	0,50	0,80	0,120	0,20	0,50
" 250 " 400	0,40	0,60	1,00	0,160	0,25	0,60
" 400 " 630	0,50	0,80	1,20	0,200	0,30	0,80
" 630 " 1000	0,60	1,00	1,60	0,250	0,40	1,00
" 1000 " 1600	0,80	1,20	2,00	0,300	0,50	1,20
" 1600 " 2500	1,00	1,60	2,50	0,400	0,60	1,60

Примечания:

1. Под номинальным размером понимается номинальная длина (черт. 1, размер L) или номинальный диаметр торцовой поверхности (черт. 2 диаметр d)

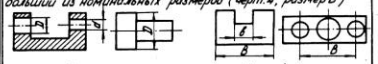
Черт. 1 Черт. 2

2. Под определяющим допуском размера понимается допуск рассматриваемого элемента (L_0). Если имеется несколько таких размеров (L_0, L_{01} - черт. 1; L_{01}, L_{02} - черт. 2), то выбор неуказанного допуска производится по более точному квалитету.

Интервалы номинальных размеров, мм	соосности, пересечения осей, радиального биения, по квалитетам 12 и точнее / по классам точности: точный	13 и 14 / средний	15 и 16 / грубый	симметричности, 12 и точнее / точный	13 и 14 / средний	15 и 16 / грубый
До 3	0,05	0,12	0,20	0,20	0,3	0,5
св. 3 до 10	0,06	0,16	0,25	0,25	0,4	0,6
" 10 " 18	0,08	0,20	0,30	0,30	0,5	0,8
" 18 " 30	0,10	0,25	0,40	0,40	0,6	1,0
" 30 " 50	0,12	0,30	0,50	0,50	0,8	1,2
" 50 " 120	0,16	0,40	0,60	0,60	1,0	1,6
" 120 " 250	0,20	0,50	0,80	0,80	1,2	2,0
" 250 " 400	0,25	0,60	1,00	1,00	1,6	2,5
" 400 " 630	0,30	0,80	1,20	1,20	2,0	3,0
" 630 " 1000	0,40	1,00	1,60	1,60	2,5	4,0
" 1000 " 1600	0,50	1,20	2,00	2,00	3,0	5,0
" 1600 " 2500	0,60	1,60	2,50	2,50	4,0	6,0

Примечания:

1. Под номинальным размером понимается больший из номинальных диаметров (черт. 3, диаметр D) или больший из номинальных размеров (черт. 4, размер B)



Черт. 3 Черт. 4

2. Под определяющим допуском размера понимается допуск рассматриваемого или базового элемента (D или d - черт. 3; B или b - черт. 4) по более грубому квалитету.

3. Числовые значения неуказанных допусков соосности, пересечения осей, симметричности приведены в диаметральном выражении; для получения допусков в радиальном выражении числовые значения должны быть уменьшены вдвое.

4. Если допуски параллельности не указаны, то допускается любые отклонения от параллельности в пределах поля допуска размера между рассматриваемыми поверхностями или осями

5. Если допуски формы не указаны, то допускаются любые отклонения формы в пределах поля допуска размера рассматриваемого элемента.

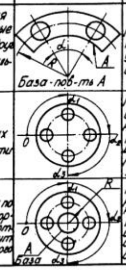
Неуказанные предельные отклонения размеров по ГОСТ 25670-83

Интервал линейных размеров, мм	12 квалитет „точный": пред. откл. линейных разм. в мм h12	H12	IT12/2	радиусов закруглений и фасок	Интервал длин меньшей стороны угла	Пред. откл. углов в угловых единицах	в мм на 100 мм длины	14 квалитет „средний": h14	H14	IT14/2	радиусов закруглений и фасок	Интервал длин меньшей стороны угла	в угловых единицах	в мм на 100 мм длины	16 квалитет „грубый": h16	H16	IT16/2	радиусов закруглений и фасок	Интервал длин меньшей стороны угла	в угловых единицах	в мм на 100 мм длины
До 0,3				—	До10	±1°	±1,8	—	—	—	—	До10	±1°	±1,8	—	—	—	—	До10	±1°	±1,8
св. 0,3 до 0,5	${}^{0}_{-0,1}$	${}^{+0,1}_{0}$	±0,05	±0,1							±0,1							±0,1			
" 0,5 " 1,0																					
" 1 " 3				±0,2				${}^{0}_{-0,25}$	${}^{+0,25}_{0}$	±0,125	±0,2				${}^{0}_{-0,6}$	${}^{+0,6}_{0}$	±0,3	±0,2			
" 3 " 6	${}^{0}_{-0,12}$	${}^{+0,12}_{0}$	±0,06	±0,3				${}^{0}_{-0,30}$	${}^{+0,30}_{0}$	±0,15	±0,3				${}^{0}_{-0,75}$	${}^{+0,75}_{0}$	±0,375	±0,3			
" 6 " 10	${}^{0}_{-0,15}$	${}^{+0,15}_{0}$	±0,075	±0,5				${}^{0}_{-0,36}$	${}^{+0,36}_{0}$	±0,18	±0,5				${}^{0}_{-0,9}$	${}^{+0,9}_{0}$	±0,45	±0,5			
" 10 " 18	${}^{0}_{-0,18}$	${}^{+0,18}_{0}$	±0,09		св.10 до40	±30'	±0,9	${}^{0}_{-0,43}$	${}^{+0,43}_{0}$	±0,215		св.10 до40	±30'	±0,9	${}^{0}_{-1,1}$	${}^{+1,1}_{0}$	±0,55		св.10 до40	±30'	±0,9
" 18 " 30	${}^{0}_{-0,21}$	${}^{+0,21}_{0}$	±0,105					${}^{0}_{-0,52}$	${}^{+0,52}_{0}$	±0,26					${}^{0}_{-1,3}$	${}^{+1,3}_{0}$	±0,65				
" 30 " 50	${}^{0}_{-0,25}$	${}^{+0,25}_{0}$	±0,125	±1,0				${}^{0}_{-0,62}$	${}^{+0,62}_{0}$	±0,31	±1,0				${}^{0}_{-1,6}$	${}^{+1,6}_{0}$	±0,80	±1,0	св.40 до160	±20'	±0,6
" 50 " 80	${}^{0}_{-0,30}$	${}^{+0,30}_{0}$	±0,150		св.40 до160	±20'	±0,6	${}^{0}_{-0,74}$	${}^{+0,74}_{0}$	±0,37		св.40 до160	±20'	±0,6	${}^{0}_{-1,9}$	${}^{+1,9}_{0}$	±0,95				
" 80 " 120	${}^{0}_{-0,35}$	${}^{+0,35}_{0}$	±0,175					${}^{0}_{-0,87}$	${}^{+0,87}_{0}$	±0,435					${}^{0}_{-2,2}$	${}^{+2,2}_{0}$	±1,10				
" 120 " 180	${}^{0}_{-0,40}$	${}^{+0,40}_{0}$	±0,20	±2,0				${}^{0}_{-1,00}$	${}^{+1,00}_{0}$	±0,50	±2,0				${}^{0}_{-2,5}$	${}^{+2,5}_{0}$	±1,25	±2,0	св.160 до630	±10'	±0,3
" 180 " 250	${}^{0}_{-0,46}$	${}^{+0,46}_{0}$	±0,23		св.160 до630	±10'	±0,3	${}^{0}_{-1,15}$	${}^{+1,15}_{0}$	±0,575		св.160 до630	±10'	±0,3	${}^{0}_{-2,9}$	${}^{+2,9}_{0}$	±1,45				
" 250 " 315	${}^{0}_{-0,52}$	${}^{+0,52}_{0}$	±0,26					${}^{0}_{-1,30}$	${}^{+1,30}_{0}$	±0,65					${}^{0}_{-3,2}$	${}^{+3,2}_{0}$	±1,6				
" 315 " 400	${}^{0}_{-0,57}$	${}^{+0,57}_{0}$	±0,285					${}^{0}_{-1,40}$	${}^{+1,40}_{0}$	±0,70					${}^{0}_{-3,6}$	${}^{+3,6}_{0}$	±1,8				
" 400 " 500	${}^{0}_{-0,63}$	${}^{+0,63}_{0}$	±0,315	±4,0				${}^{0}_{-1,55}$	${}^{+1,55}_{0}$	±0,775	±4,0				${}^{0}_{-4,0}$	${}^{+4,0}_{0}$	±2,0	±4,0			
" 500 " 630	${}^{0}_{-0,70}$	${}^{+0,70}_{0}$	±0,35					${}^{0}_{-1,75}$	${}^{+1,75}_{0}$	±0,875					${}^{0}_{-4,4}$	${}^{+4,4}_{0}$	±2,2				
" 630 " 800	${}^{0}_{-0,80}$	${}^{+0,80}_{0}$	±0,40		св.630 до 2500	±5'	±0,15	${}^{0}_{-2,0}$	${}^{+2,0}_{0}$	±1,00		св.630 до 2500	±5'	±0,15	${}^{0}_{-5,5}$	${}^{+5,5}_{0}$	±2,75		св.630 до 2500	±5'	±0,15
" 800 " 1000	${}^{0}_{-0,90}$	${}^{+0,90}_{0}$	±0,45					${}^{0}_{-2,3}$	${}^{+2,3}_{0}$	±1,15					${}^{0}_{-5,6}$	${}^{+5,6}_{0}$	±2,8				
" 1000 " 1250	${}^{0}_{-1,05}$	${}^{+1,05}_{0}$	±0,525	—				${}^{0}_{-2,6}$	${}^{+2,6}_{0}$	±1,30	—				${}^{0}_{-6,6}$	${}^{+6,6}_{0}$	±3,3	—			
" 1250 " 1600	${}^{0}_{-1,25}$	${}^{+1,25}_{0}$	±0,625					${}^{0}_{-3,1}$	${}^{+3,1}_{0}$	±1,55					${}^{0}_{-7,8}$	${}^{+7,8}_{0}$	±3,9				
" 1600 " 2000	${}^{0}_{-1,50}$	${}^{+1,50}_{0}$	±0,75					${}^{0}_{-3,7}$	${}^{+3,7}_{0}$	±1,85					${}^{0}_{-9,2}$	${}^{+9,2}_{0}$	±4,6				

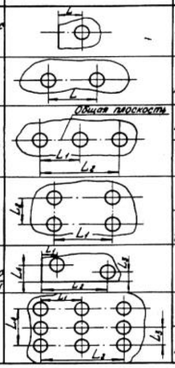
Примечание: На углы 90° с неуказанными допусками распространяются допуски перпендикулярности по ГОСТ 25069-81

Пересчет позиционных допусков на предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий

Система полярных координат

Характеристика расположения отверстий	Эскиз	Нормируемые отклонения размеров, координирующих оси координат	Интервалы номинальных размеров (мм): диаметра D	радиуса R												
			Позиционный допуск в диаметральном выражении T (мм)		0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
			Позиционный допуск в радиусном выражении - T/2 (мм)		0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
			± δD (мм)		0,07	0,08	0,11	0,14	0,16	0,22	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8
			± δR (мм)		0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4
					± δα, ± δα_Σ											
Два отверстия координированные относительно друг друга и центрального базового элемента A	 База-пов-ть A	Пред. откл. ±δR радиуса окружн. Пред. откл. ±δα угла между осями отверстий	От 6 до 10	От 3 до 5	1°	1°10'	1°40'	2°	2°20'	3°	4°					
			св. 10 до 14	св. 5 до 7	40'	50'	1°	1°20'	1°40'	2°	2°40'	3°20'	4°			
			" 14 " 18	" 7 " 9	30'	35'	45'	1°	1°10'	1°30'	2°	2°20'	3°	4°		
			" 18 " 24	" 9 " 12	22'	28'	35'	45'	55'	1°10'	1°30'	1°50'	2°20'	3°	3°40'	4°30'
			" 24 " 30	" 12 " 15	18'	22'	28'	35'	45'	55'	1°10'	1°30'	1°50'	2°20'	3°	3°40'
Три и более отверстий, расположенных по окружности		Пред. откл. ±δD диаметра окружности центров. Пред. откл. ±δα_Σ центрального угла между осями любых отверстий	" 30 " 40	" 15 " 20	14'	16'	22'	28'	35'	45'	55'	1°10'	1°20'	1°50'	2°20'	2°40'
			" 40 " 50	" 20 " 25	10'	12'	16'	20'	25'	30'	40'	50'	1°	1°20'	1°40'	2°
			" 50 " 65	" 25 " 32,5	8'	10'	12'	16'	20'	25'	30'	40'	50'	1°	1°20'	1°40'
			" 65 " 80	" 32,5 " 40	6'	8'	10'	12'	16'	20'	25'	30'	40'	50'	1°	1°20'
			" 80 " 100	" 40 " 50	5'	6'	8'	10'	12'	16'	20'	25'	30'	40'	50'	1°
Три и более отв., расположенных по окружности, координированных относительно центрального базового элемента A	База	Пред. откл. ±δR радиуса окружности центров. Пред. откл. ±δα_Σ центр. угла между осями двух любых отверстий	" 100 " 120	" 50 " 60	4'	5'	7'	9'	11'	14'	18'	22'	28'	35'	45'	55'
			" 120 " 150	" 60 " 75	3'30"	4'30"	6'	7'	9'	12'	14'	18'	22'	28'	35'	45'
			" 150 " 180	" 75 " 90	3'	4'	5'	6'	7'	9'	12'	14'	18'	22'	30'	35'
			" 180 " 250	" 90 " 125	2'	2'30"	3'30"	4'30"	6'	7'	9'	11'	14'	18'	22'	28'

Система прямоугольных координат

Характеристика расположения отверстий	Эскиз	Нормируемые отклонения размеров координирующих оси отверстий											
		Позиционный допуск в диаметральном выражении - T (мм)	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
		Позиционный допуск в радиусном выражении - T/2 (мм)	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
		Числовые значения пред. откл. размеров, координирующих оси											
Одно отверстие, координированное относительно плоскости (при сборке базовые плоскости соединяемых деталей совмещаются)		Предельные отклонения ± δL размера между осью отверстия и плоскостью	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Два отверстия координированные относительно друг друга		Предельные отклонения ± δL размера между осями двух отверстий	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00
Три и более отверстий, расположенных в один ряд	Общая плоскость	Предельные отклонения ± δL_Σ размера между осями двух любых отверстий	0,07	0,08	0,11	0,14	0,16	0,22	0,28	0,35	0,40	0,55	0,70
		Предельные отклонения ± δy осей отверстий от общей плоскости	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20	0,28	0,35
Три или четыре отверстия, расположенные в два ряда		Предельные отклонения ± δL размеров L_1 и L_2	0,07	0,08	0,11	0,14	0,16	0,22	0,28	0,35	0,40	0,55	0,70
		Предельные отклонения ± δL_d размеров по диагонали между осями двух любых отверстий	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00
Одно или несколько отверстий, координированных относительно двух взаимно перпендикулярных плоскостей		Предельные отклонения ± δL размеров L_1, L_2, L_3, L_4	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20	0,28	0,35
Отверстия, расположенные в несколько рядов		Предельные отклонения ± δL размеров L_1, L_2, L_3, L_4	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,18	0,20	0,28	0,35
		Предельные отклонения ± δL_d размеров по диагонали между осями двух любых отверстий	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00

Обозначения шероховатости

ГОСТ 2789-59	ГОСТ 2789-73	ГОСТ 2789-79
▽1	Rz 320 √	50 √
▽2	Rz 160 √	25 √
▽3	Rz 80 √	12,5 √
▽4	Rz 40 √	6,3 √
▽5	Rz 20 √	3,2 √
▽6	2,5 √	1,6 √
▽7	1,25 √	0,8 √
▽8	0,63 √	0,4 √
▽9	0,32 √	0,2 √
▽10	0,16 √	0,1 √
▽11	0,08 √	0,05 √
▽12	0,04 √	0,025 √
∾	[знак без обработки]	[знак без обработки]
Литье	Rz 500 [знак без обработки]	100 [знак без обработки]

Обозначения допусков формы и расположения

ГОСТ 2.308-68: Наименование отклонения		Знак	ГОСТ 2.308-79: Группа допусков	Вид допуска	Знак
Непрямолинейность	Отклонение от прямолинейности	—	Допуски формы	Допуск прямолинейности	—
Неплоскостность	Отклонение от плоскостности	▱		Допуск плоскостности	▱
Некруглость	Отклонение от круглости	○		Допуск круглости	○
Нецилиндричность	Отклонение от цилиндричности	⌭		Допуск цилиндричности	⌭
—	Отклонение профиля продольного сечения	═		Допуск профиля продольного сечения	═
Непараллельность	Отклонение от параллельности	//	Допуски расположения	Допуск параллельности	//
				Допуск наклона	∠
Несоосность	Отклонение от соосности	[знак]		Допуск соосности	◎
Несимметричность	Отклонение от симметричности	[знак]		Допуск симметричности	⌯

ГОСТ 2.308-68: Наименование отклонения		Знак	ГОСТ 2.308-79: Группа допусков	Вид допуска	Знак
	Смещение осей от номин. расположения	[знак]	Допуски расположения	Позиционный допуск	⌖
Неперпендикулярность	Отклонение от перпендикулярности	⊥		Допуск перпендикулярности	⊥
Пересечение осей	Отклонение от пересечения осей	×		Допуск пересечения осей	×
—	Торцовое биение	↗	Суммарные допуски формы и расположения	Допуск торцового биения	↗
—	Радиальное биение			Допуск радиального биения	
				Допуск биения в заданном направлении	
				Допуск полного торцового биения	⌰
				Допуск полного радиального биения	
				Допуск формы заданного профиля	⌒
				Допуск формы заданной поверхности	⌓

На детали «Вал» на расстоянии 72 *мм* от левого торца расположен фланец с 6-ю отверстиями Ø9 *мм* и двумя отверстиями с резьбой М8. С левой стороны имеется конус с конусностью 1:7 и пятном контакта не менее 85 %, шероховатостью 1,6 и допускаемым радиальным биением ↗ | 0,02 | A | не более 0,02 *мм* (база А – ось центров).

С левой стороны в торце вала имеется глухое отверстие Ø32Н7, выполненное по 7-му квалитету точности с шероховатостью 0,8 *мкм* и допускаемым радиальным биением не более 0,01 *мм* ↗ | 0,01 | A |

В отверстии Ø32Н7 имеется 6 пазов.

С правой стороны от фланца расположена наиболее ответственная поверхность Ø45js6, выполненная по 6 квалитету точности с шероховатостью 0,4 *мкм* и максимальным радиальным биением не более 0,01 *мм* относительно базы А ↗ | 0,01 | A | .

Поверхность Ø45js6 подвергается закалке ТВЧ 49,5…57,0 HRC. Торцевое биение заплечиков, прилегающих к поверхности Ø45js6 и левого торца фланца не более ↗ | 0,02 | A 0,02*мм*.

Остальные поверхности выполняются по 14 квалитету точности и 4 классу шероховатости.

Вывод: деталь технологична, т.к. обработка её возможна на оборудовании, которое выпускается станкостроительной промышленностью.

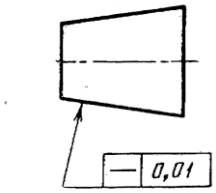
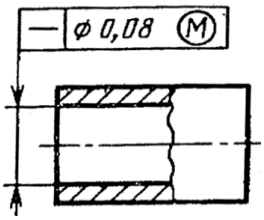
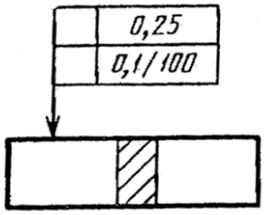
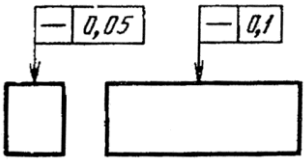
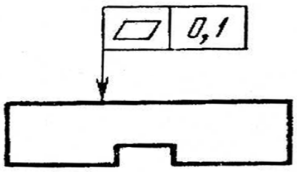
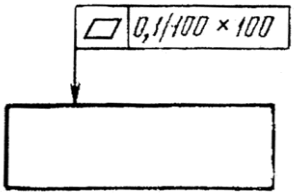
Таблица 1. **Классификация отклонений и допусков формы и расположения поверхностей (ГОСТ 24642-81)**

Группа отклонений и допусков	**Наименование отклонения**	**Наименование допуска**	**Условный знак допуска по ГОСТ 2.308-79**
Отклонение и допуски формы поверхностей	Отклонение от прямолинейности	Допуск прямолинейности	—
	Отклонение от плоскостности	Допуск плоскостности	▱
	Отклонение от круглости	Допуск круглости	○
	Отклонение от цилиндричности	Допуск цилиндричности	⌭
	Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности	Допуск профиля продольного сечения	⌓

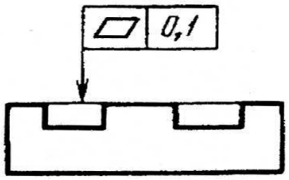
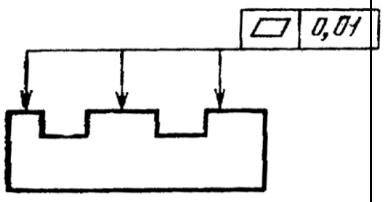
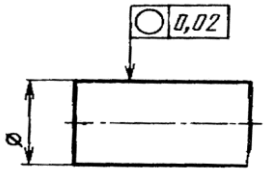
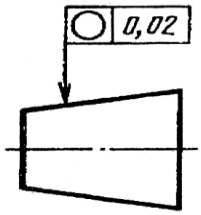
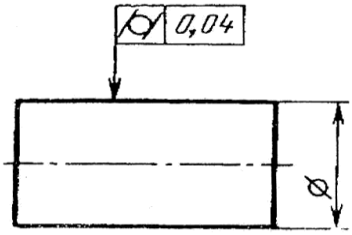
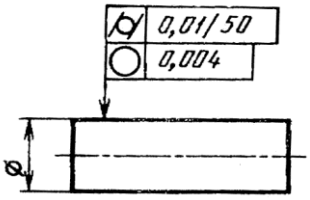
Окончание табл.1

Группа отклонений и допусков	Наименование отклонения	Наименование допуска	Условный знак допуска по ГОСТ 2.308-79
Отклонения и допуски расположения поверхностей	Отклонение от параллельности	Допуск параллельности	//
	Отклонение от перпендикулярности	Допуск перпендикулярности	⊥
	Отклонение наклона	Допуск наклона	∠
	Отклонение от соосности	Допуск соосности	◎
	Отклонение от симметричности	Допуск симметричности	⌯
	Позиционное отклонение	Позиционный допуск	⌖
	Отклонение от пересечения осей	Допуск пересечения осей	×
Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей	Радиальное биение	Допуск радиального биения	↗
	Торцевое биение	Допуск торцевого биения	
	Биение в заданном направлении	Допуск биения в заданном направлении	
	Полное радиальное биение	Допуск полного радиального биения	⌰
	Полное торцевое биение	Допуск полного торцевого биения	
	Отклонение формы заданного профиля	Допуск формы заданного профиля	⌒
	Отклонение формы заданной поверхности	Допуск формы заданной поверхности	⌓

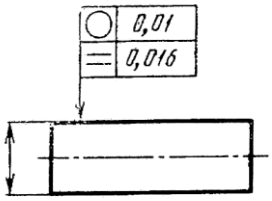
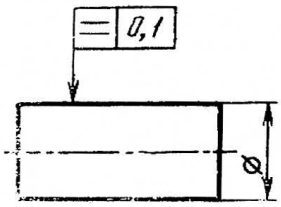
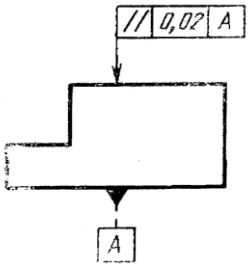
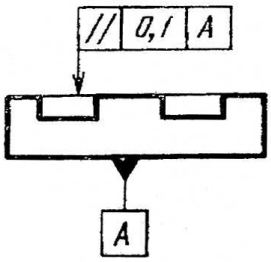
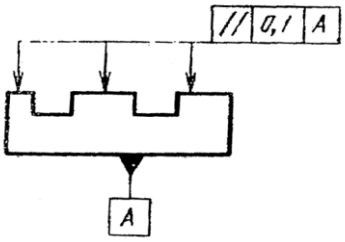
Таблица 2. **Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-79)**

Вид допуска	**Условное обозначение допусков формы и расположения**	**Пояснение**
1.Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности образующей конуса 0,01 мм
		Допуск прямолинейности оси отверстия Ø0,08 мм (допуск зависимый). Понятие «допуск зависимый» - см. ГОСТ24642-81
		Допуск прямолинейности поверхности 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм
		Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении 0,05 мм, в продольном направлении 0,1 мм
2.Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм
		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм на площади 100×100 мм

Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
2. Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхностей относительно общей прилегающей плоскости 0,1 мм
		Допуск плоскостности каждой поверхности 0,01 мм
3. Допуск круглости		Допуск круглости вала 0,02 мм
		Допуск круглости конуса 0,02 мм
4. Допуск цилиндричности		Допуск цилиндричности вала 0,04 мм
		Допуск цилиндричности вала 0,01 мм на длине 50 мм. Допуск круглости вала 0,004 мм

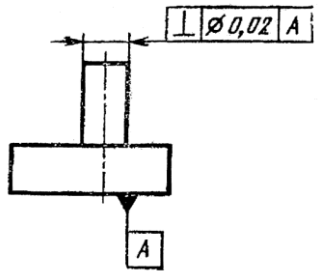
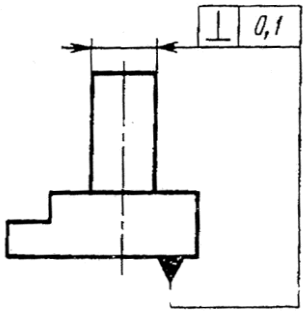
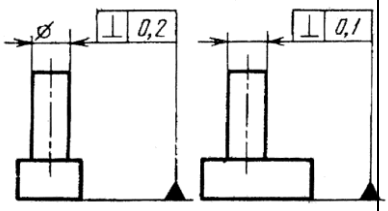
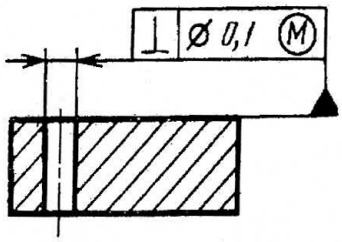
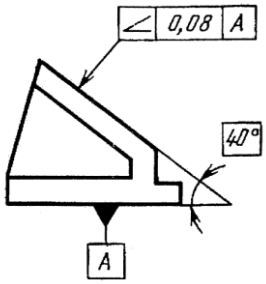
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
5. Допуск профиля продольного сечения		Допуск круглости вала 0,01 мм. Допуск профиля продольного сечения вала 0,016 мм.
		Допуск профиля продольного сечения вала 0,1 мм
6. Допуск параллельности		Допуск параллельности поверхности относительно поверхности *А* 0,02 мм
		Допуск параллельности общей прилегающей плоскости поверхностей относительно поверхности *А* 0,1 мм
		Допуск параллельности каждой поверхности относительно поверхности *А* 0,1 мм

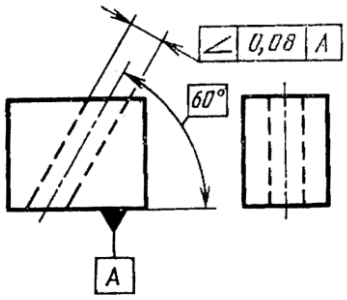
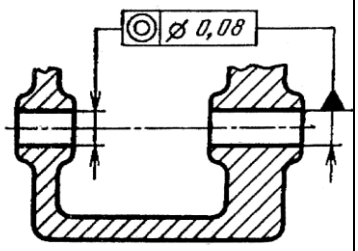
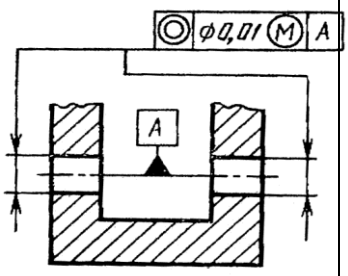
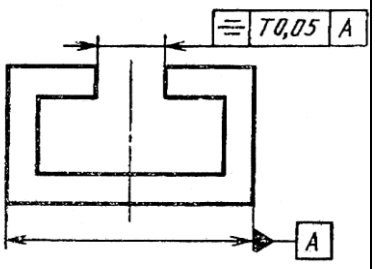
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
6. Допуск параллельности	// 0,05	Допуск параллельности оси отверстия относительно основания 0,05 мм
	// 0,2 A; // 0,1 A; A	Допуск параллельности осей отверстий в общей плоскости 0,1 мм. Допуск перекоса осей отверстий 0,2 мм. База – ось отверстий *А*
	// ϕ0,2 A; A	Допуск параллельности оси отверстия относительно оси отверстия *А* Ø 0,2 мм
7. Допуск перпендикулярности	⊥ ▱ 0,02 A; A	Допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности *А* 0,02 мм
	⊥ 0,06 A; A	Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно оси отверстия *А* 0,06 мм

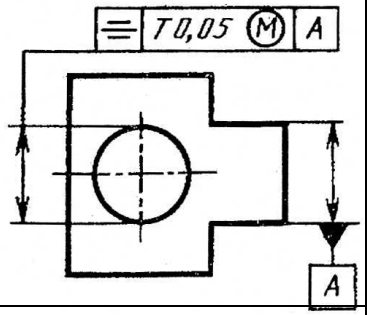
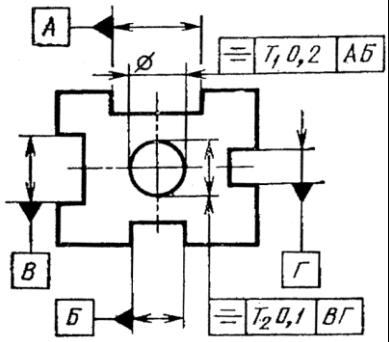
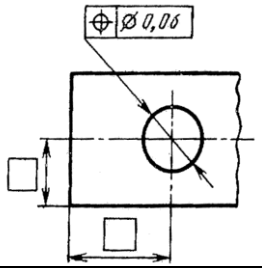
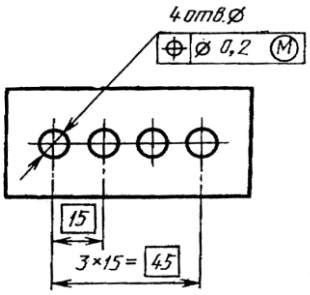
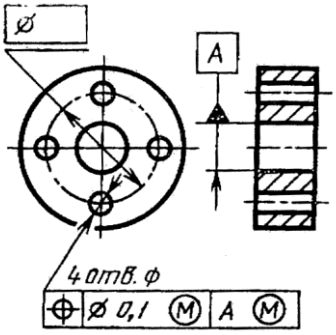
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
7. Допуск перпендикулярности		Допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности *А* Ø0,02 мм
		Допуск перпендикулярности оси выступа относительно основания 0,1 мм
		Допуск перпендикулярности оси выступа в поперечном направлении 0,2 мм, в продольном – 0,1 мм. База – основание
		Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности Ø0,1 мм (допуск зависимый)
8. Допуск наклона		Допуск наклона поверхности относительно поверхности *А* 0,08 мм

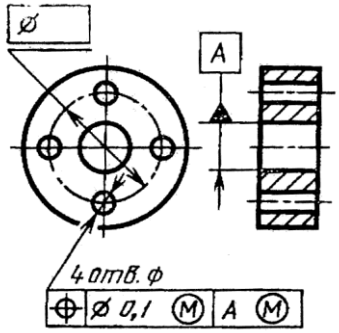
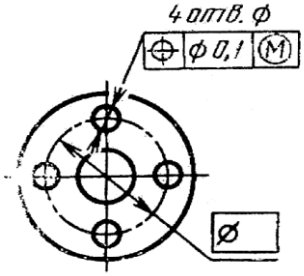
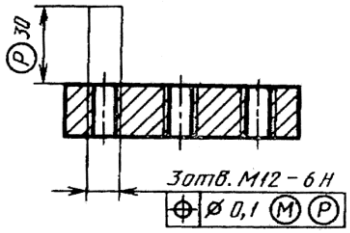
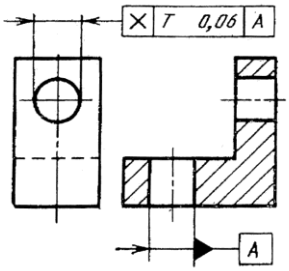
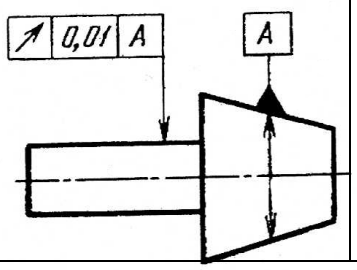
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
		Допуск наклона оси отверстия относительно поверхности *А* 0,08 мм
9. Допуск соосности		Допуск соосности отверстия относительно отверстия Ø 0,08 мм
		Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси Ø0,01 мм (допуск зависимый)
10. Допуск симметричности		Допуск симметричности *Т* паза 0,05 мм. База – плоскость симметрии поверхностей *А*

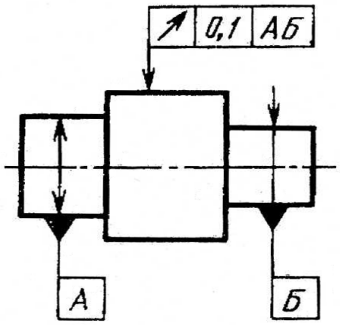
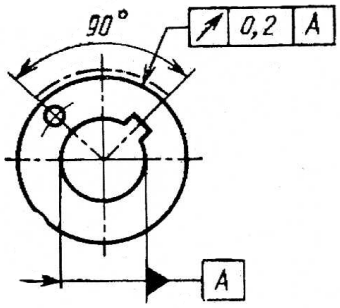
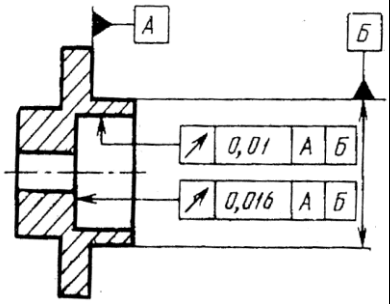
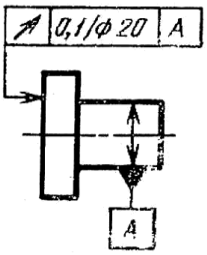
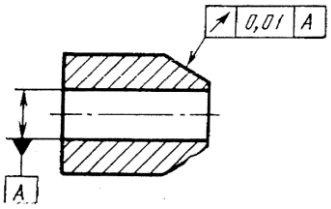
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
		Допуск симметричности *T* отверстия 0,05 мм (допуск зависимый). База – плоскость симметрии поверхностей *А*
		Допуск симметричности T_1 оси отверстия относительно общей плоскости симметрии пазов составляет 0,2 мм и T_2 относительно общей плоскости симметрии пазов *ВГ* – 0,1 мм
11. Позиционный допуск		Позиционный допуск оси отверстия Ø0,06 мм
		Позиционный допуск осей отверстия Ø0,2 мм (допуск зависимый)
		Позиционный допуск осей четырех отверстий Ø0,1 мм (допуск зависимый). База – ось отверстия *А* (допуск зависимый)

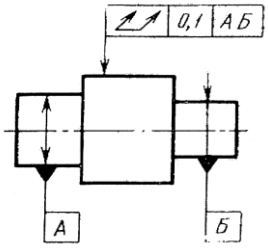
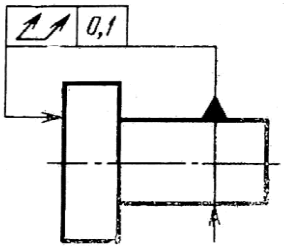
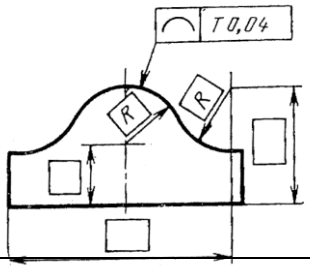
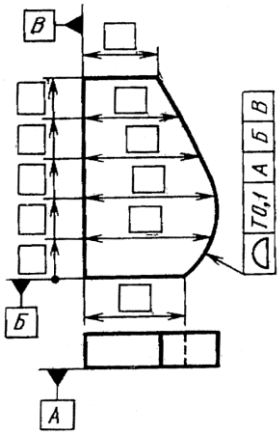
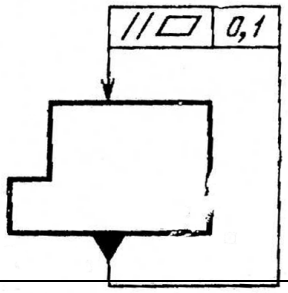
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
11. Позиционный допуск		Позиционный допуск осей четырех отверстий Ø0,1 мм (допуск зависимый). База – ось отверстия *А* (допуск зависимый)
		Позиционный допуск четырех отверстий Ø0,1 мм (допуск зависимый).
		Позиционный допуск трех отверстий Ø0,1 мм (допуск зависимый) на участке, расположенном вне детали и выступающем на 30 мм от поверхности
12. Допуск пересечения осей		Допуск пересечения осей отверстий *Т* 0,06 мм
13. Допуск радиального биения		Допуск радиального биения вала относительно оси конуса 0,01 мм

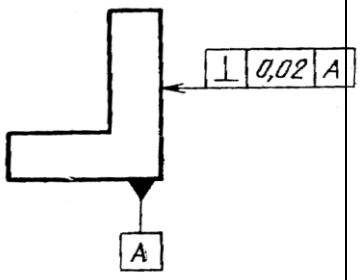
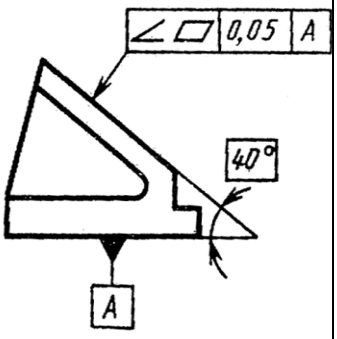
Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
13. Допуск радиального биения		Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей *А* и *Б* 0,1 мм
		Допуск радиального биения участка поверхности относительно оси отверстия *А* 0,2 мм
		Допуск радиального биения отверстия 0,01мм. Первая база –поверхность *А*, вторая база –поверхность *Б*. Допуск торцевого биения относительно тех же баз 0,016 мм
14. Допуск торцевого биения		Допуск торцевого биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности *А* 0,1 мм
15. Допуск биения в заданном направлении		Допуск биения конуса относительно оси отверстия *А* в направлении перпендикулярном к образующей конуса 0,01 мм

Продолжение табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
16. Допуск полного радиального биения		Допуск полного радиального биения относительно общей оси поверхностей *А* и *Б* 0,1 мм
17. Допуск полного торцевого биения		Допуск полного торцевого биения поверхности относительно оси поверхности 0,1 мм
18. Допуск формы заданного профиля		Допуск формы заданного профиля *Т* 0,04 мм
19. Допуск формы заданной поверхности		Допуск *Т* формы заданной поверхности относительно поверхностей *А, Б, В* 0,1 мм
20. Суммарный допуск параллельности и плоскостности		Суммарный допуск параллельности и плоскостности поверхности относительно основания 0,1 мм

Окончание табл.2

Вид допуска	Условное обозначение допусков формы и расположения	Пояснение
21. Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности		Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности относительно основания 0,02 мм
22. Суммарный допуск наклона и плоскостности		Суммарный допуск наклона и плоскостности поверхности относительно основания 0,05 мм

П р и м е ч а н и я:

1. В приведенных примерах допуски соосности, симметричности, позиционные, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности указаны в диаметральном выражении.

Допускается указывать их в радиусном выражении.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Тип производства и его характеристика

Необходимо установить тип производства. Тип производства и соответствующая ему форма организации определяют характер технологического процесса и его построение.

Тип производства заданной детали определяется в зависимости от годовой программы выпуска и трудоемкости ее изготовления, на основании ориентировочных статистических сведений. Ориентировочно тип производства можно установить по таблице 3.

Таблица 3. **Типы производства**

Тип производства	**Количество обрабатываемых за год деталей одного наименования и типоразмера**		
	тяжелых от 20кг и более	**средних от 8 до20 кг**	**лёгких до 5 кг**
Единичное	до 5	до10	до 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Серийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Свыше1000	Свыше5000	Свыше 50000

2.2 Выбор вида и метода изготовления исходной заготовки, его технико-экономическое обоснование

При разработке технологического процесса одной из первых решается задача выбора заготовки. Руководствуясь чертежом детали, следует уточнить способ получения заготовки в зависимости от формы и размеров детали. Стоимость заготовки зависит от метода ее производства и, главным образом, от стоимости оснастки, необходимой для ее изготовления. Некоторые методы получения заготовок требуют дорогой и сложной оснастки, например, литье в металлический кокиль, вращающийся кокиль. Поэтому выбор заготовки во многом зависит от масштаба производства. Тем не менее, следует стремиться, чтобы в заготовительной фазе изготовления детали припуски на обработку рабочих поверхностей были минимальными. Поэтому в условиях серийного производства предпочтительны такие способы получения

заготовок, как объемная штамповка, литье в кокиль, литьё в землю по металлическим моделям с помощью машинной формовки.

При выборе вида и метода изготовления заготовки учитываются: назначение детали и предъявляемые к ней технические требования, технологические свойства материала заготовки (литейные свойства, пластичность, структура), конструктивные формы и размеры заготовки, требуемая точность и качество ее поверхностей, количество выпускаемых деталей, время подготовки технологической оснастки для изготовления заготовок.

Основные, наиболее часто применяемые заготовки приведены в методических указаниях «Разработка чертежа заготовки» [7].

Зная технологические характеристики различных методов изготовления заготовок, можно отобрать необходимый метод, удовлетворяющий заданным условиям.

Для оценки метода получения заготовки необходимо сопоставить все возможные для данного случая варианты, указать их достоинства и недостатки и принять оптимальный вариант. Таким образом, в пояснительной записке необходимо привести обоснование выбора заготовки с четким анализом выбора и способа получения заготовки.

Пример 4. (рис.3) *Выбор вида и метода изготовления исходной заготовки, его технико-экономическое обоснование*

Учитывая форму и размеры детали, материал, программу выпуска на основании классификатора ([7] с.45) приходим к выводу, что в качестве заготовки для данной детали следует выбрать горячую штамповку на горизонтально-ковочной машине (ГКМ), нагрев заготовки индукционный.

Характеристика горизонтально-ковочной машины

ГКМ предназначена для штамповки деталей типа стержней с утолщениями, втулок, колец и т.п. Детали на этой машине можно штамповать массой до 40 кг. Кроме того, полученные этим методом заготовки имеют преимущества перед поковками, полученными на прессах и молотах, такие как: высокий коэффициент использования материала, высокая производительность. Высокая точность получения деталей и возможность штамповки без заусенцев. Значит, далее будет затрачено меньшее количество времени на обработку, а также меньшее количество металла уйдет на отходы. Так как штамп имеет разъем по двум взаимно перпендикулярным поверхностям, то напуски и штамповочные уклоны малы или вообще отсутствуют. Поверхность получается без загрязнения, но есть возможность появления наклепа.

Также есть возможность возникновения продольного изгиба и брака по зажимам. По всем этим показателям можно сделать вывод, что способ получения заготовок экономически выгоден.

<u>Вывод</u>: для серийного производства целесообразно использовать метод горячей штамповки на ГКМ.

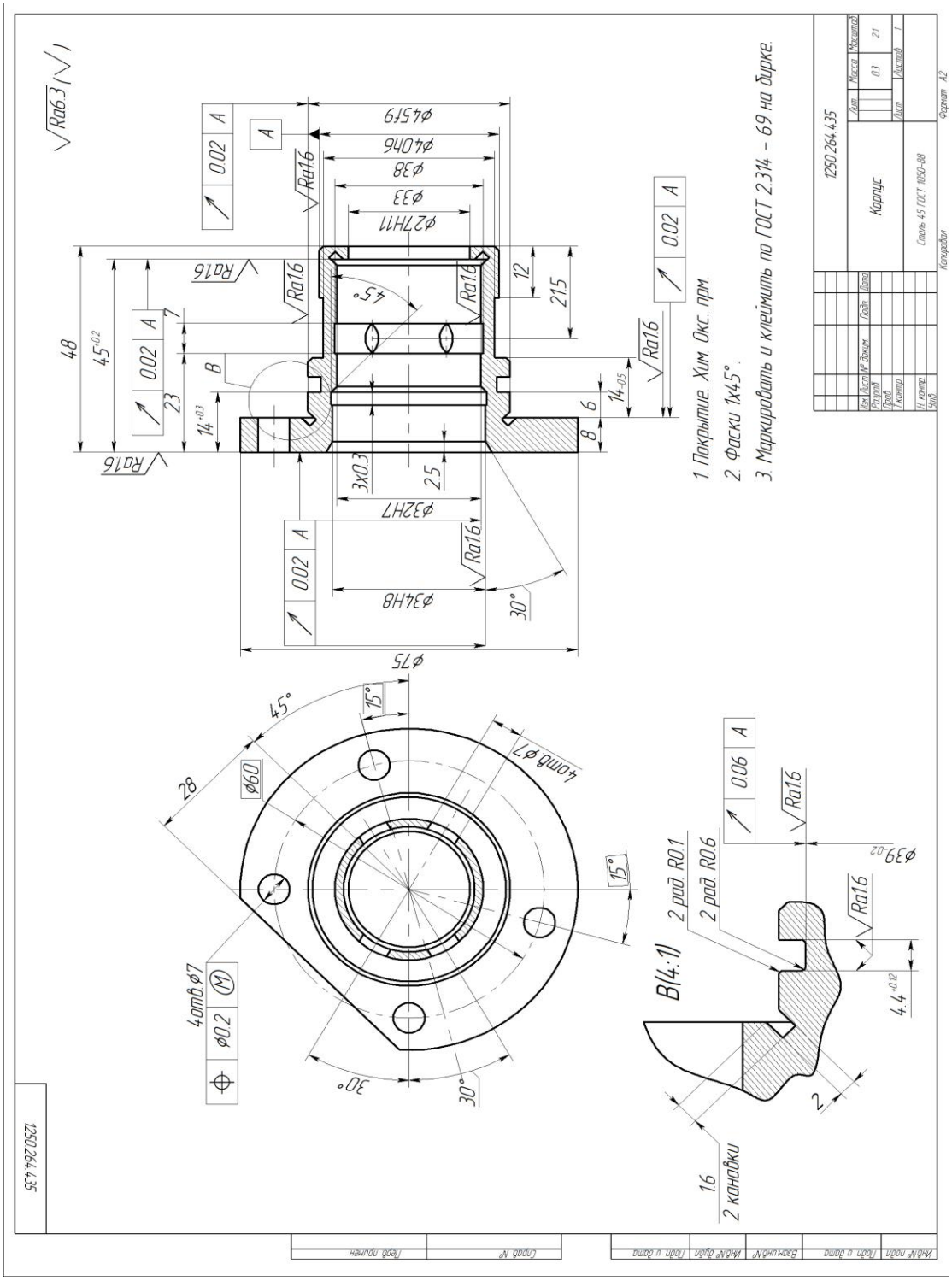


Рис.3. Образец чертежа детали «Корпус»

2.3. Расчет общих припусков и разработка чертежа исходной заготовки

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности, т.е. размеров, формы, твердости, шероховатости.

Подробные указания по выбору общих припусков и допусков на исходную заготовку приведены в методических указаниях [7].

На основании полученных общих припусков и размеров детали составляют чертеж на исходную заготовку с указанием в ней размеров, допусков, допускаемых погрешностей формы, твердости материала, вида термической обработки и другие технические требования.

Необходимые указания по разработке чертежа исходной заготовки приведены в [7].

Допускается вместо вычерчивания чертежа на исходную заготовку выполнить совмещенный чертеж детали и заготовки. В этом случае вычерчивают рабочие чертежи со всеми проекциями, сечениями, размерами и т.п.

Затем тонкими линиями на этом чертеже изображают в местах обработки принятые значения припусков.

Пример 5 (рис. 3). *Расчет общих припусков и разработка чертежа исходной заготовки*

Деталь «Корпус» 1250.264.435. Штамповочное оборудование – ГКМ.

Исходные данные по детали:
- материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88;
- масса детали m=0,3 кг;
- нагрев заготовки – индукционный.

Исходные данные для расчета:
- расчетный коэффициент – $К_Р$=1,8 ([7], табл.3.2);
- масса поковки расчетная – $М_{п.р.}$=0,3×1,8=0,54 кг;
- класс точности – Т4 по ГОСТ 7505 ([7], табл.3.1);
- группа стали – М2 ([7], п.3.2.4);
- средняя массовая доля углерода в стали 45 , С – 0,4 %;
- степень сложности – С3.

Размеры, описывающие поковку фигуры (цилиндр):
- диаметр 79 (75×1,05);
- длина 50 (50×1,05);

где 1,05 – коэффициент.

Масса описывающей фигуры (расчетная):

$$G_{\Phi} = \frac{3{,}14 \times 7{,}9^2}{4000} \times 5 \times 7{,}85 = 1{,}9 \text{ кг};$$

$$\frac{G_{П}}{G_{\phi}} = \frac{0{,}54}{1{,}9} = 0{,}28 \rightarrow C3.$$

Конфигурация поверхности разъема штампа П – плоская ([7], п.3.2.6).

Исходный индекс 11 ([7], табл.3.3).

Припуски и кузнечные напуски

Диаметр Ø75: Ra=6,3 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,6 мм.
Диаметр Ø45: Ra=1,6 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,8 мм.
Диаметр Ø40: Ra=1,6 мкм; $\Delta_{ОСН}$=2,2 мм.
Диаметр Ø27: Ra=6,3 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,4 мм.
Длина 48: Ra=1,6 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,8 мм.
Длина 22: Ra=1,6 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,5 мм.
Ширина 8: Ra=6,3 мкм; $\Delta_{ОСН}$=1,6 мм.

Дополнительные припуски

Смещение по поверхности разъема штампа $\Delta_{ДОП1}$=0,2 мм ([7], табл.3.5).

Изогнутость отклонения от плоскостности и прямолинейности $\Delta_{ДОП2}$=0,3 мм ([7], табл.3.6).

Штамповочные уклоны

- на наружной поверхности не более 5^0;
- на внутренней поверхности не более 3^0 ([7], табл.3.14);

Радиусы закруглений наружных углов 3 мм ([7], табл.3.13).

Размеры поковки с предельными отклонениями

Ø75+(1,6+0,2+0,3)×2=79,2 мм $\Rightarrow$ $\emptyset 79^{+1,1}_{-0,5}$;
Ø45+(1,8+0,2+0,3)×2=49,6 мм $\Rightarrow$ $\emptyset 50^{+1,1}_{-0,5}$;
Ø40+(2,2+0,2+0,3)×2=45,4 мм $\Rightarrow$ $\emptyset 46^{+1,1}_{-0,5}$;
Ø27-(1,4+0,2+0,3)×2=23,2 мм $\Rightarrow$ $\emptyset 24^{+0,9}_{-0,5}$;
Размер 48+(1,8+0,3)×2=52,2 мм $\Rightarrow$ $52^{+1,1}_{-0,5}$;
Размер 22+1,8+1,5+0,3=25,6 мм $\Rightarrow$ $26^{+0,9}_{-0,5}$;
Размер 8+1,8+0,4+0,3=11,7 мм $\Rightarrow$ $12^{+0,9}_{-0,5}$.

Таблица 4. **Сводная ведомость припусков исходной заготовки**

Наименование поверхности	**Размер по чертежу, мм**	**Класс, параметр шероховатости**	**Общий припуск, мм**		**Размер чертежа исходной заготовки, мм**	**Допуск на размер исходной заготовки, мм**
			на сторону	**на диаметр**		
1.Наружная поверхность Ø 75	$Ø75h14_{-0,74}$	4, $\sqrt{Ra6,3}$	2,5	5	79	+1,1 -0,5
2.Наружная поверхность Ø 45	$Ø45f9^{+0,025}_{-0,087}$	6, $\sqrt{Ra1,6}$	2,5	5	50	+1,1 -0,5
3.Наружная поверхность Ø 40	$Ø40h6_{-0,016}$	6, $\sqrt{Ra1,6}$	3	6	46	+1,1 -0,5
4.Отверстие Ø27	$Ø27H14_{-0,32}$	4, $\sqrt{Ra6,3}$	1,5	3	24	+0,9 -0,5
5.Длина 48	$48h14^{+0,31}_{-0,31}$	4, $\sqrt{Ra6,3}$	2	-	52	+1,1 -0,5
		6, $\sqrt{Ra1,6}$	2	-		
6.Длина 22	$22h14^{+0,26}_{-0,26}$	4, $\sqrt{Ra6,3}$	2	-	26	+0,9 -0,5
		6, $\sqrt{Ra1,6}$	2	-		
7.Ширина 8	$8h14^{+0,18}_{-0,18}$	6, $\sqrt{Ra1,6}$	2	4	12	+0,9 -0,5

В соответствии с выбранными припусками и размерами вычерчивается чертеж заготовки (рис.4). Чертеж заготовки должен иметь все принятые размеры, необходимые для её получения, а размеры должны иметь допуски.

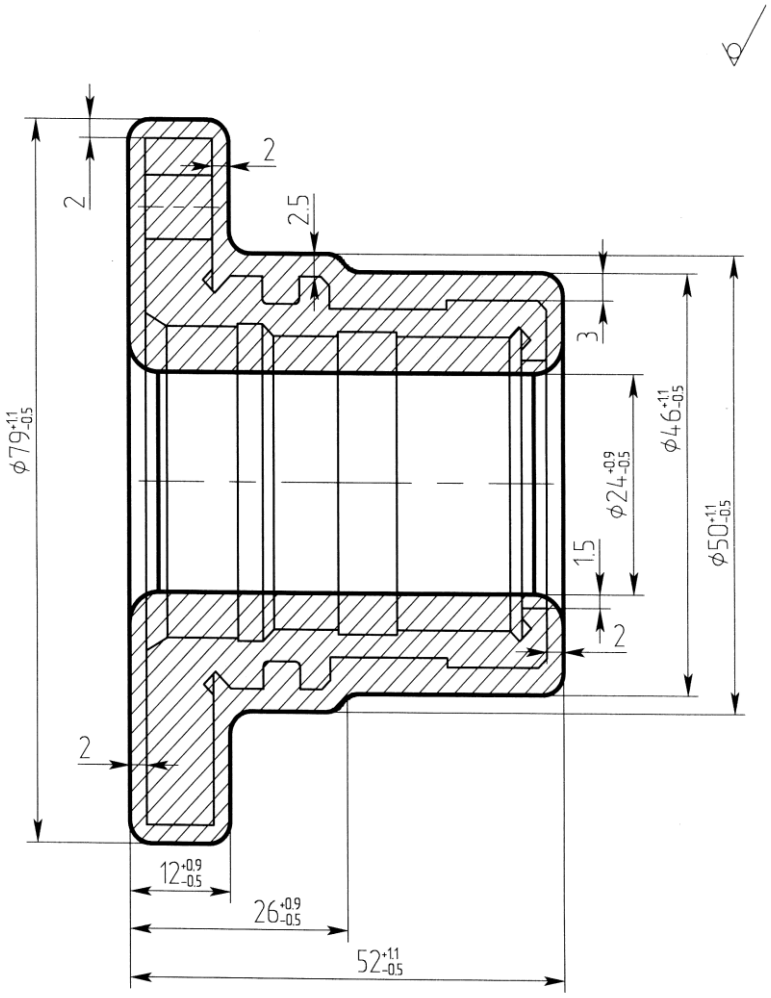


Рис.4. Образец чертежа заготовки

2.4. Расчет коэффициента использования материала

При оценке эффективности расходования металла необходимо исходить из величины коэффициента использования металла, выраженного отношением массы чистой (обработанной) детали к массе заготовки. Коэффициент использования материала (КИМ) определяется по формуле:

$$\text{КИМ} = \frac{Мд.}{Мзаг.},$$

где $M_{заг}$ – масса исходной заготовки металла, кг;

$M_{дет}$ – масса обработанной детали, кг.

Масса исходной заготовки определяется в следующей последовательности:

1. Рассчитывается масса припусков; для этого обрабатываемые поверхности разбиваются на элементарные тела, и сначала определяется их объем, а затем масса припуска на каждую элементарную поверхность.

2. Определяется общая масса припусков.

3. Определяется масса исходной заготовки (к массе детали прибавляется общая масса припусков).

Пример 6. *Расчет коэффициента использования материала*

$$V_1 = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \times l = \frac{\pi(7{,}9^2-2{,}4^2)}{4} \times 1{,}2 = 41 \text{ см}^3 .$$

$$V_2 = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \times l = \frac{\pi(5^2-2{,}4^2)}{4} \times 1{,}4 = 15 \text{ см}^3 .$$

$$V_3 = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \times l = \frac{\pi(4{,}6^2-2{,}4^2)}{4} \times 2{,}6 = 24 \text{ см}^3 .$$

$$V_{общ} = V_1 + V_2 + V_3 = 41 + 15 + 24 = 80 \text{ см}^3.$$

$$m_{заг} = \frac{80 \times 7{,}85}{1000} = 0{,}61 \text{ кг.}$$

$$КИМ = \frac{0{,}3}{0{,}61} = 0{,}5 \ (50\%).$$

2.5. Расчет потребности материала на годовую программу

После определения коэффициента использования металла следует определить потребное количество металла на годовую программу. Для этого необходимо заранее выяснить:

- количество деталей данного наименования, идущих на машину;
- массу заготовки;
- массу детали.

Результаты расчётов следует свести в таблицу 5.

Расчет потребности материала на годовую программу

После определения коэффициента использования материала (КИМ) определяется потребное количество металла на годовую программу.

Исходные данные:

1. Количество деталей, идущих на одну машину Q_1= 1 шт.
2. Масса заготовки $m_{заг}$=0,61 кг.
3. Годовая программа $Q_{год}$= 5000 шт.

$m_{год} = Q_{год} \times m_{заг}$ =5000×0,61=3050 кг =3,05 *т.*

Таблица 5. **Потребное количество материала**

Наименование детали	Материал	Q_1, шт	$m_{заг}$, кг	Потребное количество материала		КИМ
				на машину (кг)	на годовую программу (т)	
Корпус	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	1	0,61	0,61	3,05	0,5

2.6. Планы обработки поверхностей детали

План обработки поверхности включает в себя методы её обработки с учетом заданной годовой программы, требований чертежа и технических требований на изготовление детали. В основном здесь предусматривается высокая производительность при обеспечении для каждого назначенного метода необходимой точности обработки и шероховатости. Должны быть учтены и целесообразно использованы все высокопроизводительные методы обработки, например, протягивание отверстий взамен чистового точения, применения шлифования взамен чистовой обточки и т.д.

Планы обработки разрабатываются только для тех поверхностей, на которые необходимо назначить припуски. Для поверхностей детали, подвергающихся механической обработке, но не требующих назначения на них припуска, в планы обработки не назначаются, например, сверление отверстия, сверление отверстия и нарезание резьбы, точение и растачивание фасок, фрезерование шпоночных пазов, фрезерование шлиц и т.д.

Для поверхностей, требующих ещё и последующей механической обработки, планы обработки назначаются, например, сверление с последующим зенкерованием или развертыванием, фрезерование шлицев с последующим их шлифованием и т.д.

Параметры шероховатости и квалитеты при различных видах обработки приведены в таблице 6.

Таблица 6. **Параметр шероховатости и квалитеты при различных видах обработки деталей**

Вид обработки	Ra, мкм	Квалитет
Строгание:		
черновое	25-12,5*	14-12
чистовое	6,3-3,2*	13-11; 10*
Долбление:		
черновое	25-12,5	14-13
чистовое	12,5-3,2*	13-12

Продолжение табл.6

Фрезерование цилиндрической фрезой:		
черновое	12,5-6,3	14-12; 11**
чистовое	3,2-1,6	10-8; 7**
Фрезерование торцевой фрезой:		
черновое	12,5-6.3	14-12; 11**
чистовое	6,3-3,2*(1,6)	11- 10** (9)
Фрезерование концевой фрезой:		
черновое	12,5-6,3	14-12
чистовое	6,3-1,6	11-8
Обтачивание при продольной подаче:		
черновое	12,5-6.3	14-12
получистовое	6,3-3,2	11-9
чистовое	3,2-1,6*	9-7
тонкое (алмазное)	0,8-0,4*	7-6
Обтачивание при поперечной подаче:		
черновое	12,5-6,3	14-12
получистовое	6,3-3,2*	12-11
чистовое	3,2-1,6	11-9
тонкое	1,6-0,8	9-8
Сверление до 15 мм:		
без кондуктора	12,5*-6,3	14-12
по кондуктору	6,3	11
Сверление свыше 15 мм:		
без кондуктора	25*-12,5	14-12
по кондуктору	6,3	11
Зенкерование:		
черновое	25-12,5	14-12
чистовое	6,3-3,2*	11-10
Растачивание:		
черновое	12,5-6,3	14-12
получистовое	6,3-3,2	11-9
чистовое	3,2-1,6	8-7
тонкое (алмазное)	0,8-(0,4)	7-6**
Развертывание:		
получистовое	6,3-3,2	10-9; 8**
чистовое	3,2-1,6*	7-8; 8**
тонкое	1,6-0,8	7-6**
Протягивание:		
получистовое	6,3	9-8
чистовое	3,2-0,8*	8-7
отделочное	0,4-(0,20)	7
Зенкование под углом	6,3-3,2	-

Продолжение табл.6

Вид обработки	Ra, мкм	Квалитет
Шлифование круглое: получистовое чистовое тонкое	 6,3-3,2 1,6-0,8* 0,8-0,2*	 11-8 8-6 6-5
Шлифование плоское: получистовое чистовое тонкое	 6,3-3,2 1,6-0,8* 0,8-0,2*	 12-11 9-8 8-7
Прошивка Чистовая	 1,6-0,8	 9-7
Калиброваниe отверстий шариком или оправкой: после сверления после растачивания после развертывание	 1,6-0,4 1,6-0,4 1,6-0,2	 9-8 7 7
Обкатывание и раскатывание роликами или шариками при исходном значении Ra=12,5-3,2 мкм	1,6-0,4	9-6
Развальцовка	1,6-0,4	7
Притирка: чистовая тонкая	 3,2-0,4 1,6-0,1	 7-6 5
Доводка: грубая средняя тонкая отделочная (зеркальная)	 0,4* 0,2*-0,1 0,050* 0,025-0,08	 7-6 6-5 5 -
Полирование: обычное	 1,6-0,2	 6
Хонингование: плоскостей цилиндров	 0,4*-0,1 0,2-(0,05)	 8-67 7-6
Суперфиниширование: плоскостей цилиндров	 0,4-0,2*(0,050) 0,4-0,1*(0,050)	 5 и выше 5 и выше
Термохимическое упрочнение: цементация цианирование азотирование	 6,3-3,2 3,2-1,6 0,8-0,1	 14-12 11; 12 9-7

Окончание табл.6

Вид обработки	Ra, мкм	Квалитет
Химическое упрочнение:	3,2-1,6	8-6
хромирование	3,2-0,8	9-7
сульфидирование	1,6-0,2	8-6
оксидирование	3,2-0,4	8-6
никелирование		

П р и м е ч а н и я:

1. Значения Ra приведены для стали; для чугуна, алюминия следует брать меньшие значения параметра. При шлифовании и доводочных работах (притирка, хонингование, полирование) брать любые из указанных интервалов, при остальных видах обработки – большие значения.
2. В круглых скобках указаны предельно достижимые значения параметров шероховатости и квалитета.
3. Средние значения параметра шероховатости для данного вида обработки отмечены одной звездочкой (*).
4. Квалитеты для чугуна отмечены двумя звездочками (**).

***Пример 7**. Планы обработки поверхностей детали*

Составляются планы обработки поверхностей. Для этого с учетом заданной чертежом точности и шероховатости поверхностей назначаются методы обработки.

Таблица 7. **Планы обработки поверхностей детали**

Наименование поверхности	Принятые методы обработки	Квалитет точности	Класс шероховатости	Параметр шероховатости
Ø 40h6	Черновое точение	12	4	6,3
	Чистовое точение	9	4	6,3
	Предварительное шлифование	8	5	3,2
	Окончательное шлифование	6	6	1,6
Правый торец Ø 40h6, размер 48	Точение	14	4	6,3
Ø 32H7	Черновое растачивание	12	4	6,3
	Чистовое растачивание	9	5	3,2
	Шлифование	7	6	1,6
Ø 34H8	Черновое растачивание	12	4	6,3
	Чистовое растачивание	9	5	3,2
	Шлифование	8	6	1,6

Окончание табл.7

Наименование поверхности	Принятые методы обработки	Квалитет точности	Класс шерохо-ватости	Пара-метр шеро-хова-тости
	Черновое точение	12	4	6,3
Ø 45f9	Чистовое точение	11	5	3,2
	Шлифование	9	6	1,6
Ø 75	Точение	14	4	6,3
Левый и правый торцы Ø 75, размер 8	Черновое точение	14	4	6,3
	Чистовое точение	14	5	3,2
	Шлифование	14	6	1,6
Ø 27	Черновое растачивание	12	4	6,3
	Чистовое растачивание	11	5	3,2
Канавка Ø 39×4,4	Черновое точение	12	4	6,3
	Чистовое точение	11	6	1,6

2.7. Выбор операционных (межпереходных) припусков и расчет межпереходных размеров

Операционный припуск – припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Межпереходный припуск – припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Практически иногда приходится перераспределять припуск между предварительной и окончательной обработкой. В таких случаях рекомендуется на черновую обработку оставлять до 60 % общего припуска, а на чистовую обработку – 40 % или же предусматривают 45 % на черновую, 30 % – на получистовую и 25 % на окончательную обработку.

Выбор операционных (межпереходных) припусков рекомендуется производить по справочникам и методическому руководству [4].

Выбору межпереходных припусков предшествует составление планов обработки поверхностей детали.

С учетом намеченных в плане обработки квалитетов точности назначают допуски на межпереходные размеры. Сумма межпереходных припусков равна общему припуску. Припуск на черновую обработку можно находить, вычитая из общего припуска на исходную заготовку сумму межпереходных припусков на чистовую и отделочные работы (пример 8, табл.8).

На основании данных таблицы необходимо построить схему расположения полей припусков и допусков для обработки наружной или внутренней поверхности по рекомендации руководителя дипломного проекта (рис.5).

***Пример 8**. Выбор операционных (межпереходных) припусков и расчет межпереходных размеров*

Таблица 8. **Операционные (межпереходные) припуски и межпереходные размеры**

№ п/п	Заданные и расчетные величины, мм	При-пуск, мм	Расчет-ные значе-ния, мм	Принятый размер с допуском, мм
1	***Ø40h6***			$Ø40h6(^{0}_{-0,016})$
	Припуск на чистовое шлифование	0,1		
	Размер после чернового шлифования Ø40+0,1= Ø40,1		Ø40,1	$Ø40,1h8(^{0}_{-0,039})$
	Припуск на черновое шлифование	0,3		
	Размер после чистового точения Ø40,1+0,3= Ø40,4		Ø40,4	$Ø40,4h9(^{0}_{-0,062})$
	Припуск на чистовое точение	1,6		
	Размер после чернового шлифования Ø40,4+1,6= Ø42		Ø42	$Ø42h12(^{0}_{-0,25})$
	Припуск на черновое точение $Z_{черн}=Z_{общ}-(Z_1+Z_2+Z_3)=$ 6-(0,1+0,3+1,6)=4	4		
	Размер заготовки Ø42+4= Ø46		Ø46	$Ø46^{+1,1}_{-0,5}$
2	***Правый торец Ø40h6, размер 48***			$48h14(^{0}_{-0,62})$
	Припуск на точение	2		
	Размер после обработки левого торца 48+2=50		50	$50h14(^{0}_{-0,62})$
3	***Ø32H7***			$Ø32H7(^{+0,025}_{0})$
	Припуск на шлифование	0,4		
	Размер после чистового растачивания Ø32-0,4= Ø 31,6		Ø 31,6	$Ø31,6H9(^{+0,062}_{0})$
	Припуск на чистовое растачивание	2,0		
	Размер после чернового растачивания Ø31,6-2= Ø29,6		Ø 29,6	$Ø29,6H12(^{+0,21}_{0})$
	Припуск на черновое растачивание $Z_{черн}=Z_{общ}-(Z_1+Z_2)$=8-(0,4+2)=5,6	5,6		
	Размер заготовки Ø31,6-5,6= Ø26		Ø 26	$Ø26^{+0,9}_{-0,5}$

Продолжение табл.8

№ п/п	Заданные и расчетные величины, мм	При-пуск, мм	Расчет-ные значения, мм	Принятый размер с допуском, мм
4	***Ø34H8***			$Ø34H8(^{+0,039}_{0})$
	Припуск на шлифование	0,4		
	Размер после чистового растачивания Ø34-0,4= Ø 33,6		Ø 33,6	$Ø33,6H9(^{+0,062}_{0})$
	Припуск на чистовое растачивание	2		
	Размер после чернового растачивания Ø33,6-2= Ø31,6		Ø 31,6	$Ø31,6H12(^{+0,21}_{0})$
	Припуск на черновое растачивание $Z_{черн}=Z_{общ}-(Z_1+Z_2)=10-(0,4+2)=7,6$	7,6		
	Размер заготовки Ø31,6-7,6= Ø24		Ø 24	$Ø24^{+0,9}_{-0,5}$
5	***Ø45f9***			$Ø45f9(^{-0,025}_{-0,087})$
	Припуск на шлифование	0,4		
	Размер после чистового растачивания Ø45+0,4= Ø 45,4		Ø 45,4	$Ø45,4h11(^{0}_{-0,16})$
	Припуск на чистовое растачивание	1,6		
	Размер после чернового растачивания Ø45,4+1,6= Ø47		Ø 47	$Ø47h12(^{0}_{-0,25})$
	Припуск на черновое растачивание $Z_{черн}=Z_{общ}-(Z_1+Z_2)=5-(0,4+1,6)=3$	3		
	Размер заготовки Ø47+3= Ø50		Ø 50	$Ø50^{+1,1}_{-0,5}$
6	***Ø75***			$Ø75h14(^{0}_{-0,74})$
	Припуск на точение	4		
	Размер заготовки Ø75+4= Ø79			$Ø79^{+1,1}_{-0,5}$
7	***Размер 8***			$8(_{-0,36})$
	Припуск на шлифование левого торца	0,2		
	Размер после чистового точения левого торца 8+0,2=8,2		8,2	$8,2_{-0,36}$
	Припуск на чистовое точение левого торца	0,8		
	Размер после чернового точения левого торца 8,2+0,8=9		9	$9_{-0,36}$
	Припуск на черновое точение левого торца	1		
	Размер после шлифования правого торца 9+1=10		10	$10_{-0,43}$

Окончание табл.8

№ п/п	Заданные и расчетные величины, мм	Припуск, мм	Расчетные значения, мм	Принятый размер с допуском, мм
	Припуск на шлифование правого торца	0,2		
	Размер после чистового точения правого торца 10+0,2=10,2		10,2	$10{,}2_{-0{,}43}$
	Припуск на чистовое точение правого торца	0,8		
	Размер после чернового точения левого торца 10,2+0,8=11		11	$11_{-0{,}43}$
	Припуск на черновое точение правого торца	1		
	Размер заготовки 11+1=12		12	$12^{+0{,}9}_{-0{,}5}$
8	***Ø27***			$Ø27H11(^{+0{,}13})$
	Припуск на чистовое растачивание	1		
	Размер после чернового растачивания Ø27 – 1 = Ø26		Ø26	$Ø26H12(^{+0{,}21})$
	Припуск на черновое точение $Z_{черн}$=3 – 1 = 2	2		
	Размер заготовки Ø26 – 2 = Ø24		Ø24	$Ø24^{+0{,}9}_{-0{,}5}$

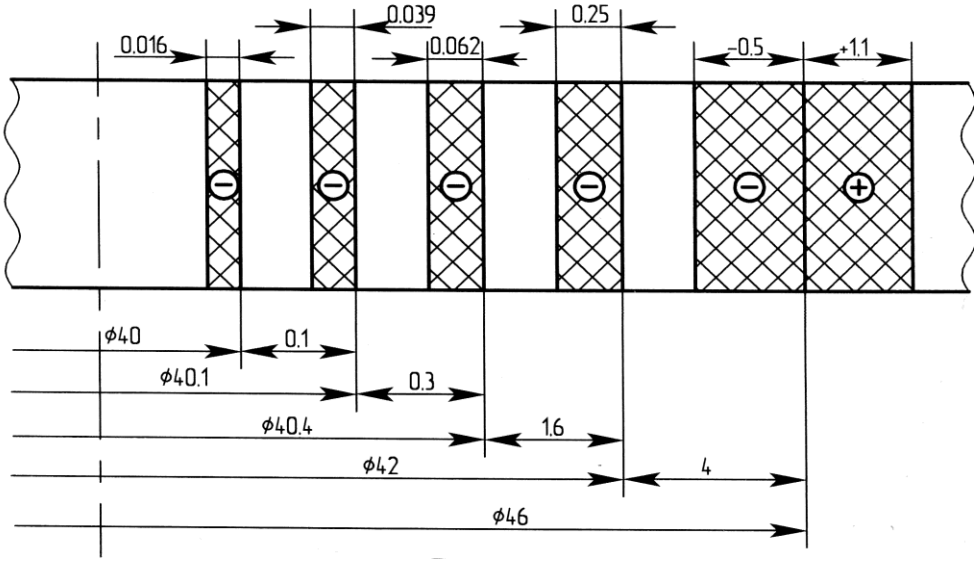


Рис.5. Схема расположения полей припусков и допусков для наружной поверхности $Ø40h6$

2.8. Обоснование выбора баз, методов обработки, варианта технологического процесса

Для обеспечения наибольшей точности обрабатываемой детали необходимо стремиться к тому, чтобы конструкторская, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали (принцип единства баз). Необработанные поверхности заготовки называют *черновыми базами*, а обработанные – *чистовыми.* Черновые базы используют только для первой установки. Заготовку со станка обычно не снимают до тех пор, пока не подготовлена чистовая база для следующей установки.

Выбор баз для черновой обработки

1. При обработке заготовок, полученных литьём и штамповкой, необработанные поверхности в качестве баз можно использовать только на первых операциях. При дальнейшей обработке это не допускается.
2. В качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, что обеспечивает большую точность базирования и закрепления заготовки в приспособлении. Эти поверхности должны иметь более высокий квалитет точности, наименьшую шероховатость, не иметь литейных прибылей, литников, окалины и других дефектов.
3. У деталей, не подвергающихся полной обработке, за технологические базы для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются. Это обеспечит наименьшее смещение обработанных поверхностей относительно не обработанных.
4. Если у заготовок обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз для первой операции целесообразно принимать поверхности с наименьшими припусками. Тем самым при дальнейшей обработке исключается возможность появления «черноты».
5. База для первой операции должна выбираться с учетом обеспечения лучших условий обработки поверхностей, принимаемых в дальнейшем в качестве технологических баз.

Выбор баз для чистовой обработки

1. При выборе баз следует иметь в виду, что наибольшая точность обработки достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же базовых поверхностей, т.е. при соблюдении принципа единства баз.

2. При чистовой обработке также рекомендуется соблюдать принцип совмещения баз, согласно которому в качестве технологических базовых поверхностей используются конструкторские и измерительные базы. При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю.

3. Базы для окончательной обработки должны иметь наибольшую точность размеров и геометрической формы, а также наименьшую шероховатость поверхности. Они не должны деформироваться под действием сил резания, зажима и собственной массы детали.

4. Выбранные технологические базы должны совместно с зажимными устройствами обеспечить надёжное, прочное крепление детали и неизменность её положения во время обработки.

5. Принятые базы и метод базирования должны определять наиболее простую и надёжную конструкцию приспособления, удобство установки и снятия обрабатываемой детали.

Технологические опоры. Жесткие (основные) опоры сообщают заготовке детали требуемое положение и лишают её шести степеней свободы.

Разработка операционного технологического процесса механической обработки осуществляется в следующей последовательности.

По чертежу на заданную деталь определяют базирующие поверхности.

Назначают первую (исходную) операцию. Намечают начало обработки детали с тех поверхностей, которые будут служить технологическими базами при обработке остальных поверхностей.

Последовательность и характер всех остальных операций определяют точностью и шероховатостью обработки, заданных на чертеже детали. Отделочные и резьбонарезные операции следует располагать так, чтобы при выполнении второстепенных операций не были повреждены ответственные поверхности.

Последовательность неответственных операций устанавливают в зависимости от удобства обработки и сохранения потока.

Разработка технологического процесса обработки заданной детали является основным содержанием курсового и дипломного проектов. Приступая к разработке технологического процесса, следует правильно выбрать технологические базы. Здесь надо соблюдать два условия:

1. Постоянство баз, т.е. выбор такой базы, ориентируясь на которую, можно провести всю дальнейшую обработку детали.

2. Совмещение баз, т.е. совмещение технологических баз с конструкторскими.

Наряду с этим необходимо учитывать удобство установки и закрепления детали при её обработке, надёжность установки и т.д. Черновая база, используемая в начале обработки, должна позволить на первых операциях получить чистовую базу. После назначения баз, учитывая годовую программу, составляют порядок обработки детали с разбивкой на установы, операции и переходы.

При проектировании технологического процесса надо учитывать тип производства. Проектируя технологический процесс для серийного производства, широко используют станки автоматы, полуавтоматы, станки с ЧПУ, специальные приспособления. За счет этого исключаются разметочные операции, которые часто применяются в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Операции по термической обработке деталей, выполняемые по ходу механической обработки, необходимо заносить в технологическую карту с порядковым номером и соответствующим наименованием (например, отжиг, закалка ТВЧ).

Весь материал, связанный с разработкой технологического процесса. Помещается в технологическую документацию.

Параллельно с разработкой технологического процесса следует выбрать оборудование. Окончательный выбор оборудования производится при расчете режимов резания с учётом наилучшего использования его мощности. При установлении порядка обработки детали необходимо отчётливо представлять, каким способом деталь будет устанавливаться и крепиться на станке. Какое приспособление будет применяться в каждой операции.

Общие рекомендации при разработке технологического процесса

При составлении технологического процесса:

1. На обработку ступенчатых валов первой операцией рекомендуется назначать фрезерно-центровальную, где осуществляется фрезерование торцов и зацентровка отверстий. На данной операции готовится база для последующих операций – токарной, шлифовальной. Формы центровых отверстий приведены в табл.9.

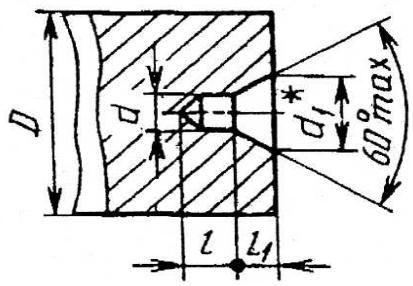
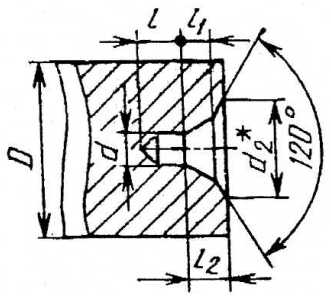
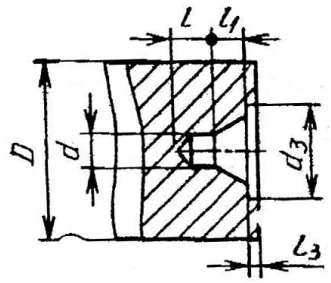
2. На обработку деталей типа дисков, муфт, фланцев первой операцией рекомендуется назначать токарную на универсальном станке, где подрезается торец и обрабатывается диаметр, т.е. готовится база для следующей операции, которую можно осуществлять на станке с ЧПУ, используя подготовленную базу.

3. На обработку корпусных деталей на первой операции рекомендуется обработать основание корпуса. Чтобы на следующих операциях использовать эту чистовую базу.

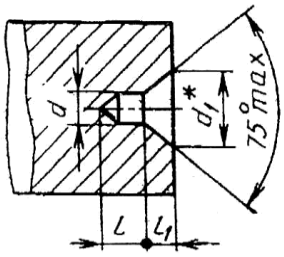
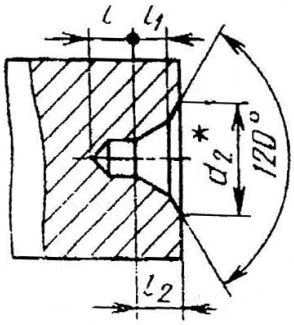
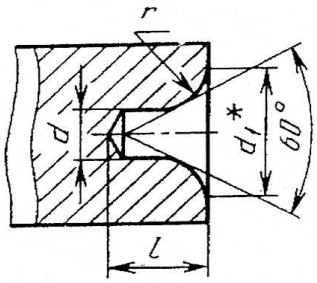
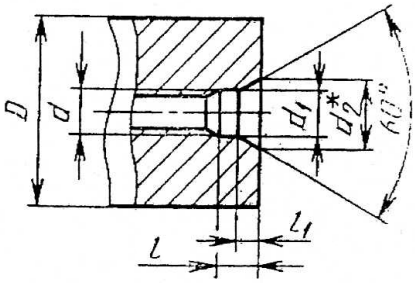
Обработку поверхностей с высоким квалитетом точности (6-ой, 7-ой) не рекомендуется производить на одной операции с черновой обработкой поверхности, особенно, если при черновой обработке снимаются большие припуски. Если нельзя разделить черновую и чистовую обработку на отдельные операции необходимо назначать отдельно режущий инструмент для черновой и чистовой обработки.

После разработки технологического процесса обработки детали составляется ведомость технологического процесса (пример 10, табл.10).

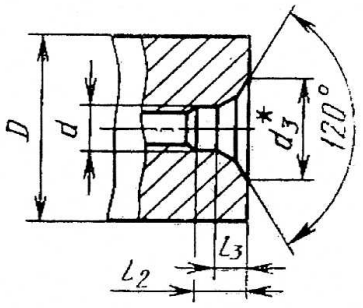
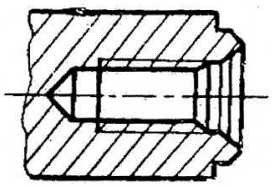
Таблица 9. **Формы центровых отверстий и области применения ГОСТ 14034-74**

Эскиз	Форма	Область применения
 Угол конуса 60^0, без предохранительного конуса	А	1. В изделиях, после обработки которых, необходимость в центровых отверстиях отпадает. 2. В изделиях, которые подвергаются термообработке до твердости, гарантирующей сохранность центровых отверстий в процессе эксплуатации
 Угол конуса 60^0, с предохранительным конусом	В	В изделиях, в которых центровые отверстия являются базой для повторного или многократного использования, а также в случаях, когда центровые отверстия сохраняются в готовых изделиях
 Угол конуса 60^0	Т	Для оправок и калибров-пробок

Продолжение табл.9

Эскиз	Форма	Область применения
 Угол конуса 75^0	C	Для крупных валов (назначение аналогично форме А)
 Угол конуса 75^0	E	Для крупных валов (назначение аналогично форме А)
 Дугообразная образующая	R	Для обработки изделий повышенной точности
 Метрическая резьба без предохранительного конуса	F	

Продолжение табл.9

 Метрическая резьба с предохранительным конусом	Н	В изделиях типа валов с креплением деталей по центру вниз для монтажных работ, транспортирования, хранения и термообработки деталей в вертикальном положении
 Метрическая резьба	Р	Для конусов инструмента: Морзе, метрических и др.

Размеры центровых отверстий форм А и Б

D	***d***	***d_1***	***d_2***	***l_1* не менее**	***l_1***	***l_2***
6	1,6	3,35	5,0	2,0	1,52	1,99
10	2	4,25	6,30	2,5	1,95	2,54
14	2,5	5,30	8,0	3,1	2,42	3,20
20	3,15	6,70	10,00	3,9	3,07	4,03
30	4	8,50	12,50	5,0	3,90	5,06
40	(5)	10,60	16,00	6,3	4,85	6,41
60	6,3	13,20	18,00	8,0	5,98	7,36
80	(8)	17,00	22,40	10,1	7,79	9,35
100	10	21,20	28,00	12,8	9,70	11,66
120	12	25,40	33,00	14,6	11,60	13,80
160	16	33,90	42,50	19,2	15,50	18,00
240	20	42,40	51,60	25,0	19,40	22,00
360	25	53,00	63,60	32,0	24,40	27,00

Размеры центровых отверстий форм F и H

***D* для форм**		***d***	***d_1***	***d_2***	***d_3***	***l* не более**	***l_1***	***l_2* не более**	***l_3***
F	***H***								
8	-	M3	3,2	5,0	-	2,8	1,56	-	-
10	16	M4	4,3	6,5	8,2	3,5	1,90	4,0	2,4
12?5	20	M5	5,3	8,0	11,4	4,5	2,30	5,5	3,3
16	25	M6	6,4	10,0	13,3	5,5	3,00	6,5	4,0
20	32	M8	8,4	12,5	16,0	7,0	3,50	8,0	4,5
25	40	M10	11,0	15,6	19,8	9,0	4,00	10,2	5,2
32	50	M12	13,0	18,0	22,0	10,0	4,30	11,2	5,5
40	63	M16	17,0	22,8	28,7	11,0	5,00	12,5	6,5
63	80	M20	21,0	28,0	33,0	12,5	6,00	14,0	7,5
100		M24	25,0	36,0	43,0	14,0	9,50	16,0	11,5
160		M30	31,0	44,8	51,8	18,0	12,00	20,0	14,0
250		M36	37,5	53,0	60,0	20,0	13,50	22,0	15,5
400		M42	43,5	59,7	70,5	22,0	14,00	25,0	17,0

Пример 9 (для детали, приведенной на рис.3). *Обоснование выбора баз, методов обработки и варианта технологического процесса*

Операция 010. Токарно-винторезная. На данной операции подготавливается база для обработки детали на станке с ЧПУ. В качестве черновой базы принимается диаметр 79 мм, т.к. он обеспечивает максимальную жесткость. От этой базы подрезается правый торец детали, обтачивается Ø42 начерно.

Операция 020. Токарная с ЧПУ. Базой является заранее обработанная на токарно-винторезном станке поверхность, т.е. Ø42 и правый торец детали. Также эта поверхность Б является основной базой. На данной операции подрезается левый торец детали, протачивается Ø75, растачиваются все внутренние поверхности детали.

Операция 030. Токарная с ЧПУ. Базой является уже обработанный Ø31,6H9 и левый торец детали. На этой операции точатся Ø45 и Ø40 получисто и начисто, также точатся канавки и фаски.

Операция 040. Вертикально-фрезерная с ЧПУ. Базой является Ø27H11 и правый торец детали. На данной операции фрезеруется лыска, центруются и сверлятся четыре отверстия Ø7 мм.

Операция 050. Вертикально-сверлильная. Базой является Ø33,6H9 и левый торец. На данной операции центруются и сверлятся четыре отверстия, расположенные на Ø38 по окружности под разными углами.

Операция 060. Внутришлифовальная. Базой является Ø45,4h11 и правый торец фланца. На этой операции шлифуется начерно и начисто отверстие Ø32H7, подшлифовывается торец канавки, отверстие Ø34H8, а также шлифуется левый торец детали.

Операция 070. Круглошлифовальная. Базой является отверстие Ø32H7 и левый торец. Здесь проводится черновое и чистовое шлифование Ø40 h6, шлифование Ø45f9 и шлифование правого торца фланца.

2.9. Ведомость технологического процесса

Пример 10. *Ведомость технологического процесса*

Таблица 10. **Ведомость технологического процесса**

№ операции	Наименование операции	№ установа	№ перехода	Содержание перехода	База
010	Токарно-винторезная	А		Установить и снять деталь	Ø75, торец
			1	Подрезать правый торец размер 48 с размера 52 в размер $50(_{-0,62})$	
			2	Точить Ø40h6 до Ø42h12$(^{0}_{-0,25})$ на l = 25 мм	
020	Токарная с ЧПУ	А		Установить и снять деталь	Ø42, правый торец
			1	Подрезать левый торец размер 48 с размера 50 в размер 49 начерно	
			2	Подрезать левый торец размер 48 с размера 49 в размер 48,2 начисто	
			3	Точить Ø75 с Ø79 до Ø75$(^{0}_{-0,74})$, на l=14 мм	
			4	Расточить отверстие Ø27H11 с Ø24 до Ø26H12$(^{+0,21})$ начерно l = 48 мм	
			5	Расточить отверстие Ø27H11 с Ø26 до Ø27$(^{+0,13})$ начисто l = 48 мм	
			6	Расточить отверстие Ø32H7 с Ø27 до Ø29,6H12$(^{+0,21})$ начерно l = 43 мм	
			7	Расточить отверстие Ø32H7 с Ø29,6H12$(^{+0,21})$ до Ø31,6H9$(^{+0,062})$ начисто l = 43 мм	
			8	Расточить отверстие Ø34H8 с Ø31,6H9$(^{+0,062})$ до Ø33,6H9$(^{+0,062})$ начисто l = 12 мм	
			9	Расточить конус, выдерживая угол 30^0 и р-р 2,5	
			10	Расточить канавку Ø34,6×3, выдерживая размер $14^{+0,3}$ мм	
			11	Расточить канавку Ø33×7 выдерживая размер 23 мм	
			12	Расточить на Ø32H7 угловую канавку 2×1,6 мм	

Продолжение табл.10

№ операции	Наименование операции	№ установа	№ перехода	Содержание перехода	База
030	Токарная с ЧПУ	А		Установить и снять деталь	Ø31,6Н9, левый торец
			1	Точить Ø45f9 с Ø47h12$(^{0}_{-0,25})$ до Ø45,4h11$(^{0}_{-0,16})$ на l = 23 мм начисто	
			2	Точить Ø45f9 с Ø50 до Ø47h12$(^{0}_{-0,25})$ на l = 23 мм начерно	
			3	Точить Ø40h6 с Ø42h12$(^{0}_{-0,25})$ до Ø40.4h9$(^{0}_{-0,062})$ на l = 25 мм начисто	
			4	Подрезать начерно правый торец фланца размер 8 с размера $10,2_{-0,43}$ в размер $9,2_{-0,36}$	
			5	Подрезать начисто правый торец фланца размер 8 с размера $9,2_{-0,36}$ в размер $8,4_{-0,36}$	
			6	Точить канавку на Ø40h6 до Ø38 выдерживая размер 14	
			7	Точить угловую канавку 2×1,6 на Ø45f9 мм	
			8	Точить канавку на Ø45f9 до Ø40 шириной 3 мм	
			9	Точить канавку на Ø45f9 до $Ø39_{-0,2}$ шириной 4,4 мм	
			10	Точить фаску 1×45^{0} на торце Ø40h6	
			11	Точить фаску 1×45^{0} на торце Ø45f9	
040	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	А		Установить и снять деталь	Ø27Н11, правый торец
			1	Фрезеровать лыску на торце фланца, выдерживая размер 28 мм	
			2	Центровать 4 отверстия, расположенные на торце фланца по окружности под разными углами	
			3	Сверлить 4 отверстия Ø7 насквозь	
050	Вертикально-сверлильная с ЧПУ	А		Установить и снять деталь	Ø33,6Н9, торец
			1	Центровать 4 отверстия, расположенные на поверхности Ø38 по окружности под разными углами	
			2	Сверлить 4 отверстия Ø7 насквозь	
060	Внутришлифовальная	А		Установить и снять деталь	Ø45,4h11,правый торец фланца
			1	Шлифовать отверстие Ø32Н7$(^{+0,025}_{0})$ с Ø31,6Н9$(^{+0,062}_{0})$ до Ø32Н7$(^{+0,025}_{0})$ на l=30 мм с подшлифовкой торца	
			2	Шлифовать отверстие Ø34Н8$(^{+0,039}_{0})$ с Ø33,6Н9$(^{+0,062}_{0})$ до Ø34Н8$(^{+0,039}_{0})$ на l = 8 мм	
			3	Шлифовать левый торец фланца размер 8$(^{+0,18}_{-0,18})$ с размера $8,4_{-0,36}$ в размер $8,2_{-0,36}$	

Окончание табл.10

№ операции	Наименование операции	№ установа	№ перехода	Содержание перехода	База
070	Круглошлифовальная	А		Установить и снять деталь	Ø32Н7, левый торец
			1	Шлифовать Ø40h6($^{0}_{-0,016}$) с Ø40,4h9($^{0}_{-0,062}$) до Ø40, 1h8($^{0}_{-0,039}$) на l=12 мм начерно	
			2	Шлифовать Ø40h6($^{0}_{-0,016}$) с Ø40,1h8($^{0}_{-0,039}$) до Ø40h6($^{0}_{-0,016}$) на l=12 мм начисто	
			3	Шлифовать Ø45f9($^{-0,025}_{-0,087}$) с Ø45,4h11$^{0}_{-0,16}$) до Ø45□9($^{-0,025}_{-0,087}$) на l=14 мм начисто	
			4	Шлифовать правый торец фланца размер 8($^{+0,18}_{-0,18}$)	

2.10. Выбор оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструментов, приспособлений. Сводные ведомости оборудования и средств технологического оснащения

Выбор оборудования

На выбор оборудования приспособлений, режущего и мерительного инструментов влияет масштаб производства.

На первой стадии проектирования (до расчёта режимов резания) станок выбирают. Руководствуясь типом производства (годовой программой) и габаритами обрабатываемой детали. Выбранный станок должен отвечать следующим требованиям:

- производительность станка должна соответствовать заданной программе;
- деталь должна свободно размещаться в рабочей зоне станка;
- необходимо также учитывать и конфигурацию детали;
- станок следует подбирать достаточной жесткости и мощности.

В пояснительной записке производится обоснование выбранного оборудования и заполняется сводная ведомость оборудования (см. пример 9).

Выбор приспособлений

На выбор приспособлений, прежде всего, оказывает влияние масштаб производства. В условиях индивидуального и мелкосерийного производства широко используются универсальные приспособления: патроны, тиски, универсально–сборные приспособления (УСП) и пр.

В условиях серийного производства применяют специальные приспособления: накладные кондукторы, а так же кондукторы с пневмо- и гидрозажимом для сверлильных станков. Специальные планшайбы и различного типа оправки для закрепления деталей на токарных станках. Для закрепления деталей на фрезерных станках применяют приспособления с пневмо- и гидрозажимом.

Выбор режущего инструмента

В условиях серийного производства рекомендуется выбирать стандартный режущий инструмент. При выборе материала для режущего инструмента следует отдавать предпочтение инструментам из твердых сплавов и минералокерамических материалов, допускающих более высокие скорости резания и имеющие большой период стойкости. При этом следует иметь в виду, что бывают случаи, когда совершенно нерационально назначать твердые сплавы, так как их режущие свойства не будут использованы полностью.

Выбор измерительного инструмента

В условиях индивидуального и мелкосерийного производства широко используют универсальный инструмент. Конечные размеры часто контролируются предельными калибрами.

В серийном производстве рекомендуется применять предельные калибры. В условиях крупносерийного и массового производства следует применять автоматические методы контроля.

В пояснительной записке приводятся сводные ведомости режущего, измерительного инструментов и оборудования (см. пример 11).

Пример 11. *Выбор оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструментов, приспособлений. Сводные ведомости оборудования и средств технологического оснащения*

Таблица 11. **Выбор измерительных инструментов**

№ п/п	Наименование измерительного инструмента	Контроли-руемый размер	Класс точности	ГОСТ	Примечание
1	Штангенциркуль ЩЦ-1-125-0,1	0-125	2	166-89	Для измерения наружных и внутренних размеров и длин
2	Калибр-скоба	Ø45f9	1	18362	Для контроля наружных поверхностей
3	Калибр-скоба	Ø40h6	1	18362	Для контроля наружных поверхностей
4	Калибр-пробка	Ø32H7	1	14809	Для контроля внутренних поверхностей
5	Калибр-пробка	Ø34H8	1	14809	Для контроля внутренних поверхностей

Таблица 12. **Выбор режущих инструментов**

№ п/п	Наименование инструмента	Размер H×B×L	Мате-риал режу-щей части	Геометрия					ГОСТ
				γ^0	α^0	β^0	φ^0	λ^0	
1	Резец токарный правый проходной, оснащенный трехгранной пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	20×25×140	Т15К6	15	10	65	92	8	21066-85 19046-83
2	Резец токарный расточной с напайной пластинкой из твердого сплава для обработки сквозных отверстий	20×20×140	Т15К6	15	12		60	5	18872-83
3	Резец токарный расточной с напайной пластинкой из твердого сплава для обработки глухих отверстий	20×20×140	Т15К6	15	10	65	90	0	18873-83
4	Резец токарный для обработки внутренних угловых канавок, оснащенный пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	20×20×125, a=2	Т15К6	10	12	64	90	0	ОСТ 2И10-8-84

Окончание табл.12

	Наименование инструмента	Размер H×B×L	Материал режущей части	Геометрия					ГОСТ
				γ^0	α^0	β^0	φ^0	λ^0	
5	Резец токарный для обработки внутренних канавок, оснащенный пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	20×20×125, a=3	Т15К6	12	10	68	90	0	ОСТ 2И10-9-84
6	Резец токарный для обработки внутренних канавок, оснащенный пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	20×20×125, a=4	Т15К6	12	10	68	90	0	ОСТ 2И10-8-84
7	Резец токарный для обработки наружных угловых канавок, оснащенный пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	20×20×125, a=2	Т15К6	10	12	64	90	0	ОСТ 2И10-7-84
8	Резец токарный канавочный с напайной пластинкой из твердого сплава	20×12×120, a=3	Т15К6	12	10	68	90	0	18884-85
9	Резец токарный канавочный, оснащенный пластинкой из твердого сплава с механическим креплением	25×20×150, a=3	Т30К4	12	10	68	90	0	21087-85 19307-85
10	Фреза концевая	Ø32, z=4, L=240 мм	Т5К10	5	15	103	90	0	20537-89
11	Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком	Ø7 мм, L=100 мм	Р6М5	15	3	72	2φ=118	0	10902-84
12	Сверло центровочное	Ø4 мм, L=56 мм	Р6М5	10	11	78	2φ=118	0	14952-85
13	Шлифовальный круг для внутреннего шлифования отверстий ПВ24А8ПС28К8А	$D_{кр}$=25 мм $B_{кр}$=16 мм							2424-87
14	Шлифовальный круг для круглого наружного шлифования ПВД24А40НСМ25К8	$D_{кр}$=600 мм $B_{кр}$=63 мм							2424-87

Таблица 13. **Сводная ведомость оборудования**

№ п/п	Наимснование станка	Модель станка	Основные размеры, мм	Габаритные размеры , мм	Тип привода	Мощность двигателя. квт	Количество скоростей	Вес станка, кг	Пределы чисел оборотов об/мин	Количество подач	Предел, подач, мм/об
1	Токарно-винторезный	16К20	200 × 1000	2565 × 1198 × 1500	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ	10	22	1500	12,5 – 1600	24	0,05 – 2,8 0,025 – 1,4
2	Токарный с ЧПУ	16А20Ф3	200 × 1000	3360 × 1710 × 1750		7,5	бесту-пенча-тое	4000	20 – 2500	бесту-пенча-тое	1,5 – 600 3 – 1200
3	Вертикально-фрезерный с ЧПУ	ГФ2171 Ф3С5	1600 × 400	3680 × 4170 × 3150		7,5	18	5000	50 – 2500	бесту-пенча-тое	1 – 6000
4	Вертикально-сверлильный с ЧПУ	2Р135Ф2	1220 × 560	3500 × 2450 × 2700		4	12	43656	31,5 – 1400	18	10 – 500
5	Внутришлифо-вальный с ПУ	2К227В Ф2	1200 × 275	2565 × 1155 × 1750		4	4	4300	9000 – 24000	3	0,002 – 0,006
6	Круглошлифо-вальный с ПУ	3М151Ф2	200 × 700	4950 × 2400 × 2080		11	бесту-пенча-тое	5500	детали 50 – 5000	бесту-пенча-тое	0,001 – 0,05

2.11. Расчет и назначение режимов резания.

После детальной разработки операционной технологии, предварительного выбора оборудования и выбора режущего инструмента можно приступить к установлению режимов резания по всем переходам технологического процесса.

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания, подача, скорость резания, частота вращения шпинделя.

Выбранные режимы резания должны обеспечить высокую производительность при наименьшей себестоимости, то есть должны быть оптимальны.

1. Выбор глубины резания

Глубина резания зависит в основном от величины припуска на обработку. При черновой обработке припуск обычно удаляют за один проход. При большой величине припуска его следует удалять за несколько проходов.

2. Выбор подачи

При грубой обработке подача назначается максимально возможная. При получистовой и чистовой обработке подача назначается в зависимости от заданного класса шероховатости и квалитета точности. Выбранная из таблиц подача должна быть откорректирована по кинематическим данным станка (берется ближайшая меньшая).

3. Выбор скорости резания

По выбранной глубине резания и подаче определяется табличное значение скорости резания.

4. Определение частоты вращения шпинделя

По найденной скорости резания рассчитывается частота вращения шпинделя. Полученное значение частоты вращения шпинделя корректируется по станку (берется ближайшее меньшее или большее, если оно не превышает 5%). После корректировки частоты вращения шпинделя по станку находится действительная скорость резания.

5. Определение мощности, потребной на резание

По выбранной глубине резания, подаче и скорости резания по нормативам определяется мощность, затрачиваемая на резание.

Необходимая (расчетная) мощность двигателя станка определяется с учетом КПД станка:

$$N_M = \frac{N_{\text{рез.}}}{\text{КПД}_{\text{ст.}}}$$

Эта мощность должна быть меньше или, в крайнем случае, равна действительной мощности электродвигателя станка. После её определения рассчитывается основное (машинное) время.

Пример 12. *Расчет и назначение режимов резания*

Сталь 45 относится к V группе материалов по обрабатываемости.

Операция 010

Переход 1. Подрезать правый размер 48 с размера 52 в размер $50(_{-0,62})$.

1.1. Резец правый проходной упорный, оснащенный трехгранной пластинкой из твердого сплава с механическим креплением.
Материал пластинки Т15К6.

1.2. Глубина резания **t** =2 мм; **i** = 1.

1.3. Подача $\mathbf{S_T}$ = 0,38 мм/об; ([8], с.237, т.26)
$\mathbf{S_d}$=0,38×0,8×1×0,65×1,07=0,34 мм/об.
Принимается по станку $\mathbf{S_ф}$=0,35мм/об.

1.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=205 м/мин; ([8], с.246, т.36)
$V_d = 205 \times 1 \times 0{,}81 \times 1{,}45 \times 0{,}61 \times 0{,}85 \times 0{,}8 = 100$ м/мин.

1.5. Частота вращения шпинделя $n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 100}{3{,}14 \times 50} = 636$ об/мин.
Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$=630 об/мин.

1.6. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1 + l + l_2}{S_ф \times n_ф} \times i = \frac{3+25+2}{0{,}35 \times 630} \times 1 = 0{,}14 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_ф$, мм/об**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
50	2	1	0,35	100	630	0,14

Переход 2. Точить Ø40h6 с Ø46 $\emptyset 42h12(^{0}_{-0,25})$ на *l*=25 мм.

2.1. Резец правый проходной упорный, оснащенный трехгранной пластинкой из твердого сплава с механическим креплением.
Материал пластинки Т15К6.

2.2. Глубина резания **t** =2 мм; **i** = 1.

2.3. Подача $\mathbf{S_T}$ = 0,38 мм/об; ([8], с.237, т.26)
$\mathbf{S_d}$=0,38×0,8×1×0,62×1,07=0,2 мм/об.
Принимается по станку $\mathbf{S_ф}$=0,2 мм/об.

2.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=219 м/мин; ([8], с.246, т.36)

$V_d = 219 \times 1 \times 0{,}81 \times 0{,}61 \times 0{,}85 \times 0{,}8 = 74$ м/мин.

Принимается $\mathbf{V_ф}$=75 м/мин

2.5. Частота вращения шпинделя $n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 75}{3{,}14 \times 50} = 477$ об/мин.

Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$=500 об/мин.

2.6. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1 + l + l_2}{S_ф \times n_ф} \times i = \frac{3+25+2}{0{,}2 \times 500} \times 1 = 0{,}3 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_ф$, мм/об**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
46	2	1	0,2	750	500	0,3

Операция 020

Переход 3. Точить Ø75 с Ø79 до Ø75 на l =14 мм.

3.1. Резец правый проходной упорный, оснащенный трехгранной пластинкой из твердого сплава с механическим креплением.

Материал пластинки Т15К6.

3.2. Глубина резания **t** =2 мм; **i** = 1.

3.3. Подача $\mathbf{S_T}$ = 0,42 мм/об; ([8], с.237, т.26)

$\mathbf{S_d}$=0,42×0,8×1×0,85×1,07=0,3 мм/об.

Принимается по станку $\mathbf{S_ф}$=0,3 мм/об.

3.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=219 м/мин; ([8], с.246, т.36)

$V_d = 219 \times 1 \times 0{,}81 \times 0{,}85 \times 0{,}85 \times 0{,}8 = 100$ м/мин.

$\mathbf{V_ф}$=100 м/мин.

3.5. Частота вращения шпинделя $n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 100}{3{,}14 \times 79} = 400$ об/мин.

Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$ = 400 об/мин.

3.6. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1 + l + l_2}{S_ф \times n_ф} \times i = \frac{3+14+2}{0{,}35 \times 400} \times 1 = 0{,}17 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_ф$, мм/об**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
79	2	1	0,3	100	400	0,17

Переход 4. Расточить отверстие Ø27 с Ø24 до Ø26 начерно на l =14 мм.

4.1. Резец расточной с напайной пластинкой из твердого сплава для обработки сквозных отверстий. Материал пластинки Т15К6.

4.2. Глубина резания **t** =1 мм; **i** = 1.

4.3. Подача $\mathbf{S_T}$ = 0,41 мм/об; ([8], с.237, т.27)

$\mathbf{S_d}$=0,41×0,8×1×0,5×1,07= 0,18 мм/об.

Принимается по станку $\mathbf{S_ф}$= 0,18 мм/об.

4.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=265 м/мин; ([8], с.246, т.36)

$V_d = 265 \times 1 \times 0{,}81 \times 0{,}6 \times 0{,}45 \times 0{,}85 \times 0{,}8 = 40$ м/мин.

$\mathbf{V_ф}$=40 м/мин.

4.5. Частота вращения $n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 40}{3{,}14 \times 24} = 530$ об/мин.

Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$ = 530 об/мин.

4.6. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1 + l + l_2}{S_ф \times n_ф} \times i = \frac{3+48+2}{0{,}18 \times 530} = 0{,}55 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_ф$, мм/об**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
24	1	1	0,18	40	530	0,55

Переход 5. Расточить отверстие Ø27 с Ø26 до Ø27 начисто на l =48 мм.

5.1. Резец расточной с напайной пластинкой из твердого сплава для обработки сквозных отверстий. Материал пластинки Т15К6.

5.2. Глубина резания **t** =0,5 мм; **i** = 1.

5.3. Подача $\mathbf{S_T}$ = 0,19 мм/об; ([8], с.237, т.28)

$\mathbf{S_ф}$= 0,19 мм/об.

5.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=312 м/мин; ([8], с.246, т.36)

$V_d = 312 \times 1 \times 0{,}81 \times 0{,}6 \times 0{,}45 \times 1 \times 0{,}8 = 55$ м/мин.

$V_ф$=55 м/мин.

5.5. Частота вращения $n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 55}{3{,}14 \times 26} = 680$ об/мин.

Принимается $\mathbf{n_ф}$ = 680 об/мин.

3.6. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1+l+l_2}{S_ф \times n_ф} \times i = \frac{3+48+2}{0{,}19\times680} = 0{,}56 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_ф$, мм/об**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
26	0,5	1	0,19	55	680	0,56

Операция 040

Переход 1. Фрезеровать лыску на торце фланца, выдерживая размер 28 мм на глубину t =10 мм.

1.1. Фреза концевая твердосплавная с пластинками из твердого сплава. Ø32 мм, Z=4. Материал пластинки Т5К10.

1.2. Глубина фрезерования **t** =10 мм; **i** = 1.

1.3. Подача на зуб $\mathbf{S_{ZT}}$ = 0,12 мм/зуб; ([8], с.303, т.111)

$\mathbf{S_{Zd}}$=0,12×0,85×1×1=0,1 мм/зуб.

Принимается по станку $\mathbf{S_{Zф}}$=0,1 мм/зуб; $\mathbf{S_{об}}$=0,1×4=0,4 мм/об.

1.4. Скорость резания $\mathbf{V_T}$=50 м/мин; ([8], с.317, т.128)

$\boldsymbol{V_d} = 50 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1{,}3 = 55$ м/мин.

Принимается $\mathbf{V_ф}$=55 м/мин.

1.5. Частота вращения $\boldsymbol{n} = \frac{1000\times V}{\pi\times D} = \frac{1000\times55}{3{,}14\times32} = 550$ об/мин.

Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$ = 500 об/мин.

1.6. Подача минутная: $\mathbf{S_{мин}}$ = $S_{Zф}$×Z× $n_ф$= 0,1×4×500=200 мм/мин.

1.7. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1+l+l_2}{S_{мин}} \times i = \frac{3+50+3}{200} \times 1 = 0{,}28 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_{мин}$, мм/мин**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$T_{осн.}$, мин**
32	10	1	200	55	500	0,28

Переход 2. Центровать 4 отверстия, расположенные на торце фланца по окружности под разными углами.

2.1. Сверло центровочное, Ø4 мм. Материал сверла Р6М5.

2.2. Глубина сверления **t** =2 мм; **i** = 4.

2.3. Подача на зуб $\mathbf{S_{об.Т}}$ = 0,08 мм/зуб; ([8], с.267, т.65)

$\mathbf{S_{об.d}}$ =0,08×1×1×1×0,5×1,4=0,07 мм/об.

Принимается по станку $\mathbf{S_ф}$=0,07 мм/об.

2.4. Скорость резания $\mathbf{V_Т}$=15 м/мин; ([8], с.268, т.66)

$V_d = 15 \times 0{,}91 \times 1 \times 1 \times 1 = 13{,}6$ м/мин.

Принимается $\mathbf{V_ф}$=13,6 м/мин.

2.5. Частота вращения

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 13{,}6}{3{,}14 \times 4} = 1082 \text{ об/мин.}$$

Принимается по станку $\mathbf{n_ф}$ = 1000 об/мин.

2.6. Определяем фактическую скорость резания

$$V_ф = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3{,}14 \times 4 \times 1000}{1000} = 12{,}6 \text{ м/мин.}$$

2.7. Подача минутная: $\mathbf{S_{мин}}$ = $S_ф \times n_ф$= 0,07×1000=70 мм/мин.

2.8. Основное (машинное) время

$$Т_{осн} = \frac{l_1 + l}{S_{мин}} \times i = \frac{3+2}{70} \times 4 = 0{,}29 \text{ мин.}$$

D, мм	**t, мм**	**i**	**$S_{мин}$, мм/мин**	**$V_ф$, м/мин**	**$n_ф$, об/мин**	**$Т_{осн.}$, мин**
4	2	4	70	12,6	1000	0,29

Переход 3. Сверлить 4 отверстия Ø7 мм на проход на *l* =8 мм.

3.1. Сверло спиральное, Ø7 мм. Материал сверла Р6М5.

3.2. Глубина сверления **t** =3,5 мм; **i** = 4.

3.3. Подача на зуб $\mathbf{S_{об.Т}}$ = 0,14 мм/об; ([8], с.267, т.65)

$\mathbf{S_{об.d}}$ =0,14×1×0,75×1×1=0,1 мм/об.

Принимается $\mathbf{S_ф}$=0,1 мм/об.

3.4. Скорость резания $\mathbf{V_Т}$=32 м/мин; ([8], с.268, т.66)

$V_d = 37 \times 0{,}91 \times 0{,}9 \times 0{,}8 \times 1 = 21$ м/мин.

3.5. Частота вращения

$$\boldsymbol{n} = \frac{1000\times V}{\pi\times D} = \frac{1000\times 21}{3{,}14\times 7} = 950 \text{ об/мин.}$$

Принимается $\mathbf{n_ф}$ = 800 об/мин.

3.6. Определяем фактическую скорость резания

$$\boldsymbol{V}_ф = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3{,}14\times 7\times 800}{1000} = 17{,}6 \text{ м/мин.}$$

3.7. Подача минутная: $\mathbf{S_{мин}} = S_ф\times n_ф = 0{,}1\times 800 = 80$ мм/мин.

3.8. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{l_1+l+l_2}{S_{мин}}\times i = \frac{3+8+3}{80}\times 4 = 0{,}7 \text{ мин.}$$

D, мм	t, мм	i	$S_{мин}$, мм/мин	$V_ф$, м/мин	$n_ф$, об/мин	$T_{осн.}$, мин
7	3,5	4	80	17,6	800	0,7

Операция 060

Переход 1. Шлифовать отверстие $\emptyset 32H7(^{+0,025}_{0})$ с $\emptyset 31{,}6H9(^{+0,062}_{0})$ до $\emptyset 32H7(^{+0,025}_{0})$ на l =30 мм

1.1. Шлифовальный круг ПВ24А8ПС28К8А 35 м/с.

$D_К=(0{,}8\div 0{,}95)D_З=0{,}8\times 32=25$ мм.

Принимается $D_{КР}$=25 мм. $B_{кр}$=16 мм.

1.2. Частота вращения шлифовального круга

$$\boldsymbol{n}_{кр} = \frac{1000\times 60V}{\pi\times D_К} = \frac{1000\times 60\times 35}{3{,}14\times 25} = 26750 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по станку $\boldsymbol{n}_{кр} = 24000$ об/мин.

1.3. Частота вращения детали $\boldsymbol{n} = 360$ об/мин. ([9], с.622, т.310)

1.4. Продольная минутная подача $S_{мин}$=3500 мм/мин . ([9], с.622, т.310)

1.5. Поперечная подача $S_{t\ дв.х}$=0,005 мм/дв.х. ([9], с.622, т.310)

1.6. Поправочные коэффициенты на поперечную подачу

$K_{St\ дв.х}=1\times 0{,}9\times 1{,}4\times 1= 1{,}26.$

1.7. Основное (машинное) время

$$T_{осн} = \frac{2L_d\times П}{S_{мин}\times S_{t_{дв.х}}\times K_{S_{t\ дв.х}}} = \frac{2(30-0{,}5\times 16)\times 0{,}2}{3500\times 0{,}005\times 1{,}26} = 0{,}4 \text{ мин.}$$

D, мм	П, мм	i	$S_{t\ дв.х}$, мм/мин	$V_{Sмин}$, мм/мин	$n_{кр}$, об/мин	$T_{осн.}$, мин
32	0,2	-	0,005	3500	24000	0,4

2.12. Техническое нормирование операций технологического процесса.

Расчетные нормировочные карты по операциям технологического процесса.

Определение $T_в$, $T_о$, $T_{обс.}$, $T_{отл.}$, $T_{п.з.}$, $T_{шт.к.}$., партии запуска, сводная ведомость нормирования

Техническая норма времени на обработку заготовки является одной из основных параметров для расчета стоимости изготовляемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Нормирование работ на универсальных станках производится по «Общемашиностроительным нормативам времени» [10].

Нормирование работ на станках с ЧПУ производится по методическому руководству «Нормирование работ на токарных, фрезерных, сверлильных и многоцелевых станках с ЧПУ» [19].

При определении основного времени рекомендуется использовать методические указания для расчета технологического (машинного) времени [18].

Заполнение нормировочных карт показано в примере 13.

Пример 13. *Техническое нормирование операций технологического процесса*

Нормирование операции 010

Операция – Токарно-винторезная.

Станок – токарно-винторезный 16К20.

Приспособление – трехкулачковый патрон.

Режущий инструмент – резец правый проходной упорный , Т15К6

Мерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1.

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_O, мин	T_B, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
1	Наладка станка, инструмента, приспособления	16				[10] К.19, п.2
2	Получение и сдача инструмента и приспособления	9				[10] К.19, п.18
3	Установить и снять деталь			0,25		[10] К.2, п.2
4	Подрезать торец. T_O=0,14 мин		0,14			
5	Время, связанное с переходом			0,33		[10] К.18, п.44
6	Точить Ø40h6 с Ø46 до $\emptyset 42h12(^{0}_{-0,25})$. T_O=0,3 мин		0,3			

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_O, мин	T_B, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
7	Время, связанное с переходом			0,38		[10] К.18, п.10
8	Вспомогательное время на приемы, не вошедшие в комплекс, время управлением станком					
	А. Изменить частоту вращения шпинделя: 0,8×2=0,16 мин			0,16		[10], с.316 Пр.8, п.7
	Б. Изменить подачу: 0,05×2=0,1 мин.			0,1		[10], с.316 Пр.8, п.8
	В. Закрыть и открыть щиток ограждения от стружки: 0,03×2=0,06 мин			0,06		[10], с.319 Пр.8, п.52
9	Вспомогательное время на измерение:					
	Ø50			0,1		[10], с.191 К.86, п.158
	$\emptyset 42h12(^{0}_{-0,25})$			0,1		[10], с.191 К.86, п.158
10	$T_{оп}= T_O+ T_B$=0,44+1,48=1,92мин	25	0,44	1,48	1,92	
11	Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл.}$ 4% от $T_{оп}$: $T_{обсл}$=0,04×1,92=0,08 мин					[10], К.19
	Время на отдых и личные надобности $T_{отл}$ 4% от $T_{оп}$: $T_{отл}$=0,04×1,92=0,08 мин					[10], К.88
12	$T_{шт}=T_{оп}+T_{обсл}+T_{отл}$= 1,92+0,08+0,08=2,08 мин	2,08				

Нормирование операции 020

Операция: Токарная с ЧПУ.
Станок: 16А20Ф3 с системой ЧПУ «Интеграл».
Приспособление: трехкулачковый патрон, зажим ключом.
Режущий инструмент:
Т1 – резец правый проходной, упорный с механическим креплением пластинки из твердого сплава;
Т2 – резец расточной с напайной пластинкой из твердого для обработки сквозных отверстий;
Т3 – резец расточной с напайной пластинкой из твердого сплава для обработки глухих отверстий;
Т4 – резец канавочный для обработки внутренних канавок,b=3мм;
Т5 – резец канавочный для обработки внутренних канавок,b=2 мм;
Т6 – резец канавочный для обработки внутренних канавок,b=4 мм.
Мерительный инструмент ШЦ-I -125-0,1.

Программа состоит из 97 кадров.

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	$T_а$, мин	$T_В$, мин	$T_{шт}$, мин	Литература, карта, позиция
1	$T_{п.з}1$: 1) Получение нарядов, ознакомление с документацией, инструктаж мастера	12				[6], с.604
	2) Установка рабочих органов по двум координатам в фиксированное положение	4				[6], с.604
	3) Установить диапазон частот вращения шпинделя	0,5				[6], т.18, с.620
2	$T_{п.з}2$: 1) Установить 1 резец в резцедержатель	1				
	2) Установить 5 расточных резцов	10				
	3) Получение и сдача инструмента	7				
3	$T_{п.з}3$: 1) Время на пробную обработку	16,7				[6], т.13, с.611
	2) Набор программы 0,4×97=38,8 мин	38,8				
	3) Размерная привязка инструмента	20				
	4) Проверка управляющей программы в покадровом режиме	10				
4	Т1 – резец токарный правый проходной.					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,3+0,24+0,17=0,71 мин		0,71			
	$T_{мв1}$=0,03×2=0,06 мин; Lxx=520 мм;		0,06			
	$T_{мв2}$=0,1×6=0,6 мин.		0,6			
5	Т2 – резец расточной для обработки сквозных отверстий					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,55+0,56=1,11 мин		1,11			
	$T_{мв1}$=0,03×2=0,06 мин; Lxx=520 мм;		0,06			
	$T_{мв2}$=0,1×5=0,5 мин.		0,5			
6	Т3 – резец расточной для обработки сквозных отверстий					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,53+0,78+0,29+0,1=1,7 мин		1,7			
	$T_{мв1}$=0,03×2=0,06 мин; Lxx=540 мм;		0,06			
	$T_{мв2}$=0,1×7=0,7 мин.		0,7			

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	$T_а$, мин	$T_В$, мин	$T_{шт}$, мин	Литература, карта, позиция
7	Т4 – резец канавочный для обработки внутренних канавок (b=3мм)					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,33 мин		0,33			
	$T_{мв1}$=0,03×1,5=0,05мин; Lxx=445мм;		0,05			
	$T_{мв2}$=0,1×5=0,5 мин.		0,5			
8	Т5 – резец канавочный для обработки внутренних канавок (b=2 мм)					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,27 мин		0,27			
	$T_{мв1}$=0,03×2=0,06 мин;Lxx=490мм		0,06			
	$T_{мв2}$=0,1×5=0,5 мин.		0,5			
9	Т6 – резец канавочный для обработки внутренних канавок (b=4 мм)					[6], с.605
	$T_{оа}$=0,93 мин		0,93			
	$T_{мв1}$=0,03×1,5=0,05 мин; Lxx=450 мм;		0,05			
	$T_{мв2}$=0,1×5=0,5 мин.		0,5			
10	$T_{мв3}$=0,02×8=0,16 мин.		0,16			
11	Установить и снять деталь			0,42		[10], К.2, П.2, с.32
12	Время на измерение: $T_{изм.}$ перекрывается $T_а$					
13	Вспомогательное время, связанное с выполнением операции: 1) включить и выключить станок; 2) открыть и закрыть щиток.			0,03 0,03		[6], с.618
	Время на обслуживание рабочего места и личные потребности (10% от оперативного времени)					[6], Т.12, с.605
14	$T_{шт.}$=(8,85+0,48)×(1+10/100)= 9,38 мин	120	8,85	0,48	9,38	

Нормирование операции 050

Операция: Вертикально-сверлильная с ЧПУ.
Станок 2Р135Ф2, система ЧПУ 2П32.
Приспособление: специальное.

Режущие инструменты: Т1 – сверло центровочное;
Т2 – сверло спиральное Ø7 мм.
Мерительный инструмент: ШЦ-I-125-0,1.

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	$T_а$, мин	$T_В$, мин	$T_{шт}$, мин	Литература, карта, позиция
1	$T_{п.з.}1$: 1) Получение нарядов, ознакомление с документацией, инструктаж мастера.	12				[6], с.604
	2) Установка РО по двум координатам в нулевое положение.	4				[6], с.604
	3) Установка по оси Z 2-х инструментов в ноль	4				
	4) Установка перфоленты.	2				
2	$T_{п.з.}2$: 1) Установка вручную приспособления	10				[6], т.19 с.620
	2) Собрать режущий инструмент с оправкой: 2×2=4 мин	4				
	3) Установка 2-х сверл: 0,25×2=0,5 мин	0,5				
	4) Перемещение стола в вертикальном направлении	2				
	5) Получение и сдача инструмента	5				
3	$T_{п.з.}3$: 1) Время на пробную обработку	7				[6], т.14 с.615
	2) Проверка УП в покадровом режиме	10				
4	Т1 – сверло центровочное Ø 4 мм: $T_а$=0,66 мин;		0,66			
	$T_{м.в}1$=0,04×9,6=0,38 мин; Lxx=960 мм;		0,38			
	$T_{м.в}2$=0,1×8=0,8 мин.		0,8			

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	$T_а$, мин	$T_В$, мин	$T_{шт}$, мин	Литература, карта, позиция
5	Т2 – сверло спиральное Ø 7 мм: $T_а$=0,9 мин;		0,9			
	$T_{м.в}1$=0,04×9,6=0,38 мин; Lxx=960 мм;		0,38			
	$T_{м.в}2$=0,1×8=0,8 мин.		0,8			
6	Смена инструмента: 0,1×2=0,2 мин.		0,2			[6], т.12
7	Установить и снять деталь.			0,24		[10], К.16
8	Закрепить и открепить деталь			0,44		
9	Поворот детали в приспособлении на угол с фиксацией: 3×0,09=0,27 мин.			0,27		[6], К.29 п.32
10	Время на измерение: $T_{изм.}$ перекрывается $T_а$					
11	$T_{всп.}$: 1) Включить/выключить станок.			0,03		[6], с.617
	2) Открыть/закрыть щиток ограждения.			0,03		
	3)Включить/выключить пульт лентопротяжного устройства			0,03		
	4) Продвинуть перфоленту.			0,25		
12	Время на обслуживание рабочего места и личные надобности (8% от $T_{оп}$)					
13	$T_{шт.}$=(4,12+1,29)×(1+8/100)= 5,85 мин	60,5	4,12	1,29	5,85	

Нормирование операции 060

Операция: Внутришлифовальная с ПУ.
Станок: 3К227ВФ2.
Приспособление: трехкулачковый патрон, зажим – ключом.
Режущие инструменты: шлифовальный круг ПВ24А8ПС28К8А.
Мерительные инструменты: калибр-пробка Ø32Н7;
калибр-пробка Ø34Н8.

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_0, мин	$T_В$, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
1	Наладка станка, инструмента, приспособления	12				[10], К.46, п.1

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_0, мин	$T_В$, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
2	Получение и сдача инструмента и приспособления	7				[10], К.46, п.8
3	Настроить приспособление для автоматического измерения	10				[10], К.46, п.6
4	Установить и снять деталь			0,5		[10], К.2, п.2
5	Шлифовать Ø32Н7 с подшлифовкой торца		1,3			
6	Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности			0,8 0,38		[10], К.47, п.21; п.31
7	Шлифовать Ø34Н8		0,72			
8	Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности			0,6		[10], К.47, п.9
9	Вспомогательное время на измерение:					[10], К.86, п.72
	размер Ø32Н7;			0,12		
	размер Ø34Н8			0,12		
10	$T_{оп}=T_о+T_В=2,02=2,52=4,54$ мин	29	2,02	2,52	4,54	
11	Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл}$ (6% от $T_{оп}$): $T_{обсл}=0,06\times4,54=0,27$ мин					[10], К.46
	Время на отдых и личные надобности $T_{отл}$ (4% от $T_{оп}$): $T_{отл}=0,04\times4,54=0,18$ мин					[10], К.88
12	$T_{шт.}=T_{оп}+T_{обсл}+T_{отл}=$ $4,54+0,27+0,18=4,99$ мин	4,99				

Нормирование операции 070

Операция: Круглошлифовальная с ПУ.
Станок: 3М151Ф2. Приспособление: оправка.
Режущий инструмент: шлифовальный круг ПВД 24А40НСМ25К8.
Мерительные инструменты: калибр-скоба Ø45f9;
калибр-скоба Ø40h6.

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_0, мин	$T_В$, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
1	Наладка станка, инструмента, приспособления	12				[10], К.45, п.1

№ п/п	Содержание операции	$T_{п.з.}$, мин	T_0, мин	T_B, мин	$T_{оп}$, мин	Литература, карта, позиция
2	Получение и сдача инструмента и приспособления	7				[10], К.45, п.8
3	Настроить приспособление для автоматического измерения	10				[10], К.45, п.5
4	Установить и снять деталь			0.23		[10], К.2, п.2
5	Шлифовать Ø40h6$(^{0}_{-0,016})$ начерно		0,37			
6	Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности			0,37		[10], К.44, п.53
7	Шлифовать Ø40h6$(^{0}_{-0,016})$ начисто		0,15			
8	Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности			0,37		[10], К.44, п.53
9	Шлифовать Ø45f9$(^{-0,025}_{-0,087})$ с подшлифовкой торца		0,44			
10	Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности			0,37		[10], К.44, п.53
11	Вспомогательное время на измерение:					
	размер Ø40h6			0,19		[10], К.86, п.25
	размер Ø45f9			0,19		[10], К.86, п.148
12	$T_{оп}=T_o+T_B$=0,96+1,72=2,68 мин	29	0,96	1,72	2,68	
13	Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл.}$ (9% от $T_{оп}$): $T_{обсл}$=0,09×2,68=0,24 мин					[10], К.45
	Время на отдых и личные надобности $T_{отл}$ (4% от $T_{оп}$): $T_{отл}$=0,04×2,68=0,11 мин					[10], К.88
14	$T_{шт.}=T_{оп}+T_{обсл}+T_{отл}$= 2,68+0,24+0,11 =3,03 мин	3,03				

2.13. Разработка операций, производимых на станках с ЧПУ, составление циклограммы перемещения инструмента. Оформление программного листа. Составление управляющей программы (распечатка)

На основании составленного технологического процесса и рассчитанных режимов резания вычерчивается циклограмма перемещения режущих инструментов и составляется управляющая программа (УП).

Образец заполнения программного листа приведен в примере 14.

Пример 14. *Образец оформления программного листа.*

МК ИГЭУ			01460000	1
Колесо зубчатое	2636.241.423		71450000	020
	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	
	Токарная 16А20Ф3		«Интеграл»	
№ кадра	Кодирование информации	№ кадра	Кодирование информации	
10	T1M6D1	440	Z-44.8F.11	
20	G49G99	450	X28	
30	S630M3	460	G1Z3F1	
40	G0Z0.8	470	S525M3	
50	X125	480	G1X33.6F1	
60	G1X85F1	490	Z-12F.11	
70	X20F.3	500	X30	
80	Z2	510	G1Z3F1	
90	X85F1	520	S375M3	
100	S825M3	530	G1X36,9F1	
110	Z0F.3	540	X32Z-4.5F.19	
120	X20	550	G1Z4F1	
130	Z2	560	G0Z150X200	
140	X75F1	570	T4M6D4	
150	S400M3	580	G99G49	
160	Z-14F.3	590	S300M3	
170	X90F1	600	G0Z3	
180	G0Z150X200	610	X25	
190	T2M6D2	620	G1Z-14,1F1	
200	G99G49	630	X30	
210	S530M3	640	X34.6F.06	
220	G0Z3	650	X25Z-40.1	
230	X35	660	G1Z-40.1F1	
240	G1X26F1	670	G4X2	
250	Z-52F.18	680	X30	
260	X24	690	G1X4F1	
270	G1Z3F1	700	G0Z150X200	
280	X27	710	T5M6D5	
290	Z-54F.14	720	G99G49	
300	X25	730	S300M3	
310	G1Z4F1	740	G0Z3	
320	G0Z150X200	750	X25	
330	T3M6D3	760	G1X26F1	
340	G99G49	770	X34.3Z-44.7F.06	
350	S470M3	780	G4X2	
360	G0Z3	790	X25	
370	X40	800	G1Z4F1	
380	G1X29.6F1	810	G0Z150X200	
390	Z-44.8F.19	820	T6M6D6	
400	X25	830	G99G49	
410	G1Z3F1	840	S300M3	
420	S560M3	850	G0Z3	
430	G1X31.6F.8	860	X25	

МК ИГЭУ			01460000	1
Колесо зубчатое	2636.241.423		71450000	020
	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	
	Токарная 16А20Ф3		«Интеграл»	

№ кадра	Кодирование информации	№ кадра	Кодирование информации
870	G1Z-23F1	930	G4X2
880	X33F.05	940	X25
890	G4X2	950	G1Z5F1
900	X28	960	G0Z150X200
910	Z-26	970	M5
920	X33F.05	980	M2

2.14. Технологическая документация по ЕСТД.

Курсовой проект должен содержать следующий комплект технологических документов:

1. *Маршрутную карту* технологического процесса (основной лист по ГОСТ 3.1118, форма 1; лист продолжения по ГОСТ 3.1118. форма 1б).
2. *Операционные карты* механической обработки (основной лист по ГОСТ 3.1404, форма 3; лист продолжения по ГОСТ 3.1404. форма 2а).
3. *Карты эскизов* по ГОСТ 3.1105, форма 7.

Технологические документы в комплекте располагаются в следующем порядке:

1. Титульный лист к комплекту технологических документов.
2. Маршрутная карта технологического процесса.
3. Операционные карты технологического процесса с картами эскизов.

Маршрутная карта технологического процесса является основным документом, включающим в себя сведения о технологическом процессе.

В том случае, когда спроектированные операции и их содержание не размещаются на основной форме, применяют карты продолжения.

Заполнение маршрутной карты – см. табл.14÷17, примеры 15–16.

Операционная карта заполняется на каждую операцию спроектированного технологического процесса, при этом принята попереходная запись операции. Количество операционных карт соответствует числу операций. В том случае, когда спроектированные переходы не размещаются на основной форме, применяют карты продолжения.

Заполнение операционной карты – см. табл.18÷21, примеры 17–18.

Карты эскизов предусматриваются для каждой операции. Заполнение карты эскизов – см. табл. 22÷23. Примеры 19 – 20.

Для изображения установочных и зажимных устройств пользуются условными обозначениями, приведенными в табл. 24 – 25.

Таблица 14. **Содержание информации, вносимой в графы и строки маршрутной карты (форма 1)**

<table>
<tr><th>№</th><th>Содержание информации</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Наименование учебного заведения</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Обозначение детали</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10.1.40.00000 (на основании ЕСТД)</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Наименование детали</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Литер технологической документации:
КП – курсовой проект; ДП - дипломный проект.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Общее количество листов документа</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Порядковый номер листа документа</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Наименование и марка материала с указанием ГОСТа.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Код единицы величины – массы. Для массы, указанной в кг – код 166.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Масса детали</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Единица нормирования, на которую установлена норма времени</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Коэффициент использования металла.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Вид заготовки.</td></tr>
<tr><td>14</td><td>Обозначение размеров заготовки: длина, ширина, диаметр и т.д.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки – 1 .
(Если деталь обрабатывается из прутка – указать количество получаемых деталей)</td></tr>
<tr><td>16</td><td>Масса заготовки</td></tr>
<tr><td>17</td><td>Номер операции в технологической последовательности изготовления</td></tr>
<tr><td>18</td><td>Код, наименование операции согласно классификатору технологических операций (см. приложение к [1]).</td></tr>
<tr><td>19</td><td>Код степени механизации: работа с помощью машин и автоматов – 2.</td></tr>
<tr><td>20</td><td>Код профессии согласно классификатору (см. приложение к [1]).</td></tr>
<tr><td>21</td><td>Разряд работы, необходимый для выполнения операции</td></tr>
<tr><td>22</td><td>Код условий труда:
1 – нормальные.</td></tr>
<tr><td>23</td><td>Количество рабочих, занятых при выполнении операции.</td></tr>
<tr><td>24</td><td>Количество одновременно обрабатываемых деталей (заготовок)</td></tr>
<tr><td>25</td><td>Единица нормирования, на которую установлена норма времени:
1 – одна штука.</td></tr>
<tr><td>26</td><td>Объем партии запуска в штуках.</td></tr>
<tr><td>27</td><td>Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков:
<table>
<tr><td>Количество станков</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Коэффициент</td><td>1</td><td>0,65</td><td>0,48</td><td>0,39</td><td>0,35</td><td>0,32</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>28</td><td>Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.</td></tr>
<tr><td>29</td><td>Норма штучного времени на операцию.</td></tr>
<tr><td>30</td><td>Код оборудования, согласно приложения к [1].</td></tr>
<tr><td>31</td><td>Наименование оборудования.</td></tr>
<tr><td>32</td><td>Обозначение служебных символов:
А – номер, код и наименование операции;
Б – код, и наименование оборудования, код профессии.</td></tr>
</table>

Таблица 15. **Форма маршрутной карты (форма 1)**

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.				6	7
Взам.					
Подп.					

Разраб.		1 МК ИГЭУ	2	3
Провер.				
Принял				
Утверд.		4		5
Н. контр.				

МО1	8									Первую деталь после каждой операции предъявить ОТК
МО2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх	КИМ	Код загот.	Профиль и размер	К.Д.	М.З.
		9	10	11		12	13	14	15	16

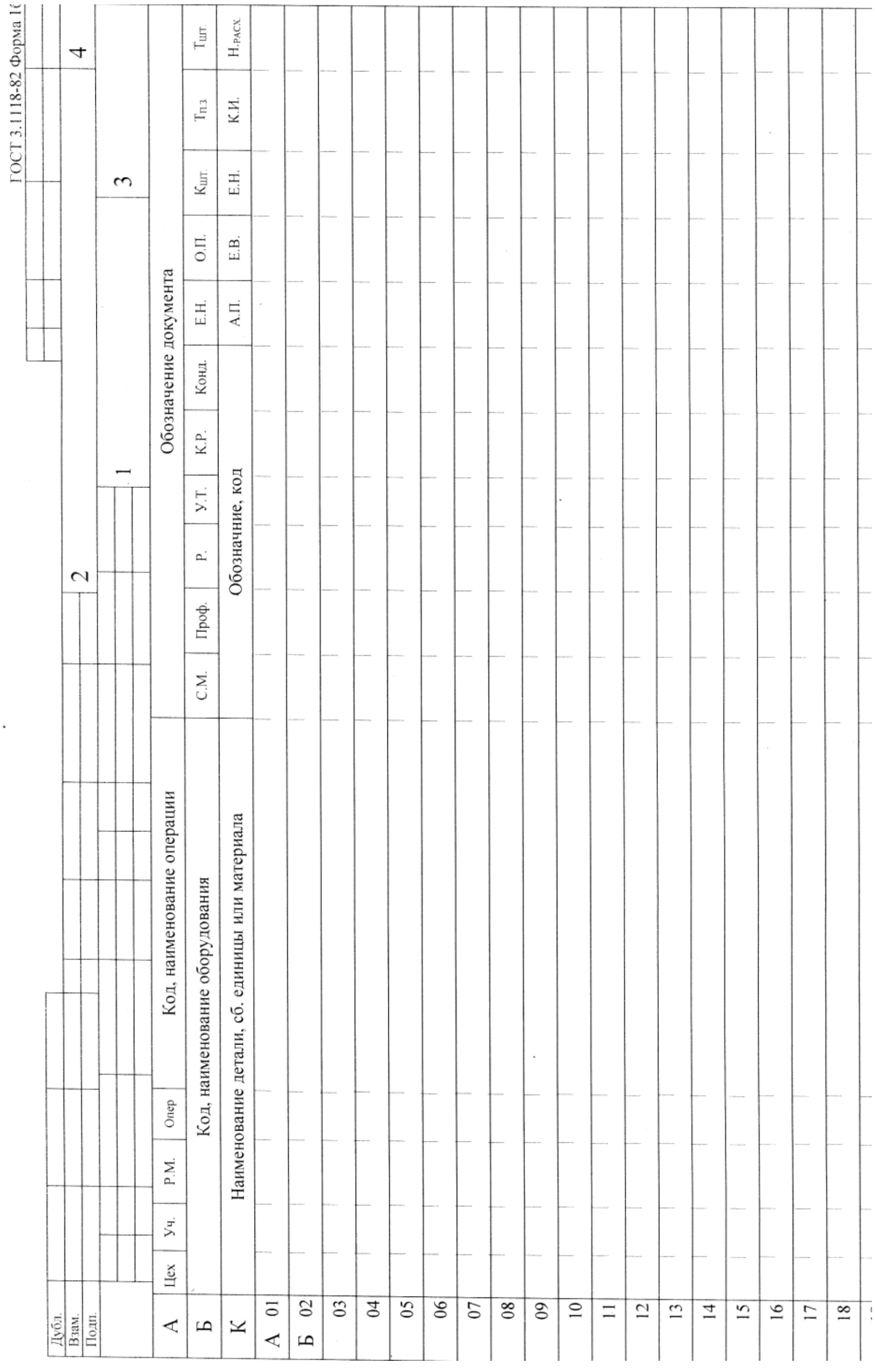
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	КОИД	Е.Н.	О.П.	$К_{шт.}$	$Т_{п.з.}$	$Т_{шт.}$	
Р						ПИ	D или В		L		t	i		S	П	v	
А 03				17	18												
Б 04	30				31	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
05																	
06																	
07																	
08																	
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

32

Таблица 16. **Содержание информации, вносимой в графы и строки маршрутной карты (форма 1б)**

№ пункта	Содержание информации
1	Наименование детали.
2	Обозначение детали.
3	Обозначение документа.
4	Номер страницы.

Таблица 17. **Форма маршрутной карты (форма 1б)**


ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б
4
3
1
2
Дубл.
Взам.
Подп.
А Цех Уч. Р.М. Опер Код, наименование операции Обозначение документа
Б Код, наименование оборудования С.М. Проф. Р. У.Т. К.Р. Конд. Е.Н. О.П. Кшт. Тп.з. Тшт.
К Наименование детали, сб. единицы или материала Обозначние, код А.П. Е.В. Е.Н. К.И. Н.расх.
А 01
Б 02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Пример 15. *Образец заполнения маршрутной карты*

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
															11	2

Разраб.	Иванов А.А.			МК ИГЭУ		2636.241.423								10.1.40.00000		
Провер.	Петров А.А.															
Принял																
Утверд.				Колесо зубчатое										КП		
Н. контр.																
МО1				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71										Первую деталь после каждой операции предъявить ОТК		
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н расх	КИМ	Код загот.		Профиль и размер		К.Д.	М.З.			
МО2			166	2,36	1		0,55	Штамповка		Ø123, L = 110		1	4,7			
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования								С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	Конд.	Е.Н.	О.П.	$К_{шт.}$	$Т_{п.з.}$	$Т_{шт.}$
Р									ПИ	D или B		L	t		i	S		П	v
А 03				005	Заготовительная														
Б 04																			
А 05				010	4110 Токарная				ИОТ										
Б 06	381101				16К20				2	18217									
07																			
А 08				020	4112 Токарная с ЧПУ				ИОТ									93,4	8,81
Б 09	381111				16А20Ф3 «Интеграл»				2	15292									
10																			
А 11				030	4112 Токарная с ЧПУ				ИОТ										
Б 12	381111				16А20Ф3 «Интеграл»				2	15292									
13																			
А 14				040	4261 ~~Верт~~ Вертикально-фрезерная с ЧПУ				ИОТ									82,5	14,63

Пример 16. *Образец заполнения маршрутной карты*

ГОСТ 3.1118-82 Форм

Дубл.																
Взам.												2636.241.423				3
Подп.																
												Колесо зубчатое			10.1.40.00000	
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	Конд.	Е.Н.	О.П.	$К_{шт.}$	$Т_{п.з.}$	$Т_{шт.}$
К	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначние, код						А.П.	Е.В.	Е.Н.	К.И.	$Н._{расх.}$
А 01				050	4152 Зубодолбежная	ИОТ									35,5	7,88
Б 02	381571				5122В	2	12287									
03																
А 04				060	4132 Внутришлифовальная	ИОТ										
Б 05	381312				3К228В	2	18873									
06																
А 07				070	4131 Круглошлифовальная	ИОТ										
Б 08	381311				3М151ВФ2	2	18873									
09																
А 10				080	0205 Контрольная											
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Таблица 18. **Содержание информации, вносимой в графы и строки операционной карты (форма 3)**

№ пункта	Содержание информации
1	Наименование учебного заведения
2	Наименование детали
3	Обозначение детали
4	60.1.40.00000 (на основании ЕСТД)
5	Общее количество листов документов
6	Порядковый номер листа документа
7	Литер технологической документации: КП – курсовой проект; ДП – дипломный проект.
8	Номер операции.
9	Наименование операции.
10	Наименование оборудования.
11	Материал, с указанием ГОСТа.
12	Твердость материала.
13	Код единицы величины – массы. Для массы, указанной в кг – код 166.
14	Масса детали.
15	Обозначение размеров заготовки: длина, ширина, диаметр и т.д.
16	Масса заготовки.
17	Количество одновременно обрабатываемых деталей (заготовок0. Обозначение служебных символов: 0 – содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжения информации может переноситься на следующие строки. Т – информация о технологической оснастке записывается в следующей последовательности: приспособление, режущий инструмент, средства измерения с указанием ГОСТа. Р – информация о режимах обработки.

Таблица 19. **Форма операционной карты (форма 3)**

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
													5	6
Разраб.														
Провер.				1		3				4				
Принял														
Утверд.				2								7		8
Н. контр.														

Наименование операции	Материал	Твёрдость	Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры	М.З.	КОИД
9	11	12	13	14	15	16	17

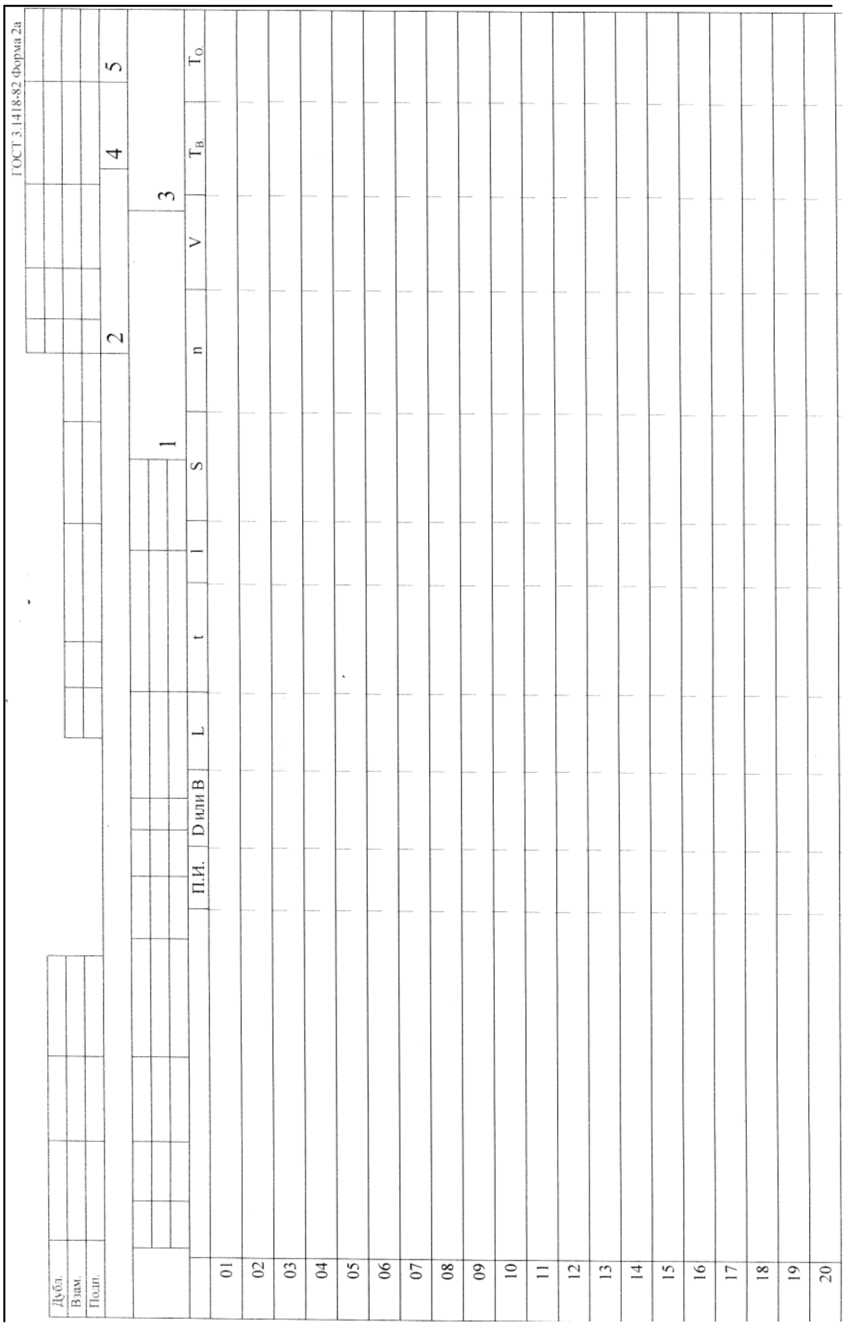
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	$T_{О.}$	$T_{В.}$	$T_{П.З.}$	$T_{ШТ.}$	СОЖ
10						

	P		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	$T_{В.}$	$T_{О.}$
	01											
О	02											
Т	03											
Р	04											
	05											
	06											
	07											
	08											
	09											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											

Таблица 20. **Содержание информации, вносимой в графы и строки операционной карты (форма 2а)**

№ пункта	Содержание информации
1	Наименование детали.
2	Обозначение детали.
3	60.1.40.00000 – (на основании ЕСТД)
4	Номер операции
5	Порядковый номер страницы

Таблица 21. **Форма операционной карты (форма 2а)**



Пример 17. *Образец заполнения операционной карты*

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3

Дубл.												
Взам.												
Подп.												
											22	4
Разраб.	Иванов Н.			МК ИГЭУ	1250.264.435						60.1.40.0000	
Провер.	Петров И. П.											
Принял												
Утверд.				Корпус							010	
Н. контр.												

Наименование операции	Материал	Твёрдость	Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры	М.З.	КОИД
Токарная - винторезная	Сталь 45	НВ 200		0,3	Ø79, L = 52	0,61	?

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	$T_{О.}$	$T_{В.}$	$T_{П.З.}$	$T_{ШТ.}$	СОЖ
16К20		0,44	1,48	25	2,08	?

P		П.И.	D или B	L	t	i	S	n	V	$T_{В.}$	$T_{О.}$
О 01	А.Установить и снять деталь										
Т 02	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675										
03											
О 04	1.Подрезать торец в размер ①										
Т 05	Резец правый проходной упорный Т15К6 ГОСТ 21066-85, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 06			ø 46	-	2	1	0,35	630	100	0,33	0,14
07											
О 08	2. Точить поверхность в размер ②, выдерживая длину ③										
Т 09	Резец правый проходной упорный Т15К6 ГОСТ 21066-85, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 10			ø 46	25	2	1	0,2	500	75	0,38	0,3
11											
12											
13											

Пример 18. *Образец заполнения операционной карты*

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
													22	6	
Разраб.				МК ИГЭУ		1250.264.435						60.1.40.0000			
Провер.															
Принял															
Утверд.				Корпус								020			
Н. контр.															

Наименование операции	Материал	Твёрдость	Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры	М.З.	КОИД
Токарная с ЧПУ	Сталь 45	НВ 200		0,3	Ø79, L = 52	0,61	?

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	$T_{О.}$	$T_{В.}$	$T_{П.З.}$	$T_{ШТ.}$	СОЖ
16А20Ф3 «Интеграл»		8,85	0,48	120	9,38	?

Р		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	$T_{В.}$	$T_{О.}$
О 01	А. Установить и снять деталь										
Т 02	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675										
03											
О 04	1.Подрезать торец начерно в размер 49 ± 0,31										
Т 05	Резец правый проходной упорный Т15К6 ГОСТ 21066-85, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 06			ø 79	-	1	1	0,3	630	155		0,3
07											
О 08	2.Подрезать торец начисто в размер ①										
Т 09	Резец правый проходной упорный Т15К6 ГОСТ 21066-85, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 10			ø 79	-	0,8	1	0,3	800	200		0,24
11											
О 12	3. Точить поверхность в размер ②										
Т 13	Резец правый проходной упорный Т15К6 ГОСТ 21066-85, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 14			ø 79	14	2	1	0,3	400	100		0,17
15											

Продолжение примера 18 *Образец заполнения операционной карты*

ГОСТ 3.1418-82 Форма

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

1250.264.435	22	7
Корпус	60.1.40.0000	

		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	$T_{B.}$	$T_{O.}$
01											
O 02	4. Расточить отверстие начерно в размер ø26H12($^{+0,21}$)										
T 03	Резец расточной для сквозных отверстий T15K6 ГОСТ 18872-83 , ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
P 04			Ø24	48	2	1	0,18	530	40		0,55
05											
O 06	5. Расточить отверстие начисто, выдерживая размер ③										
T 07	Резец расточной для сквозных отверстий T15K6 ГОСТ 18872-83 , ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
P 08			ø26	48	0,5	1	0,14	680	55		0,56
09											
O 10	6. Расточить отверстие начерно в размер ø29,6H12($^{+0,21}$)										
T 11	Резец расточной для глухих отверстий T15K6 ГОСТ 18873-83, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
P 12			ø27	43	1,3	1	0,19	470	40		0,53
13											
O 14	7. Расточить отверстие начисто, выдерживая размеры ④,⑤										
T 15	Резец расточной для глухих отверстий T15K6 ГОСТ 18873-83, Калибр-пробка ø31,6H9 ГОСТ 14809										
P 16			ø29,6	43	1	1	0,11	560	52		0,78
17											
O 18	8.Расточить отверстие начисто выдерживая размер ⑥										
T 19	Резец расточной для глухих отверстий T15K6 ГОСТ 18873-83 , Калибр-пробка ø33,6H9 ГОСТ 14809										
P 20			ø31,6	12	1	1	0,11	525	52		0,29

Окончание примера 18. *Образец заполнения операционной карты*

ГОСТ 3.1418-82 Форма 2а

Дубл.
Взам.
Подп.

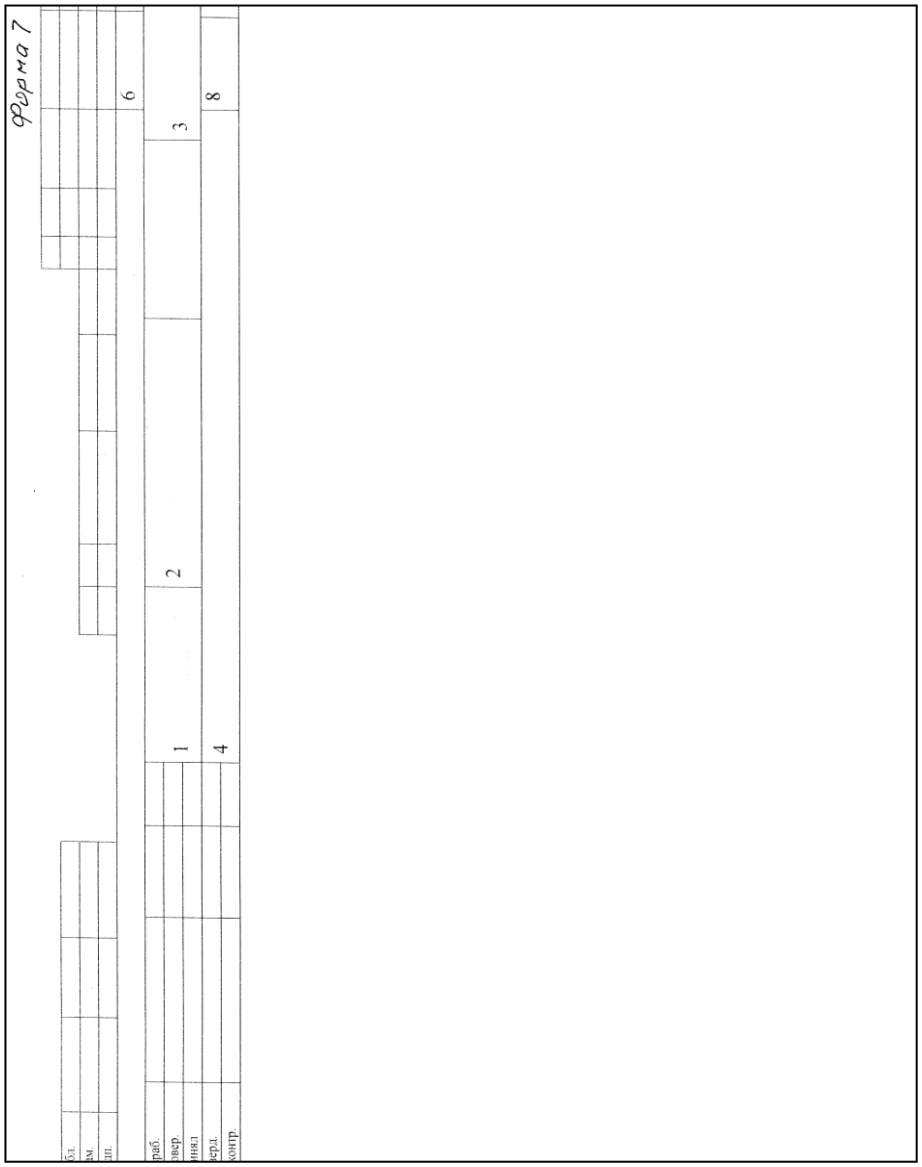
1250.264.435	22	8
Корпус	60.1.40.0000	

		П.И.	D или B	L	t	i	S	n	V	$T_{в.}$	$T_{о.}$
01											
О 02	9. Расточить конус, выдерживая угол ⑦ и размер ⑧										
Т 03	Резец расточной для глухих отверстий Т15К6 ГОСТ 18873-83 , Шаблон										
Р 04			Ø32	2,5	2.5	1	0,19	375	40		0,1
05											
О 06	10. Расточить канавку, выдерживая размеры ⑨ , ⑩										
Т 07	Резец для обработки внутренних канавок а = 3, Т15К6 ОСТ 2И10-9-84 , ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 08			ø34,6	-	3	1	0,06	300	42		0,33
09											
О 10	11. Расточить на ø32 угловую канавку, выдерживая размеры ⑪ ,⑫										
Т 11	Резец для обработки внутренних угловых канавок а = 2, Т15К6 ОСТ 2И10-8-84 , Шаблон										
Р 12			ø32	-	2	1	0,06	300	60		0,27
13											
О 14	12. Расточить канавку, выдерживая размер ⑬, ⑭										
Т 15	Резец для обработки внутренних канавок а = 4, Т15К6 ОСТ 2И10-8-84, ШЦ – I – 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89										
Р 16			Ø33	-	4	2	0,05	300	38		0,93
17											
18											
19											
20											

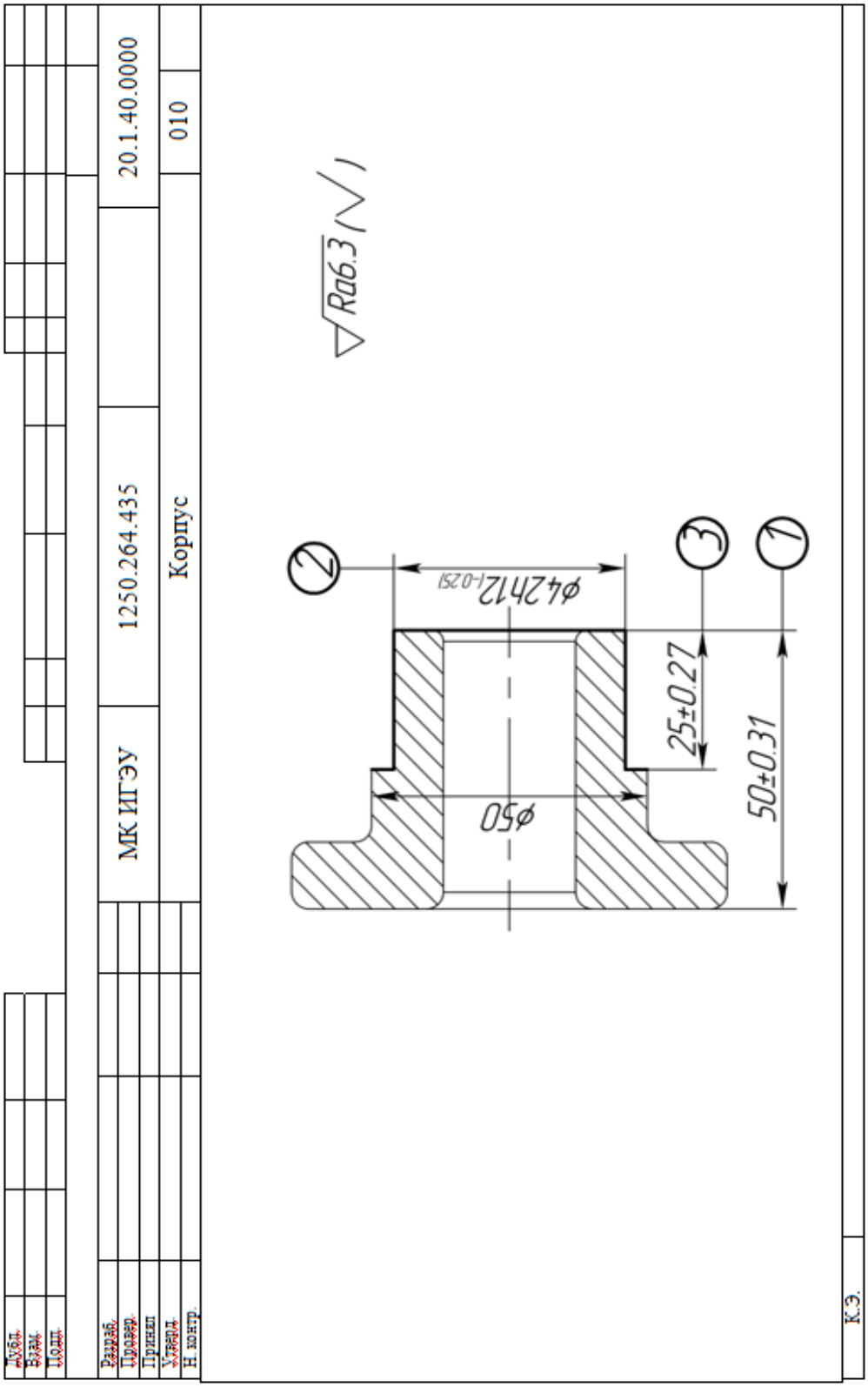
Таблица 22. **Содержание информации, вносимой в графы и строки карты эскизов (форма 7)**

№ пункта	Содержание информации
1	Наименование учебного заведения
2	Обозначение детали
3	20.1.40.00000 – (на основании ЕСТД).
4	Наименование детали
5	Номер операции
6	Общее количество листов документа
7	Порядковый номер листа документа.
8	Литер технологической документации: КП – курсовой проект;ДП – дипломный проект.

Таблица 23. **Форма карты эскизов (форма 7)**



Пример 19. *Образец заполнения карты эскизов*



Пример 20. *Образец заполнения карты эскизов*

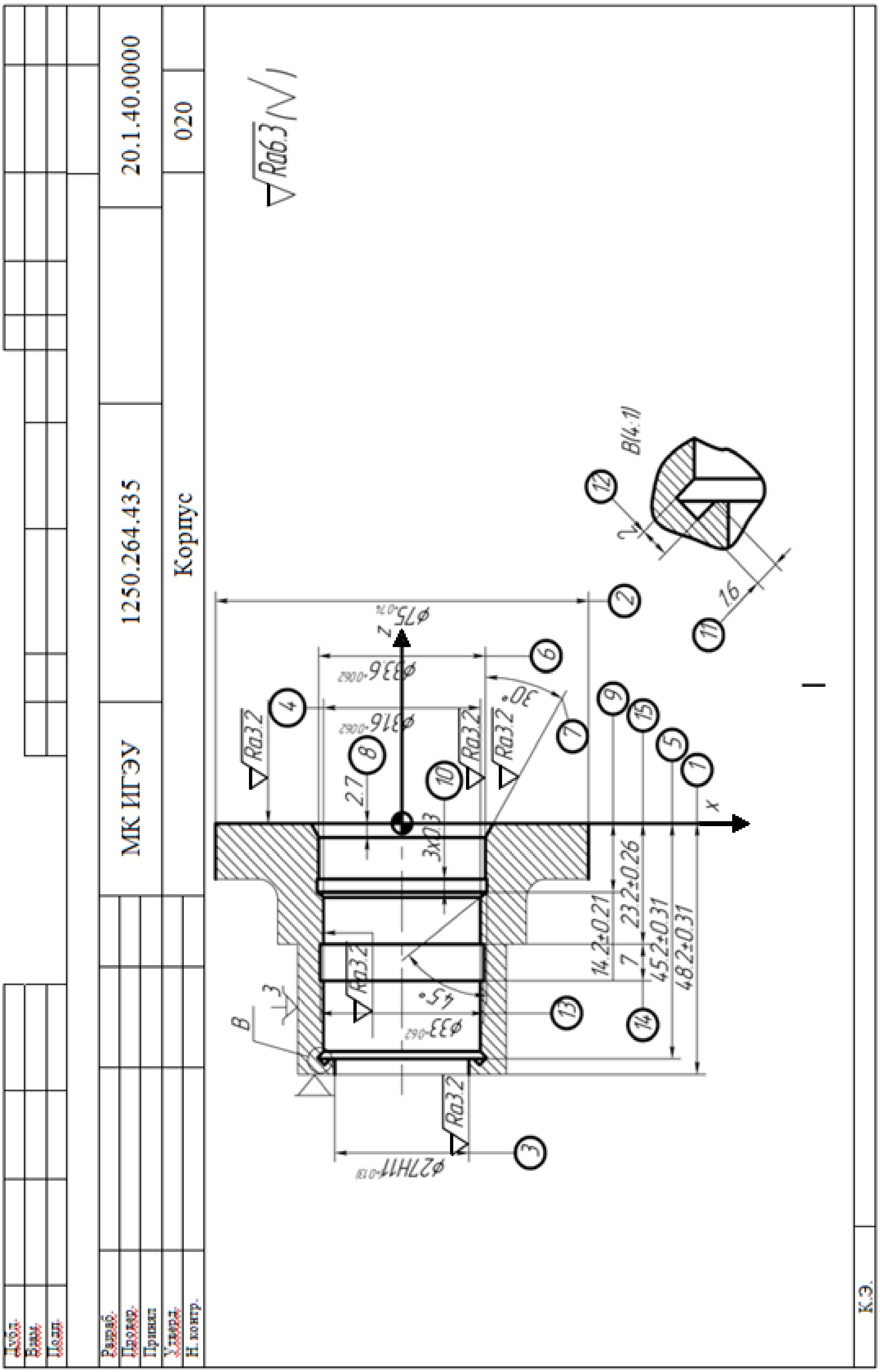


Таблица 24. **Примеры нанесения обозначения опор, зажимов и установочных устройств на схемах (ГОСТ 3.1107-81)**

Наименование приспособления	**Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств**
Неподвижный (гладкий) центр	
Рифленый центр	
Плавающий центр	
Вращающийся центр	
Обратный вращающийся центр с рифленой поверхностью	
Поводковый патрон	
Подвижный люнет	
Неподвижный люнет	

Окончание табл. 24

Наименование приспособления	**Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств**
Цилиндрическая оправка	
Коническая роликовая оправка	
Резьбовая, цилиндрическая оправка с наружной резьбой	
Шлицевая оправка	
Цанговая оправка	
Регулируемая опора со сферической выпуклой рабочей поверхностью	
Пневматический зажим с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью	

Таблица 25. **Примеры схем установов изделий**

Описание способа установа	**Схема обозначения**
В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом	
В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец, с упором на три неподвижные опоры и с применением электрического устройства двойного зажима, имеющего сферические рабочие поверхности	
В трехкулачковом патроне с механическим устройством зажима, с упором в торец, с поджимом вращающимся центром и с креплением в подвижном люнете	
На конической оправке с гидропластовым устройством зажима, с упором в торец на рифленую поверхность и с поджимом вращающимся центром	

Условные обозначения центров всех видов носят на выносные линии, проведенные под углом к осевой. Допускается при необходимости нанесение их непосредственно на контурные линии.

Условные обозначения остальных опор и зажимов наносятся непосредственно на контурные линии поверхностей, избранных для базирования изделия. Допускается нанесение их на выносных линиях. Для упрощения эскиза обозначают любые опоры знаком …….. и применяют его в сочетании как с упрощенным, так и со специализированным обозначением зажимов.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

3.1. Конструирование приспособления

Станочные приспособления расширяют технологические возможности металлорежущего оборудования, повышают производительность обработки деталей, облегчают условия труда рабочих и повышают культуру производства на предприятии.

В процессе проектирования приспособления необходимо соблюдать правила выбора баз, удобную установку, контроль и снятие детали. Свободное удаление стружки, удобство управлением станком и приспособлением, а также условия. Обеспечивающие безопасность работы и обслуживание данного приспособления.

При проектировании станочного приспособления следует произвести расчет погрешности базирования в зависимости от способа установки заготовки. При разработке конструкции станочного приспособления необходимо стремиться к уменьшению времени на установку и съем обрабатываемой детали.

В начале проектирования приспособления необходимом разработать схему базирования и закрепления детали, определить число заготовок. Подлежащих одновременной обработки, а потом произвести общую компоновку приспособления и всех его элементов.

Исходными данными для проектирования станочного приспособления являются:

- рабочий чертеж заготовки и готовой детали;
- технологический процесс на предшествующую и выполняемую операцию;
- годовой объем выпуска деталей;
- альбомы типовых конструкций приспособлений;
- паспортные данные станков (размеры стола, шпинделя, межцентровое расстояние, размеры и расположение крепежных пазов и отверстий т.д.).

В зависимости от объема выпуска деталей выбирают конструкцию и привод зажима заготовки. Необходимо определить тип и размер установочных элементов, их число и взаимное положение и увязать это с требуемой точностью обработки заготовки на данной операции, а также рассчитать силу зажима и на её основании выбрать тип зажимного устройства. При выборе основных и вспомогательных элементов приспособления следует использовать их стандартные конструкции.

Разработку сборочного чертежа приспособления начинают с нанесения на лист выбранного формата контуров обрабатываемой детали в необходимом количестве проекций на таком расстоянии, чтобы

оставалось достаточно места для размещения на проекции всех элементов (деталей) приспособления, размеров и позиций.

В процессе проектирования приспособления сначала вычерчивают установочные элементы приспособления, затем элементы зажимных устройств и определяют контуры приспособления. На сборочном чертеже приспособления указывают необходимые размеры, которые обеспечивают точность расположения элементов приспособления, справочные размеры (монтажные, установочные). На свободном поле чертежа над штампом основной надписи размещают технические требования на изготовление станочного приспособления. На спроектированное приспособление составляют спецификацию.

В процессе проектирования приспособления необходимо выполнять требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и государственных стандартов на все элементы проектируемого приспособления. Необходимо также использовать стандартизованные и унифицированные элементы приспособлений.

При проектировании станочного приспособления необходимо особое внимание уделить выбору зажимных устройств и расчету силы зажима обрабатываемых заготовок. Сила зажима должна обеспечить надежное закрепление заготовок в приспособлении и не допускать сдвига, поворота или вибраций заготовки при обработке. Величину сил зажима определяют в зависимости от сил резания и их моментов, действующих в процессе обработки. Силу зажима заготовки в приспособлении определяют с учетом метода обработки, состояния обрабатываемого материала, системы СПИД и других факторов. Чтобы обеспечить надежность зажима обрабатываемой заготовки, применяют коэффициент запаса, который зависит от многих факторов.

Коэффициент запаса:

$K_{зап}=K_0\ K_1\ K_2\ K_3\ K_4\ K_5\ K_6$,

где K_0 – постоянный коэффициент запаса при всех случаях обработки, $K_0=1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки – обработанная или необработанная (табл.26);

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при обработке прерывистых поверхностей на детали;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой приводом приспособления;

K_5 – коэффициент, учитывающий удобное расположение рукоятки для ручных зажимных устройств;

K_6 – коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

Коэффициенты запаса K_2 – K_6 выбирают по табл.27.

Величину необходимых сил зажима следует рассчитывать с наибольшей точностью. При завышенном ее значении увеличивается стоимость изготовления приспособления за счет металлоемкости и расхода сжатого воздуха, а заниженные значения сил не обеспечивают надежного зажима заготовки.

Силу зажима рассчитывают в зависимости от действия на заготовку сил резания и конструкции установочных и зажимных устройств по формулам соответствующей учебной и справочной технической литературы. При определении силы резания необходимо учитывать установленные нормативные коэффициенты трения.

Таблица 26. **Коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки**

Метод обработки	**Компоненты сил резания**	**K_1**	**Обрабатываемый материал**
Сверление	Крутящий момент; осевая сила.	1,15 1,10	Чугун
предварительное (по корке)	Крутящий момент	1,30	Чугун (износ по задней поверхности 1,5 мм)
Зенкерование чистовое	Осевая сила; Крутящий момент и осевая сила	1,20 1,20	Чугун (износ по задней поверхности 0,7-0,8 мм)
Точение: предварительное и растачивание	P_Z P_Y P_X	1,00 1,00 1,40 1,20 1,60 1,25	Сталь; Чугун; Сталь; Чугун Сталь; Чугун
чистовое и растачивание	P_Z P_Y P_X	1,00 1,05 1,05 1,40 1,00 1,30	Сталь; Чугун; Сталь; Чугун Сталь; Чугун
Фрезерование: цилиндрическое; предварительное и чистовое торцевое;	Окружная сила	1,6-1,8 1,2-1,4	Вязкая сталь; Твердая сталь и чугун;
предварительное и чистовое	Тангенциальная сила	1,6-1,8 1,2-1,4	Вязкая сталь; Твердая сталь и чугун
Шлифование	Окружная сила	1,15-1,20	Чугун и сталь

Таблица 27. **Коэффициенты запаса $K_2 – K_6$**

Коэффи -циенты	**Условия работы, учитывающиеся коэффициентом**	**Значение коэффи-циента**	**Примечание**
K_2	Изменение величины припуска черновых заготовок	1,0 1,2	Для чистовой и отделочной обработки. Для черновой обработки
K_3	Увеличение сил резания при прерывистом резании.	1,2	При точении
K_4	Род привода	1,0 1,3	Для пневматических, гидравлических и других приводов. Для ручных зажимов
K_5	Расположение рукоятки для ручных зажимных устройств	1,0 1,2	Расположение рукоятки: с малым диапазоном угла ее отклонения; с большим диапазоном угла ее отклонения (более 90^0)
K_6	Наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку на опорах	1,0 1,5	Установка на опоры с ограниченной поверх-ностью контакта (штыри и др.). Установка на пластины и другие элементы с большей поверхностью.

А. Расчет винтовых зажимов

Винтовые зажимы являются наиболее простыми универсальными устройствами для станочных приспособлений. Они широко применяются в единичном и серийном типах производства. Недостатками винтовых зажимов являются медленность действия, большие потери на трение и непостоянство зажимной силы.

Крутящий момент, приложенный к гайке или головке винта,

$M_{кр}=Q_{рук}\ L_{рук}$,

где $Q_{рук}$ – сила, приложенная на конце рукоятки или гаечному ключу, Н, $Q_{рук}$ = 140…200 Н;

$L_{рук}$ – длина рукоятки ключа ($L_{рук}$ =14$D_р$, где $D_р$– номинальный наружный диаметр резьбы), мм.

Номинальные диаметры метрической резьбы выбирают в зависимости от силы зажима обрабатываемой заготовки:

Диаметр резьбы D_p, мм	4	5	6	8	10
Допускаемая сила зажима W_B, Н	500	750	1000	2000	3000
Диаметр резьбы D_p, мм	12	16	20		24
Допускаемая сила зажима W_B, Н	4500	8000	12000		17000

При конструировании зажимных элементов приспособления необходимо определять силу зажима обрабатываемой заготовки.

Сила зажима:

$$W_B = M_{кр}/[r_{ср}tg(\alpha_п+\varphi_т)]+K_ф f_т \ ,$$

где $r_{ср}$ – средний радиус резьбы, мм (устанавливается по таблицам);

$\alpha_п$ – угол подъема витка резьбы (у стандартных метрических резьб с крупным шагом $\alpha_п=2^0 30'$);

$\varphi_т$ – угол трения в резьбовом соединении (для метрической резьбы $\varphi_т=6^0 34'$;

$K_ф$ – коэффициент, зависящий от формы и размеров поверхности соприкосновения зажимного элемента с зажимной поверхностью (рис.6); для винта со сферическим опорным торцом $K_ф=0$;

с плоским опорным торцом (рис.6 *а, б*)

$$K_ф=0{,}6 f_т r_т \ ;$$

где $f_т$ – коэффициент трения на торце винта или гайки, $f_т=0{,}1\div0{,}15$;

$r_т$ – радиус опорного торца винта, мм ($r_т=0{,}40\ d_{вн}$ резьбы).

Коэффициент $K_ф$ для винта со сферическим опорным торцом, соприкасающимся с конусным углублением (рис. 6, *в*)

$$K_ф= r_c\ f_т\ ctg\ \beta/2 \ ,$$

где r_c – радиус сферы опорного торца винта, *мм*;

β – угол при вершине конусного углубления ($\beta=120^0$).

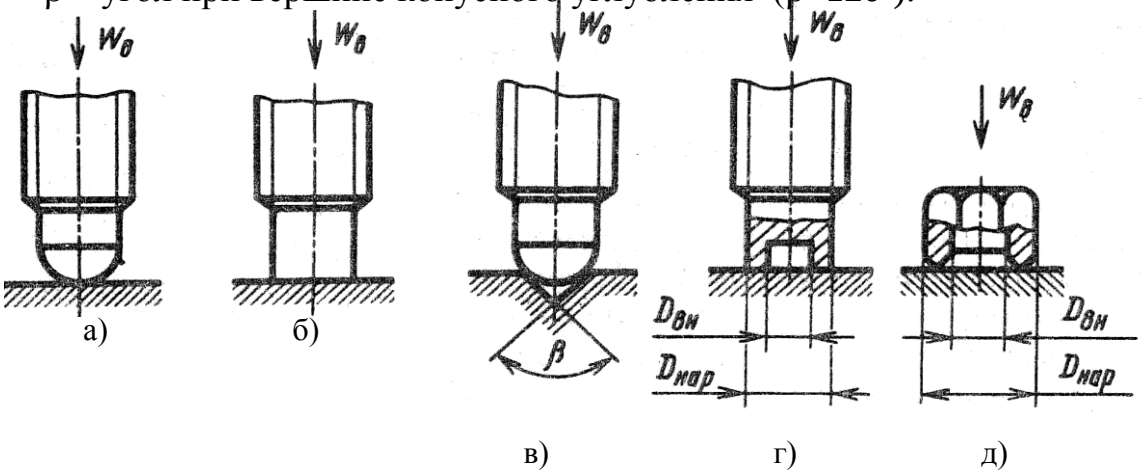


Рис.6. Виды опорных поверхностей зажимных механизмов приспособления

Коэффициент $К_ф$ для винта с кольцевым опорным торцом или гайкой (рис. 6, *г, д*)

$$К_ф = 0{,}33 f_т (D^3_{нар} - D^3_{вн}) / (D^2_{нар} - D^2_{вн}),$$

где $D_{нар}$ и $D_{вн}$ – наружный и внутренний диаметры опорного кольцевого торца винта или гайки , *мм*.

Если принять $f_т$=0,15, то для основной метрической резьбы можно с достаточной точностью определить силу зажима

$$W_В = М_{кр}/(0{,}1D_{нар.р}+0{,}15К_ф),$$

где $D_{нар.р}$ – наружный диаметр резьбы, *мм*.

Наружный диаметр винта в зависимости от требуемой силы зажима и допускаемого напряжения винта на растяжение

$$D_{нар.р} = \sqrt{W_P/0{,}5[\sigma]_P},$$

где $[\sigma]_P$ – допускаемое напряжение на временное сопротивление материала винта при переменной нагрузке, *Н/м*, $[\sigma]_P$=58…98 *Н/м*.

Пример. Определить силу зажима $W_В$, создаваемую винтом М20 со сферическим опорным торцом при действии на плоскость. Сила, прилагаемая к рукоятке ключа, $Q_{рук}$ =140 *Н*.

Решение

Определяется крутящий момент, приложенный к головке винта

$М_{кр}=Q_{рук}\ L_{рук}$= 140·280=39200 *Н*.

Длина рукоятки ключа определяется из отношения $L_{рук}$=14D резьбы. Сила, приложенная к рукоятке ключа, принимается $Q_{рук}$=140 *Н*.

$L_{рук}$=14·20 = 280 *мм*.

Сила зажима, создаваемая винтом,

$$W_P = \frac{M_{кр}}{[r_{cp} tg(\propto_П + \varphi_Т)] + К_ф f_T} = \frac{39200}{[9{,}19 \cdot tg(2^0 30` + 6^0 34')] + 0 \cdot 0{,}15} = 24332\ H\ .$$

Устанавливается средний радиус резьбы винта по справочным таблицам на типы резьбы, $r_{ср}$=9,19 *мм*. Угол подъема витка для метрической резьбы составляет $\propto_П = 2^0 30'$. Угол трения в резьбовом соединении принимается $\varphi_т = 6^0 34'$.

Коэффициент, зависящий от формы поверхности соприкосновения зажимного элемента с зажимной поверхностью, принимается $f_ф$=0 (для сферической поверхности). Коэффициент трения на торце винта принимается $f_т$=0,15.

Б. Расчет эксцентриковых зажимов

Эксцентриковые зажимные устройства являются быстродействующими и широко применяются в крупносерийном и массовом производствах при небольших силах зажима (рис.7).

Для определения основных размеров конструкции эксцентрика необходимо иметь:

- допуск на базовую поверхность обрабатываемой детали в процессе её установки;
- угол поворота эксцентрика $\beta_п$ от начального положения;
- силу приложенную на конце рукоятки $Q_{рук}$;
- длину рукоятки $L_{рук}$.

Сила зажима, развиваемая эксцентриком:

$$W_{эк} = \frac{Q_{рук} \cdot L_{рук}}{e \cdot sin\beta_п + f_{т.п}\left(\frac{D}{2} - e \cdot cos\beta_п\right) + f_{т.о} r_o},$$

где $Q_{рук}$ – сила, приложенная на рукоятке эксцентрика, *Н*;

е – эксцентриситет, *мм*;

$f_{т.п}$ – коэффициент трения на поверхности эксцентрика;

$f_{т.о.}$ – коэффициент трения на поверхности оси, $f_{т.о}$=0,12…0,15;

r_o – радиус оси.

Ход эксцентрика

$l_x = e(1-\cos\beta_п)$.

Наиболее удобный для рабочего угол поворота $\beta_п = 90^0 \ldots 120^0$. Ход эксцентрика можно определить по соотношению l_x=1,5δ. Наружный диаметр эксцентрика определятся из условия D ≥ 20е, а радиус оси r_o выбирается в зависимости от ширины рабочей части эксцентрика по конструктивным соображениям или рассчитывается по формуле.

Самоторможение эксцентрикового зажима должно соответствовать условию D/e ≥ 14, где отношение D/e является характеристикой эксцентрика.

Все расчетные параметры круглого эксцентрика необходимо принимать с учетом ГОСТ 9061-68*, где $D_{эк}$=32…70 *мм*, е=1,7…3,5 *мм*.

Пример.

Определить конструктивные элементы круглого эксцентрика для зажима заготовки по размерам рабочего чертежа и рассчитать силу зажима обрабатываемой заготовки.

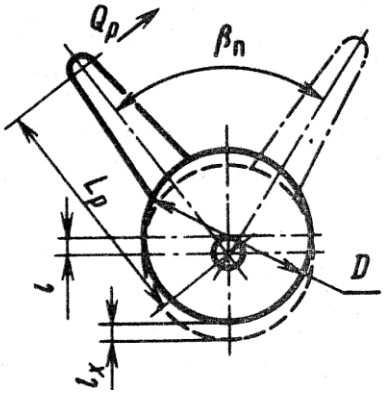


Рис.7. Элементы кругового эксцентрика, применяемые при расчетах

Решение

Определяется допуск базовой поверхности обрабатываемой заготовки, где δ=0,34 *мм*. Устанавливается ход эксцентрика.

l_x= 1,5δ=1,5·0,34=0,51 *мм*.

Принимается эксцентриситет e=2 *мм*.

Определяется диаметр круглого эксцентрика

D ≥ e=20·2=40 *мм*.

Определяется сила зажима эксцентриком

$$W_{эк} = \frac{Q_{рук} \cdot L_{рук}}{e \cdot sin\beta_п + f_{т.п}\left(\frac{D}{2} - e \cdot cos\beta_п\right) + f_{т.о} r_o} = \frac{150 \cdot 100}{2sin90^0 + 0{,}12\left(\frac{40}{2} - 2cos90^0\right) + 0{,}15 \cdot 6} = 384\ H.$$

Длина рукоятки эксцентрика определяется из условия

$L_{рук.}$=2,5 D=2,5·40=100 *мм*.

Угол поворота принимается $\beta_п$ = 90^0. Коэффициент трения на поверхности эксцентрика $f_{т.п}$ =0,12. Коэффициент трения на поверхности оси $f_{т.о.}$=0,15. Радиус оси принимается конструктивно r_o =6 *мм*. Самоторможение эксцентрикового зажима проверяется по условию

De ≥ 14 (где 40/2=20). Самоторможение удовлетворяет нашему условию.

Для круглого эксцентрика выбирается сталь 20Х ГОСТ 4543-71* с последующей цементацией на глубину h=0,8…1,2 *мм* и закалкой до твердости $HRC_э$ 55…60.

В. Расчет пневмопривода

Пневматические силовые приводы широко применяют в приспособлениях разнообразных типов. Быстрота, легкость, постоянство силы зажима, возможность её регулирования и контроля, а также дистанционное управление зажимами являются основными преимуществами пневмоприводов для зажима обрабатываемых заготовок. Пневматические приводы применяются в крупносерийном и массовом производствах.

Осевую силу на штоке $Q_{шт}$ определяется в зависимости от конструкции пневмоцилиндров:

- для одностороннего действия (рис.8, *а*)

$Q_П$=0,785($D^2_ц$Pη) – $Q_{пр}$;

- для двустороннего действия (рис.8, *б*)

$Q_П$=0,785$D^2_ц$Pη ;

- для двустороннего действия штоковой полости

$Q_П$=0,785($D^2_ц$ – $d^2_ц$) Pη ,

где $D_ц$ – диаметр пневматического или гидравлического цилиндра (поршня), см;

P – давление сжатого воздуха, P = 0,39 МПа;

η – коэффициент полезного действия (кпд) пневмоцилиндра, учитывающий потери в пневмоцилиндре, η=0,85…0,90.

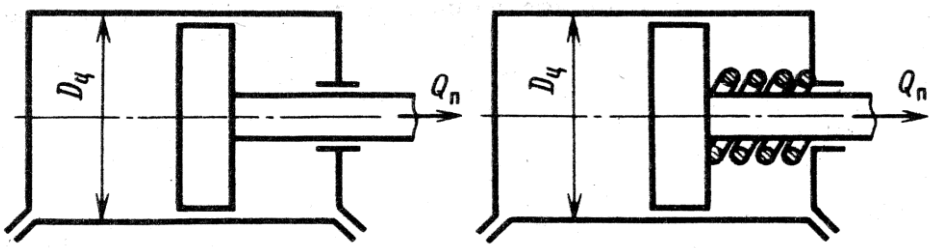


Рис. 8. Схема пневматического привода зажима действия станочного приспособления: а – односторонний; б – двусторонний

Для проектирования станочных приспособлений применяют рабочие полости цилиндров:

– диаметры пневмоцилиндров , мм: 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 360, 400;

– диаметры гидроцилиндров , мм: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75.

Размеры воздухопроводов выбирают в зависимости от диаметра поршня:

Диаметр поршня, мм	50-100	125-150	200	250	300
Внутренний диаметр трубки, мм	4-6	6-8	8-10	10-13	13-16

При определении силы зажима заготовки необходимо учитывать коэффициент запаса, т.е. найденную силу $Q_П$ на штоке увеличить на коэффициент запаса $К_{зап}$.

Диаметр пневматического цилиндра

$$D_ц = \sqrt{(Q_п К_{зап})/(0{,}785 P \eta)} .$$

Расчетный размер диаметра пневмоцилиндра округляют до стандартных величин и определяют действительную осевую силу зажима на штоке.

Время срабатывания пневмоцилиндра

$$T_c = D_ц l_x/(d_0^2 V_в) ,$$

где l_x – длина хода поршня, *см*;

d_0 – диаметр воздухопровода, *см*;

$V_в$ – скорость перемещения воздуха, *м/с* ($V_в$ = 180 *м/с* при P=0,49 *МПа*).

Общее время срабатывания пневмоцилиндра (гидроцилиндра) показывает производительность данного зажимного устройства.

Ход поршня l_x пневмоцилиндра устанавливают по конструктивным особенностям станочного приспособления, обрабатываемой детали и технологического оборудования. Необходимо стремиться к минимальным значениям хода поршня пневмоцилиндра, так как от него зависит быстрота закрепления заготовки в процессе обработки в данном приспособлении.

Пример

Определить основные параметры пневмоцилиндра для станочного приспособления. Операция – чистовое фрезерование. Фреза торцовая. Материал – сталь 45 ГОСТ 1050. Сила резания P_Z=4800 *Н*. Давление сжатого воздуха P=0,39 *МПа*. Пневмоцилиндр двустороннего действия.

Решение

Для обеспечения надежности зажима заготовки определяем коэффициент запаса $К_{зап}$

$К_{зап}=К_0\ К_1\ К_2\ К_3\ К_4\ К_5\ К_6$ =1,5·1,2·1·1·1·1·1=1,8 ,

где $К_0$=1,5; $К_1$=1,2; $К_2 = К_3 = К_4 = К_5 = К_6$ =1.

Определяется необходимая сила зажима для обрабатываемой заготовки

$W_п=P_Z К_{зап}$=4800·1,8=8640 *Н*.

Определяется расчетный диаметр пневматического цилиндра

$D_п = \sqrt{W_п/0{,}785P\eta} = \sqrt{8640/0{,}785 \cdot 0{,}39 \cdot 0{,}85} = 182{,}29$ *мм*,

где η = 0,85.

Принимается стандартный диаметр пневмоцилиндра $D_ц$ =200 *мм*.

Определяется действительная сила зажима пневмоцилиндра двустороннего действия

$W_п=0{,}785D_п^2\ P\ \eta$ =0,785·200^2·0,39·0,85=10409 *Н*.

Определяется время срабатывания пневмопривода

$T_c = D_ц l_x/(d_0^2 V_в)$= (200·40)/($10^2$·180)=0,44 *с* ,

где l_x – длина хода поршня по конструкции приспособления, l_x =40 *мм*;

d_0 – диаметр воздухопровода принимается по рекомендациям в зависимости от диаметра пневмоцилиндра, d_0 = 10 *мм*;

$V_в$ – скорость перемещения воздуха, $V_в$ = 180 *м/с* .

Г. Расчет диафрагменных пневмоприводов

Диафрагменные пневмоприводы применяют в станочных приспособлениях, где ход штока невелик. По конструкции диафрагменные приводы делятся на одностороннего и двустороннего действия (рис.9).

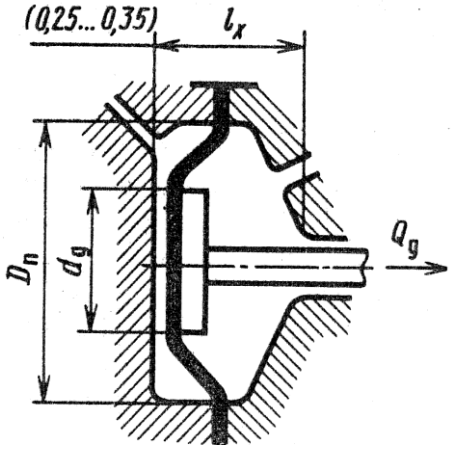


Рис.9. Диафрагменный пневматический привод станочного приспособления

Сила в штоке пневматической диафрагменной камеры двустороннего действия

$Q_д = 0{,}26(D_п^2 + D_п\, d_д + d_п^2)\, P\eta$,

где $D_п$ – диаметр пневмокамеры (внутренний), мм;

$d_д$ – диаметр диска, мм. Обычно $d_д = 0{,}7\, D_п$, и при этом условии

$Q_д = 0{,}58\, D_п^2\, P\eta$.

Длина хода штока у камер с тарельчатыми диафрагмами составляет обычно 20-22 % от внутреннего диаметра диафрагмы.

Оптимальная длина хода штока пневмокамеры одностороннего действия от исходного до конечного положения штока:

● для тарельчатой резинотканевой диафрагмы

$l_x = (0{,}25 – 0{,}35)D_п$;

● для плоской резинотканевой диафрагмы

$l_x = (0{,}18 – 0{,}22)D_п$.

Расчетные диаметры $D_п$ диафрагмы принимают по ГОСТ 9887-70: 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 *мм*.

Диаметры опорных дисков $d_д$ для резинотканевых диафрагм принимают $d_д = 0{,}7D_п$, а для резиновых диафрагм $d_д = D_п – 2h_д – (2…4)$, где $h_д$ – толщина диафрагмы.

Толщину диафрагмы $h_д$ выбирают в зависимости от её диаметра $D_п$;

$h_д = 4…8$ *мм*.

Тарельчатые диафрагмы изготавливают из четырехслойной ткани бельтинг, покрытой с обеих сторон маслостойкой резиной.

Время срабатывания диафрагменного пневмопривода

$$T_c = \frac{l_x\left(D_п^2 + D_п d_д + d_д^2\right)}{3V_в d_о^2} c \ ,$$

где $d_д$ – диаметр диска диафрагмы, *мм*.

Пример

Определить силу на штоке диафрагменной камеры двустороннего действия при среднем положении диафрагмы. Исходные данные:

$D_п$=125 *мм*; P=0,39 МПа.

Решение

Сила на штоке

$Q_д$=0,58 $D_п^2$ Pη= 0,58·125^2·0,39·0,85=3004,22 *Н*.

Длина хода штока пневмокамеры определяется из соотношения

l_x = (0,25…0,35) $D_п$;

l_x = 0,25$D_п$ = 0,25·125 = 31,25 *мм*.

Время срабатывания диафрагменного пневмопривода по формуле

$$T_c = \frac{l_x(D_п^2+D_п d_д+d_д^2)}{3V_в d_о^2} = \frac{31{,}25(125^2+125\cdot 87+87^2)}{3\cdot 18000\cdot 6^2} = 0{,}54\ c.$$

Определим диаметр опорного диска для резинотканевой диафрагмы из условия $d_д$=0,7$D_п$; $d_д$ =0,7·125=87,5 *мм*.

Диаметр диска диафрагмы принимается $d_д$ = 87 *мм*;

$V_в$ – скорость воздуха в магистрали, *см/с*; $V_в$=1500…2500 *см/с*;

$d_о$ – диаметр воздухопровода, $d_о$ = 6 *мм*.

Д. Расчет силы зажима в кулачковых патронах

В машиностроении наибольшее применение имеют трехкулачковые самоцентрирующиеся клиновые и рычажные патроны с винтовым и механизированным приводом для перемещения кулачков. С механизированным приводом перемещения кулачков патроны используют в крупносерийном и массовом производствах для закрепления штучных заготовок на различных токарных станках.

Основные размеры клиновых и рычажных патронов выбирают по ГОСТ 24351.

Определяется сила, передаваемую штоком пневмоцилиндра,

$$Q_п = W_к\, n_к\, K_{тр}\left(1+\frac{3a_к}{h_k}f_k\right)l_1/l_k\ ,$$

где $W_к$ – сила зажима на одном кулачке, *Н*;

$n_к$ – число кулачков;

$K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне ($K_{тр}$ = 1,05);

$a_к$ – вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы зажима (конструктивно $a_к$ = 40 *мм*);

h_k – длина направляющей части кулачка, мм;

f_k – коэффициент трения в направляющих кулачка, f_k=0,1;

l_1, l_k – плечи рычага привода, *мм* (конструктивно l_1 = 20 *мм*, $l_к$=100 *мм* до оси штока).

Сила зажима на каждом кулачке

$$W_k = \frac{P_Z \cdot sin\alpha / 2D_{\text{о.п.}}}{n_k f_{\text{к.п.}} D_{\text{п.к}}} \cdot \text{К}_{\text{зап}} ,$$

где $D_{\text{о.п.}}$ – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, *мм*;

$f_{\text{к.п.}}$ – коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков:

с гладкой поверхностью $f_{\text{к.п.}}$ = 0,25;

с кольцевыми канавками $f_{\text{к.п.}}$ = 0,35;

с крестообразными канавками $f_{\text{к.п.}}$ = 0,45;

с зубьями параллельно оси патрона $f_{\text{к.п.}}$ = 0,8;

$D_{\text{п.к}}$ – диаметр зажимаемой поверхности детали, *мм*;

$\text{К}_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса.

Передаваемая штоком сила в пневмоцилиндрах двустороннего действия

$$Q_{\text{шт}} = \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} \cdot P\eta_{\text{ц}} ,$$

где $D_{\text{ц}}$ – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

$\eta_{\text{ц}}$ – коэффициент полезного действия пневмопривода, $\eta_{\text{ц}}$ = 0,85.

Диаметр поршня пневмоцилиндра

$$D_{\text{п}} = 1{,}44\sqrt{Q_{\text{шт}}/P} .$$

Установлен ряд стандартизированных диаметров вращающихся пневмоцилиндров двустороннего действия: 150, 200, 300, 400 *мм*.

Время срабатывания пневмоцилиндра

$$T_c = D_{\text{ц}} l_{\text{х}} / (d_{\text{в}}^2 V_{\text{в}}) ,$$

где $l_{\text{х}}$ – длина хода поршня, *мм* (устанавливается конструктивно).

Пример

Операция – токарая черновая. Наружный диаметр обрабатываемой поверхности $D_{\text{о.п}}$ =95 *мм*, $D_{\text{п.к}}$ = 103 *мм*, длина заготовки $L_{\text{з}}$ =110 мм. Глубина резания *t*= 3 *мм*; подача $S_{\text{ст}}$ = 1,04 *мм/об*; частота вращения шпинделя n = 315 *об/мин*; скорость резания *V*= 1,7 м/с. Токарно-винторезный станок 16К20; патрон трехкулачковый с рычажным перемещением кулачков, осуществляемый зажим от вращающегося пневматического цилиндра двустороннего действия (рис.10). Материал заготовки – сталь 45 ГОСТ 1050.

Подобрать пневматический цилиндр для совместной работы с трехкулачковым самоцентрирующим рычажным патроном.

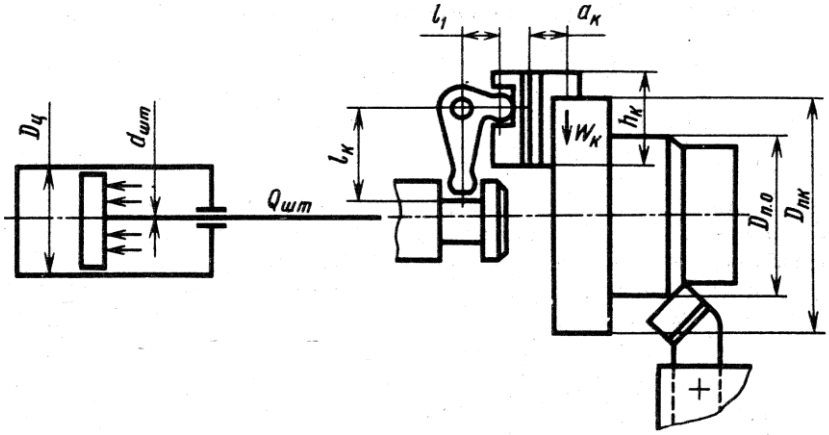


Рис.10. Схема обработки поверхности наружного диаметра детали при использовании трехкулачкового патрона с пневматическим приводом зажима

Решение

Определим силу резания по данной операции:

$P_Z = C_p t^{x_p} S^{y_p} K_p^{n_p}$ =300·3·1,04^{0,75}·6,06 = 5617,62 Н,

где C_p – коэффициент силы резания, C_p =300;

x_p, $y_р$, n_p – показатели степени для тангенциальной силы резания P_Z,

x_p= 1,0; $y_р$= 0,75; n_p= -0,15.

Определяется поправочный коэффициент K_p

K_p= $K_{м_р}$ $K_{\varphi_р}$ $K_{\lambda_р}$ K_{r_p} = 4,85·1·1,25·1·1 = 6,06 ,

где $K_{м_р}$ – коэффициент, учитывающий влияние механических свойств конструкционных сталей на силы резания,

$K_{м_р} = (\sigma_в/75)^{n_p}$ = (610/75)^{0,75}= 4,85 ,

где $\sigma_в$ – временное сопротивление разрыву, Н/мм^2.

Для стали 45 $\sigma_в$= 610 Н/мм^2;

n_p – показатель степени для расчета коэффициента $K_м$, n_p = 0,75;

$K_{\varphi_р}, K_{\lambda_р}, K_{r_p}, K_{\gamma_р}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали, $K_{\varphi_р}$ = 1,0; , $K_{\gamma_р}$ = 1,25; $K_{\lambda_р}$ = 1,0; K_{r_p} =1,0.

Определяется коэффициент запаса для самоцентрирующего трехкулачкового патрона с пневматическим приводом зажима

$К_{зап}$=$К_0$ $К_1$ $К_2$ $К_3$ $К_4$ $К_5$ $К_6$ =1,5·1·1,2·1·1·1·1,5=2,7

где $К_0$ – гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки (см. табл. 26 и 27).

Определяется сила зажима детали одним кулачком патрона

$$W_k = \frac{P_Z \cdot sin\alpha / 2D_{о.п.}}{n_k f_{т.п.} D_{п.к}} \cdot К_{зап} = \frac{5617,62 \cdot 1 \cdot 95}{3 \cdot 0,8 \cdot 103} = 5828,96 \ H,$$

где $D_{о.п.}$ – диаметр обрабатываемой поверхности детали, *мм*;

$D_{о.п.}$ =95*мм*;

n_k – число кулачков в патроне, n_k = 3 шт;

$f_{т.п.}$ – коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков, $f_{т.п.}$ =0,8 (с зубьями параллельно оси патрона);

$D_{п.к}$ – диаметр зажимаемой поверхности, *мм*, $D_{п.к}$ = 103 *мм*.

Определяется сила $Q_{шт}$ на штоке механизированного привода трехкулачкового патрона:

$$Q_{шт.} = W_к \, n_к \, K_{тр} \left(1 + \frac{3_{а_к}}{h_k} f_k\right) l_1 / l_k = 5828,96 \cdot 3 \cdot 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} \cdot 0,1\right) \frac{20}{100} = 4351,61 \ H,$$

где $K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, $K_{тр}$ = 1,05;

$а_к$ – вылет кулачка от середины его опоры в пазу патрона до центра приложения силы зажима на одном кулачке, $а_к$ = 40 мм;

h_k – длина направляющей части кулачка, h_k =65 мм;

f_k – коэффициент трения кулачка, f_k = 0,1;

l_1, l_k – размеры короткого и длинного плеч двухплечевого рычага, *мм* (конструктивно l_1 = 20 *мм*, $l_к$=100 *мм* до оси штока).

Определяется диаметр поршня цилиндра и выбирается ближайший большой стандартный размер пневматического вращающегося цилиндра по формуле:

$$D_п = 1,44\sqrt{Q_{шт}/P} = 1,44\sqrt{4351,61/0,39} = 152,1 \ Н,$$

где P – давление сжатого воздуха, *Мн/м*, Р = 0,39 *Мн/м*.

Принимается диаметр пневмоцилиндра $D_ц$ = 200 *мм*.

Определяется действительная сила зажима по принятому диаметру пневмоцилиндра:

$$Q_{ш.д} = \frac{\pi D_ц^2}{4} \cdot P\eta_ц = \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} \ 0,39 \cdot 0,85 = 10409,1 \ H,$$

где η - коэффициент полезного действия, η = 0,85.

Определяется время срабатывания пневмоцилиндра:

$$T_c = D_ц l_х / (d_в^2 V_в) = 20 \cdot 3,5 / 1,0^2 = 0,035 \text{ с},$$

где l_x – длина хода поршня, *мм*, (для $D_ц$ =200 *мм*, l_x =35 *мм*); рекомендуется $d_в$ =8…10 *мм*), $d_в$ = 10 *мм*;

$V_в$ – скорость перемещения сжатого воздуха, *см/с*, ($V_в$ = 1500 ÷2500 с*м/с*), принимается $V_в$ =2000 *см/с*.

Пример 21. *Конструирование приспособления для фрезерования лыски и сверления отверстий* (рис.11).

Деталь «Корпус» обрабатывается на вертикально-фрезерном станке ГФ2171Ф3С5. Производится фрезерование лыски шириной 10 *мм* и длиной 50 *мм* и сверление четырех отверстий. Обработка ведется концевой фрезой Ø32 *мм*, центровым и спиральным сверлами Ø4 *мм* и Ø7 *мм*.

Технологическая база – две поверхности Ø27Н11 и правый торец фланца детали. Посадочное место станка для приспособления – стол с рабочей поверхностью 1600 ×400 *мм* и тремя Т-образными пазами шириной 18Н8 *мм*. Установка приспособления на стол станка производится по двум направляющим опорам и прижимается болтами.

Деталь «Корпус» базируется отверстием Ø27Н11 на пальце Ø27f11. Зажим детали осуществляется прихватом по поверхности правого торца фланца Ø75. Зажим детали производится следующим образом: в цилиндр поступает рабочая жидкость (масло) под давлением, которое приводит в движение поршень со штоком. На штоке закреплен прихват, который и прижимает деталь. Разжим детали происходит тогда, когда падает давление рабочей жидкости в полости гидроцилиндра. Возвратная пружина гидроцилиндра давит на поршень, поршень со штоком поднимается. Механизм приходит в разжатое состояние, затем прихват снимается. После чего деталь можно свободно снять.

Цилиндр одностороннего силового действия с возвратной пружиной и двумя уплотняющими кольцами на поршне

1. Выходное усилие на штоке при уплотнении поршня двумя резиновыми кольцами:

$$Q = \frac{\pi D_{ц}^2}{4} \times P - (T_K \pi D_{ц} + q)\ ,$$

где $D_{ц}$ =25 мм – диаметр цилиндра;

T_K – сила трения, зависящая от твердости уплотняющего кольца, определяется по графику ([14] с.235);

Р – давление масла, кгс/см^2;

$q = T_K \cdot \pi \cdot D_{ц} \cdot К$ – жесткость пружины, которая возвращает поршень в исходное положение, К=1,2 – коэффициент запаса жесткости пружины.

Чтобы найти T_K по графику ([14], с.235) необходимо определить α;

где α – относительное сжатие уплотняющего кольца в %;

$$\alpha = \frac{\gamma}{d} \cdot 100,$$

d – диаметр сечения уплотняющего кольца, *мм*, d= 3,8 *мм*;

$\gamma = \frac{D_0 - D_ц}{2}$;

D_0 – наружный диаметр кольца , D_0 = 26 *мм*;

$\gamma = \frac{26-25}{2}$ =0,5 *мм*; $\alpha = \frac{0,5}{3,8} \cdot 100 \approx 13$.

По графику определяется T_K = 0,23 *кгс*;

$q = 0,23 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 1,2$ =2,16 ;

$Q = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot 40 - (0,23 \cdot 3,14 \cdot 2,5 + 2,16)$ = 192,3 *кг*≈1920 *Н*.

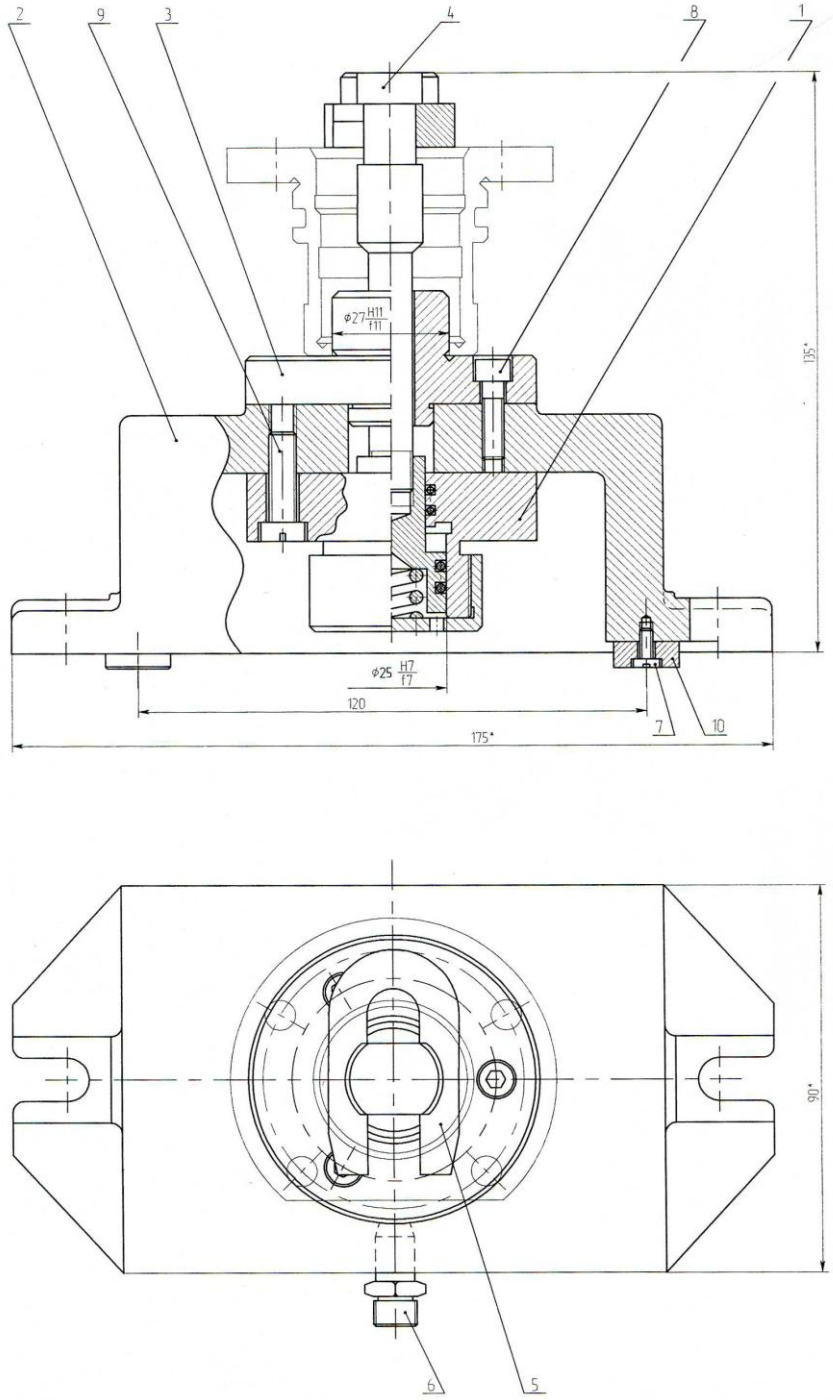


Рис.11. Приспособление для фрезерования и сверления

3.2. Выбор инструмента для контроля поверхности с расчетом исполнительных размеров

В пояснительной записке должны быть помещены все необходимые расчеты измерительных средств в сопровождении схем полей допусков.

Расчет исполнительных размеров калибров необходимо проводить на основе анализа схемы их полей допусков. Для этого необходимо назначить соответствующий вариант расположения полей допусков калибра, затем, пользуясь справочными пособиями по калибрам, выбрать соответствующие отклонения для рабочей проходной (Р-ПР) и рабочей непроходной (Р-НЕ) сторон калибра, проставить их на схему полей допусков калибра (предварительно указав номинальные размеры Р-ПР и Р-НЕ) и только после этого приступить к расчету.

Стандарт СЭВ 157-75 устанавливает допуски размеров и отклонения калибров.

Обозначения:

D – номинальный размер изделия;

D_{min} – наименьший предельный размер изделия;

D_{max} – наибольший предельный размер изделия;

IT – допуск изделия;

H – допуск на изготовление калибров для отверстия;

H_1 – допуск на изготовление калибров для валов;

H_p – допуск на изготовление контрольного калибра для скобы;

Z – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;

Z_1 – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;

У – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

$У_1$ – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;

α – величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами свыше 180 мм;

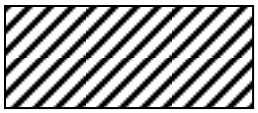
α_1 – величина для компенсации погрешности контроля калибрами валов с размерами свыше 180 мм.

Схемы расположения полей допусков калибров для отверстий и валов приведены на рис.12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19.

Формулы для определения исполнительных размеров калибров приведены в табл. 28 и 29.

Схемы расположения полей допусков калибров

Обозначения:



Поля допусков отверстий

Поля допусков на изготовление рабочих калибров

Поля допусков валов

Поля допусков на изготовление контрольных калибров

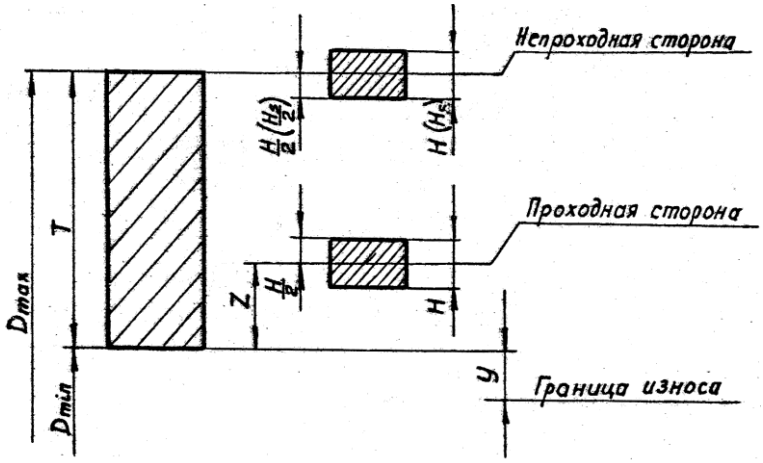


Рис.12. Схемы расположения полей допусков калибров для отверстий квалитетов 6, 7, 8 , номинальные размеры до 180 мм

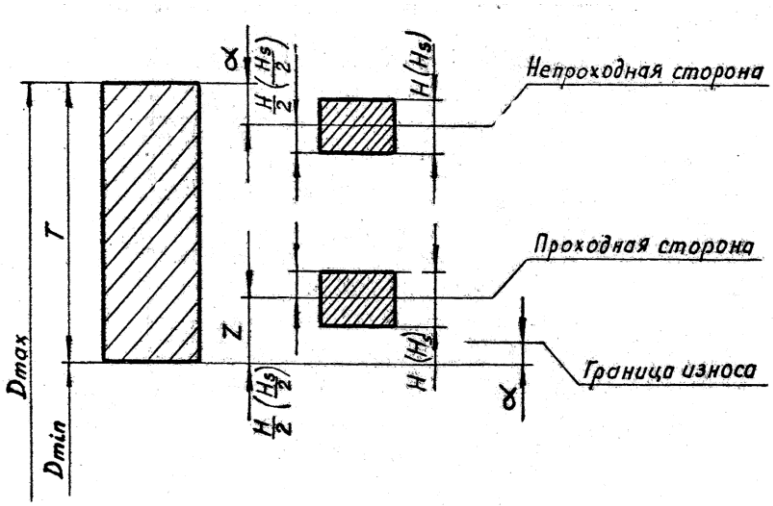


Рис.13. Схемы расположения полей допусков калибров для отверстий квалитетов от 9 до 17, номинальные размеры до 180 мм

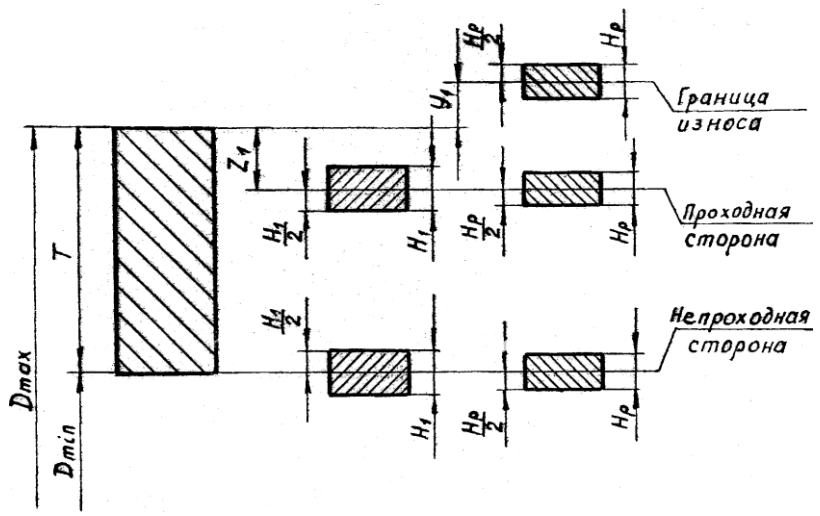


Рис.14. Схемы расположения полей допусков калибров
для валов квалитетов 6, 7, 8, номинальные размеры до 180 мм

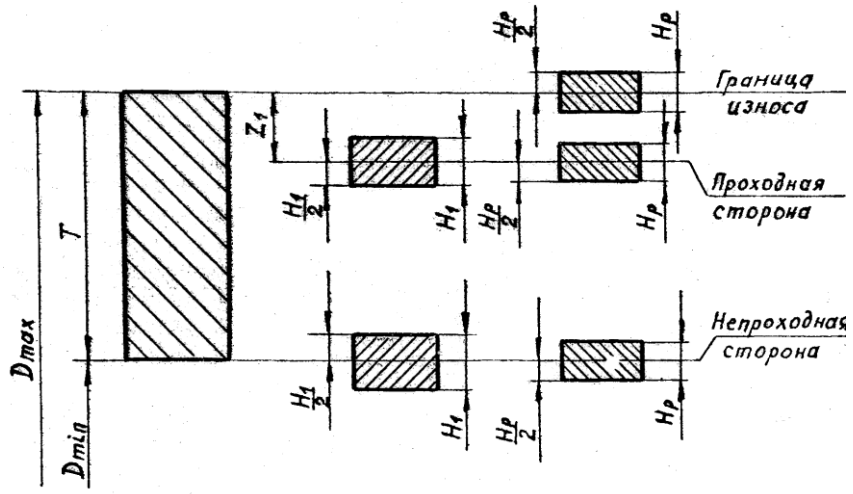


Рис.15. Схемы расположения полей допусков калибров
для валов квалитетов от 9 до 17, номинальные размеры до 180 мм

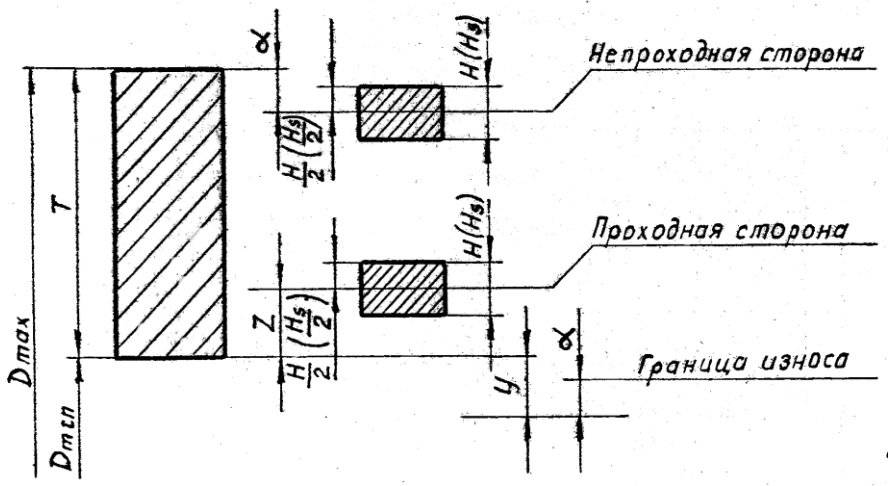


Рис.16. Схемы расположения полей допусков калибров для отверстий
квалитетов 6, 7, 8 , номинальные размеры свыше180 мм

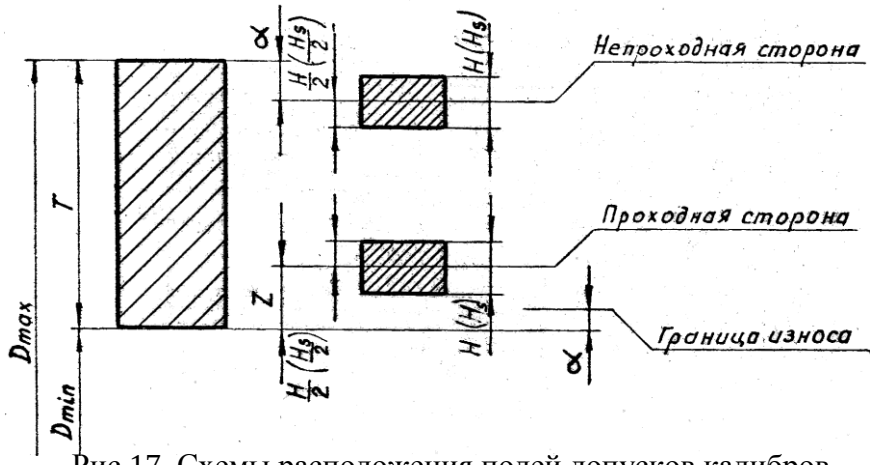


Рис.17. Схемы расположения полей допусков калибров
для отверстий квалитетов от 9 до 17, номинальные размеры свыше 180 мм

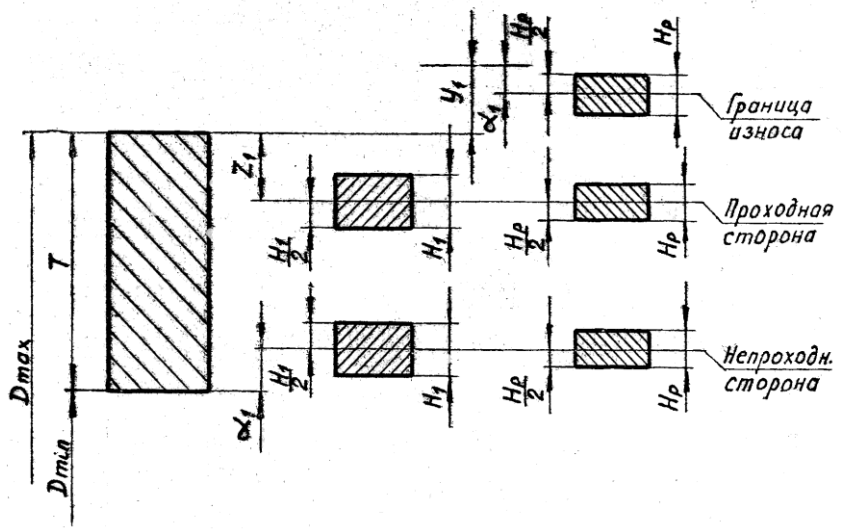


Рис.18. Схемы расположения полей допусков калибров для валов
квалитетов 6, 7, 8, номинальные размеры свыше 180 мм

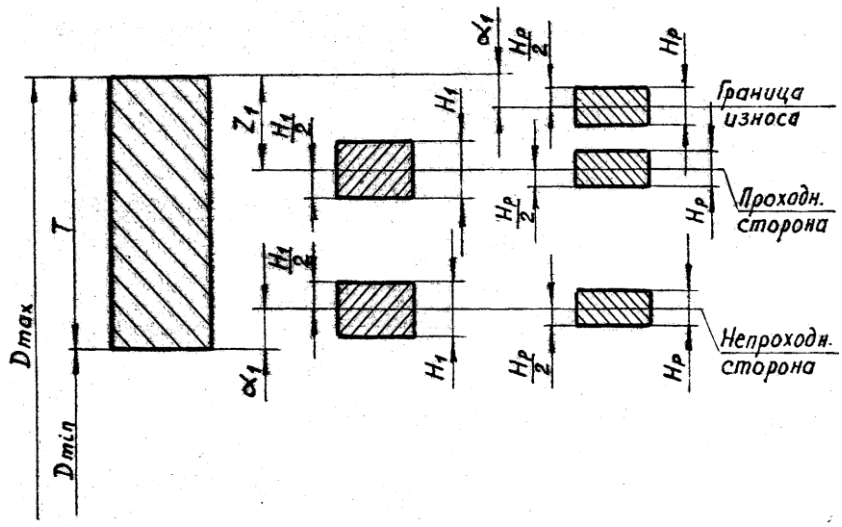


Рис.19. Схемы расположения полей допусков калибров для валов
квалитетов от 9 до 17, номинальные размеры свыше 180 мм

Таблица 28. **Формулы для определения исполнительных размеров калибров**

Калибр		Номинальный размер изделия, мм							
		до 180 мм				свыше 180 до 500			
		рабочий калибр		контрольный калибр		рабочий калибр		контрольный калибр	
		размер	до-пуск	размер	до-пуск	размер	до-пуск	размер	до-пуск
для отверстия	проход-ная сторона новая	$D_{min}+Z$	$\pm\frac{H}{2}$	–	–	$D_{min}+Z$	$\pm\frac{H}{2}$ или $\pm\frac{H_S}{2}$	–	–
	проход-ная сторона изно-шенная	$D_{min}-Y$	–	–	–	$D_{min}-Y+\alpha$	–	–	–
	непро-ходная сторона	D_{max}	$\pm\frac{H}{2}$ или $\pm\frac{H_S}{2}$	–	–	$D_{max}-\alpha$	$\pm\frac{H}{2}$ или $\pm\frac{H_S}{2}$	–	–
для ала	проход-ная сторона новая	$D_{max}-Z_1$	$\pm\frac{H_1}{2}$	$D_{max}-Z_1$	$\pm\frac{H_p}{2}$	$D_{max}-Z_1$	$\pm\frac{H_1}{2}$	$D_{max}-Z_1$	$\pm\frac{H_p}{2}$
	проход-ная сторона изно-шенная	$D_{max}+Y_1$	–	$D_{max}+Y_1$	$\pm\frac{H_p}{2}$	$D_{max}+Y_1-\alpha_1$	–	$D_{max}+Y_1-\alpha_1$	$\pm\frac{H_p}{2}$
	непро-ходная сторона	D_{min}	$\pm\frac{H_1}{2}$	D_{min}	$\pm\frac{H_p}{2}$	$D_{min}+\alpha_1$	$\pm\frac{H_1}{2}$	$D_{min}+\alpha_1$	$\pm\frac{H_p}{2}$

Примечание

При подсчете исполнительных размеров калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) необходимо пользоваться следующим правилом округления:

- для изделий квалитетов 6÷14 и всех контрольных калибров следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется;
- размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, в сторону сокращения производственного допуска изделия.

Таблица 29. **Допуски и отклонения калибров (размеры в мкм)**

Квалитеты допусков изделий	Обозначение	Интервалы размеров, мкм												
		до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500
6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5
	Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7
	H_1, H_S	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_P	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
7	Z, Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y, Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	6	7
	H, H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_S	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H_P	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
8	Z, Z_1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18
	Y, Y_1	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H_S^* H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
9	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H,	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H_S^* H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10

Продолжение табл.29

Квалитеты допусков изделий	Обозначение	Интервалы размеров, мкм												
		до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500
10	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14
	H,	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H_S^* H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
11	Z, Z_1	10	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20
	H, H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H_S	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
12	Z, Z_1	10	12	14	165	19	22	25	28	32	45	50	65	70
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35
	H, H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H_S	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
13	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	45	55
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15

Окончание табл.29

Квалитеты допусков изделий	Обозначение	Интервалы размеров, мкм												
		до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500
14**	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	100	110	125	145
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
15**	Z, Z_1	40	48	56	64	72	80	90	100	110	170	190	210	240
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	90	110	140
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
16** 17**	Z, Z_1	40	48	56	64	72	80	90	100	110	210	240	280	320
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	140	180	220
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15

П р и м е ч а н и е

1.*К размерам до 6 *мм* не относятся.

2.** К размерам до 1 *мм* не относятся.

3.Числовые значения стандартных допусков принимаются по СТ СЭВ 145.

Пример 22. *Примеры расчета исполнительных размеров гладких калибров*

Рассчитать предельные и исполнительные размеры калибра-пробки и скобы для сопряжения $\varnothing 60\frac{H7}{f7}$. Построить схемы расположения полей допусков, на которых нанести предельные отклонения.

Дать эскиз рабочих калибров для контроля отверстия и вала, проставить исполнительные размеры, шероховатость рабочих поверхностей и маркировку калибра.

Решение

1. <u>Определение предельных размеров отверстия и вала</u>

По таблицам [11] выбираются отклонения для отверстия и вала. Для заданного номинального размера строится схема расположения полей допусков (рис. 20).

Отклонения для отверстия $\emptyset 60H7$ – $\emptyset 60^{+0,03}$

Отклонения для вала $\emptyset 60f7$ – $\emptyset 60^{-0,03}_{-0,06}$

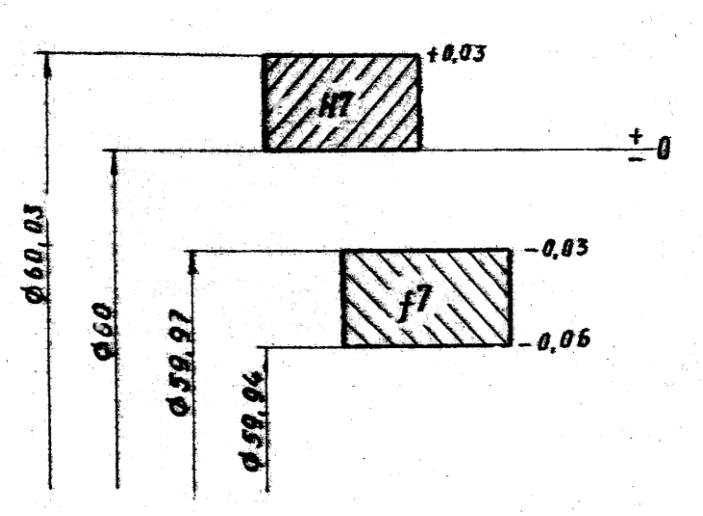


Рис.20. Схема расположения полей допусков

На основе анализа схемы (рис.20) определяются предельные размеры отверстия и вала:

наибольший предельный размер отверстия

D_{max}= 60+0,03=60,03 *мм*;

наименьший предельный размер отверстия

D_{min}= 60 *мм*;

наибольший предельный размер вала

d_{max}= 60–0,03=59,97 *мм*;

наименьший предельный размер отверстия

d_{min}= 60–0,06=59,94 *мм* .

2. <u>Расчет предельных и исполнительных размеров калибра-пробки и скобы</u>

Определяются предельные и исполнительные размеры калибра пробки:

выписываются из табл. 29 допуски и предельные отклонения калибра-пробки. В соответствии со стандартом имеем для Ø60 *мм* и 7 квалитета точности

Z= 4 *мкм*=0,004мм; H = 5 *мкм*=0,005мм; Y = 3 *мкм*=0,003мм строится схема расположения полей допусков для калибра-пробки, руководствуясь рис.15 стандарта СТ СЭВ 157.

Для номинальных размеров до 180 мм, для отверстия 7-го квалитета точности имеем (рис.21).

На основе анализа схемы расположения полей допусков калибра-пробки (рис.21), и в соответствии с формулами стандарта (табл.28) имеем:

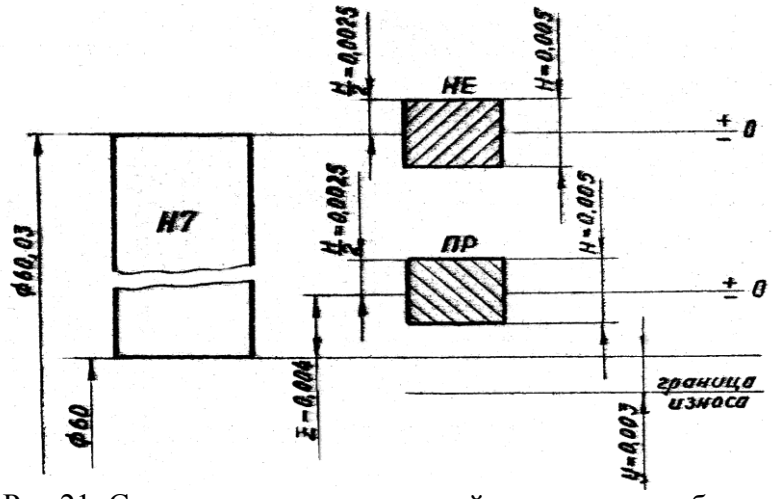


Рис.21. Схема расположения полей допусков калибра-пробки

$ПР_{max} = D_{min} + Z + \frac{H}{2} = 60+0,004+0,0025 = 60,0065$ *мм* ;

$ПР_{изн} = D_{min} – Y = 60 – 0,003 = 59,997$ *мм* ;

$ПР_{min} = D_{min} + Z – \frac{H}{2} = 60+0,004 – 0,0025 = 60,0015$ *мм* ;

$НЕ_{max} = D_{max} + \frac{H}{2} = 60,03 +0,0025 = 60,0325$ *мм* ;

$НЕ_{min} = D_{max} – \frac{H}{2} = 60,03 – 0,0025 = 60,0275$ *мм* .

Исполнительные размеры калибра-пробки:

$ПР = 60,0065_{-0,005}$;

$НЕ = 60,0325_{-0,005}$.

Проставляем на эскиз калибра исполнительные размеры (рис.22).

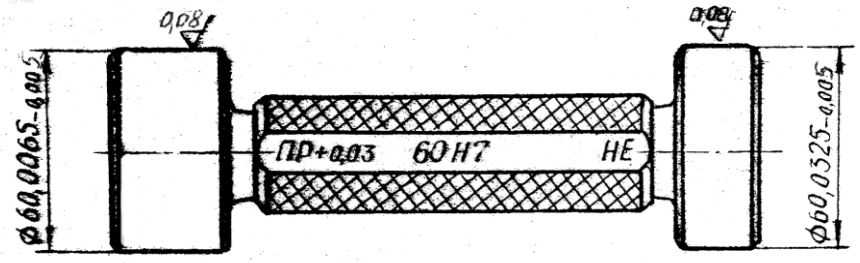


Рис.22. Эскиз калибра-пробки

Определение предельных и исполнительных размеров калибра скобы

Выписываются из табл.29 СТ СЭВ 157 допуски и предельные отклонения калибра-скобы. В соответствии со стандартом имеем для Ø60 *мм*, 7-го квалитета точности Z_1=4 *мкм*=0,004мм; H_1 = 5 *мкм*=0,005мм ; Y_1 = 3 *мкм*=0,003мм; H_p = 4 *мкм*=0,004мм.

Строится схема расположения полей допусков для калибра-скобы, руководствуясь рис.14 стандарта СТ СЭВ157.

Для номинальных размеров до 180 мм, для вала 7-го квалитета точности имеем (рис.23):

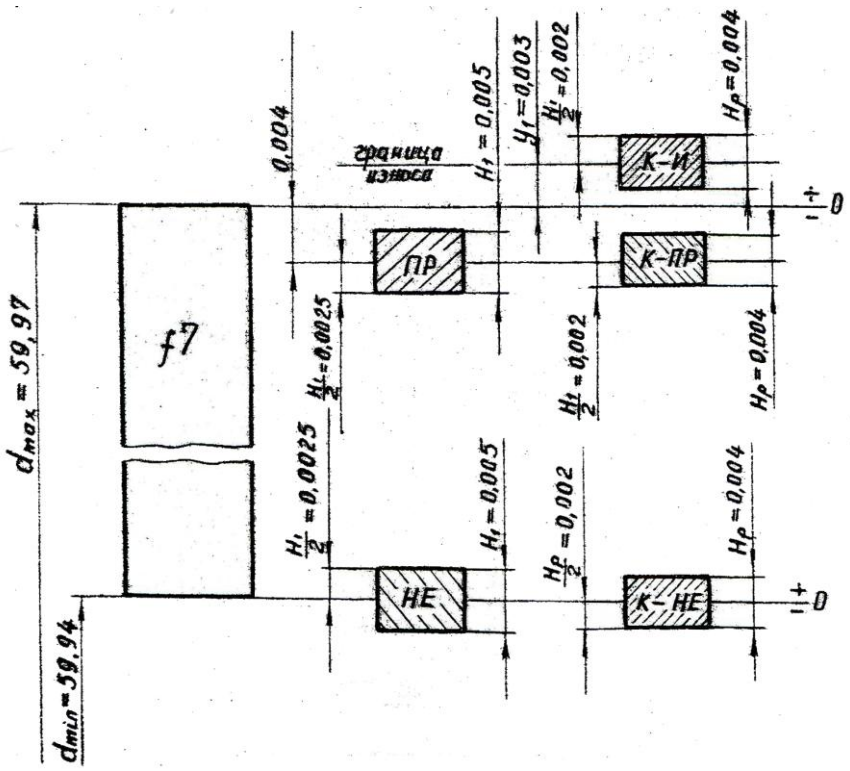


Рис.23. Схема расположения полей допусков для калибра скобы

На основе анализа схемы расположения полей допусков калибра-скобы (рис.23) и в соответствии с формулами стандарта (табл.28) имеем:

$ПР_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 59{,}97 - 0{,}004 + 0{,}0025 = 59{,}9685$ *мм;*

$ПР_{min} = d_{max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 59{,}97 - 0{,}004 - 0{,}0025 = 59{,}9635$ *мм*;

$ПР_{изн} = d_{max} + Y_1 = 59{,}97 + 0{,}003 = 59{,}973$ *мм*;

$НЕ_{max} = d_{min} + \frac{H_1}{2} = 59{,}94 + 0{,}0025 = 59{,}9425$ *мм*;

$НЕ_{min} = d_{min} - \frac{H_1}{2} = 59{,}94 - 0{,}0025 = 59{,}9375$ *мм*.

Исполнительные размеры калибра-скобы

$ПР = 59{,}9635^{+0{,}005}$;

$НЕ = 59{,}9375^{+0{,}005}$.

Проставим на эскизе калибра-скобы исполнительные размеры (рис.24).

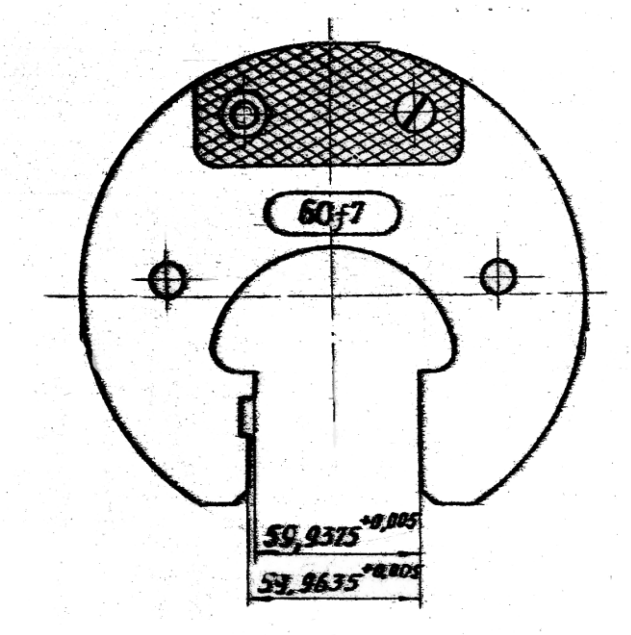


Рис.24. Эскиз калибра-скобы

Контркалибры к скобам

На основе анализа схемы расположения полей допусков калибра-скобы (рис.23) и в соответствии с формулами стандарта (табл.28) имеем:

$К - ПР_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_P}{2} = 59{,}97 - 0{,}004 + \frac{0{,}004}{2} = 59{,}968$ *мм* ;

$К - ПР_{min} = d_{max} - Z_1 - \frac{H_P}{2} = 59{,}97 - 0{,}004 - \frac{0{,}004}{2} = 59{,}964$ *мм* ;

$К - И_{max} = d_{max} + Y_1 + \frac{H_P}{2} = 59{,}97 + 0{,}003 + \frac{0{,}004}{2} = 59{,}975$ *мм* ;

$К - И_{min} = d_{max} + Y_1 - \frac{H_P}{2} = 59{,}97 + 0{,}003 - \frac{0{,}004}{2} = 59{,}971$ *мм* ;

К – НЕ$_{max}$ = d$_{min}$ + $\frac{H_P}{2}$ = 59,94 + $\frac{0,004}{2}$ = 59,942 *мм* ;

К – НЕ$_{min}$ = d$_{min}$ – $\frac{H_P}{2}$ = 59,94 – $\frac{0,004}{2}$ = 59,938 *мм* .

Исполнительные размеры контркалибров:

К – ПР = 59,968$_{-0,004}$; К – И =59,975$_{-0,004}$; К – НЕ = 59,942 .

Контркалибр К – И проверяет допустимую величину износа рабочей поверхности скобы.

Пример 23 *Примеры расчета предельных и исполнительных размеров калибров пробки и скобы*

Рассчитать предельные и исполнительные размеры калибров пробки и скобы для сопряжения $\emptyset 70 \frac{F8}{h6}$. Построить схемы расположения полей допусков, на которых нанести предельные отклонения. Дать эскизы рабочих калибров для отверстия и вала, проставить исполнительные размеры.

Решение

1.<u>Определение предельных размеров отверстия и вала</u>

По таблицам [11] выбираются отклонения для отверстия и вала. Для заданного сопряжения и номинального размеров строим схему расположения полей допусков.

Отклонения для отверстия $\emptyset 70\ F8 - \emptyset 70^{+0,076}_{+0,030}$.

Отклонения для вала $\emptyset 70\ h6 - \emptyset 70_{-0,019}$.

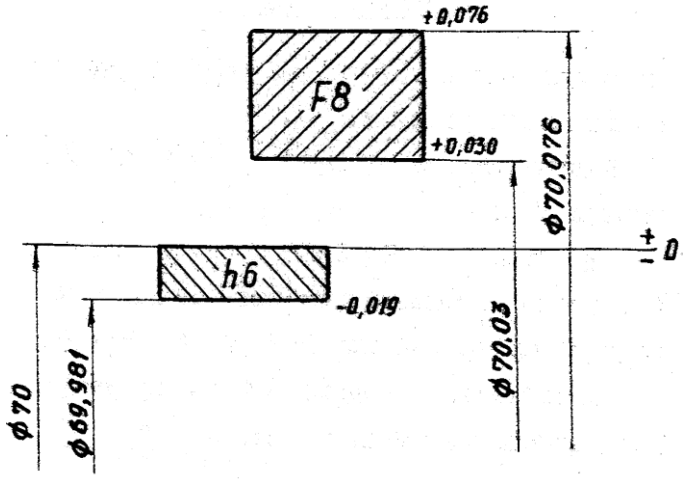


Рис.25. Схема расположения полей допусков для сопряжения $\emptyset 70 \frac{F8}{h6}$

На основании анализа схемы (рис.25) определяем предельные размеры отверстия и вала:

наибольший предельный размер отверстия

D_{max} = 70 + 0,076 = 70,076 *мм*;

наименьший предельный размер отверстия

D_{min} = 70 + 0,03 = 70,03 *мм*;

наибольший предельный размер вала

d_{max} = 70 *мм*;

наименьший предельный размер вала

d_{min} = 70 – 0,019 = 69,981 *мм*.

<u>Расчет предельных и исполнительных размеров калибров пробки и скобы</u>

Определение предельных и исполнительных размеров калибра пробки

Выписывается из табл.29 СТ СЭВ157 допуски и предельные отклонения калибра пробки. В соответствии со стандартами (табл.29) имеем для Ø70 мм:

Z = 7 мкм=0,007мм; H = 5 мкм=0,005мм; Y = 5 мкм=0,005мм.

Строится схема расположения полей допусков для калибра пробки, руководствуясь рис.12 стандарта СТ СЭВ 157.

Для номинальных размеров до 180 *мм*, для отверстия 8-го квалитета точности имеем см. рис.26.

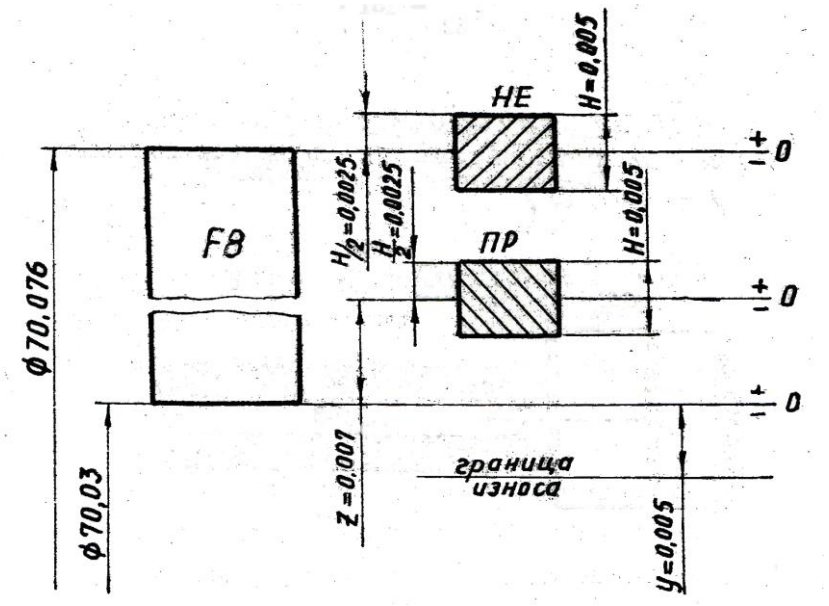


Рис.26. Схема расположения полей допусков для калибра пробки

На основе анализа расположения полей допусков калибра-пробки (рис.26) и в соответствии с формулами стандарта (табл.28) имеем:

$ПР_{max} = D_{min} + Z + \frac{H}{2} = 70{,}03 + 0{,}007 + 0{,}0025 = 70{,}0395$ *мм*;

$ПР_{min} = D_{min} + Z - \frac{H}{2} = 70{,}03 + 0{,}007 - 0{,}0025 = 70{,}0345$ *мм*;

$ПР_{изм} = D_{min} - Y = 70{,}03 - 0{,}005 = 70{,}025$ *мм*;

$НЕ_{max} = D_{max} + \frac{H}{2} = 70{,}076 + 0{,}0025 = 70{,}0785$ *мм*;

$НЕ_{min} = D_{max} - \frac{H}{2} = 70{,}076 - 0{,}0025 = 70{,}0735$ *мм* .

Исполнительные размеры калибра-пробки:

$ПР = 70.0395_{-0{,}005}$;

$НЕ = 70{,}0785_{-0{,}005}$.

Проставляются на эскизе калибра-пробки исполнительные размеры (рис.27).

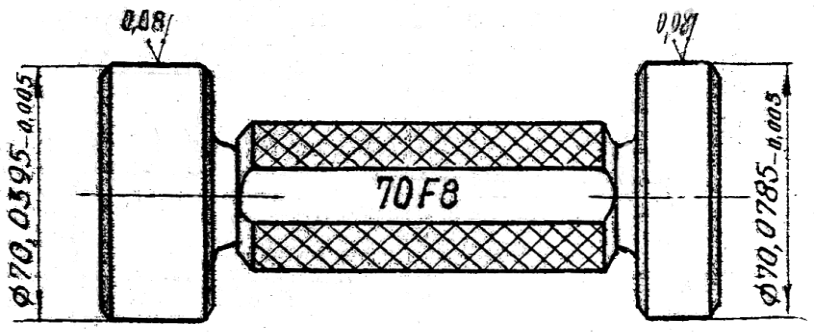


Рис.27. Эскиз калибра-пробки

Определение предельных и исполнительных размеров

Калибра-скобы

Выписываются из табл.29 СТ СЭВ 157 допуски и предельные отклонения калибра-скобы. В соответствии со стандартом (табл.29) имеем для Ø70 мм:

Z_1 = 7 мкм=0,007мм; H_1 = 5 мкм=0,005мм;

Y_1 = 5 мкм=0,005мм; H_P = 2 мкм=0,002мм.

Строится схема расположения полей допусков для калибра-скобы, руководствуясь рис.14 стандарта СТ СЭВ 157.

Для номинальных размеров до 180 мм для вала 6-го квалитета имеем (рис.28).

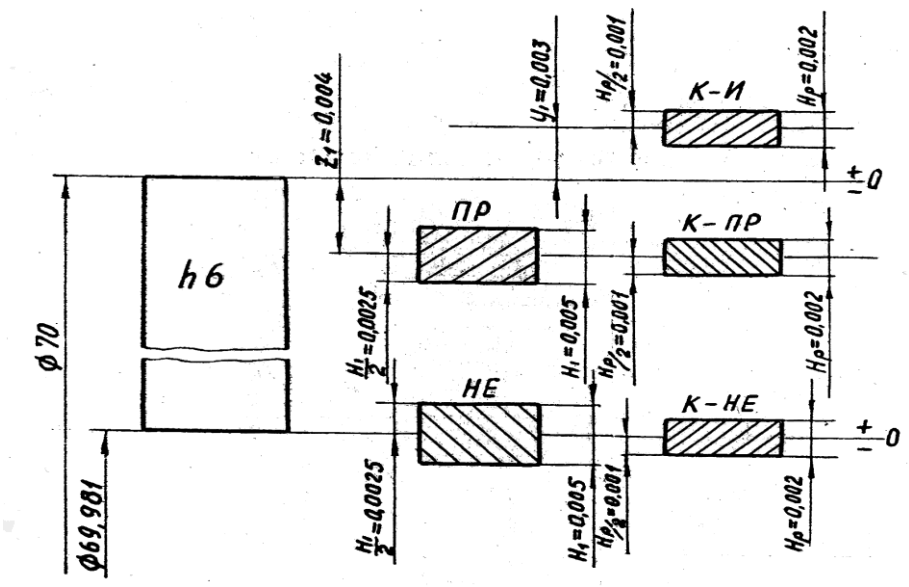


Рис.28. Схема расположения полей допусков для калибра скобы

На основании анализа схемы расположения полей допусков калибра-скобы (рис.28) и в соответствии с формулами стандарта (табл.28) имеем:

$ПР_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 70{,}0 - 0{,}004 + 0{,}0025 = 69{,}9985$ *мм*;

$ПР_{min} = d_{max} - Z - \frac{H_1}{2} = 70{,}0 - 0{,}004 - 0{,}0025 = 69{,}9896$ *мм*;

$ПР_{изм} = d_{max} - Y_1 = 70{,}0 - 0{,}003 = 69{,}997$ *мм*;

$НЕ_{max} = d_{min} + \frac{H_1}{2} = 69{,}981 + 0{,}0025 = 69{,}9835$ *мм*;

$НЕ_{min} = d_{min} - \frac{H_1}{2} = 69{,}981 - 0{,}0025 = 69{,}9835$ *мм* .

Исполнительные размеры калибра скобы:

$ПР = 69{,}9896^{+0.005}$;

$НЕ = 69.9835^{+0{,}005}$.

Проставим на эскизе калибра скобы исполнительные размеры (рис.29).

Пример выполнения рабочего чертежа калибр-скобы приведен на рис.32.

На сборочном чертеже указываются габаритные размеры калибра, исполнительные размеры рабочих поверхностей калибра с указанием параметров шероховатости в соответствии с квалитетом точности измеряемой поверхности:Н9$-\sqrt{Ra0{,}16}$; Н8 $-\sqrt{Ra0{,}08}$; Н7,Н6 $-\sqrt{Ra0{,}04}$.

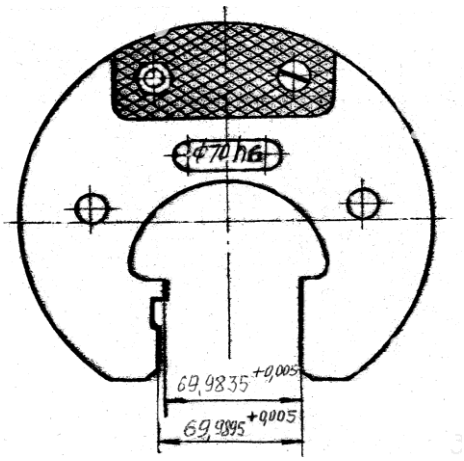


Рис.29. Эскиз калибра скобы

Пример выполнения рабочего чертежа калибр-скобы приведен на рис.32.

На сборочном чертеже указываются габаритные размеры калибра, исполнительные размеры рабочих поверхностей калибра с указанием параметров шероховатости в соответствии с квалитетом точности измеряемой поверхности:H9$-\sqrt{Ra0{,}16}$; H8 $-\sqrt{Ra0{,}08}$; H7, H6 $-\sqrt{Ra0{,}04}$.

4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Технологические наладки и схемы обработки по операциям

Технологический процесс механической обработки является основой для разработки технологических наладок и схем обработки. Технологические наладки и схемы обработки выполняются на листах чертежной бумаги формата А1.

В соответствии с заданием технологические наладки и схемы обработки разрабатываются на все операции. Технологические наладки выполняются с конструктивной проработкой приспособления, его установочных, направляющих и опорных элементов. Зажимных устройств и т.д.

Схемы обработки частично дублируют операционный эскиз, размещенный в карте эскизов с указанием размеров, предельных отклонений, шероховатости поверхности, условных обозначений установочных и зажимных устройств. Допускается выполнение схемы обработки на операцию, если на неё проектируется приспособление. Для обозначения установочных и зажимных устройств пользуются условными обозначениями (табл.24, 25).

На рис 33÷43 приведены эскизы технологических наладок для различных методов обработки.

На схемах обработки и технологических наладках обязательно указываются режущие инструменты, используемые при выполнении обработки на данной операции, приводятся сведения о станке (модель станка и его наименование), сведения об операции (номер и наименование), по каждому переходу указываются элементы режимов резания.

Эскиз наладки должен представлять собой изображение детали в станочном приспособлении при её обработке на данной операции. На технологических наладках и схемах обработки следует указывать стрелками направление главного движения и движение подачи, а также получаемые размеры и шероховатость. В операциях, производимых на станках с ЧПУ, на наладках необходимо изображать циклограммы перемещения режущих инструментов.

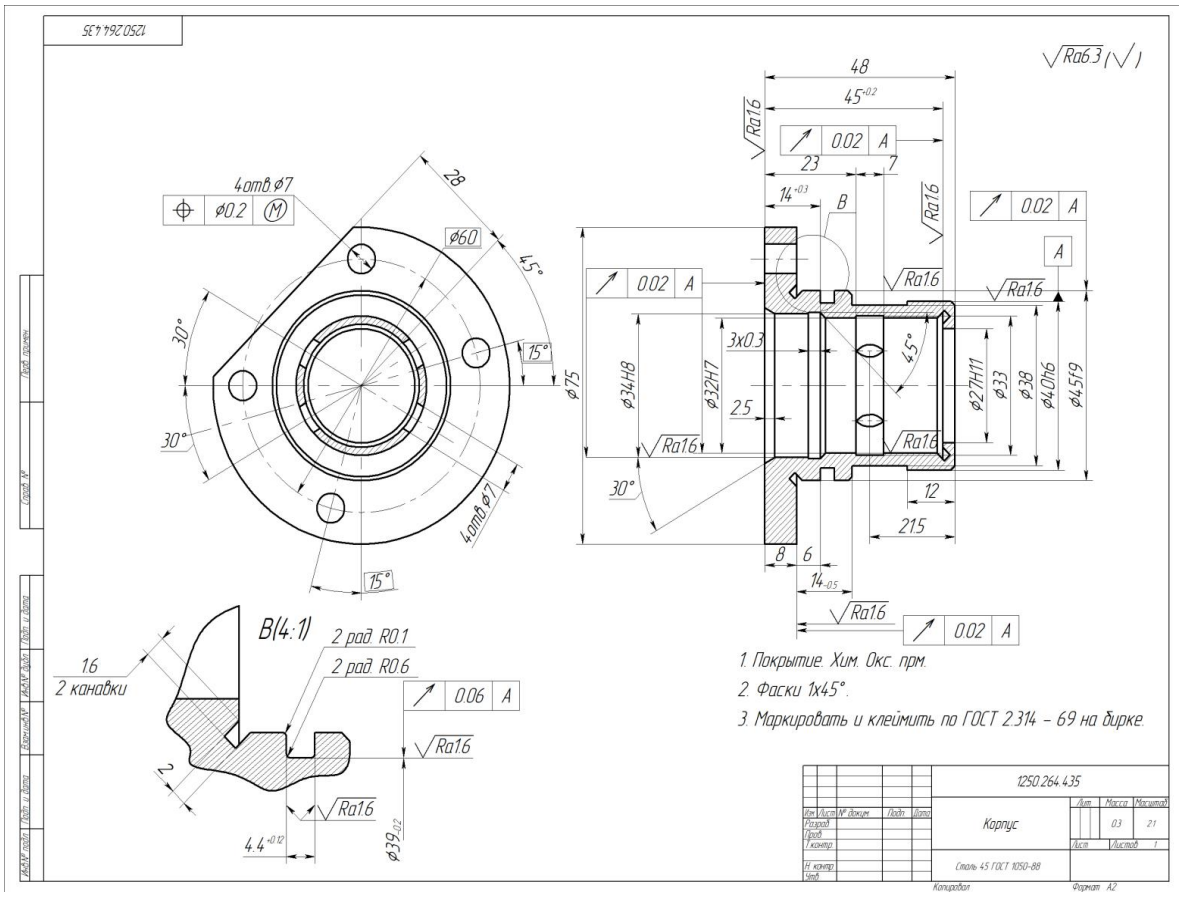


Рис.30. Чертеж корпуса

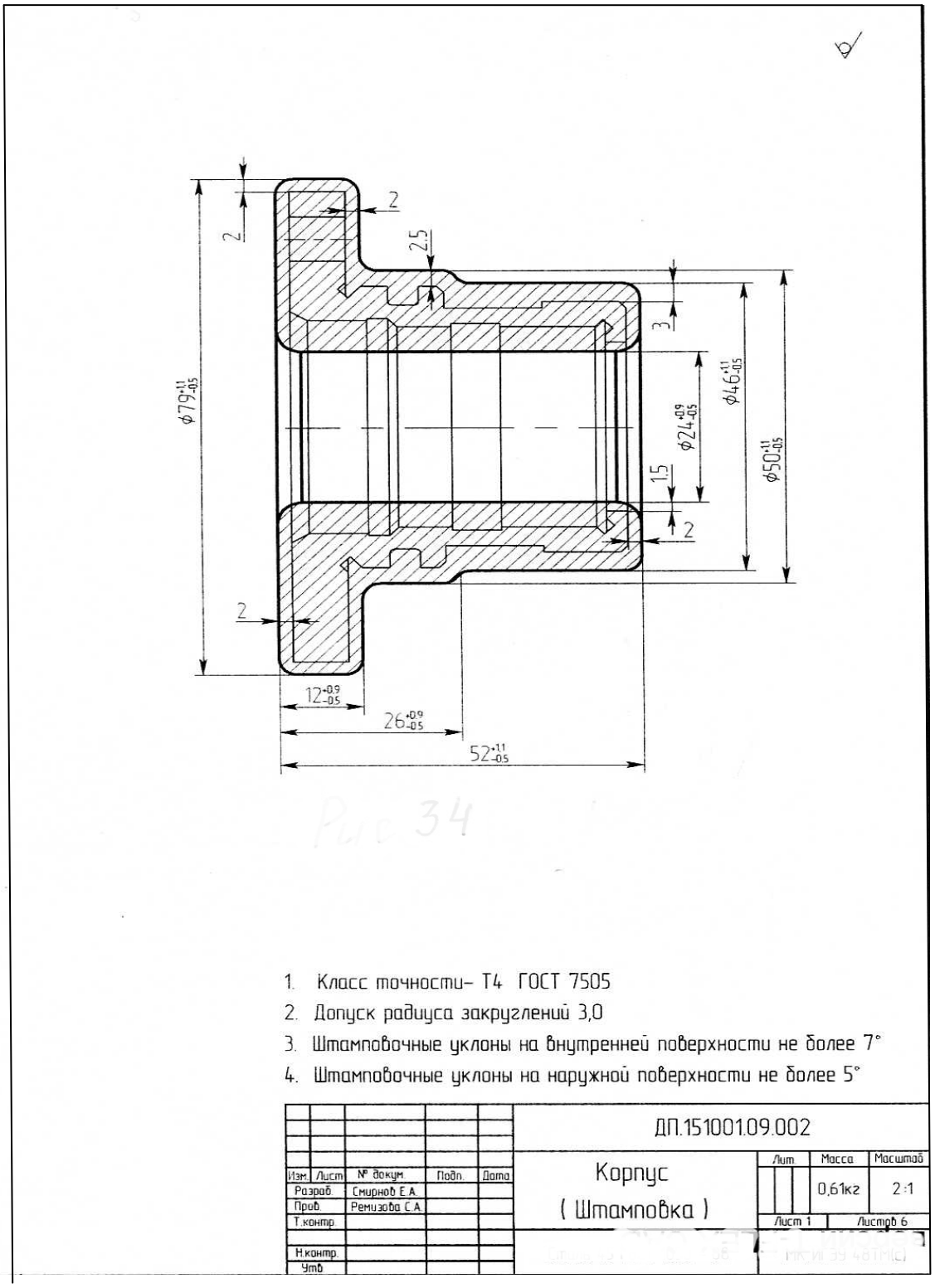


Рис.31. Чертеж заготовки (штамповка)

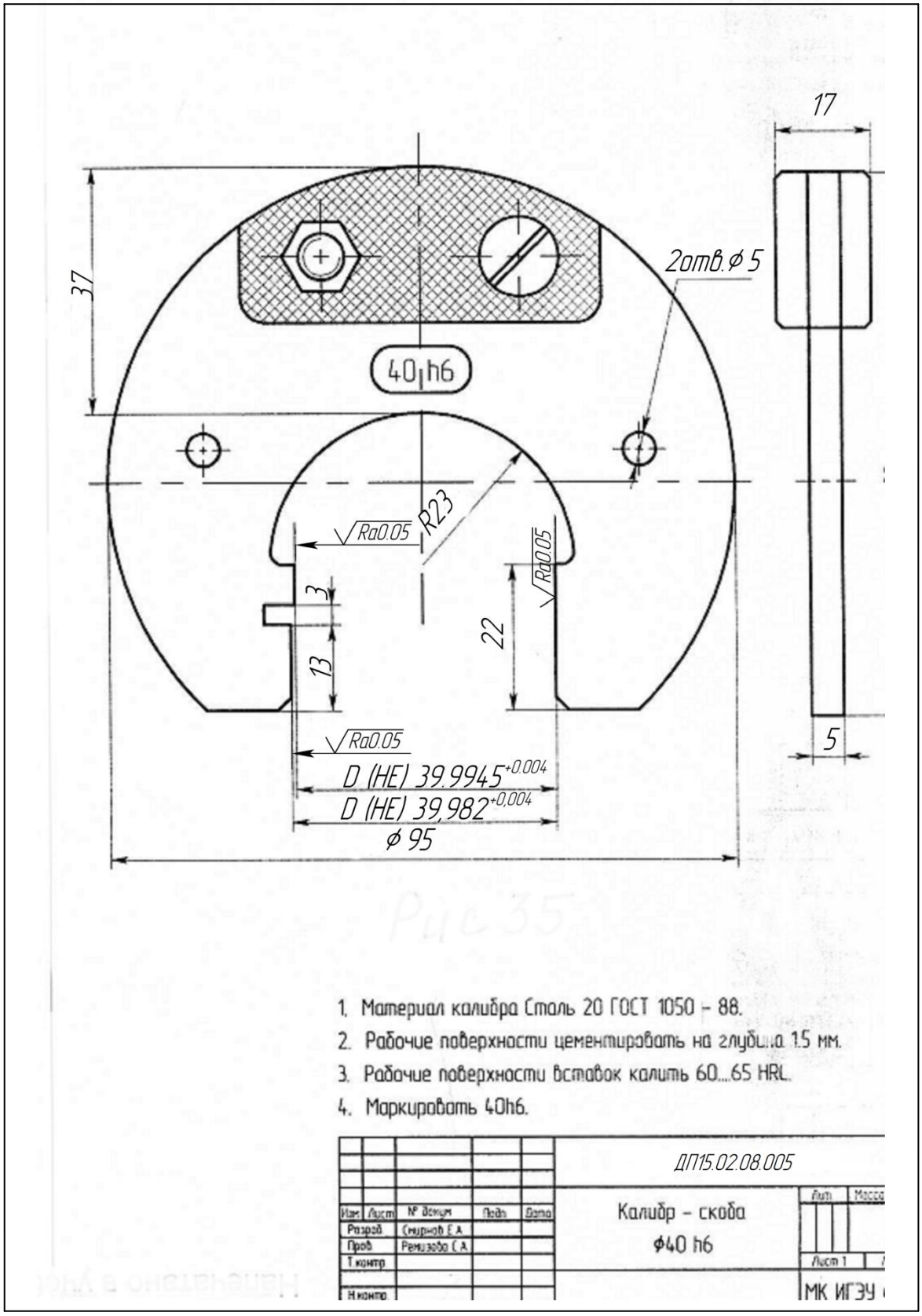


Рис. 32. Чертеж калибра-скобы

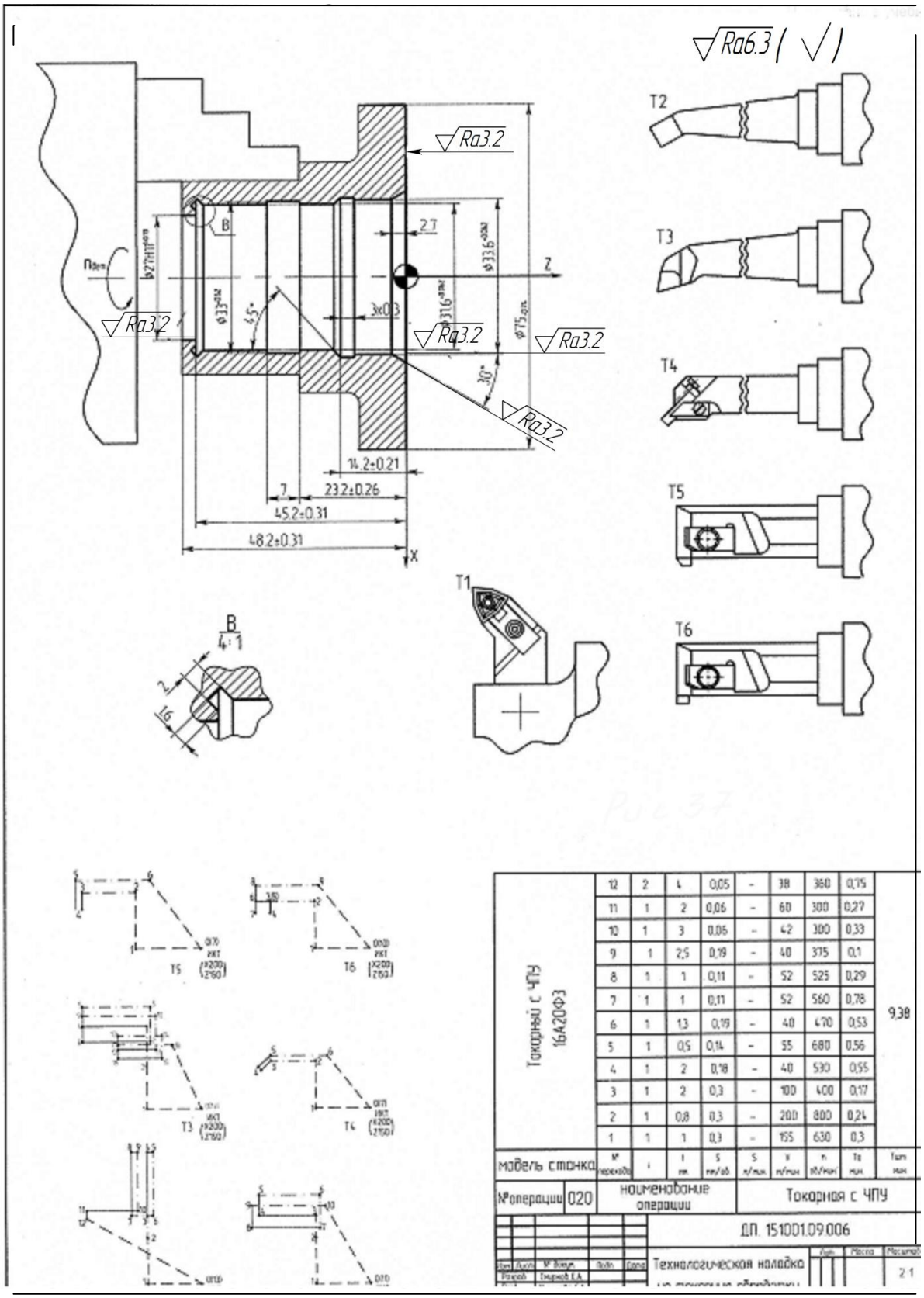


Рис.33. Пример технологической наладки на токарную обработку

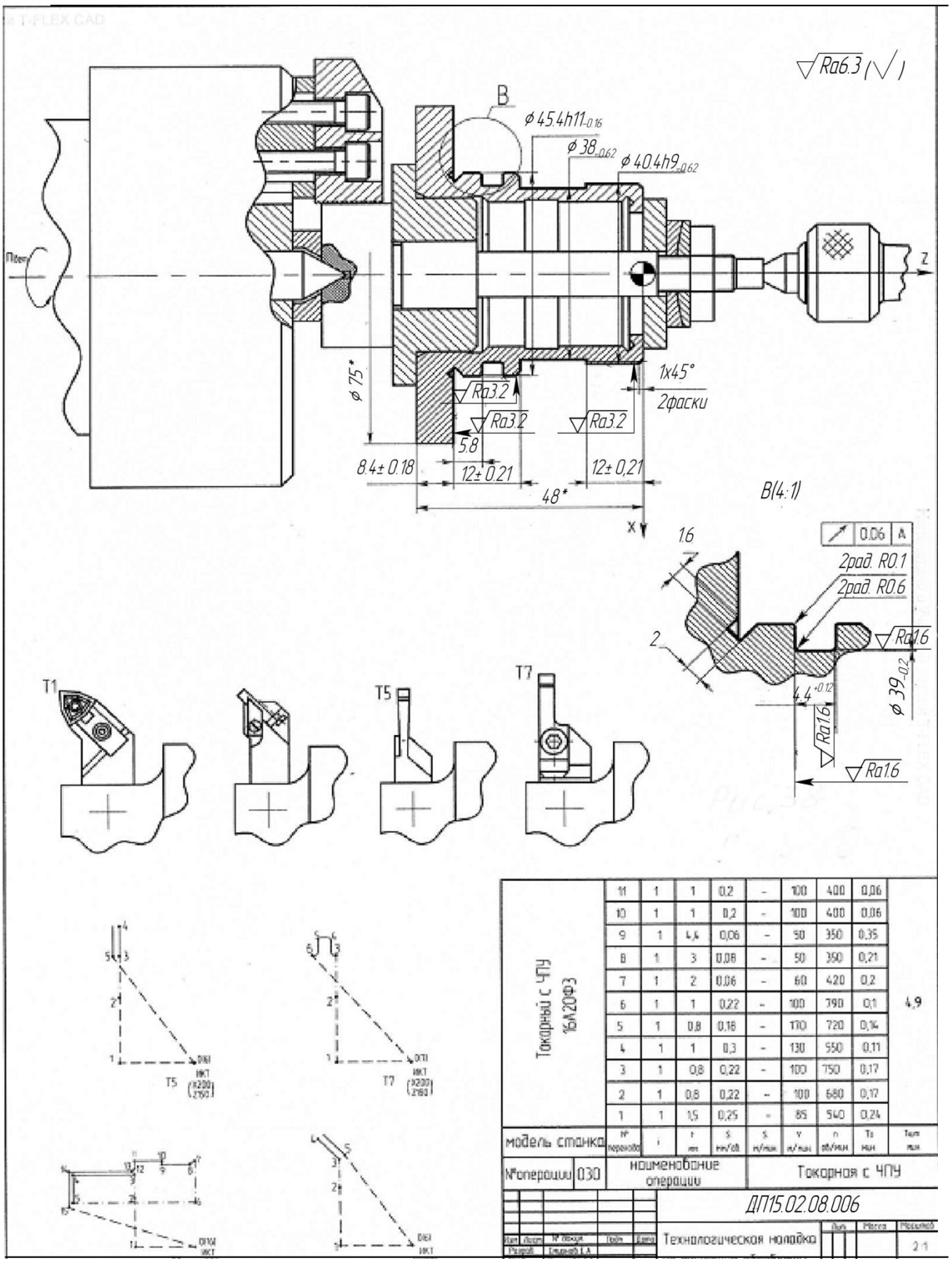


Рис.34. Пример технологической наладки на токарную обработку

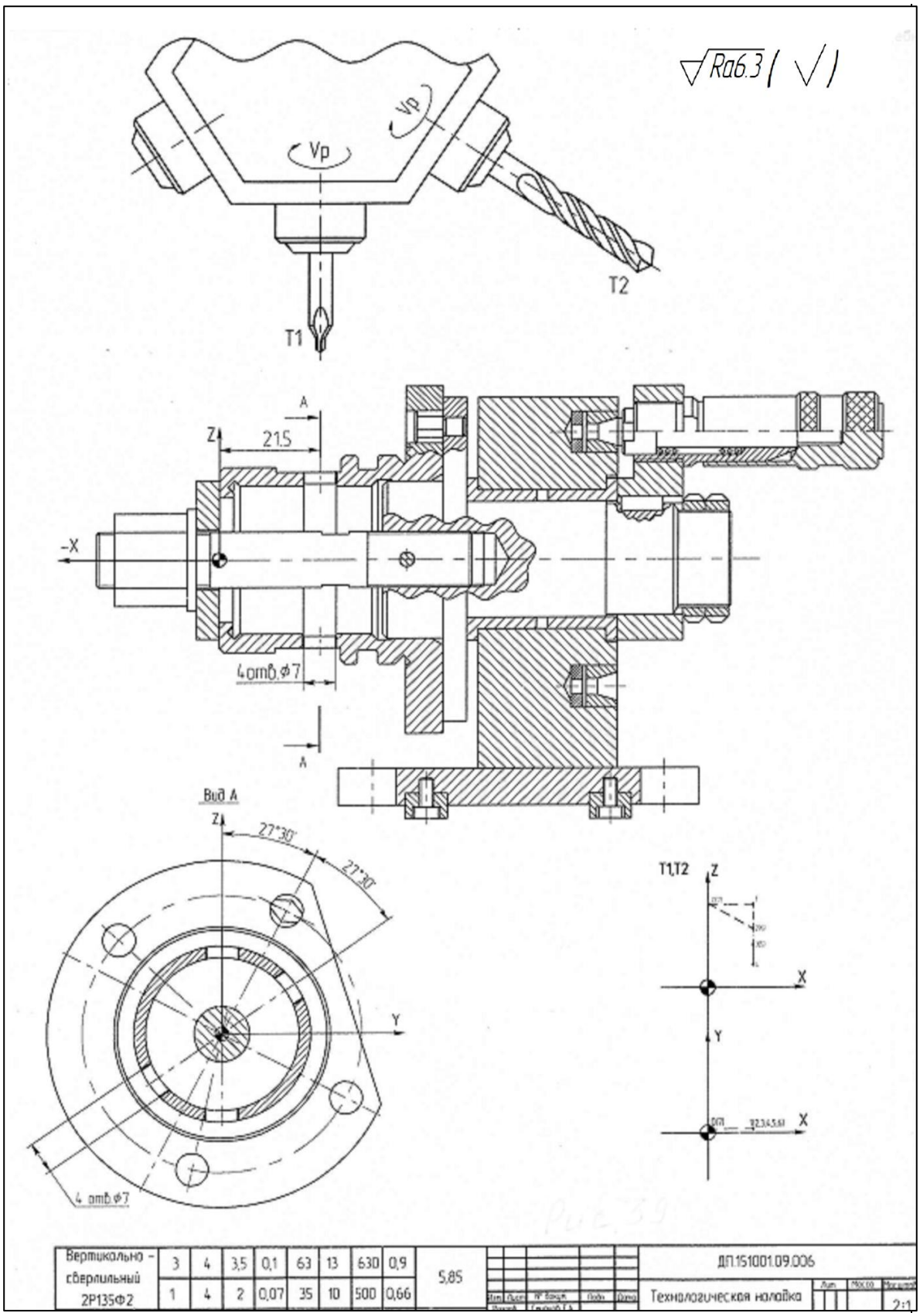


Рис. 35. Пример технологической наладки на сверлильную обработку

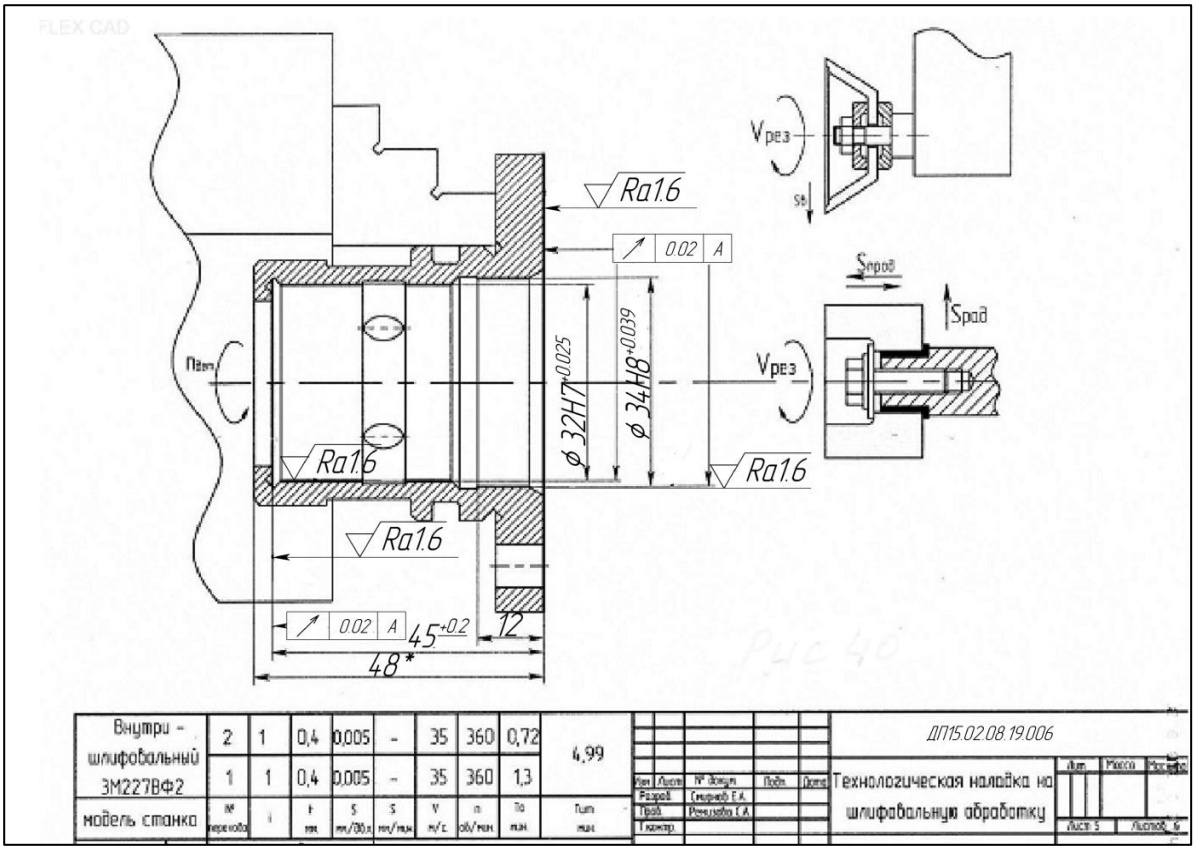


Рис.36. Пример технологической наладки на шлифовальную обработку

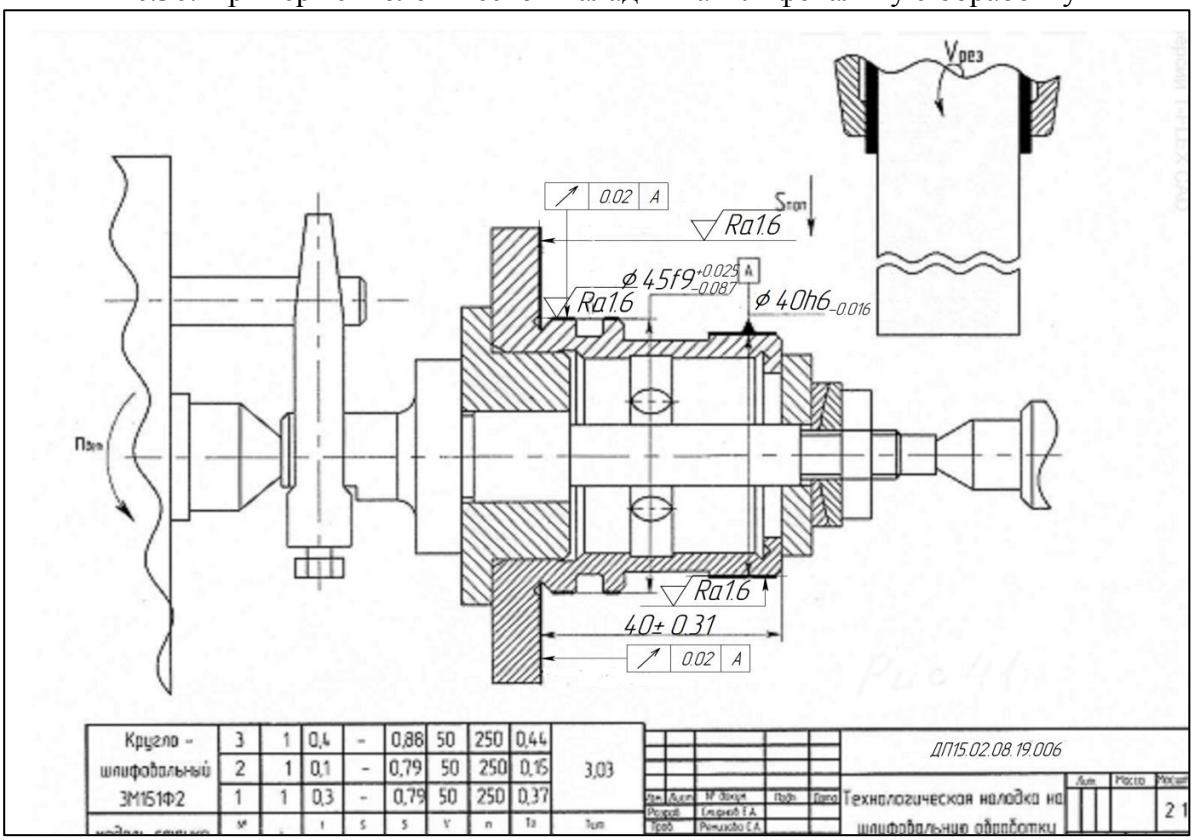
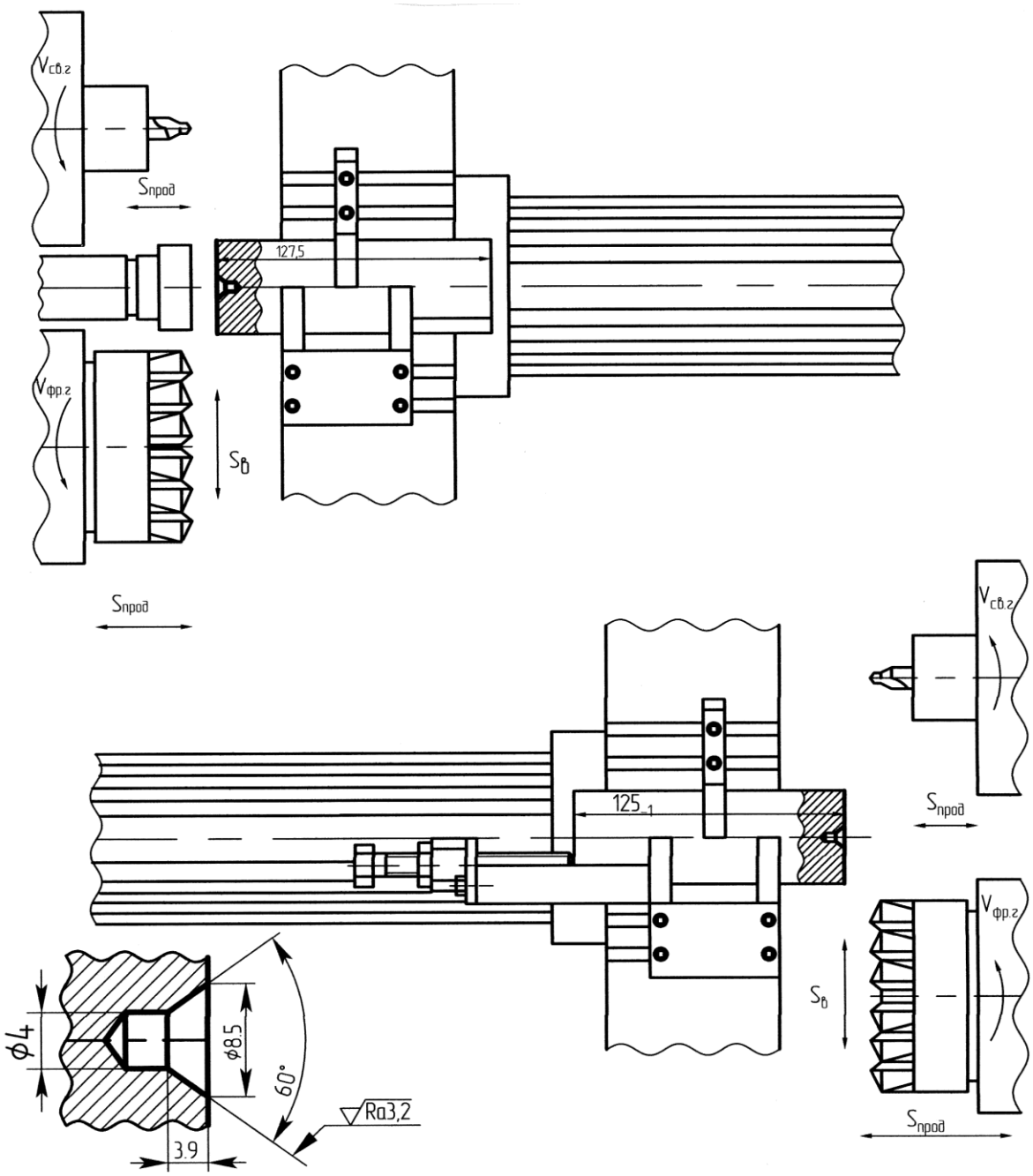


Рис.37. Пример технологической наладки на шлифовальную обработку



Фрезерно-центровальный станок МР 177	1	1	2,5	1	0,10		192	490	0.15	1,24
	2	2	2	1		0.10	25	950	0.10	
	3	3	2.5	1	0.10		192	490	0.15	
	4	4	2	1		0.10	25	950	0.10	
Наименование и модель станка	№ перехода	№ размера	t мм	i	Sz мм/зуб	So мм/об	V м/мин	n об/мин	To	$T_{шт}$
№операции 005	Наименование операции				Фрезерно-центровальная					

Рис.38. Пример наладки фрезерно-центровальной операции

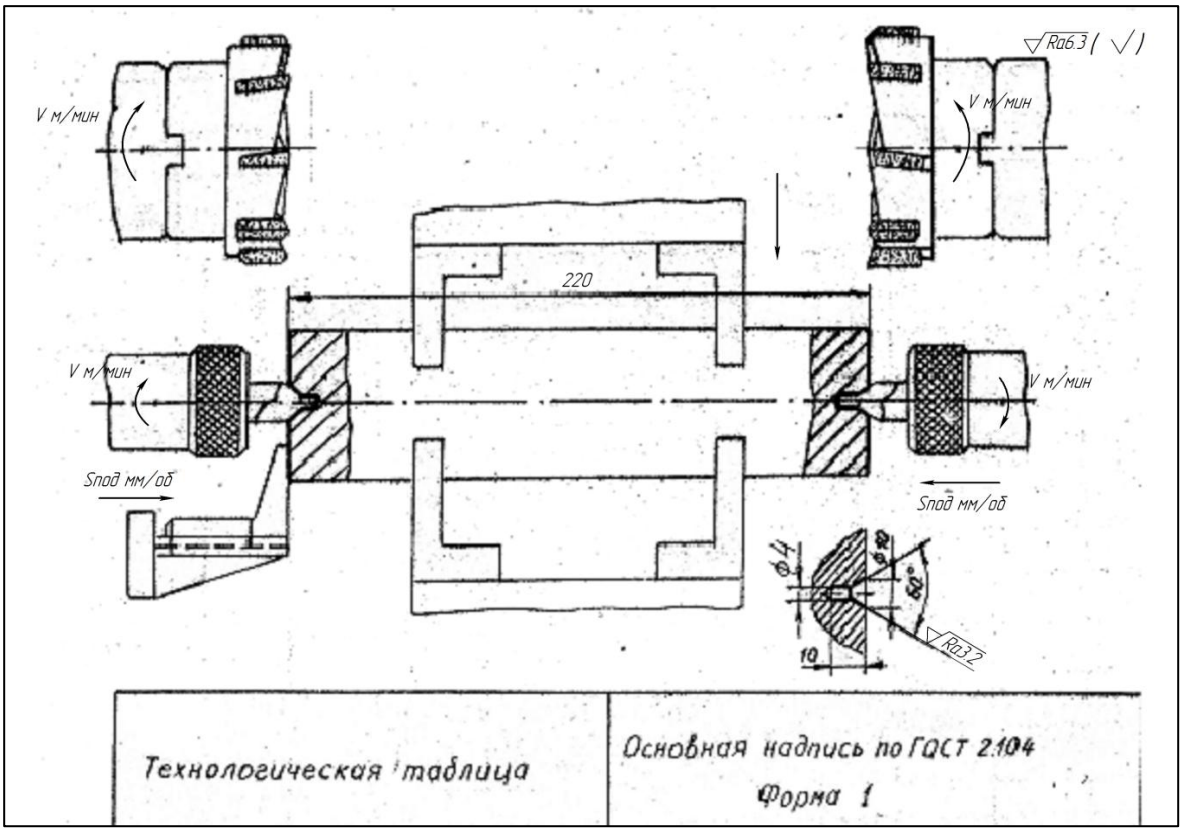


Рис.39. Пример технологической наладки на фрезерно-центровальном полуавтомате

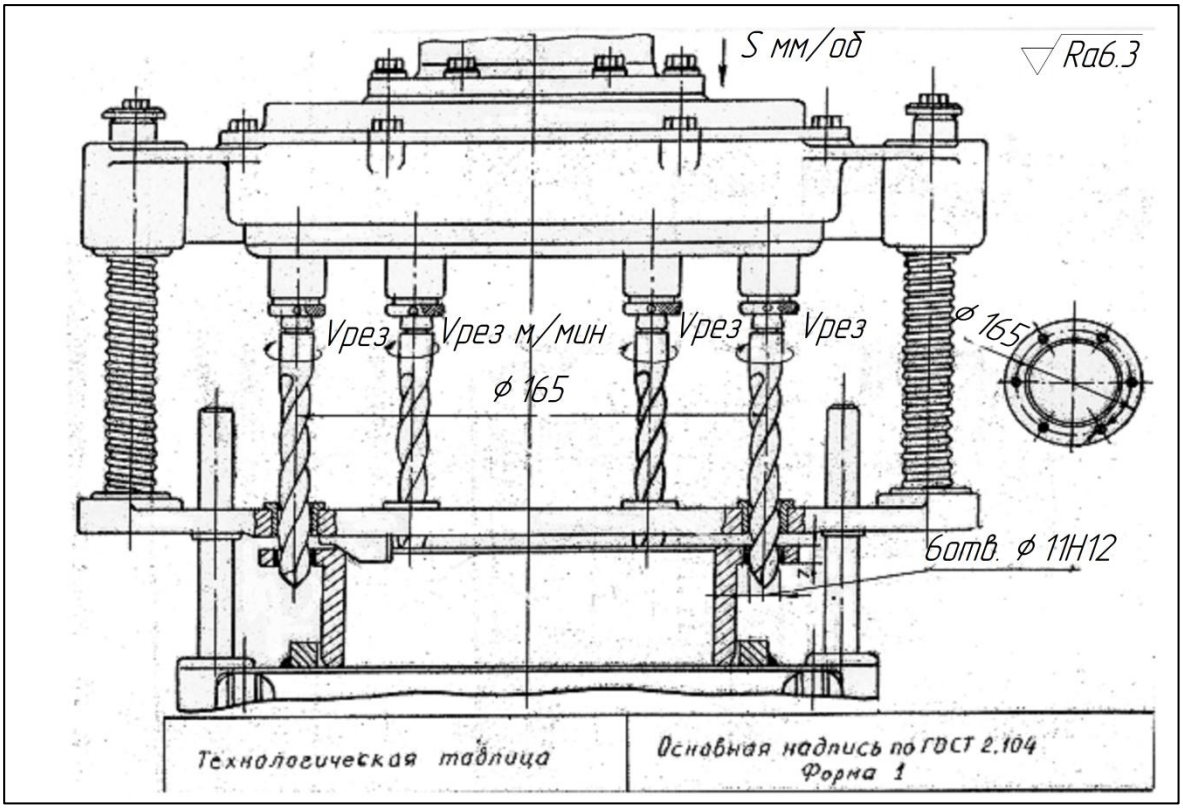


Рис.40. Пример технологической наладки на радиально-сверлильном станке

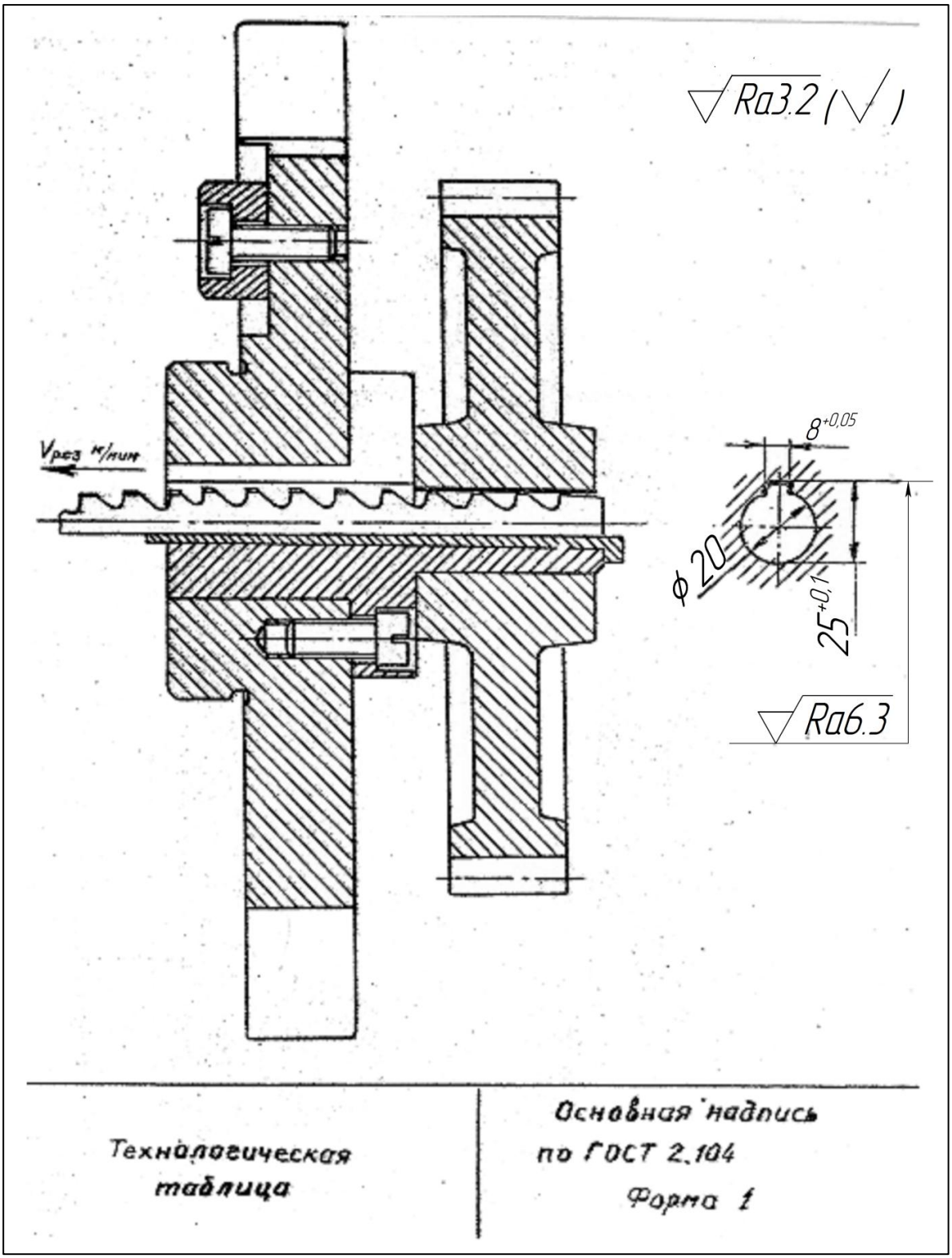


Рис.41. Пример технологической наладки
на горизонтально-протяжном станке

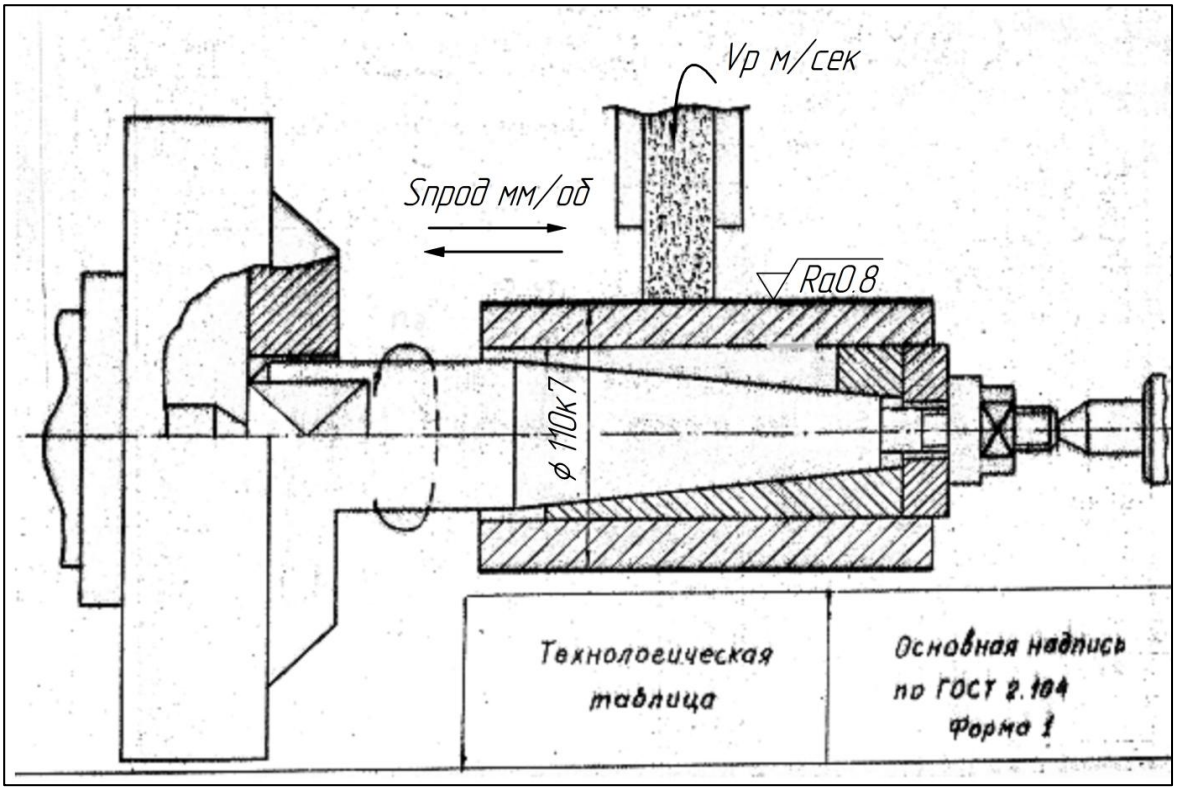


Рис.42. Пример технологической наладки
на круглошлифовальном станке

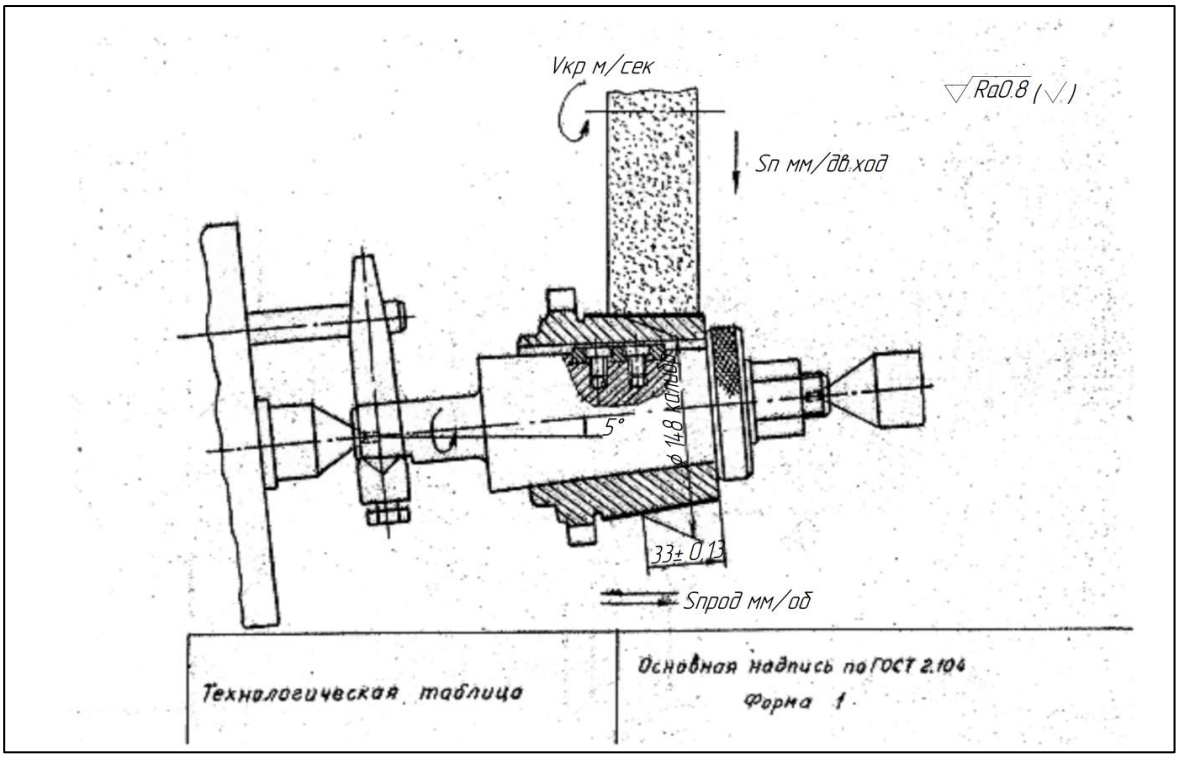


Рис.43. Пример технологической наладки
на круглошлифовальном станке

Образец

Список литературы

1. **Кудрявцев А.В**. Методы интуитивного поиска технических решений (методы анализа проблем и поиска решений в технике). – М.: Речной транспорт, 1991 . – 111 с.
2. **Половинкин А.И., Вершинина Н.И., Зверева Т.М.** Функционально-физический метод поискового конструирования. Учеб. пособие. – Иваново: ИвГУ/ИГЭУ, 1983 – 83 с.
3. **Альтшуллер Г.С.** Алгоритм изобретения. – М.: «Моск. Рабочий», 1973. – 296 с.
4. **Альтшуллер Г.С**. Творчество как точная наука. – М.: Сов. Радио, 1979. – 175 с.
5. **Джонс. Дж.К.** Методы проектирования. Пер. с англ. 2-е изд. Доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
6. **Поиск новых идей:** от озарения к технологии / Г.С. Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишенев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 315 с.
7. **www.altshuller.ru.**

Литература

1. **Нефедов, Н.А.** Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах/Н.А. Нефедов. – М.: Высшая школа, 1986. – 237с.
2. **Добрыднев, И.С.** Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»/И.С. Добрыднев. – М.: Машиностроение, 1985. – 183с.
3. **Балабанов, А.Н.** Краткий справочник технолога машиностроителя/А.Н. Балабанов. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 460с.
4. **Методические** указания к назначению межпереходных припусков и расчету межпереходных размеров/ сост. Е.В. Сидорова; Машиностроительный колледж ИГЭУ. – Иваново, 2019.
5. **Краткий** справочник металлиста/под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1987. – 960 с.
6. **Справочник** технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.1/ под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
7. **Методические** указания по разработке чертежа заготовки/сост. В.Б. Блинов, Н.В. Третьякова, С.М. Томилов; Машиностроительный колледж ИГЭУ. – Иваново, 2005. – 52 с.
8. **Баранчиков, В.И.** Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов/В.И. Баранчиков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.
9. **Белькевич, Б.А.** Справочное пособие технолога машиностроительного завода/Б.А. Белькевич, В.Д. Тимашков. – Минск, 1972. – 639с.
10. **Общемашиностроительные** нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и времени подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1974. – 419 с.
11. **Допуски** и посадки: справочник. В 2 ч. Ч. 1./В.Д. Мягков [и др.]. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1982. – 543 с.
12. **Справочник** инструментальщика/под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 845 с.
13. **Суворов, А.А.** Металлорежущие инструменты/А.А. Суворов, Г.С. Зайдлин, Г.М. Стискин. – М.: Машиностроение, 1979. – 64с.

14. **Горошкин, А.К.** Приспособления для металлорежущих станков: справочник/А.К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

15. **Ансёров, М.А.** Приспособления для металлорежущих станков/М.А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1975. – 656 с.

16. **Болотин, Х.Л.** Станочные приспособления/Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – М.: Машиностроение, 1973. – 344 с.

17. **Данилевский, В.В.** Справочник молодого машиностроителя/ В.В. Данилевский. – М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.

18. **Методические** указания для расчета основного технологического (машинного) времени/сост. С.А. Ремизова, Е.В. Сидорова; Машиностроительный колледж ИГЭУ. – Иваново, 2012. – 70 с.

19. **Методические** указания по нормированию работ на токарных, фрезерных и сверлильных станках с ЧПУ/сост. Е.В. Сидорова; Машиностроительный колледж ИГЭУ. – Иваново, 2018.

20. **Общемашиностроительные** нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2 ч. Ч. 1 и 2. М.: Машиностроение, 1974. – 415с.

21. **Нефедов, Н.А.** Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту/Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – М.: Машиностроение,1990. – 448с.

22. **Методические** рекомендации к выполнению курсового проекта для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» /сост. Е.В. Сидорова; Машиностроительный колледж ИГЭУ. – Иваново, 2019.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	3
1.	ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	9
1.1.	Служебное назначение изготовляемой детали	9
1.2.	Конструкторский и технологический анализ чертежа детали	10
2.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	28
2.1.	Тип производства и его характеристика	28
2.2.	Выбор вида и метода изготовления исходной заготовки, его технико-экономическое обоснование	28
2.3.	Расчет (выбор) общих припусков и разработка чертежа исходной заготовки	31
2.4.	Расчет коэффициента использования материала	34
2.5.	Расчет потребности материала на годовую программу	35
2.6.	Планы обработки поверхностей детали	36
2.7.	Выбор операционных (межпереходных) припусков и расчет межпереходных размеров	40
2.8.	Обоснование выбора баз, методов обработки, варианта технологического процесса	44
2.9.	Ведомость технологического процесса	51
2.10.	Выбор оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструмента. Выбор приспособлений. Сводные ведомости оборудования	53
2.11.	Расчет и назначение режимов резания	58
2.12.	Техническое нормирование операций технологического процесса	65
2.13.	Разработка операций, производимых на станках с ЧПУ, составление циклограммы перемещения инструмента. Оформление программного листа. Составление управляющей программы (распечатка)	72
2.14.	Технологическая документация по ЕСТД. Титульный лист. МК с продолжением, КЭ, ОК с продолжением на все операции технологического процесса	74
3.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ	93
3.1.	Конструирование приспособления	93
3.2.	Выбор инструмента для контроля поверхности с расчетом исполнительных размеров	108
4.	Графическая часть	126
4.1.	Технологические наладки и схемы обработки по операциям	126
	Литература	139

Технологические процессы изготовления деталей машин

Методические рекомендации к выполнению технологической части выпускной квалификационной работы в виде дипломного проекта для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Составитель: Елена Владимировна Сидорова

Редакторы: Е.С. Вьюшина, Дубова Л.В.

Подписано в печать . Формат 60×84 $^{1}/_{16}$.
Печать плоская. Усл.-печ. л. 3,02. Тираж 50 экз. Заказ №
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская