



Комитет по образованию
Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Санкт-Петербургский технический колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБПОУ СПбТК
_____ А.В.Бурасовский
« 31 » августа 2023г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА»
для студентов 3 курса специальности
15.02.08 «Технология машиностроения»**

Санкт-Петербург, 2023

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Общие положения | 5 |
| 2 Общие требования к выполнению пояснительной записки..... | 8 |
| 3 Общие требования к выполнению графической части..... | 9 |
| 4 Методические рекомендации к выполнению отдельных разделов курсового проекта..... | 10 |
| 4.1 Введение | 10 |
| 4.2 Анализ исходных данных..... | 10 |
| 4.3 Назначение проектируемого приспособления | 11 |
| 4.4 Разработка принципиальной схемы приспособления | 13 |
| 4.5 Расчет усилия зажима и основных параметров зажимного механизма | 15 |
| 4.6 Проектирование приспособлений..... | 25 |
| 5. Определение технических требований на приспособление..... | 22 |
| Список литературы | 28 |
| Приложение А | 29 |
| Приложение Б..... | 30 |
| Приложение В..... | 31 |
| Приложение Г..... | 32 |
| Приложение Д..... | 40 |
| Приложение Е..... | 42 |
| Приложение Ж..... | 44 |
| Приложение З..... | 45 |
| Приложение И..... | 46 |
| Приложение К | 47 |

Введение

Изучение дисциплины "Технологическая оснастка" завершается выполнением студентом курсового проекта. Целью выполнения курсового проекта является закрепление учебного материала, приобретение навыков решения расчетно-конструкторских задач.

Работа должна быть выполнена на высоком техническом уровне с учетом технологических, экономических требований к предлагаемой конструкции приспособления.

Задание на курсовой проект выдается предметной комиссией колледжа на специальном бланке с приложением чертежа детали. Работа над курсовым проектом должна выполняться студентом равномерно в течении всего периода проектирования.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Тематика курсового проектирования

Тематика курсовых проектов устанавливается предметной комиссией и утверждается заместителем директора по учебно-методической работе. Темы курсовых проектов подбираются на базовом предприятии индивидуально для каждого студента и выдаются им в виде задания на бланках установленного образца. Задание содержит: название темы проекта, исходные данные, необходимые для проектирования (Приложение А)

Тематика курсового проекта должна в значительной мере отражать конкретные задачи, стоящие на уровне производственного задания

1.2 Содержание и объем курсового проектирования

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка, объемом 10 – 15 страниц, выполняется на листах формата А4 по формам 5 и 5а в соответствии с ГОСТ 2.105-95. Графическая часть работы выполняется на 2 – 3 листах чертежной бумаги формата А1 в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД и ЕСТД.

1.3 Содержание пояснительной записки

Содержание пояснительной записки состоит из нескольких разделов:

1.3.1 Введение

1.3.2 Анализ исходных данных

1.3.3 Назначение и принцип работы проектируемого приспособления

1.3.4 Расчет погрешности установки

1.3.5 Расчет усилия зажима и основных параметров зажимного механизма

1.3.6 Выбор унифицированных конструктивных элементов приспособления

1.3.7 Расчет и принцип работы измерительного приспособления

1.3.8 Литература

1.4 Содержание графической части работы

1.4.1 Чертеж детали

1.4.2 Сборочный чертеж приспособления

1.4.3 Сборочный чертеж измерительного инструмента или приспособления

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка оформляется на бланках текстового документа

Титульный лист по ГОСТ 2.105-95. Фома 5. Приведен в приложении **Б**

Лист содержание по ГОСТ 2.104-2006. Текстовый документ, первый лист. Пример оформления листа "Содержание" пояснительной записки представлен в Приложении **В**.

Остальные листы в по ГОСТ 2.104-2006. Текстовый документ, последующие листы лист.

Пояснительная записка оформляется четко и аккуратно словами без сокращения, за исключением тех, что установлены по ГОСТ 7.12-93

Содержание пояснительной записки делится на разделы (главы), подразделы и пункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабской цифрой и точкой. Подразделы имеют порядковые номера в пределах каждого раздела. Пункты нумеруются в пределах подраздела и обозначаются номером раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой.

Наименование разделов и подразделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываются в виде заголовков и подзаголовков с прописной буквы без точки в конце. Заголовки следует печатать с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между строками - 1,5 интервала, при выполнении рукописным способом - 5 мм.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа печатным способом должно быть равно 3,4 интервалам, при выполнении рукописным способом - 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 интервала, при выполнении рукописным способом - 8 мм.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Условные буквенные обозначения механических, химических и математических величин должны быть тождественными во всех разделах записки и соответствовать стандартам.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены в той же последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая графа расшифровки должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, проставляемые справа в скобках. В тексте записки даются ссылки на номера формул.

Пример - Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляются по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Расчеты, вычисления в записке даются с соблюдением установленных правил, с указанием в результатах размерности, принятой в системе СИ. При использовании справочных материалов (режимов резания, норм времени, сортаментов материалов и т.п.) необходимо делать ссылки на используемую литературу с указанием страниц, номеров карт и таблиц.

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблицы. Каждая таблица должна иметь заголовок. Кроме того, все таблицы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки или разделов. На все таблицы должны быть ссылки в пояснительной записке. «...химический состав стали приведен в таблице 1»

Пример

Таблица 1- Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-2006

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | As | Fe |
|----------|-----------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| % | | | | | | | | | |
| 0,42-0,5 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8 | <0,25 | <0,04 | <0,035 | <0,25 | <0,25 | <0,08 | ~97 |

Оформление иллюстраций и приложений. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например - Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например - Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать "... в соответствии с рисунком 2" при сквозной нумерации и "... в соответствии с рисунком 1.2" при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 - Детали прибора.

Все листы расчетно-пояснительной записки необходимо пронумеровать в специально отведенных для этого графах. В разделе "Содержание" должны быть проставлены страницы всех разделов. Лист содержание должен быть под номером 3

3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах чертежной бумаги формата А1. Особое внимание следует обратить на качественное графическое выполнение всех чертежей. Чертежи должны быть выполнены аккуратно с соблюдением всех правил ЕСКД.

Приспособление вычерчивается в двух или трех проекциях с указанием габаритов и посадочных размеров, а также размеров, определяющих размеры обрабатываемых поверхностей деталей. Например: расстояний от установочных поверхностей, расстояний между центрами обрабатываемых отверстий, размеров, определяющих положение установов для настройки на размер режущих инструментов и т.п.

Для сверлильных приспособлений указываются диаметры кондукторных втулок с допусками, расстояние между их осями, расстояние от осей до установочных базовых поверхностей.

На чертеже фрезерного приспособления проставляются размеры от поверхности установа (габарита) до установочных элементов приспособления, а также размеры под щуп, т.е. от поверхности установа до режущих лезвий фрезы.

На чертеже изображаются необходимые разрезы, сечения или вырывы в соединениях деталей и указываются размеры и посадки в этих соединениях.

Видимые контуры вычерчиваемых деталей, проекций и сечений должны быть выполнены четкими сплошными линиями толщиной 0,8 – 1,2 мм. Следует избегать густой штриховки в разрезах и сечениях. Расстояния между наклонными штриховыми линиями должны быть одинаковы для всех разрезов детали, иметь наклон в одну сторону и расстояние между штриховыми линиями должно лежать в пределах 3 – 5 мм. Толщина линий штриховки не должна превышать 0,3 мм.

На поле чертежа приспособления над основной надписью записываются технические требования на изготовление.

Конструкцию приспособления следует выполнять в масштабе 1:1 предпочтительно или 2:1; 1:2.

Для каждого сборочного чертежа приспособления, на отдельном листе выполняется спецификация в соответствии с ГОСТ 2.106-96 по формам 1 и 1а

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Введение

Введение должно быть увязано с темой курсового проекта, содержать краткое изложение задания на проектирование. Во введении должны быть отражены основные тенденции развития ТПП на этапе разработки и изготовления средств технологического оснащения. Следует отметить, что применение приспособлений позволяет:

- устранить разметку заготовки перед обработкой,
- повысить точность обработки,
- снизить себестоимость продукции,
- расширить технологические возможности оборудования,
- сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции,
- облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность,
- повысить производительность труда.

Применение технологической оснастки расширяет технологические возможности как универсальных, так и станков с ЧПУ. Особое внимание следует уделить разработке приспособлений для технологического оборудования с ЧПУ.

4.2 Анализ исходных данных

Исходные данные включают в себя чертёж детали, технические требования на изготовление детали и эксплуатацию приспособления.

В процессе анализа студент должен ознакомиться с конструкцией детали, ее назначением и условиями работы в узле или механизме. Необходимо дать описание назначения детали, ее поверхностей и влияния их взаимного расположения, точности и чистоты обработки на качество работы механизма, для которого изготавливается деталь.

Следует привести данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам до и после термической обработки. Эти данные сводятся в таблицу 1

Таблица 1 – Данные о материале детали

| Марка, ГОСТ | Химический состав, % | | | | | Механические свойства | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------|---------|---------|---------|---------------------------------------|--|-------------------|---------------|---------------|------------|
| | C | Si | Mn | S | P | σ_{02} , $\text{H}\ddot{a}$ | $\sigma_{\dot{a}}$, $\text{H}\ddot{a}$ | δ_5 , % | ψ , % | НВ, не более | |
| | | | | менее | | | | | | горячекатаной | отожженной |
| Сталь 45, ГОСТ 1050-88 | 0,40-0,50 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8 | < 0,045 | < 0,045 | 360 | 610 | 16 | 40 | 241 | 194 |

Необходимо выполнить описание исходной заготовки, указать параметры точности заготовки, а также припуски с учётом точности обработки поверхностей детали на операцию, для которой проектируется приспособление.

Данные по расчету припусков могут быть сведены в таблицу 2

Таблица 2 – Данные по расчету припусков

| Поверхность, технологический переход | Припуск, h, мм | Расчетный размер, мм | Допуск на размер |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|------------------|
| | | | |

Далее следует указать тип производства и маршрут обработки заданной детали. Дать характеристики технологического оборудования, в первую очередь размеры стола,

на котором должно быть установлено приспособление, т.е. размеры стола, расположение и размеры баз стола под установку приспособления (например, Т-образные пазы с размерами и расстояния между ними, посадочные места шпинделя токарного станка под установку патрона и др.)

При проектировании расточных и сверлильных приспособлений следует высоту приспособлений, длину режущего и вспомогательного инструмента сверять с длиной хода стола станка, который должен обеспечить установку и смену рабочих борштанг. Станочные данные можно взять из справочной литературы и Приложения 5.

В пояснительной записке необходимо заполнить таблицу маршрута обработки заданной детали

Таблица3- Маршрут обработки

| Номер операции | Операция | | Оборудование | |
|----------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| | Код | Наименование | Код | Наименование |
| | | | | |

4.3 Назначение проектируемого приспособления

Формулировка служебного назначения приспособления должна включать: количество деталей, устанавливаемых в приспособлении, габаритные размеры и материал детали, условия, в которых приспособление эксплуатируется, и в первую очередь особые условия: наличие высоких или низких температур, агрессивность среды.

Станочные приспособления (СП) применяют для установки заготовок на металлорежущие станки. В соответствии с классификацией ЕСТПП различают три вида приспособлений:

- специальные (одноцелевые, переналаживаемые);
- универсальные (многоцелевые, широкопереналаживаемые);
- специализированные (узкоцелевые, ограничено переналаживаемые)

Эти три вида станочных приспособлений по ГОСТ 14.305-73 подразделяются на шесть стандартных систем: неразборные специальные (НСП), универсально-сборочные (УСП), универсальные безналадочные (УБП), универсальные наладочные (УНП), сборно-разборные (СРП), специализированные наладочные (СНП).

Для массового и крупносерийного производства в большинстве случаев применяют специальные станочные приспособления (НСП).

В условиях среднесерийного и мелкосерийного производства выгодны системы УСП, СРП, УНП, СНП и другие станочные приспособления многократного применения.

Универсально-сборные приспособления (УСП) компонуют. В основном, из отдельных стандартных деталей. Возможность быстро и без обработки собирать приспособление для оснащения различных операций делает систему УСП выгодной в опытно, единичном, мелкосерийном, серийном производствах и при освоении новой продукции.

Сборно-разборные приспособления (СРП) компонуют, в основном, из стандартизированных узлов. Для СРП характерен высокий уровень механизации и использования наладок. По сравнению с УСП они обеспечивают большую производительность и точность обрабатываемого в них изделия.

Приспособления универсальные наладочные (УНП) и специализированные наладочные (СНП) состоят из базового агрегата, представляющего собой на 80-90% готовое приспособление, а также наладок, которые станочник может устанавливать на базовый агрегат или регулировать непосредственно на рабочем месте. В мелкосерийном производстве применяют немеханизированные наладочные приспособления, а в серийном и крупносерийном – пневматические или гидравлические. СНП имеют специализированные базовые агрегаты и могут быть использованы для установки

геометрически подобных заготовок, а УНП – универсальные базовые агрегаты и применяются для установки различных заготовок [1]

Обоснованное применение станочного приспособления позволяет получать высокие технико-экономические показатели.

В зависимости от типа производства, вида операционной технологии и технических требований детали выбирают вид станочного приспособления. При необходимости оценивают затраты на оснащение технологической операции [4]

В пояснительной записке следует указать назначение проектируемого приспособления. Формулировка служебного назначения приспособления должна включать: количество деталей, устанавливаемых в приспособлении, габаритные размеры и материал детали, условия, в которых приспособление эксплуатируется, и в первую очередь особые условия: наличие высоких или низких температур, агрессивность среды.

Пример формулировки служебного назначения.

Специальное станочное приспособление предназначено для установки двух заготовок "Корпус редуктора" на плоскость и два пальца, один из которых срезанный, и обработки поверхностей "А" и "Б" с точностью, указанной на чертеже детали.

Приспособление имеет стандартный пневмопривод. Прижим заготовок к установочным базам осуществляется специальными прихватами.

4.4 Разработка принципиальной схемы приспособления

К проектированию приспособлений приступают только после окончательной разработки технологического процесса на обрабатываемую деталь. Для операции, на которую необходимо разработать приспособление следует:

4.4.1 установить метод базирования детали и выполнить схему базирования на данную операцию,

4.4.2 выполнить схему установки, которая отличается от схемы базирования конкретными данными по координатам расположения установочных элементов. Выбирается тип и конструкция установочных элементов по справочной литературе (Приложение Г). Далее выполняется расчет погрешности базирования.

При установке обрабатываемой детали в приспособлении возникает погрешность установки E_y [1]

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{пр}^2} \quad (1)$$

где E_b – погрешность базирования,

E_z – погрешность закрепления, возникает под действием силы зажима. При обработке детали в достаточно жестком приспособлении погрешность закрепления можно в расчетах не учитывать,

$E_{пр}$ – погрешность приспособления, возникает в результате неточного изготовления деталей самого приспособления и износа его установочных элементов. При своевременном контроле и ремонте погрешность приспособления составляет не более 10% и тоже может не учитываться в расчетах.

Погрешность базирования определяют в зависимости от схемы базирования (см. Станочные приспособления, справочник под редакцией Б.Н. Вардашкина том 1 с. 522-527).

Примеры выполнения схемы базирования и схемы установки приведены в Приложении Г; примеры расчета погрешности установки приведены в Приложении Д.

4.4.3 выполнить расчет режимов резания и определить все составляющие усилий резания (Приложение Ж, З, И).

4.4.4 выбрать конструкцию зажимного механизма с учетом производительности.

После определения схем расположения установочных элементов и сил зажима определяют кинематическую схему передачи усилия от силового привода к зажимным элементам. В итоге получают принципиальную схему приспособления (рисунок 1).

При разработке конструкции сверлильного приспособления определяют допуск на расстояние между осями отверстий в кондукторе (Приложение Е).

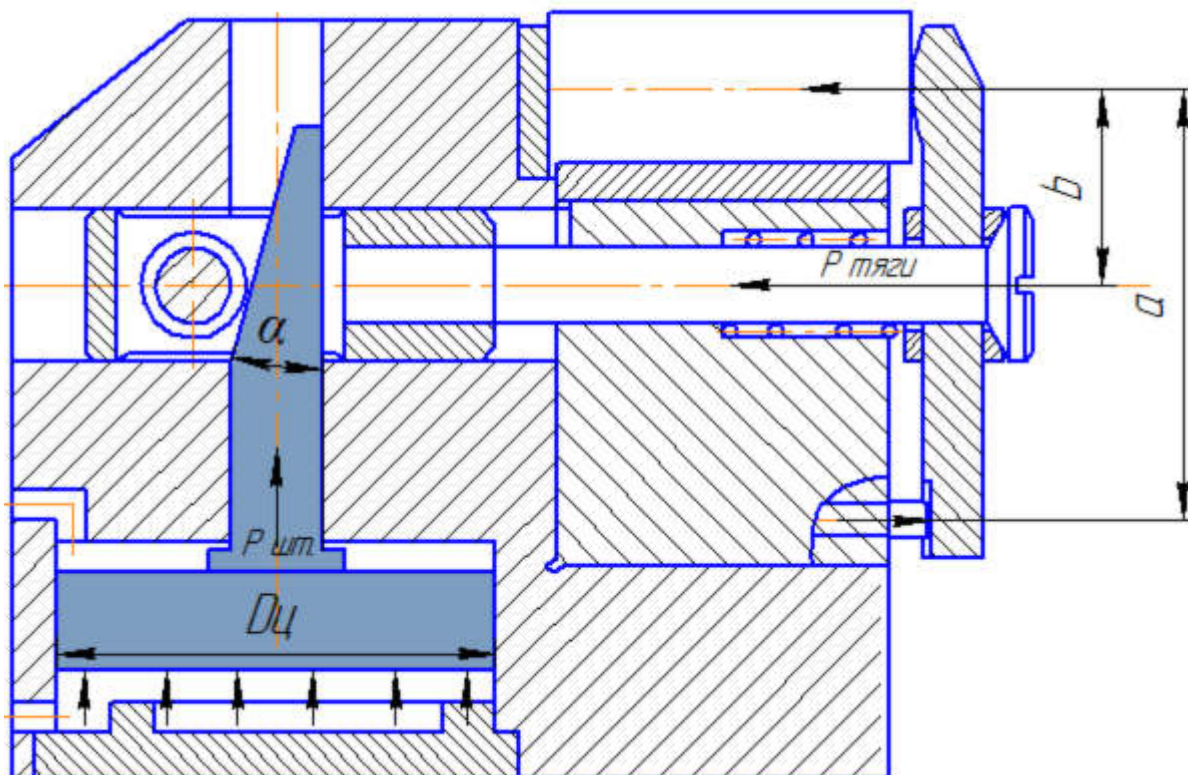


Рисунок 1 - Принципиальная схема приспособления

$$W = P_{шт.} * i_{общ.} \quad (2)$$

где W – сила зажима детали, Н
 $P_{шт.}$ – усилие на штоке цилиндра, Н
 $i_{общ.}$ – общее передаточное отношение сил

4.5 Расчет усилия зажима и основных параметров зажимного механизма

Основными расчетами приспособления являются: расчет сил зажима, определение параметров силового привода.

Методика расчета сил зажима заключается в следующем:

- определить схему установки и закрепления заготовки в приспособлении,
- определить место приложения и направление действия сил и их моментов,
- определить величину сил резания и их моментов, пользуясь формулами теории резания или таблицами из нормативных источников.

Чтобы обеспечить надежность зажима, силы резания увеличивают на коэффициент запаса K , который определяется в зависимости от условий обработки. Этот коэффициент учитывает изменение условий в процессе обработки, прогрессирующее затупление инструмента и связанное с ним увеличение припуска на обрабатываемых поверхностях, неоднородность обрабатываемого материала, изменение условий установки и закрепления заготовки.

Коэффициент K может быть представлен как произведение первичных коэффициентов:

$$K = K_0 K_1 \dots K_6 \quad (3)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, рекомендуется принимать для всех случаев 1,5.

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента (таблица 1).

K_2 - K_6 – значение коэффициентов приведены в таблице 2.

Таблица 1 - Коэффициент запаса K_1

| Метод обработки | Компоненты сил резания | K_1 | |
|--|-------------------------------|---|-----------|
| | | Сталь | Чугун |
| Сверление | Крутящий момент | 1,5 | 1,5 |
| | Осевая сила | 1,10 | 1,1 |
| Предварительное (по корке) зенкерование | Крутящий момент | 1,3 (износ задней поверхности 1,5) | |
| | Осевая сила | 1,2 | 1,2 |
| Чистовое зенкерование | Крутящий момент и осевая сила | 1,2 | 1,2 |
| Предварительное точение и расточивание | P_z | 1,0 | 1,0 |
| | P_y | 1,4 | 1,2 |
| | P_x | 1,6 | 1,2 |
| Чистовое точение и расточивание | P_z | 1,0 | 1,05 |
| | P_y | 1,05 | 1,4 |
| | P_x | 1,0 | 1,3 |
| Цилиндрическое предварительное и чистовое фрезерование | Окружная сила | 1,6 – 1,8 | 1,2 – 1,4 |
| | | Вязкие стали 1,2 – 1,4 твердые сплавы | |
| Торцовое предварительное и чистовое фрезерование | P_z | 1,6 – 1,8 | 1,2 – 1,4 |
| | | 1,2 – 1,4 | |
| Шлифование | Окружная сила | 1,15 – 1,2 | |
| Протягивание | Сила протягивания | 1,5 | |

Таблица 2 - Коэффициенты К2 - К6

| Обозначение коэф-тов | Условия обработки, учитываемые коэф-ми | Значения коэф-тов | Примечание |
|-------------------------|---|----------------------|---|
| К2 | Изменение величины припуска черновых заготовок | 1,0 | Чистовая и отделочная обработка |
| | | 1,2 | Черновая обработка |
| К3 | Увеличение сил резания при прерывистом резании | 1,2 | Точение |
| К4 | Род привода | 1,0 | Пневматические, гидравлические и др. |
| | | 1,3 | Ручной зажим |
| К5 | Учитывается удобное расположение рукоятки для ручных зажимных устройств | 1,0 | Рукоятка удобно расположена, с малым диапазоном угла ее отклонения |
| | | 1,2 | Рукоятка расположена с большим диапазоном угла ее отклонения (>90°) |
| К6 | Учитывается влияние моментов, стремящихся повернуть заготовку на опоре | 1,0 | Установка на опоре с ограниченной плоскостью контакта (штыри и др.) |
| | | 1,5 | Установка на пластины и другие элементы с большой поверхностью |

Расчет необходимых сил зажима

Рассмотрим основные случаи воздействия на заготовку сил резания, сил зажима и их моментов.

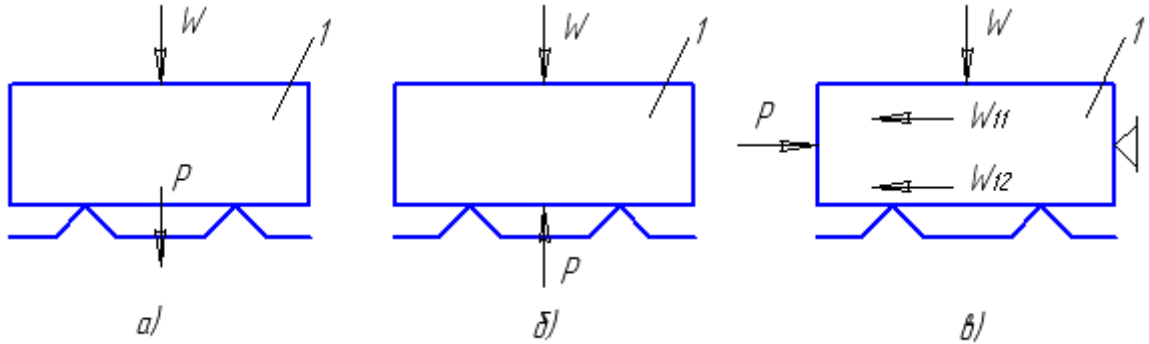


Рисунок 2

Сила зажима W и сила резания P действуют в одном направлении и прижимают заготовку 1 к опорам приспособления (рис. 2а).

Если сила P не вызывает сдвигающих сил N , то $W=0$; это наиболее благоприятный случай расположения сил. Такой случай имеет место при протягивании отверстий на протяжном станке.

Если возникают сдвигающие силы N , не совпадающие с направлением зажимных, тогда $W=KN$

Действие сил зажима W и силы резания P взаимно противоположны (рис. 2б). Величина силы зажима определяется из равенства $W=KP$.

Заготовка 1 базируется на установочных элементах приспособления и прижимается к ним силой зажима W , а сила резания P действует в перпендикулярном ей направлении (рис. 2в).

Сила резания P противодействуют силы трения T между опорной поверхностью приспособления и нижней базовой поверхностью детали, а также между верхней плоскостью детали и поверхностью зажима.

Сила зажима определяется по формуле:

$$Wf_1 + Wf_2 = KP \quad (4)$$

отсюда

$$W = (KP/f_1) + f_2 \quad (5)$$

где f_1 и f_2 коэффициенты трения заготовок в местах зажима и на опорах.

При $f_1=f_2=0,1$, сила зажима $W=5KP$.

Расчет силы зажима при закреплении заготовки в патроне.

Заготовка 1 установлена и закреплена в трехкулачковом патроне (рис. 3).

На заготовку действует крутящий момент $M_{рез}$, стремящийся повернуть ее вокруг оси и сила резания P_x , направленная по оси стремящаяся ее сдвинуть.

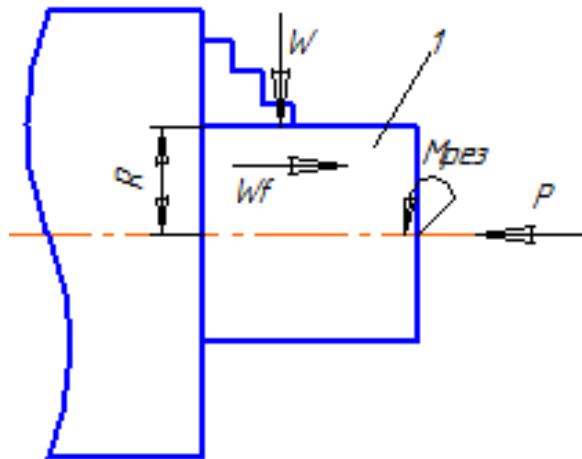


Рисунок 3

Сила зажима определяется из равенства:

$$W_{\text{нóи}} \times f \times R = K \times M_{\text{дáç}} \quad (6)$$

отсюда

$$W_{\text{нóи}} = \frac{K \times M_{\text{дáç}}}{f \times R} \quad (7)$$

$$W = \frac{W_{\text{нóи}}}{n} \quad (8)$$

где $W_{\text{сум}}$ – суммарная сила зажима всеми кулачками в Н;
 f – коэффициент трения между поверхностями детали и кулачков;
 R – радиус заготовки (мм);
 $M_{\text{рез}}$ – момент силы резания (Н*м);
 W – сила зажима, развиваемая одним кулачком (Н)
 n – число кулачков.

При большом значении P_x полученная сила проверяется на продольный сдвиг по формуле:

$$W_{\text{нóи}} \times f > K \times P_x \quad (9)$$

тогда

$$W_{\text{нóи}} = \frac{K \times P_x}{f} \quad (10)$$

где f – коэффициент, зависящий от формы и материала кулачков. Коэффициент f выбирается из таблицы 3.

Таблица 3 - Коэффициент трения между контактирующими поверхностями.

| Состояние контактирующих поверхностей (базирующие поверхности детали и установочные поверхности приспособления) | f |
|---|------------|
| Обработанные базирующие поверхности детали и установочные пластины | 0,1 – 0,15 |
| Обработанные базирующие поверхности детали и установочные штыри со сферической головкой | 0,2 – 0,3 |
| Необработанные базирующие поверхности детали и рифленые установочные элементы приспособления (опоры, губки и кулачки) | 0,5 – 0,7 |

Заготовка 1 установлена и закреплена на цанговой оправке (рис.4).

При обработке возникает момент резания $M_{рез}$, стремящийся повернуть деталь вокруг оси. Ему противодействует момент силы $M_{тр}$, возникающий между базирующей поверхностью заготовки и установочной поверхностью цанги.

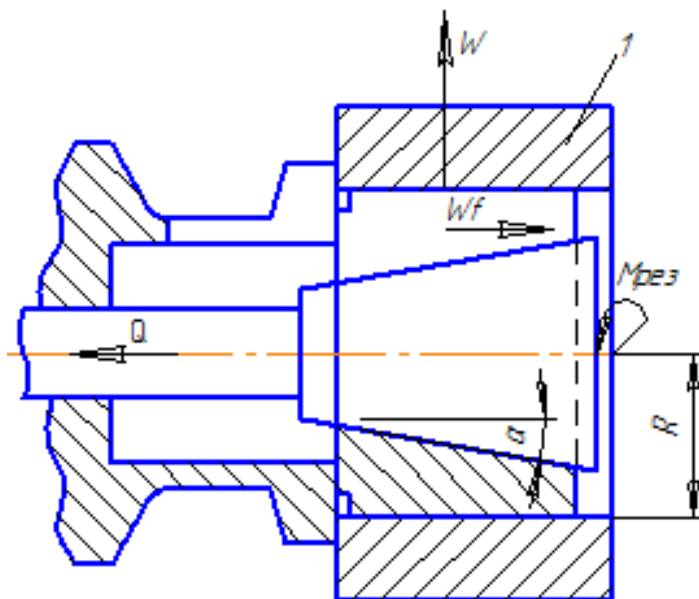


Рисунок 4

Суммарная сила зажима, развиваемая всеми лепестками цанги, определяется по формуле:

$$W_{сум}fR = KM_{рез} \quad (11)$$

откуда

$$W_{сум} = KM_{рез}/fR \quad (12)$$

При расчете величины сил зажима для приспособлений, где применяются передаточные механизмы, необходимо учитывать передаточное отношение этих механизмов.

Значение зажимной силы будет зависеть от величины исходной силы Q , развиваемой приводом и передаточного отношения между исходной силой Q и силой W :

$$W = Qi \quad (13)$$

где i – передаточное отношение

Пример расчета токарного приспособления представлен в Приложении Н.

Расчет силы резания при сверлильных работах.

При выполнении сверлильных операций на обрабатываемую деталь действуют различно направленные силы и моменты. В зависимости от характера и направления взаимодействия сил зажима, резания и их моментов наиболее характерны следующие случаи:

1 Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочным поверхностям приспособления (рис. 5).

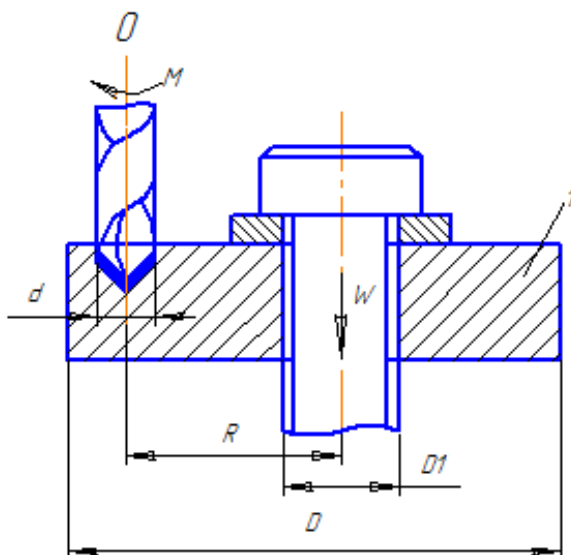


Рисунок 6

Деталь 1 устанавливается на нижнюю базирующую поверхность и прижимается торцевым зажимом. Возникающая сила R создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг оси O . Этому моменту противодействует момент трения, создаваемый силой зажима W и осевой силой P_o . Поэтому величина силы зажима будет незначительной. Она должна надежно зажать деталь только в момент засверливания.

Сила зажима определяется по формуле:

$$(W+P_o)fr=(2M/d)KR \quad (14)$$

отсюда

$$W=(2KMR)/(dfr)-P_o \quad (15)$$

где f – коэффициент трения,

P_o – усилие подачи (Н),

$r=(D-D_1)/2$

k – коэффициент запаса;

M – крутящий момент, создаваемый сверлом, Нм

R – расстояние от оси сверла до оси детали, м;

2 Заготовка устанавливается в призме и прижимается прихватом:

а) усилие подачи и сила зажима одинаково направлены и прижимают заготовку к установочным поверхностям призмы. Возникающая окружная сила резания R в начальный момент времени может сдвинуть деталь в осевом направлении, а при дальнейшем сверлении деталь может поворачиваться вокруг оси и одновременно приподниматься на призме

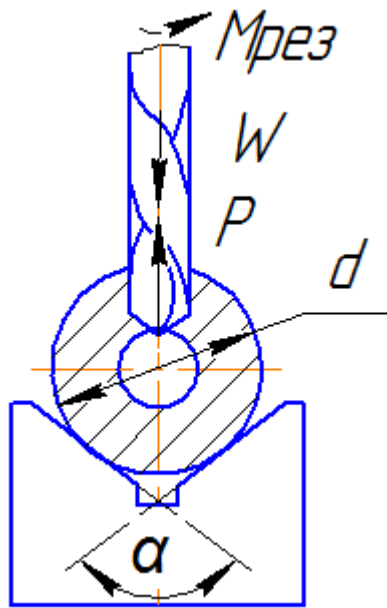


Рисунок 7

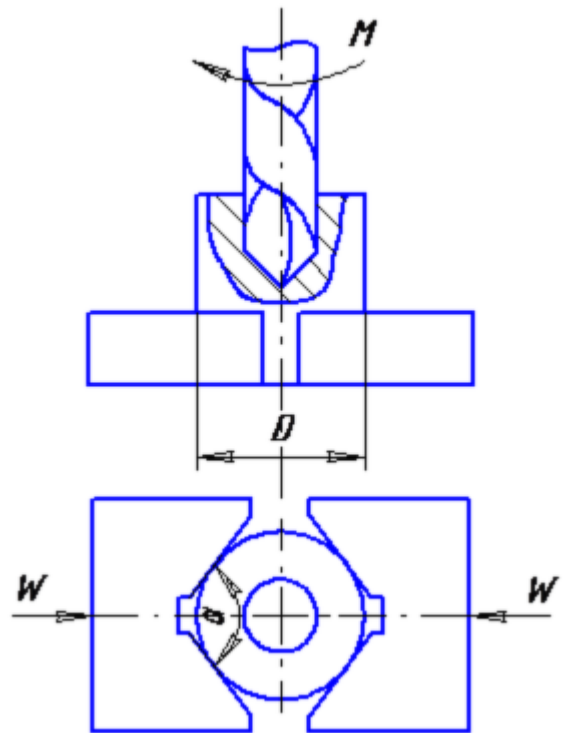


Рисунок 8

Сила зажима без учета силы подачи определяется по формуле:

$$Wf_1 + Wf_2 \sin(\alpha/2) = 2KM_{рез}/d \quad (16)$$

или

$$W = 2KM_{рез}/(f_1 + f_2 \sin(\alpha/2))d \quad (17)$$

где α – угол при вершине призмы, град;

б) осевая сила при сверлении направлена вдоль оси заготовки и перпендикулярна силе зажима (рис.8)

Крутящий момент резания $M_{рез}$, возникающий при сверлении, будет стремиться повернуть деталь вокруг оси, а момент трения, создаваемый силой зажима – препятствовать ему. Сила подачи P_0 будет стремиться сдвинуть заготовку вдоль оси.

Необходимую величину силы зажима определяют по формуле:

$$WD/2(f_1 + f_2/\sin(\alpha/2)) = KM_{рез} \quad (18)$$

или

$$W = 2KM_{рез}/D(f_1 + f_2/\sin(\alpha/2)) \quad (19)$$

Расчет силы резания при обработке детали фрезерованием.

Фрезерование включает в себя различные методы обработки с различными по величине и направлению силами резания. Это усложняет определение потребной силы зажима с использованием единой методики. Поэтому при расчете силы зажима используют упрощенные способы с применением поправочных коэффициентов.

Рассмотрим методику расчета сил зажима для наиболее распространенных методов фрезерования с прямолинейной подачей (рисунок 6;7).

При фрезеровании торцевой фрезой деталь базируется основанием и боковой плоскостью с упором в торец.

Применяемые два зажима, действующие нормально к поверхности заготовки, должны создать силу зажима, препятствующую перемещению обрабатываемой заготовки, под действием силы резания P_z (Приложение Л).

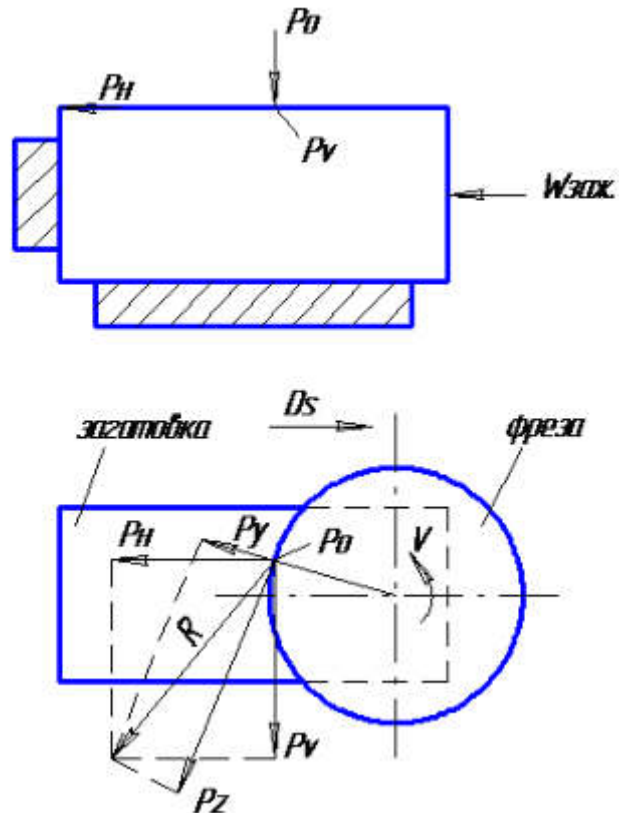


Рисунок 6

$$W = (K/f) * P_Z^2 + P_Y^2 \quad (20)$$

При фрезеровании цилиндрической фрезой на деталь действует равнодействующая сила резания P_Z , которая создает момент R , стремящийся повернуть обрабатываемую заготовку вокруг точки опоры O . Противодействие этому оказывают моменты, создаваемые силами трения зажимных прихватов приспособления.

$$W = K(P_Z h_2 + P_Y l) / h_1 + f l \quad (21)$$

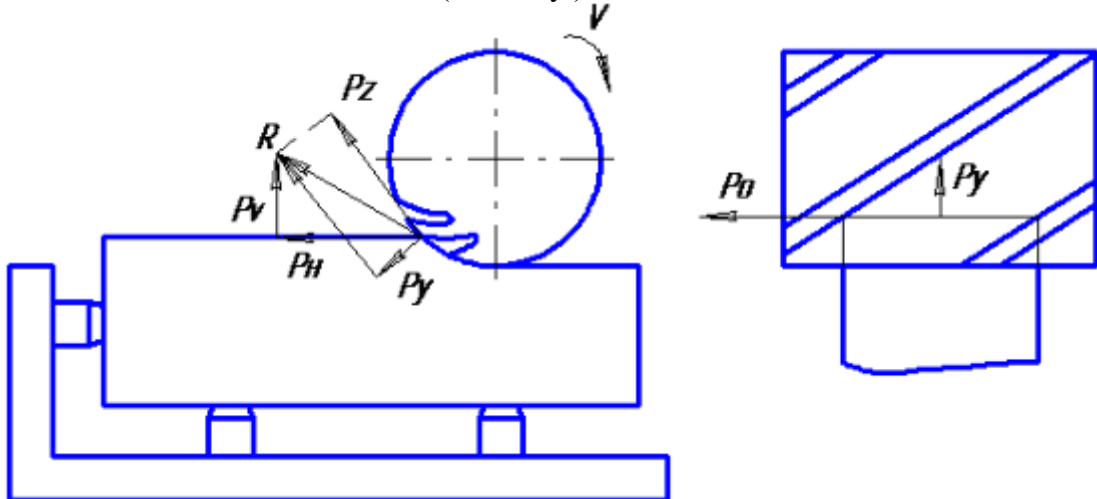


Рисунок 7

4.6 Проектирование приспособлений

Проектирование приспособлений следует производить в ниже перечисленной последовательности:

1) Во фрагменте вычертить контуры детали в таком виде, в каком она поступает для обработки на данной операции, придерживаясь масштаба 1:1. Контуры детали следует

изображать тонкими черными штрихпунктирными линиями в необходимом количестве проекций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего вычерчивания деталей приспособления.

Чертеж детали в первой проекции должен соответствовать рабочему положению детали при обработке на станке.

2) определить направление усилий резания, место приложения и направление усилий зажима.

3) определить местоположение установочных деталей приспособления, их количество и вычертить их контур.

При расположении опор следует учитывать направление действия сил и зажимов.

Опоры необходимо располагать так, чтобы действие сил резания воспринималось опорами, а не зажимным устройством.

4) выбрать тип зажимного устройства, руководствуясь выбранным типом приспособления (одноместным, многоместным, одно- или многопозиционным), тактом выпуска деталей, величиной зажимной силы и т.д.

5) вычертить направляющие детали приспособления, определяющие положение режущего инструмента (кондукторные втулки, установки для настройки фрезы и т.п.)

6) выбрать вспомогательные детали и механизмы приспособления. При определении их конструкции, габаритов, размеров необходимо стремиться к получению наименьшего веса и габаритов приспособления, при этом оно должно сохранять необходимую жесткость и прочность.

7) нанести контуры корпуса приспособления с использованием стандартных форм заготовок корпусов.

8) нанести координатные и основные размеры с допусками и отклонениями, зависящими от размеров обрабатываемых деталей, определяющими точность обработки, посадочные размеры, а также размеры приспособления.

9) вычертить три проекции приспособления и определить правильность расположения всех элементов и механизмов приспособления с учетом удобства работы приспособления и его ремонта, а также установки и снятия детали, удаления стружки и т.д.

10) вычертить необходимые проекции разрезов и сечений, поясняющие конструкцию приспособления.

11) для многоместных и многопозиционных крупных приспособлений рекомендуется условными тонкими штрих-пунктирными линиями схематично изобразить части станка на которых базируется и закрепляется приспособление, инструмент и их размеры.

Например: на чертежах приспособлений для фрезерных станков вычерчиваются контуры стола с пазами под установочные шпонки, расстояние от стола до шпинделя станка; на чертежах сверлильных приспособлений для многошпиндельного станка – контуры многошпиндельной головки, контуры головки шпинделя станка и соединения его с многошпиндельной головкой.

12) составить спецификацию приспособления с указанием использованных ГОСТ'ов.

13) на поле чертежа записать технические требования на изготовление и сборку приспособления.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Технические требования указывают необходимую точность сборки приспособления, точность относительного расположения баз приспособления и рабочих поверхностей, а также методы проверки установки приспособления на столе станка.

Если приспособление многоместное, следует указать необходимые технические требования к точности расположения установочных элементов приспособления и их взаимному расположению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ермолаев В. В.

Технологическая оснастка. Лабораторно – практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие для студентов. учреждений сред. проф. образования/ В.В. Ермолаев.- 2-е изд.-М.: Издательский центр «Академия», 2014-432 с.

Дополнительная

2 Проектирование технологических схем и оснастки: учеб. Пособие для студентов. Высш. Учеб. Заведений/ [Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, И.В. Шрубченко и др.] - М.: Издательский центр «Академия»,

3 Справочник технолога – машиностроителя в 2-х томах под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К., М.: Машиностроение,

4 Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах под ред. Вардашкина Б.Н. М.: Машиностроение,

Нормативные ссылки

ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи

ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Гост 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы

ГОСТ 2.301-68 – ЕСКД. Форматы

ГОСТ 2.302-68 – ЕСКД. Линии

ГОСТ 2.305-68 – ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения

ГОСТ 2.307-68 – ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений

ГОСТ 2.308-79 – ЕСКД. Указание на чертежах допусков форм и расположения поверхностей

ГОСТ 2.309-73 – ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей

ГОСТ 2.311-68 – ЕСКД. Изображение резьбы

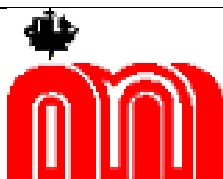
ГОСТ 2.315-68 – ЕСКД. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей

ГОСТ 7.32-2001- ССИБИД. Отчет о научно- исследовательской работе.

Оформление рефератов, дипломных и курсовых проектов

ГОСТ 14.305-73- ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки

Приложение А
Образец оформления титульного листа



Комитет по образованию
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский технический колледж»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Технологическая оснастка»

на тему «Разработка конструкции станочного приспособления для детали
.....»

Выполнил:

Студент _____ курса, группы _____

Фамилия, Имя, Отчество

Проверил:

Преподаватель

Фамилия, Имя, Отчество

Оценка _____

Дата _____

Подпись _____

Санкт-Петербург, 20__

Приложение Б
Комитет по образованию
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский технический колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____ Е.В. Осипова
«__» «_____» 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение курсового проекта
студенту группы № 301

(фамилия, имя, отчество)

Тема курсового проекта _____
(утверждена на заседании ПЦК)

1. Срок сдачи студентом законченной работы _____
2. Исходные данные к курсовому проекту
 - 2.1 Чертеж детали _____
 - 2.2 Тип производства _____
 - 2.3.Маршрут обработки
 - 2.4 Технические требования
3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)
 - 3.1 Произвести проверку условия лишения возможности перемещения заготовки в приспособлении по шести степеням свободы в соответствии с ГОСТ 21.495-76.
 - 3.2 Рассчитать погрешность базирования.
 - 3.3.Рассчитать усилие зажима заготовки в приспособлении.
 - 3.4.Рассчитать основные параметры зажимного механизма.
 - 3.5.Представить расчетно-пояснительную записку, оформленную согласно требованиям к текстовым документам ЕСКД.
4. Графическая часть включает в себя:
 - 4.1. Чертеж детали;
 - 4.2. Сборочный чертеж проектируемого приспособления;
 - 4.3. Спецификацию
 - 4.4. Операционные технологические эскизы на предшествующую операцию и операцию, для которой проектируется приспособление.
5. Перечень и вид представляемого материала
 - 5.1. Чертеж детали;
 - 5.2. Сборочный чертеж станочного приспособления
 - 5.3 Спецификация
 - 5.4 Расчетно-пояснительная записка
6. Консультант по экономической части _____

Дата выдачи задания «__» _____ 20__ г.

Руководитель _____
Фамилия, И.О. (дата, подпись)

Задание принял к исполнению _____
Фамилия И.О. (дата, подпись студента)

Рассмотрено на заседании предметно-цикловой комиссии
15.02.08 «Технология машиностроения»
Протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Председатель предметно - цикловой комиссии _____ /Ведерникова М.А./
(подпись)

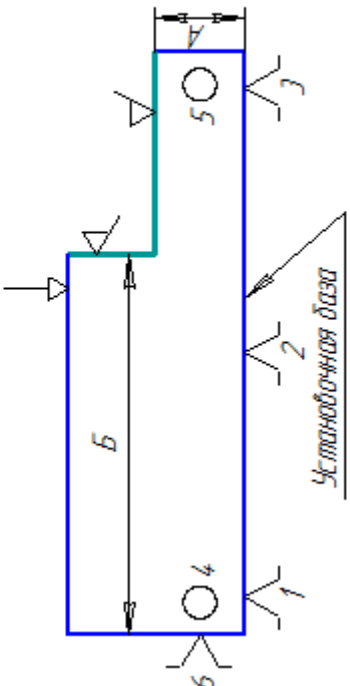
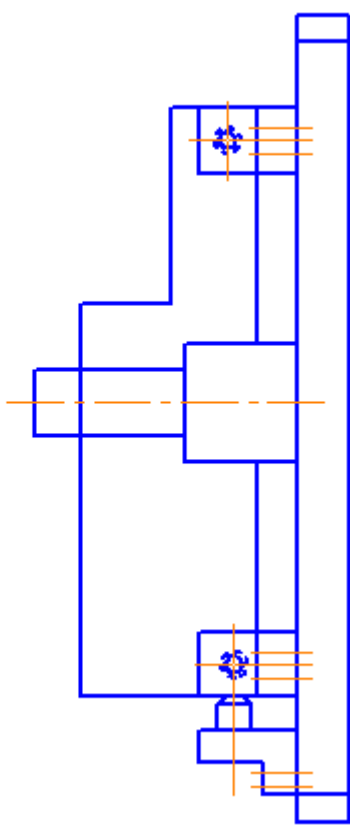
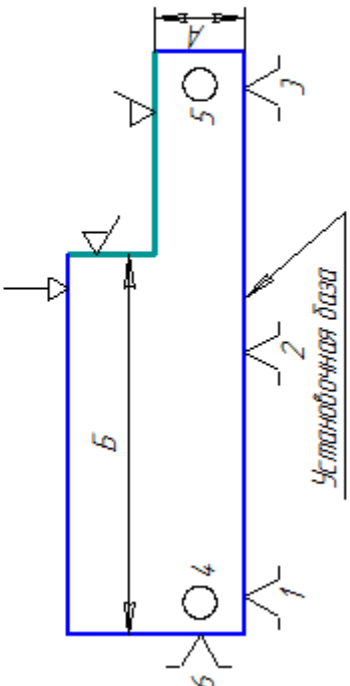
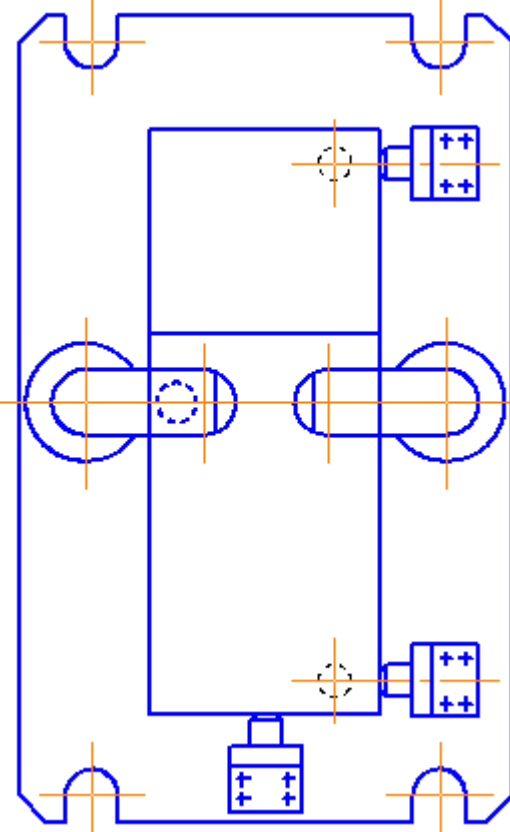
Приложение В Образец оформления оглавления

| ОГЛАВЛЕНИЕ | стр |
|--|-----|
| Введение | 4 |
| Глава 1. Анализ исходных данных | 5 |
| 1.1 Технологический анализ заданной детали | 5 |
| 1.2 Характеристика маршрутной технологии | |
| 1.3 Характеристика операционной технологии | |
| Глава 2. Расчет погрешности установки | |
| 2.1 Разработка схемы базирования | |
| 2.2 Расчет погрешности базирования | |
| 2.3 Разработка схемы установки | |
| Глава 3. Расчет усилия зажима заготовки в приспособлении | |
| 3.1. Анализ схемы действия сил | |
| 3.2. Расчет сил резания и крутящих моментов | |
| 3.3. Расчет усилия зажима | |
| 3.4 Проверка усилия закрепления заготовки и расчет исполнительных элементов приспособления | |
| Глава 5. Выбор унифицированных элементов приспособлений | |
| Глава 6. Принцип работы проектируемого приспособления | |
| Заключение | |
| Библиографический список | |
| Приложение А. Чертеж детали | |
| Приложение Б. Сборочный чертеж станочного приспособления | |
| Приложение В. Спецификация | |

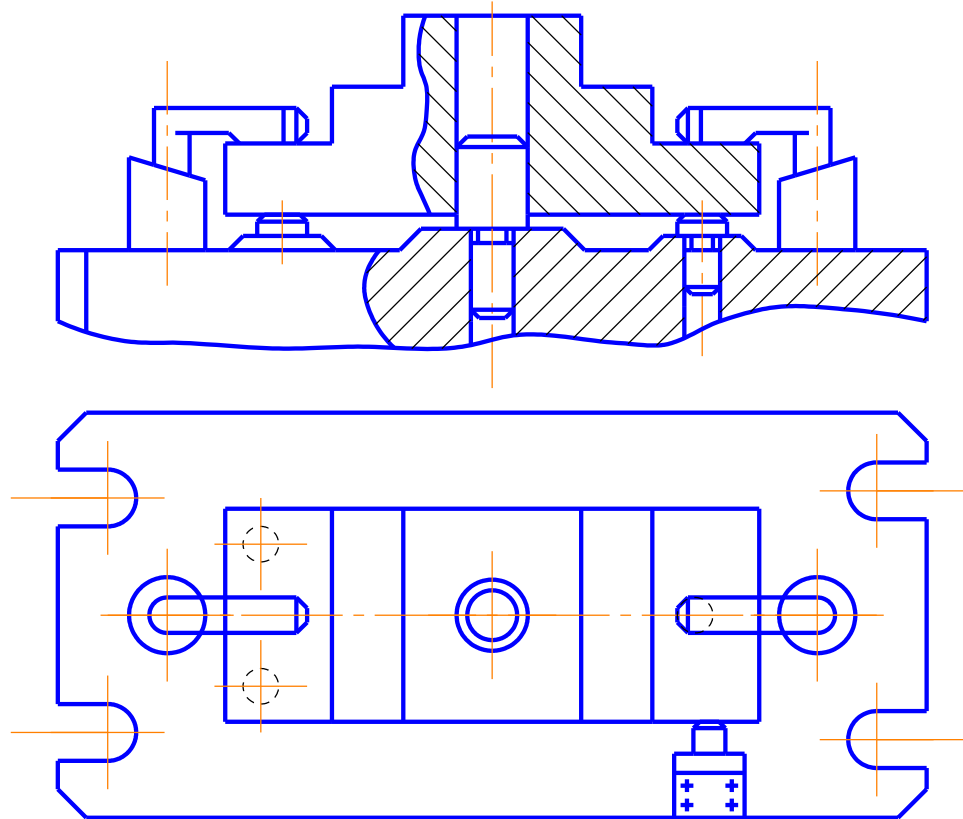
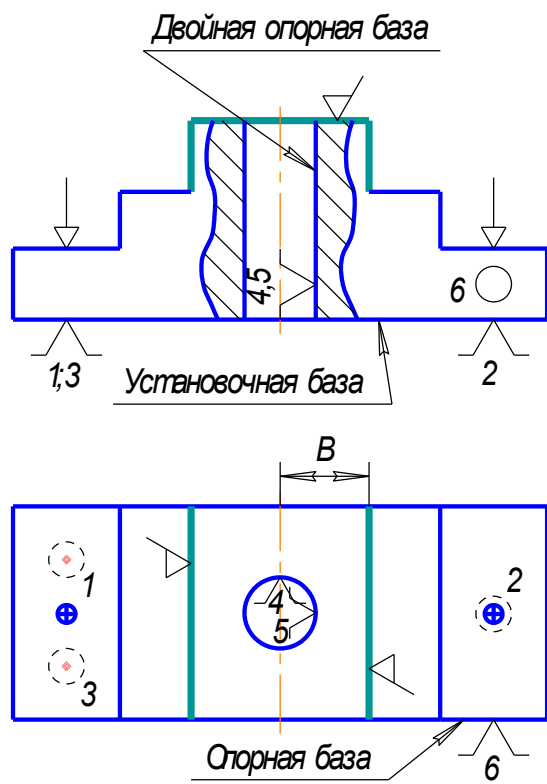
| | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------|-------------|---------------|
| | | | | | <i>КУРСОВОЙ ПРОЕКТ</i> | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | |
| <i>Разраб.</i> | | | | | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i> | | | | | | 3 | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | <i>СПДТК</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | | | | | | |
| <i>Утверд.</i> | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

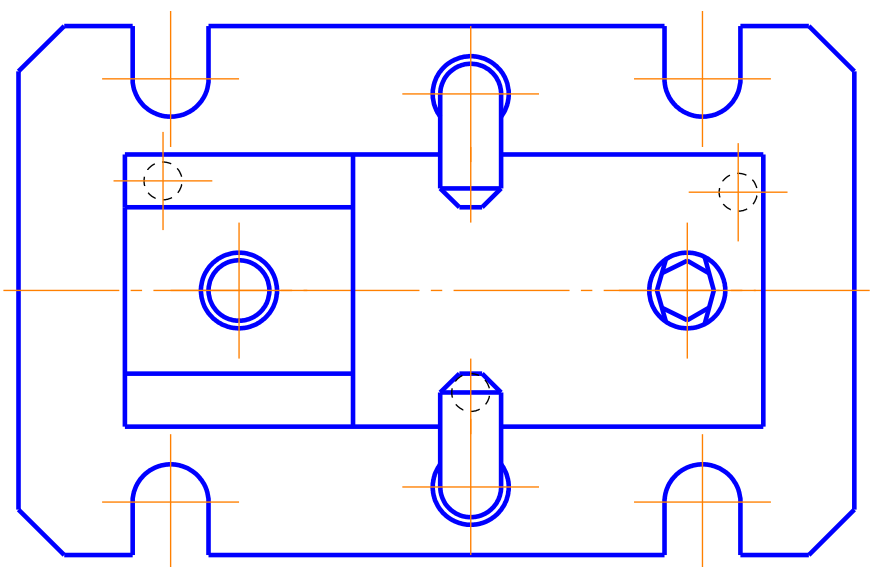
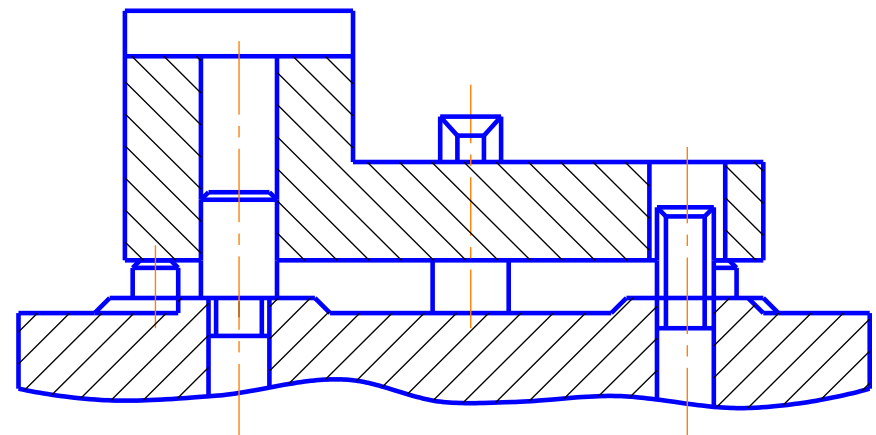
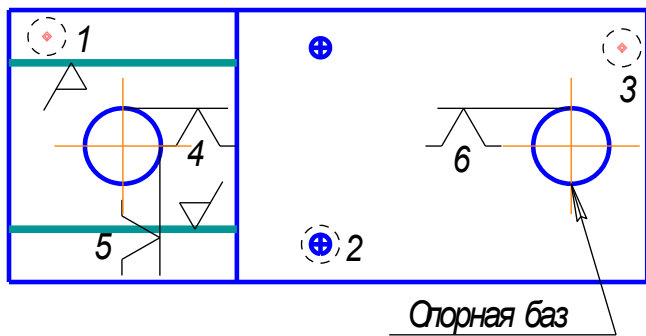
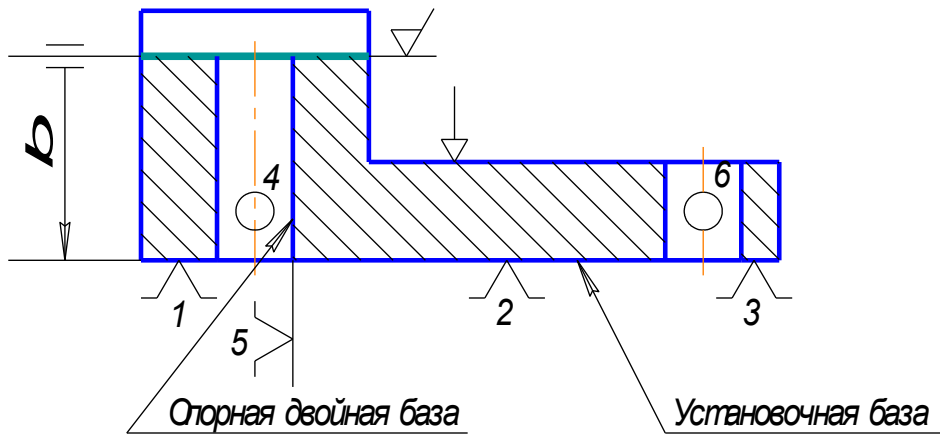
Примеры выполнения схем базирования и схем установки

| | |
|---|--|
| <p>Способы установки и базирования заготовок</p> <p>По плоскости основания и двум боковым сторонам</p>  <p>Установочная база</p> | <p>Пример возможной реализации схемы базирования</p>  |
|  <p>Опорная база</p> <p>Направляющая база</p> |  |

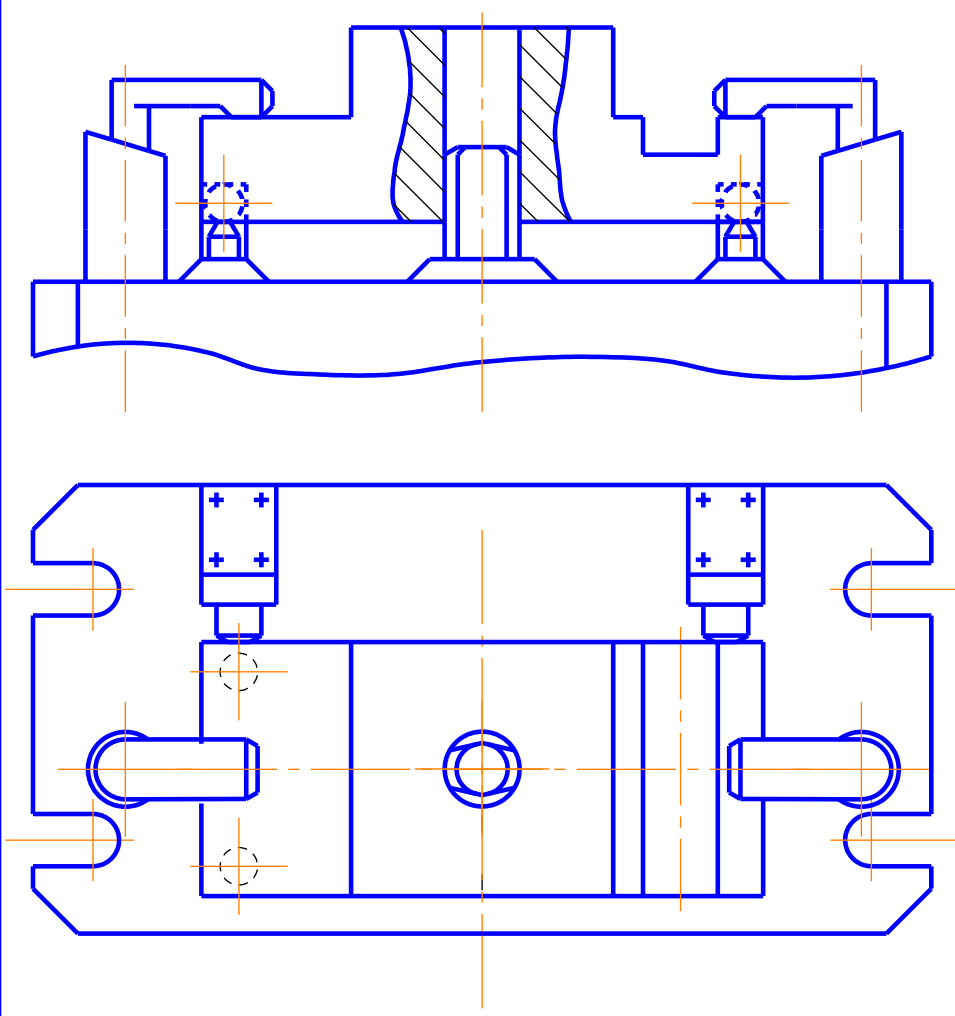
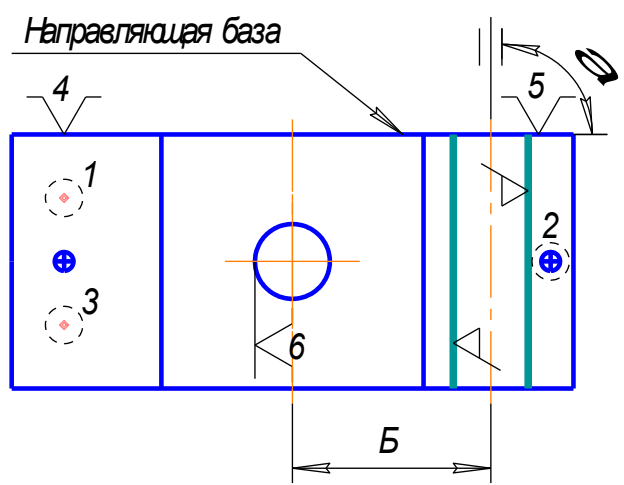
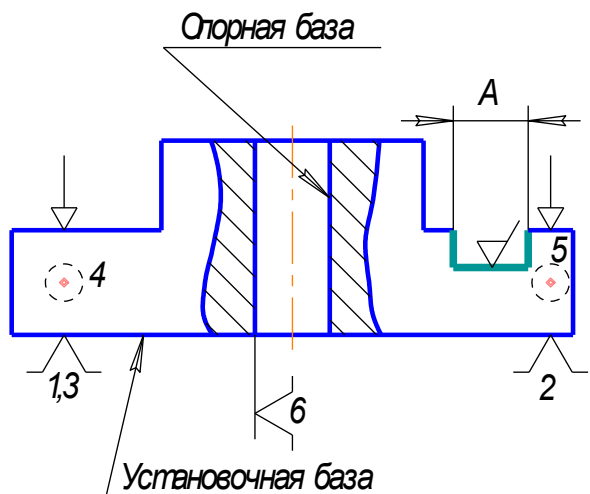
По плоскости основания, боковой поверхности и
отверстию (с использованием короткого пальца)



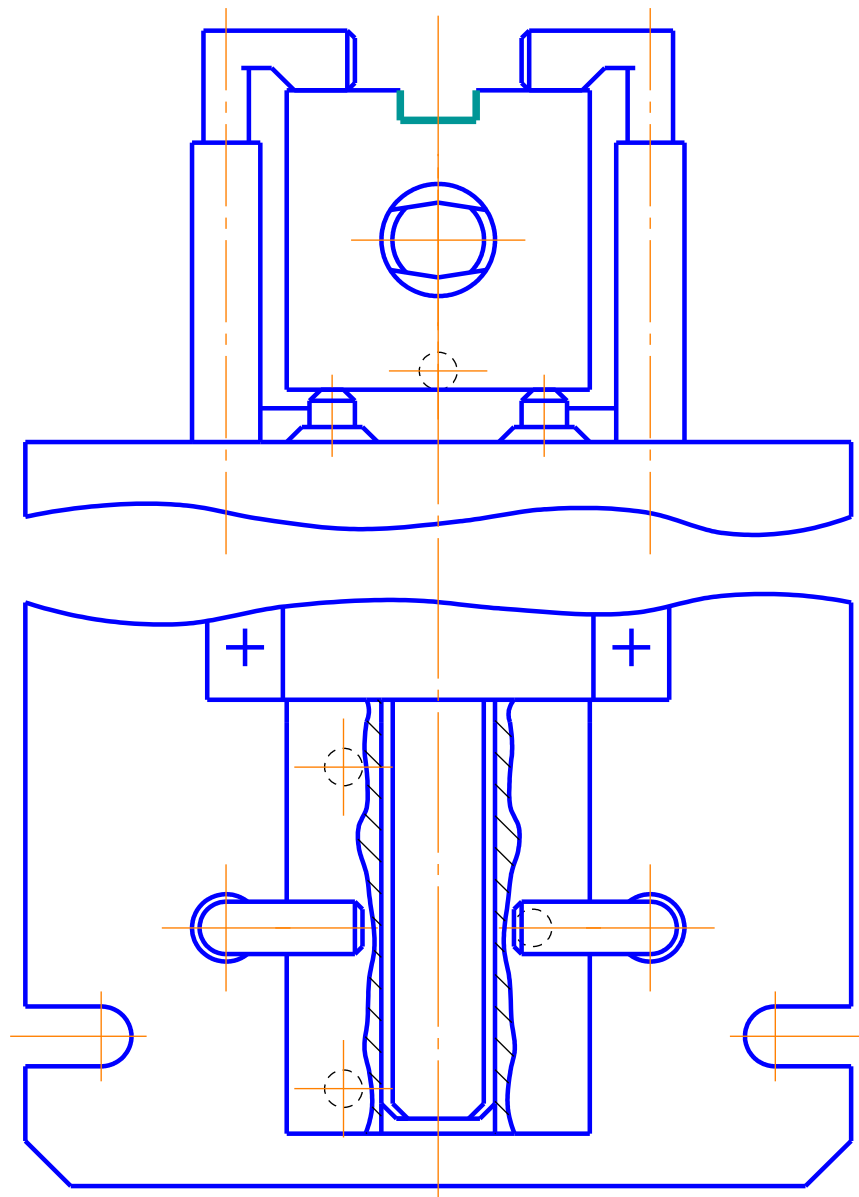
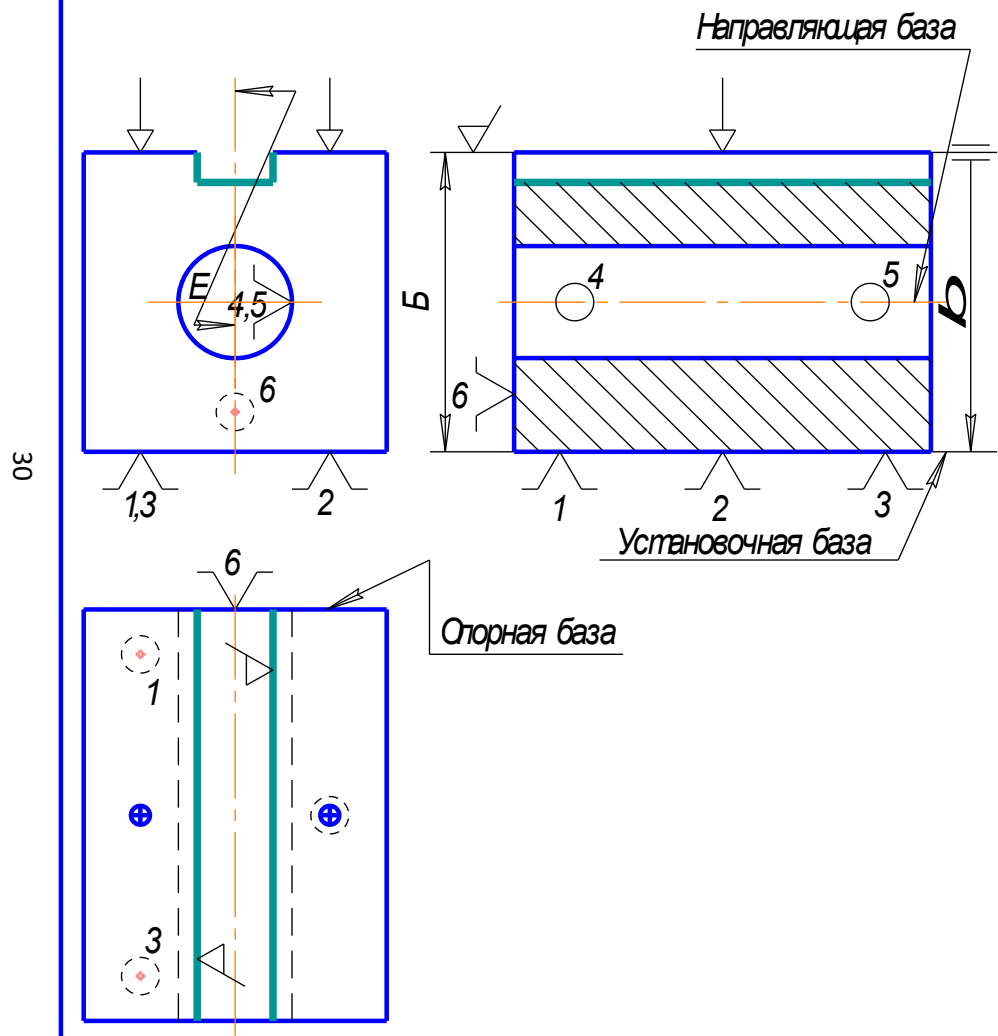
Г_б плоскости и двум отверстиям (с использованием цилиндрического и срезанного коротких пальцев)



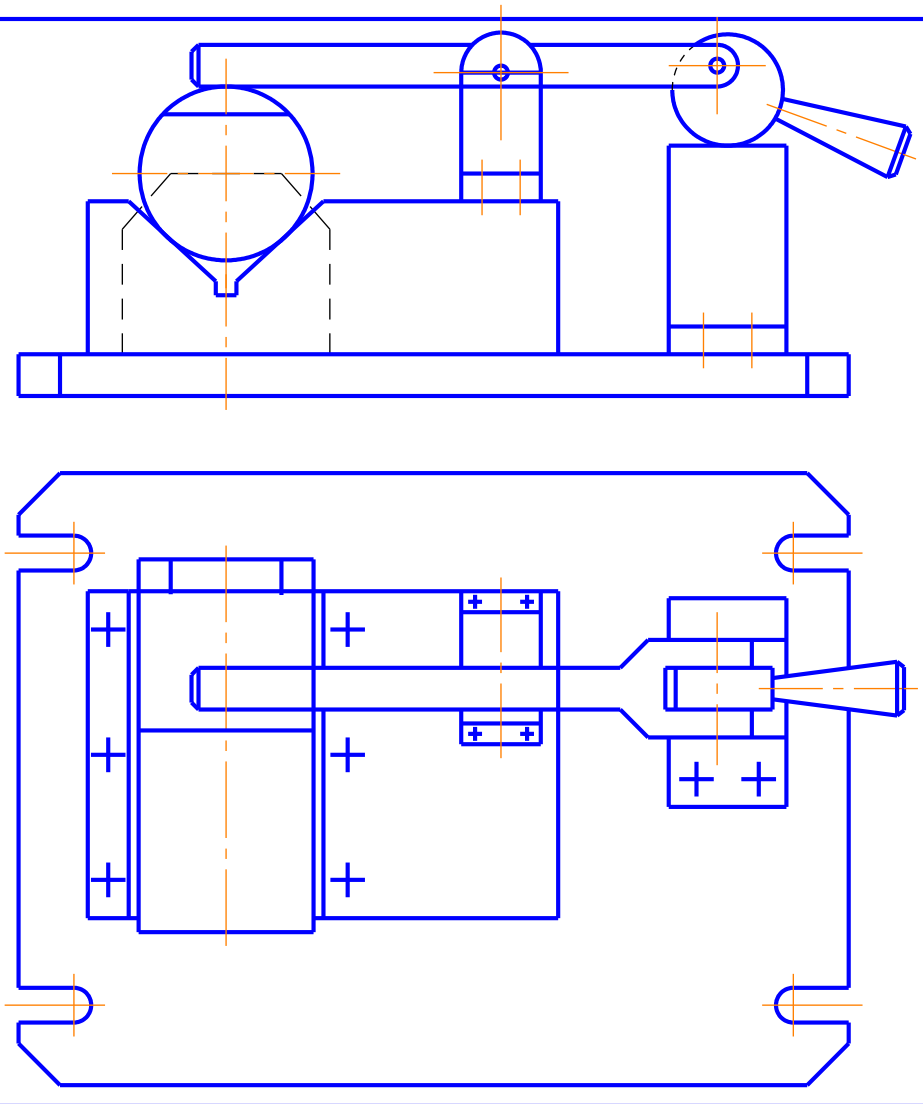
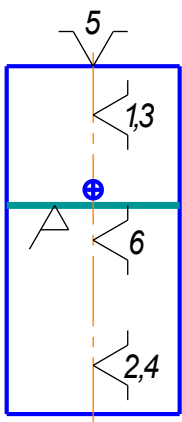
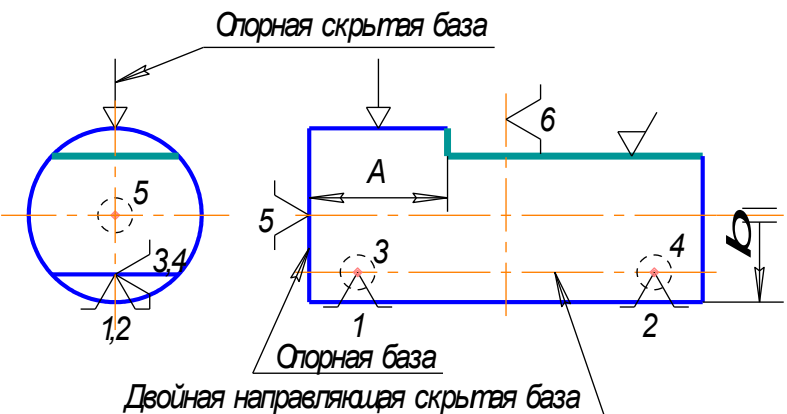
По плоскости основания, боковой поверхности и отверстию (с использованием срезанного короткого пальца)



По плоскости основания, боковой поверхности и
отверстию (с использованием срезанного длинного пальца)

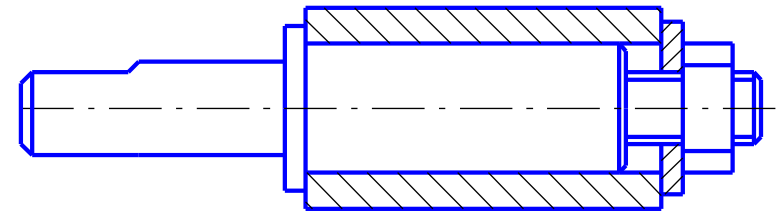
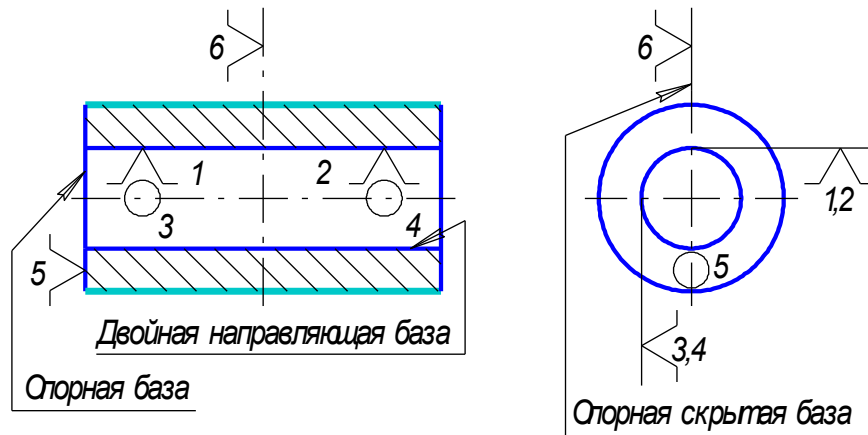


По внешней цилиндрической и торцевой поверхности
(с использованием длинной призмы)

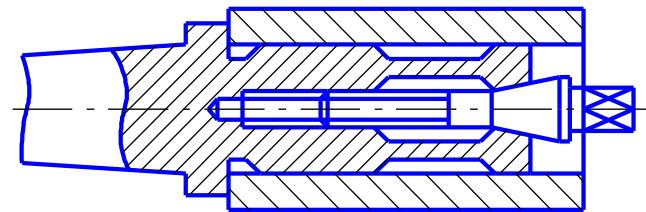
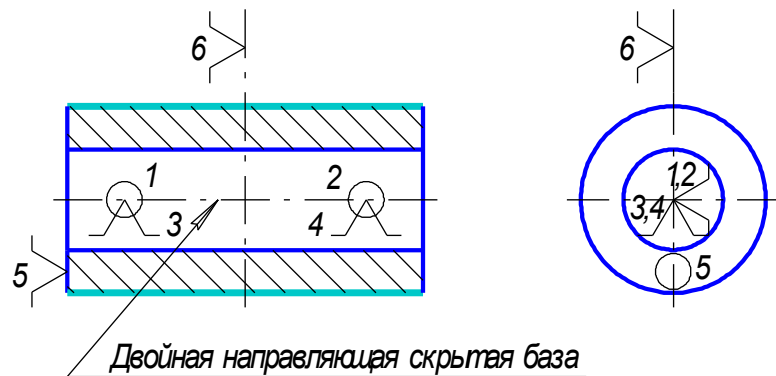


Г_б внутренней цилиндрической и торцевой поверхности

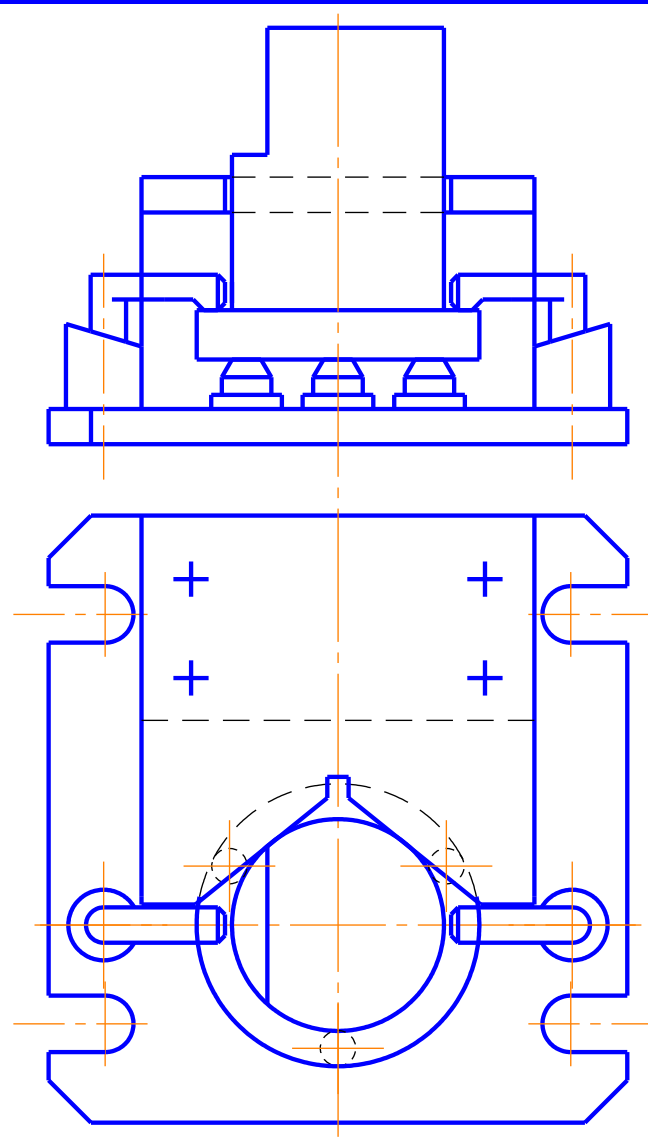
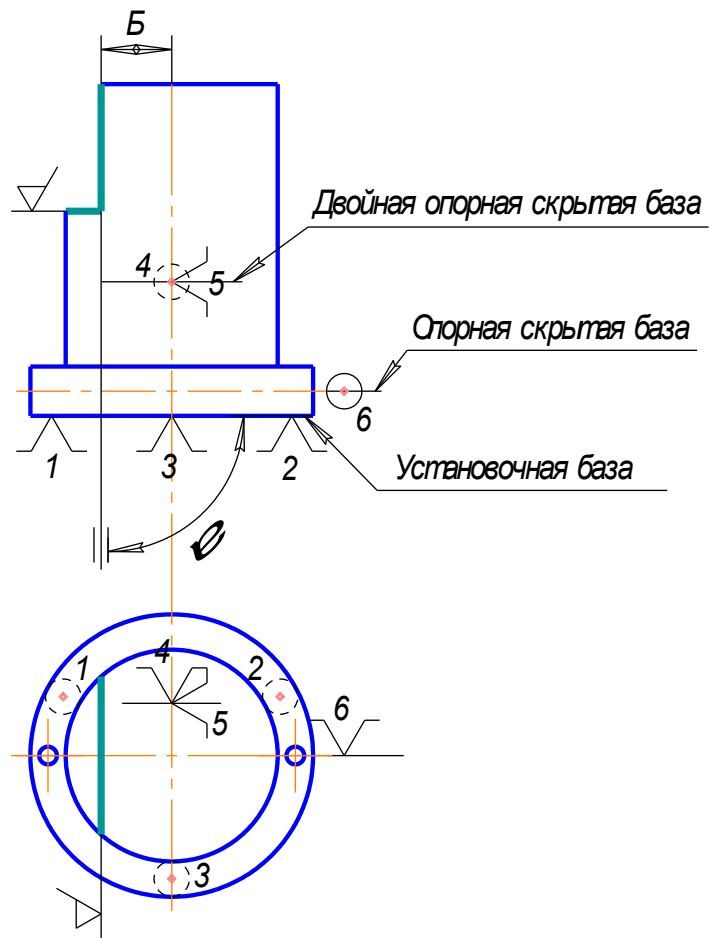
а) при установке на цилиндрическую оправку с зазором



б) при установке на разжимную оправку без зазора



По внешней цилиндрической поверхности и перпендикулярной к её оси плоскости (с использованием короткой призмы)



Приложение Д

Расчет погрешности базирования при установке заготовок по двум отверстиям.

Расчет погрешности базирования при установке заготовок по двум отверстиям позволяет установить величину наибольшего угла смещения-перекоса.

$$\operatorname{tg}\alpha=(S_{\max 1}+S_{\max 2})/2L \quad (\text{Д.1})$$

где α – наибольший возможный угол поворота заготовки в градусах вследствие наличия зазора между базовыми отверстиями и установочными пальцами;

S_{\max} – наибольший зазор в соединении отверстия и пальца соответственно в каждом из двух соединений, мм.

$$S_{\max}=\text{Дотв.}\max-\text{дпал.}\min \quad (\text{Д.2})$$

где $\text{дпал.}\min$ – наименьший предельный размер пальца, мм;

$\text{Дотв.}\max$ – наибольший предельный размер отверстия заготовки, мм

L – расстояние между центрами отверстий (пальцев), мм

Диаметр верхней (посадочной) части пальцев выполняется по посадке Н7/г6 или Н8/ф9.

Поле допуска г6 применяется при установке ля более точных, а ф9 – для менее точных работ. Установочные пальцы изготавливают по ГОСТ 12209-66, 12210-66.

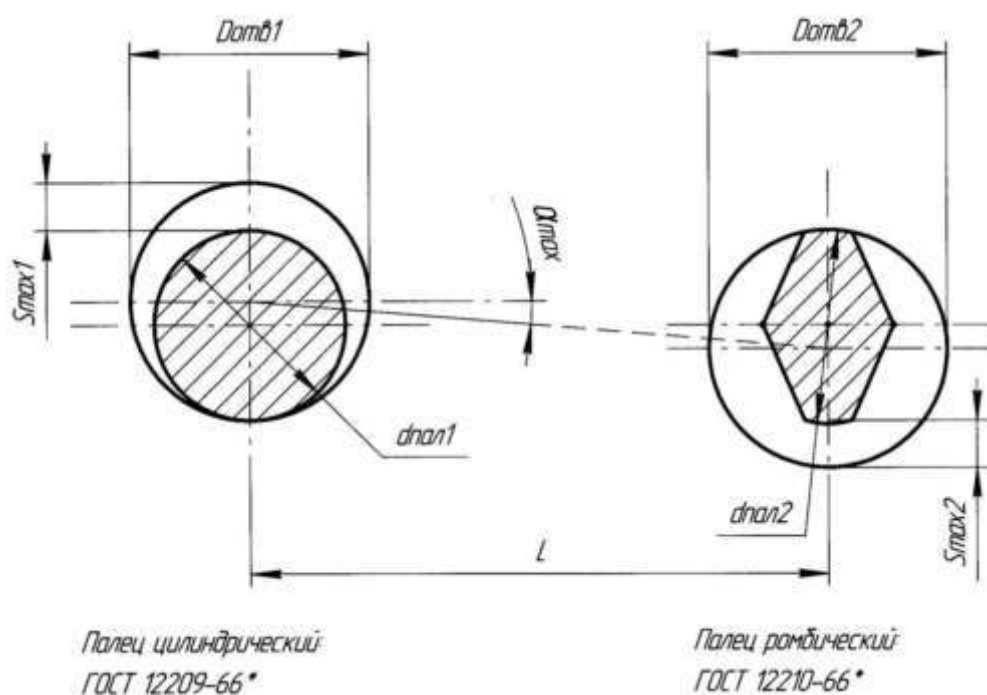


Рисунок Д.1

Пример.

Определить наибольшую угловую погрешность при установке обрабатываемой детали по двум отверстиям, если за установочные базы принять два отверстия диаметром: $D_1=50H7$, $D_2=12H7$. Установка производится на два установочных пальца: цилиндрический и срезанный (ромбический) с соответствующими посадочными диаметрами 50g6 и 12g6, $L=96$ мм.

Решение.

Определяем наибольший зазор в соединении отверстия $12H7^{+0,018}$ с пальцем 12g6 (-0,006; -0,017)

$$S_{\max 1} = 12,018 - 11,983 = 0,035 \text{ мм}$$

Определяем наибольший зазор в соединении отверстия $50H7^{+0,025}$ с пальцем 50g6 (-0,009; -0,050)

$$S_{\max 2} = 50,025 - 49,975 = 0,05 \text{ мм}$$

Определяем наибольшее угловое смещение:

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,085 / 2 * 96 = 0,00133$$

Определяем возможный перекосяк и наибольшую угловую погрешность. Угловая погрешность $\alpha = 4'$.

Смещение α_{\max} должно быть не больше допустимого углового смещения $\alpha_{\text{доп}}$, назначаемого из условия точности обработки $\alpha_{\max} \leq \alpha_{\text{доп}}$.

$\alpha_{\max} = 4$; $\alpha_{\text{доп}} = 5$; условие выдержано.

Приложение Е

Определение допуска на расстояние между осями отверстий в кондукторе

Конструируется кондуктор для развертывания двух отверстий $D=30H8^{+0,033}$, межцентровое расстояние $L=150\pm 0,08$ мм. (рисунок Е.1)

Допуск на координаты кондукторных втулок обычно составляет

$$ITL_n = (0,2 - 0,5)ITL_g \quad (E.1)$$

где ITL_g – допуск на расстояние между обрабатываемыми отверстиями.

Допуск на координаты кондукторных втулок для обработки отверстий на проход под винты, болты и резьбу обычно $\pm 0,05 - \pm 1$ мм.

Если допуск ITL на координаты обрабатываемых отверстий меньше 0,1 мм, то допуск на координаты кондукторных втулок [4]

$$ITL_n \leq 0,8ITL_g - 0,25(S1_{max} + S2_{max} + S3_{max} + S4_{max} + \Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3 + \Delta 4) \quad (E.2)$$

где $S1_{max}$ и $S2_{max}$ – максимальные зазоры между сменными кондукторными втулками и отверстиями для них;

$S3_{max}$ и $S4_{max}$ – максимальные зазоры между кондукторными втулками и режущими инструментами;

$\Delta 1$ и $\Delta 2$ – допуски радиального биения отверстий под сменные кондукторные втулки;

$\Delta 3$ и $\Delta 4$ – допуски радиального биения сменных кондукторных втулок ($\Delta 3$ и $\Delta 4$ не более 0,007 мм для диаметров до 50 мм и не более 0,01 мм для диаметров свыше 50 мм).

Если значение ITL_n , полученное по формуле (2), окажется меньше 0,01 мм, то допуск G7 на диаметр отверстия кондукторной втулки заменяют полем допуска по G6, посадку H7/g6 сменной кондукторной втулки заменяют на посадку H6/g5 или обеспечивают индивидуальную пригонку кондукторной втулки с зазором 0,002 – 0,005 мм.

Решение.

- 1) Диаметр развертки 30 (+0,022; - 0,013) мм /4, табл. 37 с.564/
 $d_{разв.min} = 30,013$ мм
- 2) Диаметр отверстия кондукторной втулки с полем допуска G7 составляет 30 (+0,050; +0,029) мм /4, табл. 38, с. 564/
Максимальный диаметр отверстия втулки $D_{отв.max} = 30,050$ мм.
- 3) Максимальный зазор между разверткой и отверстием кондукторной втулки
 $S3 = S4 = D_{отв.max} - d_{разв.min} = 30,050 - 30,013 = 0,037$ мм

- 4) Пользуясь ГОСТ 18431-73 на сменные кондукторные втулки, находим, что номинальный наружный диаметр втулки для установки в промежуточную втулку равен 40 мм /4, т 155, с 260/
- 5) Принимаем посадку втулки в отверстие промежуточной втулки 40H7/g6.
- 6) Максимальное значение диаметра 40H7 отверстия под втулку составит 40,025 мм.
- 7) Минимальное значение наружного диаметра 40g6 (-0,009; -0,025) составит 39,975 мм.
- 8) Максимальные зазоры между сменной втулкой и отверстием промежуточной втулки $S1_{max}=S2_{max}=40,025-39,975=0,05$ мм.
- 9) Назначаем допуски радиального биения отверстий под втулки и самих втулок
Поскольку диаметры меньше 50 мм $\Delta 1=\Delta 2=\Delta 3=\Delta 4=0,007$ мм
- 10) По формуле (2) определяем допуск

$$ITL_n=0,8*0,16-0,25(2*0,37+2*0,05+4*0,07)=0,128-0,051=0,0775 \text{ мм}$$

Вывод: сконструированное приспособление позволяет выдержать заданный допуск на межосевое расстояние, т.е. $0,16 > 0,0775$.

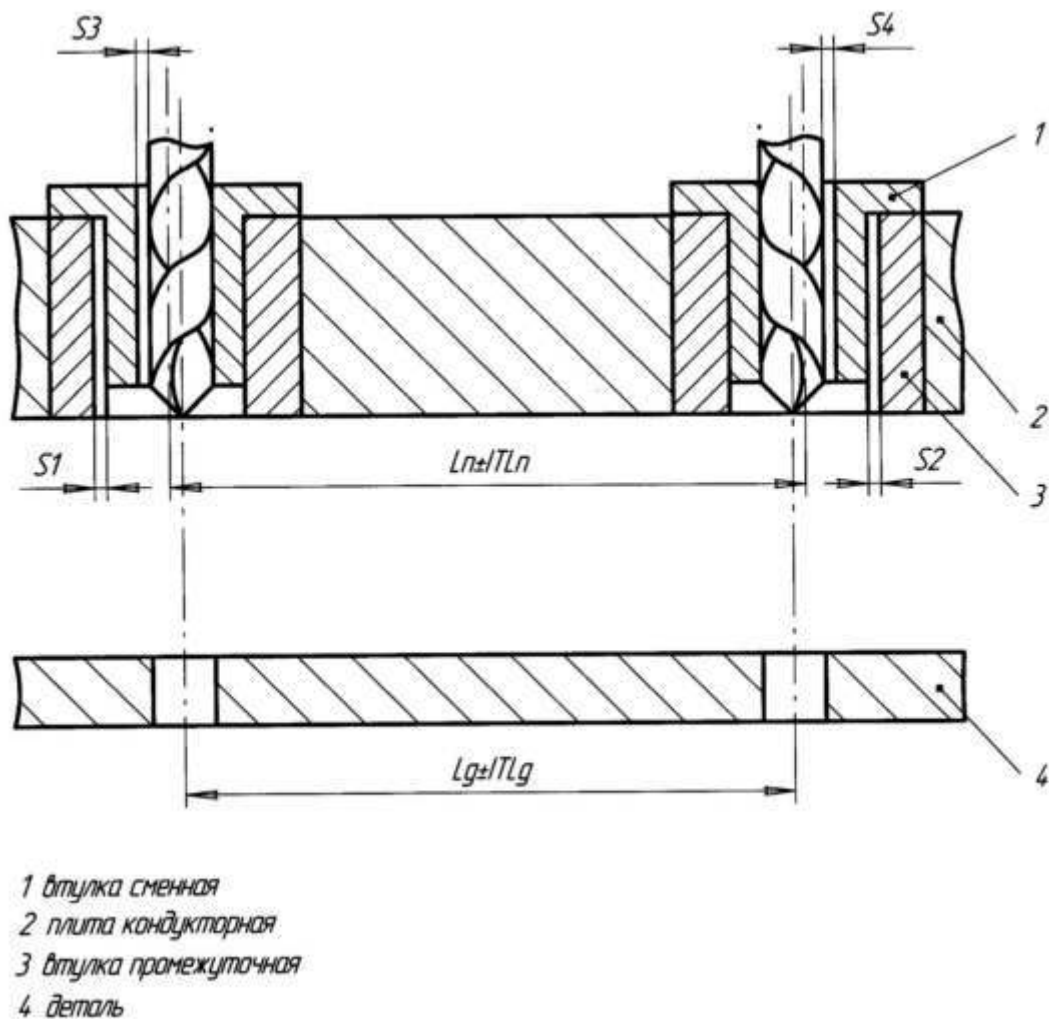
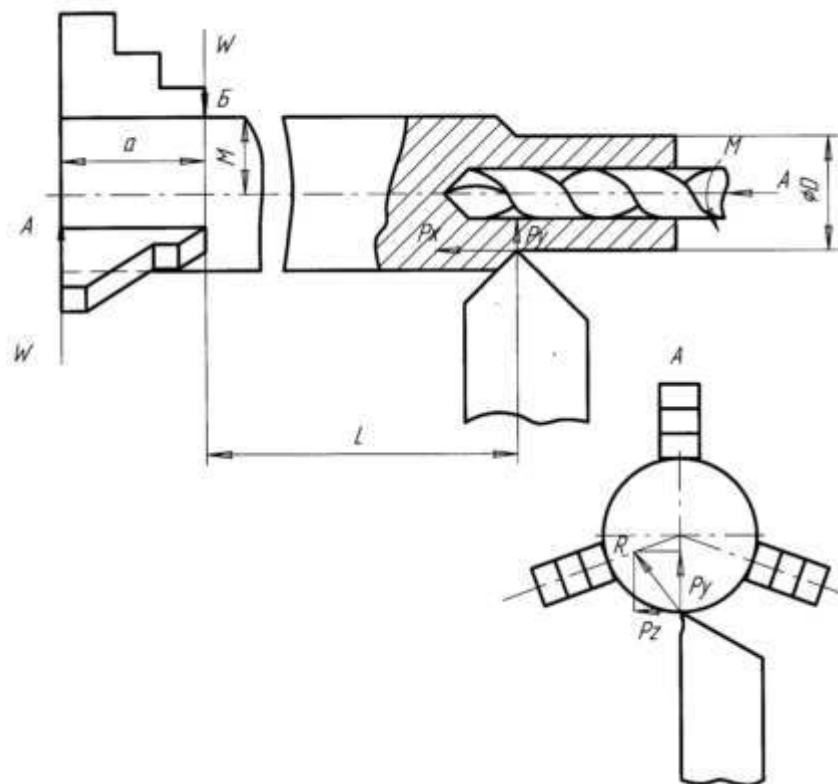


Рисунок Е.1

Приложение Ж

Расчет силы зажима при обработке на токарном станке



Из условия недопустимости перемещения детали вдоль кулачков:

$$W=K(P_0+P_x)/(3f_1) \quad (\text{Ж.1})$$

где K – коэффициент надежности закрепления;

f_1 – коэффициент трения между кулачками и деталью при перемещении детали вдоль кулачков.

Из условия недопустимости проворачивания детали в кулачках:

$$W=K(P_z D/2)/(3f_2 r) \quad (\text{Ж.2})$$

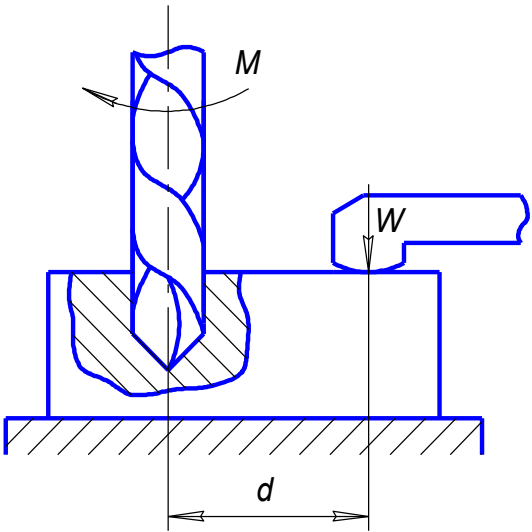
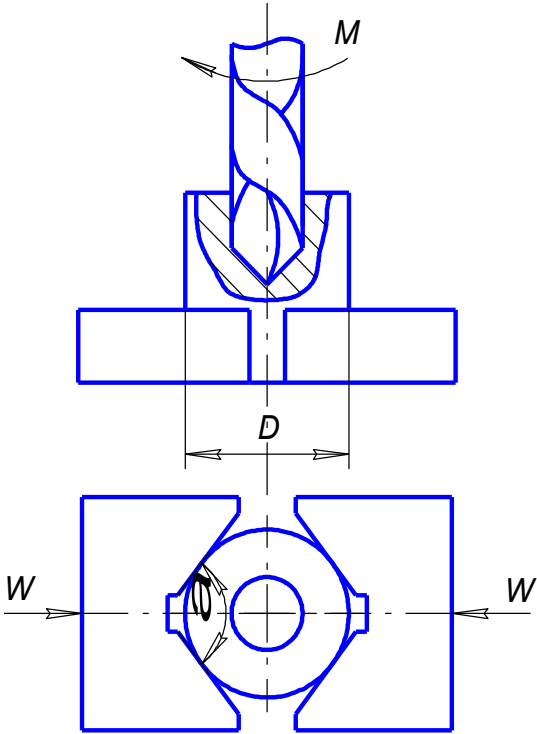
где f_2 – коэффициент трения между кулачками и деталью при проворачивании детали в кулачках;

r – радиус наружной цилиндрической поверхности заготовки;

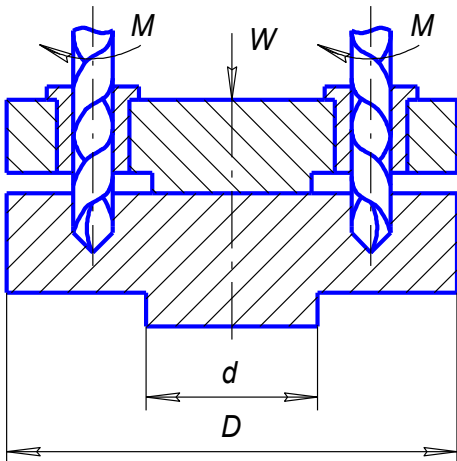
Для расчета зажимного устройства взять наибольшее из значений W .

Приложение 3

Расчет силы зажима на сверлильном станке

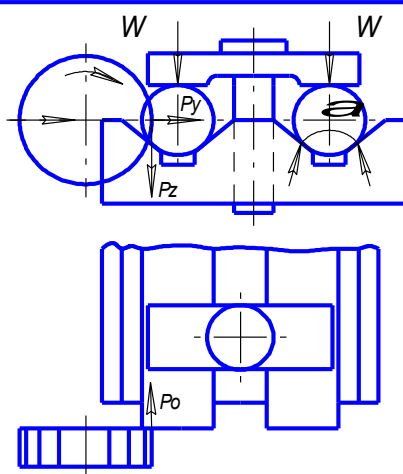
| | |
|--|----------------------------------|
| <p><i>Крепление прихватом</i></p>  | $W = K M k_p / f d$ |
| <p><i>Крепление призмами</i></p>  | $W = K M k_p \sin(\alpha) / f D$ |

Крепление кондукторной плитой



$$W = \frac{KM_{кр} * n}{\frac{1}{3} * f * \left(\frac{D^3 d^3}{D^2 d^2} \right)}$$

W - сила зажима детали;
M_{кр} - крутящий момент на сверле, Н*м;
n - число одновременно работающих свёрл;
f - коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов
 (для гладких поверхностей $f=0,25$;
 с крестовидно нарезанными канавками $f=0,45$);
 α - угол призмы;
K - коэффициент запаса.



$$W = \frac{K}{f} \sin(\alpha) \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2 + P_o^2}$$

W - сила зажима детали;
P_z, *P_y*, *P_x* - составляющие силы резания;
f - коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей
 $f=0,25$; с крестовидно нарезанными канавками $f=0,45$)
K - коэффициент запаса;
n - число прихватов;
 α - угол призмы

Приложение И

Расчет силы зажима на фрезерном станке

| | |
|--|---|
| | $W = K \frac{(Pz \cdot h2 + Py \cdot l)}{h1 + f \cdot l}$ |
| | $W = \frac{K}{f} \sqrt{Pz^2 + Py^2}$ $W0 = W / n$ |

Приложение К

Пример расчета приспособления

Операция: токарная, подрезка торца втулки высотой $H=50$ мм и диаметром $D=120$ мм до диаметра $d=80$ мм. Припуск на обработку (на сторону) $z=2$ мм.

Режимы резания рассчитаны по нормативам на точение и равны $t=z=2$ мм;
 $S=0,33$ мм/об; $V=143$ м/мин; $n=406$ об/мин. Сила резания $P_z=840$ Н.

Для зажима заготовки на данной операции предлагается применить трехкулачковый пневматический патрон (самоцентрирующийся рычажный патрон), осуществляющий зажим от вращающегося пневматического цилиндра двустороннего действия.

Необходимо рассчитать основные элементы патрона и пневмоцилиндра, выбрать и описать их конструкцию и технические требования к ним.

Порядок расчета патрона и пневмоцилиндра

Определяем силу зажима Q привода для зажима обрабатываемой заготовки, т.е. силу передаваемую штоком пневмоцилиндра:

$$Q=W_0 n K_1 (1+3f_1 l/l_1) a/b \quad (K.1)$$

где W_0 – требуемая сила зажима на каждом кулачке:

$$W_0=K P_z \sin(\alpha/2) D_1/nfD \quad (K.2)$$

где n – количество кулачков ($n=3$);

$K_1=1,05$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

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

l_1 – длина направляющей части кулачка (при зажиме заготовки диаметром $D=120$ мм в патроне с наружным диаметром 250 мм, $l_1=65$ мм);

$f_1=0,1$ – коэффициент трения в направляющих кулачка;

a и b – плечи рычага привода до оси штока (конструктивно $a=20$ мм и $b=100$ мм);

$P_z=840$ Н – сила резания;

$\alpha=90^\circ$ – угол призмы кулачка (при радиусных кулачках $\sin\alpha/2=1$);

D_1 – диаметр обрабатываемой поверхности (при подрезке торца $D_{1max}=120$ мм);

f – коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (с гладкой поверхностью $f=0,25$, с кольцевыми канавками $f=0,35$, с крестообразными канавками $f=0,45$, с зубьями параллельно оси патрона $f=0,8$);

принимаем $D=120$ мм – диаметр зажимной поверхности;

К – коэффициент запаса, определяется применительно к конкретными условиям обработки.

Из табл. 1 и табл. 2 выписываем значения коэффициентов, входящих в формулу (1):

$$K_0=1,5; K_1=1,0; K_2=1,2; K_3=1,0; K_4=1,0$$

получаем

$$K=1,5*1,0*1,2*1,0*1,0=1,8$$

Подставив цифровое значение величин в формулу (1) и (2) получим

$$W_0=1,8*840*1*120/3*0,35*120=1440 \text{ Н}$$

$$Q=1440*3*1,05(1+3*40/65*0,1)20/100=1180 \text{ Н}$$

Передаваемая штоком сила Н в пневмоцилиндрах двустороннего действия равна:

$$Q=\pi(D^2)r\eta/4$$

где D – диаметр поршня пневмоцилиндра, м;

r – давление воздуха в сети, МПа (принимаем r=39,9 МПа)

η – 0,85 – к.п.д

Так как значение силы известно, определяем диаметр поршня пневмоцилиндра и выбираем ближайший больший размер пневмотического вращающегося цилиндра по формуле (4).

$$D=\sqrt{Q*4/\pi r\eta} \quad (4)$$

$$D=78,5 \text{ мм}$$

Выбираем ближайший больший цилиндр с диаметром D–100 мм.

Основные технические требования, предъявляемые к пневмоцилиндрам, выбирают по справочной литературе.

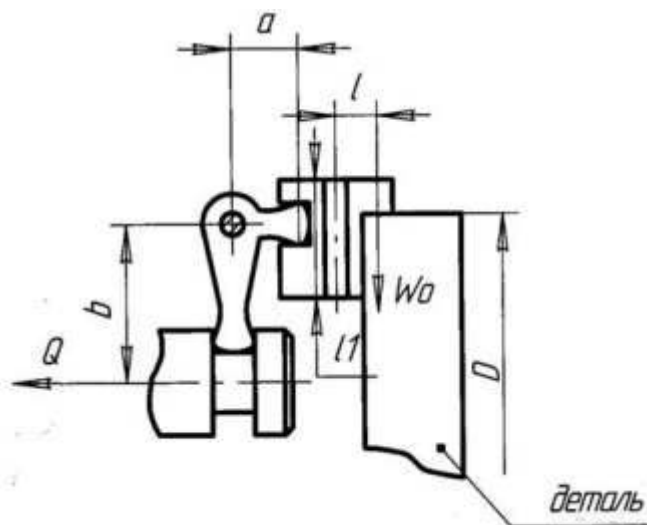


Рисунок К.1- Схема установки



Комитет по образованию
Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Санкт-Петербургский технический колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБПОУ СПбТК
_____ А.В.Бурасовский
« 31 » августа 2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ПМ.01. «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»
МДК.01.01. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

для студентов 4 курса очной формы обучения
по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Санкт-Петербург, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... | 3 |
| 1.1. Место курсового проекта в учебном плане подготовки специалистов..... | 3 |
| 1.2. Цель и задачи курсового проекта | 3 |
| 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА | 9 |
| 2.1. Общая часть..... | 10 |
| 2.2. Технологическая часть..... | 14 |
| 2.3 Техника безопасности и охрана окружающей среды..... | 24 |
| 3. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 25 |
| 4. ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 26 |
| Приложение 1..... | 26 |
| Приложение 2..... | 29 |
| Приложение 3..... | 30 |
| Приложение 4..... | 32 |

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО), требованиями рабочих учебных планов ГБПОУ СПБТК по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» (базовая подготовка).

Целью методических указаний является ознакомление студентов:

- с последовательностью работы над курсовым проектом
- с требованиями, предъявляемыми к содержанию курсового проекта
- с требованиями, предъявляемыми к оформлению пояснительной записки, графической части, комплекта технологической документации.

В методических указаниях изложены состав и последовательность этапов выполнения основных разделов выпускной квалификационной работы.

1.1. Место курсового проекта в учебном плане подготовки специалистов

Курсовой проект представляет собой самостоятельную и логически завершенную работу, связанную с решением задач тех видов деятельности, к которым готовится выпускник:

- разработка технологических процессов изготовления деталей машин;
- участие во внедрении технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля;
- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих; и является заключительным этапом обучения студентов по специальности «Технология машиностроения».

Выполнение курсового проекта является комплексной проверкой подготовки студентов к работе на предприятиях машиностроительного комплекса. Защита курсового проекта проводится с целью выявления соответствия уровня и качества подготовки выпускников ФГОС СПО в части государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников и дополнительным требованиям колледжа по специальности «Технология машиностроения» и готовности выпускника к профессиональной деятельности.

1.2. Цель и задачи курсового проекта

Целью выполнения курсового проекта является:

- систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и практических умений, использование их при решении профессиональных задач;
- приобретение навыков самостоятельной творческой работы, связанной с решением конкретной производственной задачи, обусловленной темой дипломного проектирования;
- определение уровня сформированности профессиональных и общих компетенций.
- комплексная проверка подготовки выпускников колледжа к работе на предприятиях машиностроительного комплекса.

В процессе подготовки курсового проекта студент должен решить следующие задачи:

- обосновать актуальность выбранной темы, ее соответствие современным требованиям науки и производства с учетом реальных задач предприятия, работающего в условиях рыночной экономики, где быстрота реализации принятых решений играет главенствующую роль;
- практическое решение вопросов по рассматриваемой в курсовом проекте проблематике, с использованием ЭВМ становится возможным решение проблемы автоматизации разработки технологических процессов и проектирования средств технологического оснащения;
- оформить курсовой проект в соответствии с указанными требованиями.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.

Порядок формирования папки курсового проекта:

1. Титульный лист (не нумеруется)
2. Задание на курсовой проект.
3. Аннотация (не нумеруется)
4. Оглавление (начинается нумерация с 3 листа), включает в себя содержание пояснительной записки по теме дипломного проекта.

Для выполнения пояснительной записки по технологической тематике курсового проекта может быть предложено следующее содержание:

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

- 1.1. Описание конструкции и условий эксплуатации детали.
- 1.2. Анализ технологичности детали.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1. Обоснование заданного типа производства.
- 2.2. Выбор и обоснование метода получения заготовки и расчет заготовки с чертежом заготовки.
- 2.3. Разработка проектируемого технологического процесса.
 - 2.3.1. Технические условия на изготовление детали и методы их обеспечения.
 - 2.3.2. Выбор технологического оборудования и технологической оснастки.
 - 2.3.3. Разработка маршрутного технологического процесса.
- 2.4. Разработка операционного технологического процесса.
 - 2.4.1. Определение операционных припусков и межоперационных размеров.
 - 2.4.2. Обоснование выбора баз.
 - 2.4.3. Расчет режимов резания и норм времени.

3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

ВВЕДЕНИЕ

Введение обязательно должно быть увязано с темой дипломного проекта, содержать краткое изложение дипломного задания, обоснование важности и актуальности выбранной темы. Во введении отмечаются основные цели и мероприятия, связанные с дальнейшим повышением технического уровня производства, экономией использования основных материалов, механизацией и автоматизацией производства, разработкой прогрессивных технологических процессов, улучшением качества продукции и влиянием этих факторов на технико-экономические показатели проекта. Введение не должно превышать двух страниц текста.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

1.1. Описание конструкции и условий эксплуатации детали.

1.1.1. Назначение и конструкция детали.

Описываются: наименование детали, ее номер, в какой узел входит, назначение в узле, каким подвергается нагрузкам.

1.1.2. Технические требования.

К ним относятся требования к детали, записанные на чертеже, описании изделия или непосредственно вытекающие из взаимной связи ее поверхностей точности размеров и формы. Например, если на чертеже или в технических условиях не указаны:

- допускаемые отклонения от формы детали, то они принимаются в пределах допуска на размер соответствующих поверхностей;
- несоосность отверстий, лежащих на одной оси – принимается в пределах допуска на меньший диаметр и т.п.

Технические требования наряду с конструкцией детали, определяют порядок и методы механической обработки.

Пример. Технические требования.

Несоосность отверстия диаметром 80мм и диаметром 50мм допускается в пределах половины допуска на отверстие диаметром 50мм.

Биение торца диаметром 200/120мм относительно оси – не более 0.05мм.

Твердость поверхностей детали – HB 170...229.

1.1.3. Материал детали.

В пояснительной записке следует дать характеристику материала, показать его химический состав, физико-механические свойства, технологические свойства. Этот анализ необходим для выбора метода получения заготовки, материала режущей части инструментов и определения режимов резания.

Таблица 1 Химический состав, в %

| Углерод С | Кремний Si | Марганец Mn | Фосфор P | Хром Cr | Никель Ni | Сера S |
|--------------|---------------|----------------|-------------|------------|--------------|-----------|
| | | | | | | |

Таблица 2 Механические свойства

| Твердость по Бринелю | Предел прочности при растяжении | Предел прочности при изгибе | Предел текучести | Относительн ое удлинение | Относительн ое сужение |
|-------------------------|--|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HB | σ_B в МПа | $\sigma_{изг}$ в МПа | σ_T в МПа | δ % | ψ % |
| | | | | | |

1.2. Анализ технологичности детали.

Технологичная конструкция позволяет экономить затраты труда, повышать точность, использовать высокопроизводительное оборудование, оснастку и инструменты, экономить энергию. Чем более технологичной оказывается конструкция, тем совершеннее и дешевле будет ее производство.

Согласно стандартам ЕСТПП 14.201-83 и др. технологичность детали оценивается следующими коэффициентами:

1. Коэффициент унификации конструкции элементов детали

$$K_{уэ} = Q_{уэ}/Q_{э} \quad (1.1)$$

где $Q_{уэ}$ – число унифицированных типоразмеров и конструктивных элементов (резьбы, отверстия, фаски, шлицы, зубья и т.п.)

$Q_{э}$ – общее число типоразмеров конструктивных элементов в изделии.

При $K_{уэ} > 0.6$ деталь относится к технологичным.

2. Коэффициент точности K_t .

$$K_t = 1 - 1/A_{ср} \quad (1.2)$$

где $A_{ср}$ – средний квалитет точности обработки

При $K_t < 0.8$ деталь относится к весьма точным изделиям.

3. Коэффициент шероховатости $K_{ш}$.

$$K_{ш} = 1/B_{ср} \quad (1.9)$$

$$B_{ср} = \frac{1 * n_1 + 2 * n_2 + 3 * n_3 + \dots + 12 * n_{12}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12}} \quad (1.3)$$

где $B_{ср}$ – средний класс шероховатости (ГОСТ 2789-73) -

n_1, n_2, \dots, n_i – число поверхностей соответствующего класса шероховатости.

При $K_{ш} < 0,16$ изделие относится к труднообрабатываемым.

Данные для расчета коэффициентов технологичности сведены в таблице №3.

Таблица 3 Таблица для расчета коэффициентов технологичности детали «Корпус»

| № | Наименование поверхности | Квалитет | Параметр шероховатости Ra | Вид обработки | Степень унификации |
|---|--|----------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| 1 | Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 50h9$ | 9 | 2,5 | точение черновое чистовое | унифицир. |
| | | | | | |

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

2.1. Обоснование заданного типа производства.

В машиностроении различают три типа производства: массовое, серийное, единичное (ГОСТ 14.004-83).

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций:

$$K_{зo} = O/P \quad (2.1)$$

где O – число различных технологических операций, выполняемых в течении месяца,

P – число рабочих мест.

В массовом и крупносерийном производстве $1 < K_{зo} < 10$, в серийном $10 < K_{зo} < 20$, в мелкосерийном $20 < K_{зo} < 40$.

Тип производства оказывает влияние на выбор оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструментов. В массовом производстве, где оборудование полностью загружено изготовлением однотипных деталей и $K_{зo} = 1$, используются автоматические линии и станки, специальные приспособления, измерительные и режущие инструменты и т.п.

В крупносерийном производстве должны преобладать полуавтоматические и автоматизированные станки и приспособления.

В среднесерийном производстве и мелкосерийном производстве преобладают универсальные станки, оснащенные специализированными приспособлениями. Используются станки с программным управлением и промышленные роботы, а также специализированные станки.

Выполняя этот пункт пояснительной записки, дипломник должен указать значение K_{30} и дать характеристику используемого оборудования, кроме того, указать величину партии деталей и характер организации производства. Количество деталей партии, одновременно запускаемых в производство, устанавливается с таким расчетом, чтобы оправдать расходы по переналадке оборудования и обеспечить выпуск деталей равными частями в течении года. Формула для расчета и размер партии приводятся в организационно-экономической части проекта.

2.2. Выбор и обоснование метода получения заготовки.

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, а также заготовки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки.

Содержание и последовательность действий при выборе метода получения заготовки:

2.2.1. Рассматривают два метода получения заготовок. При этом исходят из опыта завода, где изготавливается заданная деталь, кроме того, следует учесть тип производства, марку материала и конфигурацию детали и другие технические требования на изготовление детали.

2.2.2. Назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовок по нормативным таблицам. Выбор припусков на механическую обработку штампованных заготовок осуществляется по ГОСТ 7505-89, литых по ГОСТ 2665-85.

2.2.3. Рассчитывают размеры заготовок. Для расчета размеров заготовки табличные значения припусков на механическую обработку прибавляют к наружным размерам готовой детали подлежащим обработке. Для определения внутренних размеров заготовки – припуски вычитают.

2.2.4. Выбирают отклонения размеров заготовок и определяют размеры и отклонения заготовок. Отклонения на размеры заготовок приводятся в соответствующих таблицах выше указанных ГОСТов «Припуски на механическую обработку».

2.2.5. Выполняют эскизы заготовок с указанием размеров и отклонений.

2.2.6. Производят расчет массы заготовок. Масса заготовки (детали) сложной конфигурации устанавливается путем определения массы отдельных простейших геометрических фигур, из которых состоит заготовка (деталь).

2.2.7. Определяют коэффициент использования материала K_m .

2.2.8. Определяют себестоимость изготовления заготовки выбранных вариантов для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки.

В этом же разделе устанавливается конструкторский и технологический код детали по классификатору ЕСКД (класс 71, 72, 73) и технологическому классификатору.

Пояснения и результаты анализа представлены в таблице № 4.

Таблица 4 Конструкторско-технологический код детали «Втулка»

| Код | Пояснения и результаты анализа |
|-----|--|
| | Конструкторский код детали СПТК 71. 3443.016 |

| | |
|--|---|
| СПТК 71 3 4 4 3 016 | Код организации - разработчика Класс деталей – тела вращения Подкласс деталей с отношением $0.5 < L/D < 2$ Группа деталей без закрытых уступов, ступенчатая односторонняя без наружной резьбы С центральным сквозным отверстием круглым в поперечном сечении Вид: без кольцевыми пазами на торцах, с пазами и шлицами на наружной поверх, с отверстиями вне оси детали Порядковый номер |
| | Технологический код детали 690044 32414116 |
| 6.9.0 04 4 32 4 1 4 1 1 6 | Максимальный наружный диаметр 28 Максимальная длина $L=40$, центрального отверстия Сталь 45, сталь углеродистая с содержанием $C=45\%$ Вид детали по методу изготовления обрабатываемая резаньем Пруток круг не калиброванный Наименьший наружный квалитет $\text{Ø}20\text{k}7$ Наименьший внутренний квалитет $\text{Ø}10\text{h}12$ Наименьшая шероховатость по наружной поверхности $Ra=0.8$ Отклонения форм и расположения поверхностей отсутствуют Без термобработки, с покрытием Масса детали 0.001 |
| | Конструкторско-технологический код детали СПТК. 71. 3443.016 690044 32414116 |

2.3. Разработка проектируемого технологического процесса.

На этом этапе изготовления изделия особое внимание обращают на качество и его важнейший показатель – точность. В 21 веке точность деталей машин выросла почти в 2000 раз. Такого увеличения не наблюдается ни по одному из показателей служебных характеристик. Понятие «точность» относится не только к размеру, но и к форме, взаимному расположению поверхностей, физико-механическим характеристикам деталей и среды, в которой их изготавливают. Важнейшим показателем качества является точность всех параметров изготовления детали. С использованием ЭВМ становится возможным решить проблему автоматизации разработки ТП, обеспечив выполнение всех требований чертежа детали с минимальными затратами труда и издержками производства, используя при этом высокопроизводительное оборудование с ЧПУ

2.3.1. Технические условия на изготовление детали записаны в пункте 1.1.2. В данном разделе необходимо описать методы обеспечения перечисленных в пункте 1.1.2 требований.

2.3.2. Выбор технологического оборудования и оснастки.

2.3.2.1. Выбор оборудования.

Выбор станков производится исходя из следующих соображений:

- выбранный станок должен обеспечивать выполнение технических требований, предъявляемых к изготовлению детали;
- размеры рабочей зоны станка должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;
- производительность станка должна соответствовать заданной программе выпуска деталей;
- мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести обработку на оптимальных режимах резания с наименьшей затратой времени и наименьшей себестоимостью.

При выборе оборудования предпочтение следует отдавать тем моделям станков, которые оснащены контрольно-измерительными головками для измерения деталей и настройки инструментов непосредственно на станке и адаптивными системами управления.

Для обоснования применения дорогих, но высокопроизводительных агрегатных, специализированных, многошпиндельных станков должны быть сделаны соответствующие экономические расчеты.

2.3.2.2. Выбор технологической оснастки.

Выбор приспособлений производится в зависимости от вида обработки, типа станка и типа производства.

Для крупносерийного и массового производства характерно применение высокопроизводительных специальных приспособлений, снабженных быстродействующим зажимным устройством.

В серийном и единичном производстве применяются, в основном, универсальные и универсально-наладочные приспособления.

Выбранные приспособления должны обеспечивать:

- правильную установку детали,
- повышение производительности труда,
- надежность и безопасность работы,
- расширение технологических возможностей станка,
- автоматическое получение заданной точности,
- экономичность обработки.

В условиях мелкосерийного и серийного производства следует применять стандартные универсальные приспособления: патроны, машинные тиски, поворотные столы, кондукторные приспособления, предусматривая для них дополнительные наладки для заданного изделия.

При проектировании приспособления желательно применять пневматические или гидравлические приводы зажимов, предусматривать возможность обработки заготовки одновременно на двух позициях или по несколько штук (многоместные). Приступая к проектированию, необходимо проанализировать имеющиеся конструкции приспособлений, наметить пути их усовершенствования или замены новыми приспособлениями, принципиально отличающимися от старых.

2.3.2.3. Выбор режущего инструмента.

Выбор режущего инструмента зависит от вида станка, метода обработки, материала обрабатываемой детали, требуемой точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

В единичном и мелкосерийном производстве в основном используются универсальные инструменты.

В крупносерийном и массовом производстве широко используются специальные инструменты. Особое значение имеет применение комбинированного инструмента, дающего возможность обрабатывать несколько поверхностей за один проход, модульного инструмента, позволяющего осуществлять автоматическую смену, увеличить технологическую жесткость.

В соответствии с дипломным заданием для одной из операций проектируемого технологического процесса конструируется специальный рабочий режущий инструмент. Выбор конструкции должен быть обоснован технической и экономической целесообразностью. Такими инструментами могут быть фасонные резцы, набор фрез, протяжки для фасонных поверхностей, многоступенчатые зенкеры и развертки, комбинированный инструмент, инструменты новейшей конструкции для станков с программным управлением и оснащенных сверхтвердыми режущими материалами.

2.3.2.4. Выбор измерительного инструмента.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности, размеров поверхности, точности механической обработки, типа производства.

В единичном, мелкосерийном производстве применяются универсальные измерительные инструменты: штангенциркули, микрометры и другие.

В крупносерийном и массовом производстве применяются калибры, шаблоны, автоматические устройства для активного контроля.

Завершить выполнение данного раздела следует заполнением таблицы 5.

Таблица 5 Оборудование и технологическая оснастка по операциям

| Операция | Наименование станка, тип (модель), основные размеры, мощность | Приспособления | Режущий инструмент | Измерительный инструмент |
|----------|---|----------------|--------------------|--------------------------|
| | | | | |

2.3.3. Разработка маршрутного технологического процесса.

Разработка маршрутного технологического процесса заключается в выборе последовательности операций, выполнение которых обеспечивает получение из заготовки готовой детали.

В пояснительной записке необходимо заполнить таблицу маршрута обработки заданной детали.

Таблица 6 Маршрут обработки

| № операции | Операция | | Оборудование | |
|------------|----------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| | Код | Наименование | Код | Наименование оборудования, модель |
| | | | | |

2.4. Разработка операционного технологического процесса.

2.4.1. Расчет припусков.

Припуск на обработку поверхности детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков (РАМОП).

Применение РАМОП сокращает отход металла в стружку по сравнению с табличным значением, создает единую систему определения припусков на обработку и размеров детали по технологическим переходам заготовок, способствует повышению культуры производства.

Согласно дипломному заданию, припуски на все операции и переходы определяются справочным методом по справочникам. Расчет припусков для одной-двух поверхностей дипломник должен произвести аналитическим методом.

Данные по расчету припусков статистическим методом могут быть сведены в табл. 7

Форма для расчета припусков, допусков и промежуточных размеров по технологическим переходам при справочном методе расчета.

Таблица 7

| Поверхность, операция, технологический переход | Припуск, мм | Расчетный размер, мм | Допуск, мм |
|---|-------------|----------------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Поверхность $\varnothing 25e8$ Заготовка Точение черновое Точение чистовое | | | |

| | | | |
|------------|--|--|--|
| Шлифование | | | |
|------------|--|--|--|

Результаты расчета заносятся в таблицу № 8.

Форма для расчета припусков, допусков и промежуточных размеров по технологическим переходам при аналитическом методе расчета.

Таблица 8

| Расчетная поверхность, вид обработки | Элементы припуска | | | | Расчетный припуск | Расчетный размер | Допуск | Пред. размеры | | Пред. значения припуска а | | |
|---|-------------------|------------------|---------|------------------|-------------------|------------------|--------|---------------|-----|---------------------------|-----|---------|
| | RZ _{i-1} | h _{i-1} | Δ | E _{i-1} | | | | max | min | max | min | |
| | МК М | МК М | МК М | МК М | | | | МК М | ММ | МК М | ММ | МК М |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Поверхность $\varnothing 25e8$ Заготовка 1.точение черновое 2.точение чистовое 3.шлифование | | | | | | | | | | | | |

2.4.2. Обоснование выбора баз.

В зависимости от сложности изготавливаемой детали возможны несколько вариантов базирования.

1. Заготовку базируют на черновые (необработанные) поверхности и при одной установке за одну операцию выполняют ее полную обработку (обработка на станках-автоматах, агрегатных, на станках с ЧПУ типа «обрабатывающий центр»).
2. Заготовку базируют на черновые поверхности, производя обработку поверхностей, которые далее используются как чистовые несменяемые базы. Обработку заготовок выполняют за несколько установов.
3. Вариант аналогичен предыдущему за исключением того, что перед последним этапом ТП принятые чистовые технологические базы подвергают повторной (отделочной) обработке. Вариант характерен для деталей повышенной точности.
4. Выполнение некоторых операций возможно с одновременным базированием на черновые и чистовые поверхности. Этот случай (нежелательный) может встретиться при изготовлении деталей с особыми требованиями.
5. Заготовку базируют на несколько сменяемых баз, которые повторно обрабатываются. Например: предварительное и окончательное шлифование планки на магнитной плите с последовательным перевертыванием для обработки каждой ее стороны.

Студенту рекомендуется рассмотреть варианты базирования и обосновать выбранный вариант.

При выборе технологических баз стремятся к более полному соблюдению принципа совмещения баз. Соблюдение принципа постоянства баз содействует повышению точности взаимного расположения обрабатываемых поверхностей заготовки. При вынужденной смене баз нужно переходить от менее точной базы по размерам, форме и расположению к более точной. К выбранным базам должны быть сформулированы требования точности и шероховатости. Условное обозначение опор, зажимов, установочных элементов выполняются согласно ГОСТ 3.1107-81.

2.4.3. Расчет режимов резания и норм времени.

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об изготавливаемой детали и ее заготовке, а также данные о применяемом оборудовании и инструменте.

Режимные параметры выбирают таким образом, чтобы была обеспечена наибольшая производительность труда при наименьшей себестоимости данной технологической

операции. Эти условия удается выполнить при работе инструментом рациональной конфигурации с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Аналитический расчет режимов резания по эмпирическим формулам с учетом всех поправочных коэффициентов производят по указанию руководителя проекта только для двух-трех переходов или разнохарактерных операций, например точения, сверления, шлифования. Для остальных операций режимы резания устанавливают по таблицам нормативных справочников с использованием поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий обработки.

Нормы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени берут по таблицам нормативных справочников.

Данные для расчета $T_{всп}$ заносят в таблицу № 9.

Данные для расчета вспомогательного времени на операцию.

Таблица 9

| № пер | $t_{уст}$ | $t_{пер}$ | t_n | t_s | $t_{см}$ | $t_{всп}$ | $t_{ок.пр.}$ |
|-------|-----------|-----------|-------|-------|----------|-----------|--------------|
| А | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| Б | | | | | | | |

Штучное время определяют по формуле:

$$T_{шт} = (T_0 + T_{всп})(1 + K/100) \quad (2.2)$$

где T_0 - основное технологическое время, которое может быть машинным, машинно-ручным и ручным. На станках определяем машинное время.

$T_{всп}$ - затрачивается на выполнение рабочим ряда действий, необходимых для того, чтобы обеспечить проведение основной работы. $T_{всп}$ затрачивается на:

$t_{уст.}$ и закр. - время на установку и закрепление заготовки;

$t_{перех.}$ - время, связанное с переходом;

$t_{смен.}$ - время на смену инструмента;

t_n - время на смену частоты вращения;

t_s - время на смену подач;

$t_{ок.пр.}$ - время на окончательный промер;

$(T_0 + T_{всп})$ - оперативное время;

$T_{обсл.р.м.}$ - время на обслуживание рабочего места;

$T_{отд.}$ - время на отдых;

$T_{обсл.р.м.} + T_{отд.}$ - прибавочное время, определяется в % от оперативного времени;

$K = 5-12 \%$

Норма выработки определяется по формуле:

$$N_{выр} = (480 - T_{п.з})/T_{шт} \quad (2.3)$$

Особенности нормирования на станке с ЧПУ рассмотрены в методических рекомендациях по выполнению расчетно-лабораторных работ на станках с ЧПУ.

6. Техника безопасности и охрана окружающей среды.

В этом разделе следует кратко осветить общие правила техники безопасности на предприятии, указать номера ИОТ для различных операций, обратить внимание на мероприятия, проводимые администрацией предприятия по улучшению условий труда работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основные источники:

1. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: в 2 ч. – Ч. 1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования-/В.Ю.Новиков, А.И. Ильянков. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2019-420 с.
2. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: в 2 ч. – Ч. 2: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. образования-/В.Ю.Новиков, А.И. Ильянков. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2019-432 с.
3. Ермолаев В. В. Технологическая оснастка: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.В. Ермолаев.- 2-е изд.-М.: Издательский центр «Академия», 2021- 320с.
4. Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования-/Б.И.Черпаков, Л.И.Вереина.-5-е изд. стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2020- 448с.

2.Справочники

1.Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков А.И

Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ/ Справочник / Под ред. В.И. Гузеева М.: Машиностроение, 2007 г-

2. Справочник технолога-машиностроителя под ред. Косиловой А.Г. Том 1. М.: Машиностроение, 2007 г – 656 с.

3.Справочник технолога-машиностроителя под ред. Косиловой А.Г. Том 2. М.: Машиностроение, 2007 г – 652 с.

4.Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах. Ред. совет Г.Н. Вардашкин (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1984- 645 с.

3.Электронные ресурсы:

1. Информационный сайт по по технологии машиностроения. [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://revolution.allbest.ru> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Сайт СТАНКО инструмент [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/machinery/63/1232.htm> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

Приложение 1

| Класс шероховатости по ГОСТ 2789- 73 | Параметры шероховатости | |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| | Ra, мкм | Rz, мкм |
| 1 | 80, 63, 50 , 40 | 320, 250, 200, 160 |
| 2 | 40, 32, 25 , 20 | 160, 125, 100, 80 |
| 3 | 20.0, 16.0, 12.5 , 10.0 | 80, 63, 50, 40 |
| 4 | 10.0, 8.0, 6.3 , 5.0 | 40, 32, 25, 20 |
| 5 | 5.0, 4.0, 3.2 , 2.5 | 20.0, 16.0, 12.5, 10.0 |
| 6 | 2.5, 2.0, 1.6 , 1.25 | 10.0, 8.0, 6.3 |
| 7 | 1.25, 1.00, 0.80 , 0.63 | 6.3, 5.0, 4.0, 3.2 |
| 8 | 0.63, 0.50, 0.40 , 0.32 | 3.2, 2.5, 2.0, 1.6 |
| 9 | 0.32, 0.25, 0.20 , 0.16 | 1.60, 1.25, 1.00, 0.80 |
| 10 | 0.160, 0.125, 0.100 , 0.080 | 0.80, 0.63, 0.50, 0.40 |
| 11 | 0.080, 0.063, 0.050 , 0.040 | 0.40, 0.32, 0.25, 0.20 |
| 12 | 0.040, 0.032, 0.025 , 0.020 | 0.20, 0.16, 0.125, 0.100 |
| 13 | 0.020, 0.016, 0.012, 0.010 | 0.100, 0.080, 0.063, 0.050 |
| 14 | 0.010, 0.008 | 0.050, 0.040, 0.032, 0.025 |

Параметры, выделенные являются предпочтительными.

Приложение 2

Оборудование с ЧПУ, рекомендуемое к применению.

| № | Наименование станка | модель | Устройство ЧПУ | Размеры раб.пов-ти стола, мм | Наибольш ий диаметр обрабатыв аемого изделия, мм | Наибольш ая масса обрабатыв аемого изделия, кг | Наибольш ая масса обрабатыв аемого изделия, кг | Мощность электро-двигателя главного движения, кВт | Габарит, мм | Масса, кг | Кол-во инструментов в магазине рев. головки, шт |
|---|--|-----------------|--------------------|------------------------------|--|--|--|---|------------------------------|-----------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Центр токарный продольного точения с ЧПУ | 11Б16ВФ4 | 2У32 | - | 16 | - | 150 | 5.5 | 2200x2600 1000x 1800x | | 12 |
| 2 | Автомат токарный продольного точения многооперационный с ЧПУ | 11Б25ВФ4 | 2Р32 | - | 25 | - | 250 | 7,6 | 2270x 1400x3200 1950x | | 12 |
| 3 | Токарно-карусельный одностоечный с ЧПУ | 1612Ф3 | | - | 11250 | - | 1000 | 5,5 | 2875x 3220x15500 4080x | | |
| 4 | Токарно-винторезный станок с ЧПУ | 16К20Ф3 | Электрони ка НЦ-31 | - | 630 | - | 1500 | 30 | 5290x7850 3470x | | 4 |
| 5 | Токарный станок с ЧПУ | 16А20ФС3 3 | 2Р22 | - | 400 | - | 1000 | 11 | 3505x 1700x3800 | | 8 |
| 6 | Токарный патронно-центральной полуавтомат с ЧПУ | 1716ПФ3 | 2Р22 | - | 320 | - | 760 | 11 | 3020x2830 | 4500 | 8 |
| 7 | Полуавтомат токарно-многоцелевой двухсуппортный | 17А20ПФ4 0-4 | СМ2101 | - | 400 | - | 7500 | 25 | 3850x1600 x1775 | 6100 | 12 |

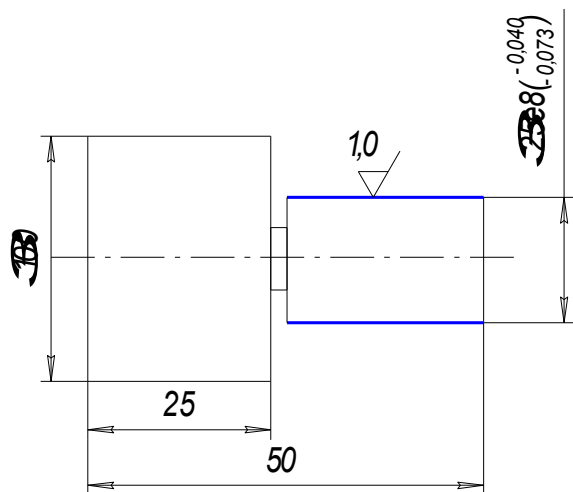
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---------------------------|------|----------|---|-----|---|-----|---|-----------|------|----|
| 8 | Токарно-винторезный с ЧПУ | ИТ42 | Маяк 223 | - | 125 | - | 500 | 4 | 2970x2310 | 2400 | 12 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|------|-----|------|--------------------|-------|-----------|
| 9 | Многоцелевой токарно-револьверный прутково-патронный полуавтомат с ЧПУ | 1П420ПФ4 0 | НЦ80-31 | - | 200 (50 диаметр прутка) | - | - | 30 | 3150x3260 x2300 | 6700 | 12 |
| 10 | Многоцелевой токарно-патронноцентровой полуавтомат с ЧПУ | РТ-72Ф4 | | - | 630 | - | 750 | 30 | 4820x2750 | 11200 | 8 |
| 11 | Многоцелевой токарный станок | ИРТ180П МФ4 | | - | 200 | - | - | 18.5 | 2751x2170 x1650 | 4500 | 24 |
| 12 | Многоцелевой токарно-револьверный автомат с ЧПУ | 11Д25 | | - | 25 | - | 100 | 15 | 2630x1700 | 3600 | |
| 13 | Многоцелевой токарно-револьверный прутково-патронный автомат с ЧПУ | 11540ПФ4 | | - | 40 (диаметр патрона 125) | - | 125 | 15 | 3250x2400 x2150 | 5000 | |
| 14 | Многоцелевой токарный патронно-центровой полуавтомат с ЧПУ | 1716ПФ4 | | - | 320 | - | - | 11 | 3020x2830 | 500 | 12 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 15 | Многоинструментальный горизонтально-расточной станок с ЧПУ | ИР200ПМ1 Ф4 | С С «Фанук» и др. | 200x200 | - | 30 | - | 5,5 | 5813x2400 x2400 | 6000 | 24 |
| 16 | Многоцелевой станок | ИС500ПФ М4 | С С «Фанук» и др. | 500x500 | - | 800 | - | 22 | 5813x1750 x3560 | 1400 | 40/64/100 |
| 17 | Многоцелевой станок | ИС800ПМ Ф4 | С С «Фанук» и др. | 800x800 | - | - | - | - | 5813x1750 x3560 | 16900 | 40/64/100 |
| 18 | Обработывающий центр | Модуль ИР320ПМ Ф4 | С С «Фанук» и др. | 320x320 | - | 150 | - | 7,5 | 3840x2300 x2507 | 1000 | 36 |
| 19 | Модуль сверлильно-фрезерно-расточной | ЛП395ПМ Ф4М | Типа С С | 1250 x1250 | - | 4000 | - | 25 | 8720x7960 x4500 | 35000 | 50 |
| 20 | Обработывающий центр | ОЦ1И22 | С С «Маяк» | 1250 x400 | - | 200 | - | 14 | 4770x2300 x3000 | 5800 | 15 |

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Деталь – фланец. Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Заготовка – штамповка, масса заготовки – 1.5 кг.



Ø25e8
 dmax=24,960 мм
 dmin=24,927 мм

РАСЧЕТНАЯ КАРТА

| Расчетная поверхность, вид обработки | Элементы припуска | | | | Расчетный припуск | Расчетный размер | Допуск | Пред. размер | | Пред. значение припуска | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------|--------------|--------|-------------------------|------|
| | Rz _{i-1} | h _{i-1} | Δ _{Σi-1} | E _{i-1} | | | | max | min | max | min |
| | МКМ | МКМ | МКМ | МКМ | | | | МКМ | ММ | МКМ | ММ |
| Пов-ть Ø25e8 | | | | | | | | | | | |
| Заготовка | | | | | | 27,666 | 1800 | 29,47 | 27,67 | | |
| Черновое точение | 160 | 200 | 640 | 450 | 2285 | 25,381 | 210 | 25,59 | 25,38 | 3880 | 2290 |
| Чистовое точение | 50 | 50 | 38,4 | 27 | 294 | 25,087 | 130 | 25,22 | 25,09 | 370 | 290 |
| Шлифование | 25 | 25 | - | 30 | 160 | 24,927 | 33 | 24,96 | 24,927 | 260 | 163 |

Расчет промежуточных припусков и допусков ступенчатой заготовки, полученной методом горячей объемной штамповки на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах ведут по ступени, к которой предъявляют высокие требования по точности, качеству поверхности, отклонению расположения.

Маршрут обработки поверхности Ø25e8:

1. точение черновое
2. точение чистовое
3. шлифование

1. Расчет припусков на черновое точение.

При обработке цилиндрических заготовок минимальную величину припуска определяют на диаметр по формуле:

$$2Z \min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + Ei^2})$$

3.1. Элементы припуска Rz_{i-1} и h_{i-1} для поковок, изготавливаемых штамповкой определяют по массе заготовки.

$Rz_{i-1}=Rz=160\text{мкм}$ $h_{i-1}=200\text{мкм}$ (1, табл.12 стр.186)

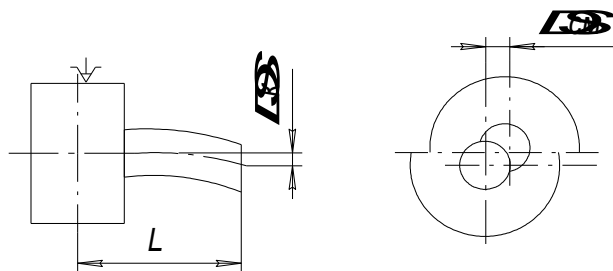
(если заготовка получена литьем см.табл.6-10 с.182-185) данные заносят в графу 2,3

1.2. Суммарное отклонение расположения поверхностей, возникшее на предыдущей операции при обработке заготовки в патроне для наружной поверхности определяют по формуле(1, форм.31,стр.187):

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{из}^2 + \Delta_{см}^2}$$

где: $\Delta_{из} = \Delta_{\Sigma кр}$ - изогнутость оси (кривизна стержня)

$\Delta_{см}$ - смещение оси фланца относительно оси стержня



При консольном креплении кривизна стержня:

$$\Delta_{\Sigma кр} = \Delta_{к} * L$$

где: $\Delta_{к}$ - величина предельного отклонения относительно оси детали, приходящаяся на 1мм длины стержня, L – расстояние от сечения, для которого определяют величину отклонения до места крепления заготовки, мм. При консольной обработке заготовки $L < L_{з}$, при обработке в центрах $L < 0.5L_{зг}$, где: $L_{зг}$ – общая длина заготовки, мм: $\Delta_{к} = 8\text{мкм/мм}$ (т.19,стр.187)

$\Delta_{\Sigma см} = 8 * 50 = 400\text{мкм}$
Смещение оси фланца относительно оси стержня:

$$\Delta_{см} = 0.5\text{мм} = 500\text{мкм} \quad (1, \text{т.20, стр.187})$$

Суммарное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{400^2 + 500^2} = 640\text{мкм}$$

Данные заносят в графу 4.

1.3. Погрешности установки при черновом точении:

где: $E_{б}$ – погрешность базирования $E_{у} = \sqrt{E_{б}^2 + E_{зак}^2 + E_{пр}^2}$,

$E_{зак}$ – погрешность закрепления

$E_{пр}$ – погрешность приспособления

$E_{пр}$ в расчетах можно не учитывать в виду ее малой величины. $E_{б}$ зависит от схемы базирования (см. Вардашкин. Станочные приспособления).

Заготовка устанавливается в патроне и имеет место погрешность центрирования:

$$E_{у} = Ei = \Delta_{у} = 0.25\sqrt{(Td_{i-1})^2 + 1} \quad (1, \text{форм.16, с.178})$$

Где: Td_{i-1} - допуск на диаметральный размер базы заготовки, мм

При $Td_{i-1} > 1$, величину погрешности центрирования рассчитывают по формуле:

$$\Delta_{у} = 0.25 * Td_{i-1}$$

Базой заготовки служит фланец 100мм.

Величина допуска на диаметральный размер заготовки для поковки нормальной точности, масса заготовки 1.5кг, группа стали М1 (углеродистая сталь с содержанием углерода до 0.45% и до 2% легирующих элементов), степень сложности С1.

$$Td = \begin{matrix} +1.2 \\ -0.6 \end{matrix} = 1.8 \text{ мм} \quad (1, \text{табл.23, стр.146})$$

$$Ei = \Delta u = 0.25 * 1.8 = 0.45 \text{ мм} = 450 \text{ мкм}$$

1.4. Минимальный расчетный припуск на черновое точение:

$$2Z \min = 2(160 + 200 + \sqrt{640^2 + 450^2}) = 2284,7 \text{ мкм}$$

4. Расчет припуска на чистовое точение.

2.1.Элементы припуска Rzi-1 и hi-1 штампованных поволок после механической обработки (черновое точение h12)

$$Rzi-1=50 \text{ мкм} \quad hi-1=50 \text{ мкм} \quad (1, \text{табл.25, стр.188})$$

2.2. Суммарное отклонение расположения заготовки после черногого точения:

$$\Delta_{ост} = Ky * \Delta_z \quad (1, \text{форм.38, стр.189})$$

где: Ky – коэффициент уточнения

Δ_z - кривизна заготовки

Ky=0.06 (табл.29, стр.190)

$$\Delta_{ост} = 0.06 * 640 = 38.4 \text{ мкм}$$

2.3. Остаточная погрешность установки при чистовом точении:

$$E2 = Ky * E1 + E62$$

Т.к. черновое точение и чистовое производятся в одной установке, то E62=0

$$E2 = 0.06 * 450 = 27 \text{ мкм}$$

2.4. Минимальный припуск на чистовое точение:

$$2Z \min = 2(50 + 50 + \sqrt{38.4^2 + 27^2}) = 294 \text{ мкм}$$

3. Расчет припуска на шлифование

3.1. Элементы припуска Rzi-1 и hi-1 после чистового точения

$$Rzi-1=25 \text{ мкм} \quad hi-1=25 \text{ мкм} \quad (1, \text{табл.25, стр.188})$$

Примечание: если деталь подвергается термообработке, то поверхностный слой должен быть сохранен. В этом случае значение hi-1=25мкм в графу 3 не заносят.

3.2. Суммарное отклонение расположения поверхности определяется как остаточное отклонение расположения заготовки после чистового точения.

$$\Delta_{ост} = Ky * \Delta_z$$

$$Ky=0.04 \quad (\text{табл.29, стр.190})$$

$$\Delta_z = 38.4 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{ост} = 0.04 * 38.4 = 1.5 \text{ мкм} - \text{величина мала, в расчетах не учитывается.}$$

3.3.Погрешность установки при шлифовании:

$$E_y = \sqrt{E6^2 + E3ак^2}$$

$$E_y = 30 \text{ мкм} \quad (\text{табл.12, стр.41})$$

3.4. Минимальный припуск на шлифование:

$$2Z \min = 2(25 + 25 + \sqrt{30^2}) = 160 \text{ мкм}$$

4. Расчетный минимальный размер по переходам:

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| - шлифование | dp3=24,927мм |
| - чистовое точение | dp2=24,927+0,160=25,087мм |
| - черновое точение | dp1=25,087+0,294=25,381мм |
| - заготовка | dpзаг=25,381+2,285=27,666мм |

5. Принятый (округленный) минимальный размер:

| | |
|--------------------|---------------|
| - шлифование | dp3=24,927мм |
| - чистовое точение | dp2=25,09мм |
| - черновое точение | dp1=25,38мм |
| - заготовка | dpзаг=27,67мм |

6. Принятый максимальный размер по переходам:

| | |
|--------------------|--------------------------|
| - шлифование | dp3=24,927+0,033=24,96мм |
| - чистовое точение | dp2=25,09+0,13=25,22мм |
| - черновое точение | dp1=25,38+0,21=25,59мм |
| - заготовка | dpзаг=27,67+1,8=29,47мм |

7. Предельный минимальный припуск по переходам:

| | |
|--------------------|----------------------------|
| - шлифование | 25,09-24,927=0,163мм |
| - чистовое точение | 25,38-25,09=0,29мм |
| - черновое точение | 27,67-25,38= <u>2,29мм</u> |
| | 2,743мм |

8. Предельный максимальный припуск по переходам:

| | |
|--------------------|----------------------------|
| - шлифование | 25,22-24,96=0,26мм |
| - чистовое точение | 25,59-25,22=0,37мм |
| - черновое точение | 29,47-25,59= <u>3,88мм</u> |
| | 4,51мм |

9. Проверка:

$$1800-33=1767\text{мкм}$$

$$4.51-2.743=1.767\text{мм}=1767\text{мкм}$$

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

1. Определение массы детали

Отливка 1 класса точности q=3.5 кг

2. Разработка технологического маршрута обработки заданной поверхности детали.

$$\varnothing 50^{+0,062} \text{ Н9}$$

расточивание черновое Н11(+0,160)

расточивание чистовое Н9(+0, 062)

3. Расчет припусков на черновое расточивание.

3.1. (Rz+h)=400 мкм (1 табл.6 стр.182)

примечание 1 (1 стр.176 п.3)

Для серого и ковкого чугуна, а также цветных металлов после термической обработки при расчете припуска слагаемое h из формулы исключается.

3.2. Суммарное отклонение расположения поверхностей отливок определяют по таблице

8 стр.183. согласно принятой схемы установки.

В нашем случае: (1 форм.17 стр.178)

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2}$$

где: $\Delta_{кор}$ - отклонение плоскостей поверхности отливки от плоскостности (коробление)

$$\Delta_{к} = 0.3 - 1.5 \text{ мкм на } 1 \text{ мм длины (1 табл.8 стр.183)}$$

принимаем $\Delta_{к} = 0.78$

$$\Delta_{кор} = \Delta_{к} * L = 0.78 * 100 = 78 \text{ мкм}$$

$\Delta_{см}$ - отклонение стержня от параллельности плоскости $\Delta_{оп}$, мкм на 1мм длины, и перекося отверстия $\Delta_{п}$ мкм на 1мм длины.

$$\Delta_{см} = \Delta_{оп} + \Delta_{п}$$

$$\Delta_{оп} = 0.340/2 = 0.17 \text{ мкм на } 1 \text{ мм длины (1 табл.8 стр.183)}$$

$$\Delta_{on} = 0.17 \cdot 100 = 17 \text{ мкм}$$

$$\Delta_n = 5 - 15 \text{ мкм на } 1 \text{ мм длины}$$

(1 табл.8 стр.183)

принимаем $\Delta_{п} = 5$ мкм на 1 мм длины

$$\Delta_{п} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{см} = 17 + 500 = 517 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{78^2 + 517^2} = 523 \text{ мкм}$$

3.3. Погрешность при установке при черновом растачивании

$$E_y = 110 \text{ мкм} \quad (\text{табл.14 стр.43})$$

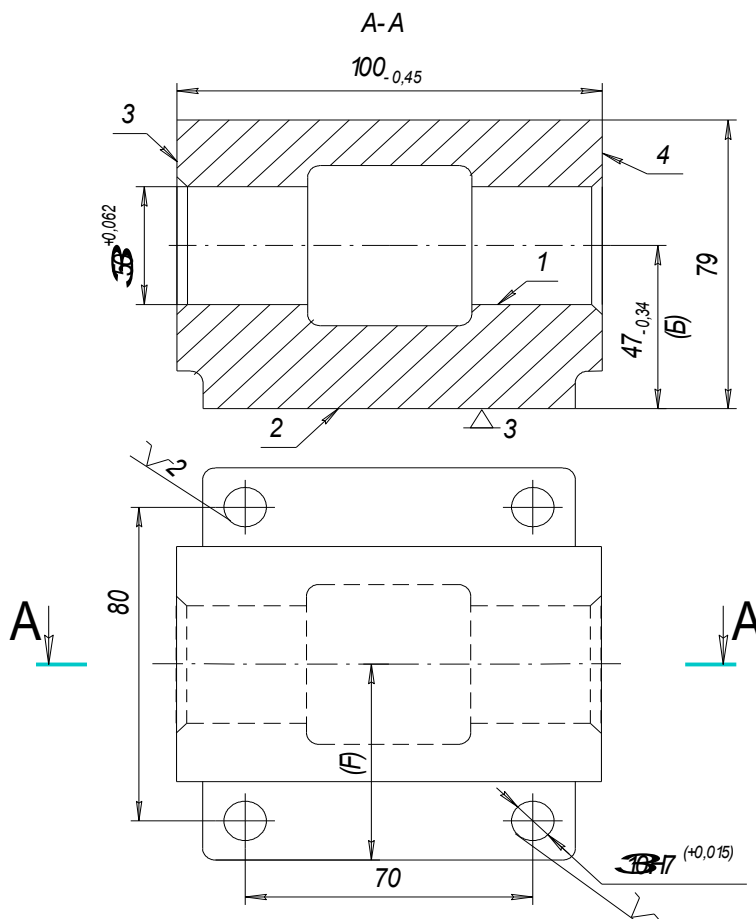
$$3.4. \quad 2Z_{\min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + E_1^2}) = 2 \cdot (400 + \sqrt{523^2 + 110^2}) = 1868 \text{ мкм}$$

4. Расчет припусков на чистовое растачивание.

$$(R_z + h) = 40 \text{ мкм} \quad (\text{табл.22 стр.190})$$

4.1. Суммарное отклонение (остаточная величина после черного растачивания)

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma} = 0.06 \cdot 523 = 31.38 \text{ мкм}$$



4.2. Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании.
 $E_2=0.05 \cdot E_1=0.05 \cdot 110=5.5$ – величина мала и в расчетах не учитывается.

4.3. $2Z_{\min} = 2(R_z + h + \sqrt{\Delta^2 + E_2^2}) = 2(40 + \sqrt{31.38^2}) = 142.76 \text{ мкм}$

5. Определение расчетных размеров $\varnothing 50$ (минимальный размер по переходам)

5.1. чистовое растачивание $d_{p2}=50\text{мм}$

5.2. черновое растачивание $d_{p1}=50-0.143=49.857\text{мм}$

5.3. заготовка $d_{p\text{заг}}=49.857-1.868=47.989\text{мм}$

6. Предельный минимальный припуск по переходам

$50-49.86 = 0.14$

$49.86-47.99 = \frac{1.87}{2.01}$

7. Предельный максимальный припуск по переходам

$50.062-50.02 = 0.042$

$50.02-48.99 = \frac{1.03}{1.072}$

РАСЧЕТНАЯ КАРТА

| Наименование поверхности, вид обработки | Элементы припуска | | | | Расчетный припуск | Расчетный размер | Допуск | Пред. размер | | Пред. значение припуска | |
|---|-------------------|-----|----------------|-------|-------------------|------------------|--------|--------------|-------|-------------------------|------|
| | Rz | h | $\Delta\Sigma$ | E_1 | | | | max | min | max | min |
| | МКМ | МКМ | МКМ | МКМ | | | | МКМ | ММ | МКМ | ММ |
| Отв. 50Н9 | | | | | | | | | | | |
| Заготовка | | | | | | 47.989 | 1000 | 48.99 | 47.99 | | |
| Черновое растачивание | 400 | 400 | 523 | 110 | 1868 | 49.857 | 160 | 50.02 | 49.86 | 1030 | 1870 |
| Чистовое растачивание | 40 | - | 31.38 | - | 142.76 | 50 | 62 | 50.062 | 50 | 42 | 140 |

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т., Т.1, под редакцией Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К., М: Машиностроение, 1986

ОТКЛОНЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТЛИВОК

Таблица 8 стр.183

| Отклонения | Литье | | |
|---|---------------------------------|-----------|---------------|
| | В песчаные формы | В кокиль | Под давлением |
| Межосевых расстояний отверстий $(\pm) \Delta_{м.о.р.}, мм$ | 1,2 – 2,0 | 0,8 – 1,5 | 0,3 – 0,5 |
| Расположения отверстия относительно технологических баз $(\pm) \Delta_{р.т.б.}, мм$ | 1,2 – 2,5 | 0,5 – 1,2 | 0,10 – 0,35 |
| От параллельности плоскости $\Delta_{он}$, мкм на 1мм | $\frac{1}{2}$ допуска на размер | 2,2 – 3,4 | 1,2 – 2,0 |
| Перекос отверстия Δ_n , мкм на 1мм для диаметра отверстия d, мм: | | 2,5 - 10 | |
| До 10 | - | | 2,0 – 4,0 |
| Св.10 до 30 | 10 - 20 | | 1,5 – 3,2 |
| 30 до 50 | 5 - 15 | | 1,0 – 2,0 |
| 50 | 3 - 10 | | 0,7 – 1,5 |
| Коробление Δ_k , мкм на 1мм: | | | |
| корпусных деталей | 0,3 – 1,5 | - | - |
| плит | 2,0 – 3,0 | - | - |

ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ ОТЛИВОК, мм

Таблица № 11 (стр.130)

| Интервалы номинальных размеров, мм | Обозначение | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 | IT19 | IT20 |
| До 6 | 0,075 | 0,120 | 0,180 | 0,300 | 0,480 | 0,750 | 1,200 | 1,800 | 3,000 | 4,800 |
| Св.6 до 10 | 0,090 | 0,150 | 0,220 | 0,360 | 0,580 | 0,900 | 1,500 | 2,200 | 3,600 | 5,800 |
| 10 – 18 | 0,110 | 0,180 | 0,270 | 0,430 | 0,700 | 1,100 | 1,800 | 2,700 | 4,300 | 7,000 |
| 18 – 30 | 0,130 | 0,210 | 0,330 | 0,520 | 0,840 | 1,300 | 2,100 | 3,300 | 5,200 | 8,400 |
| 30 – 50 | 0,160 | 0,250 | 0,390 | 0,620 | 1,000 | 1,600 | 2,500 | 3,900 | 6,200 | 10,000 |
| 50 – 80 | 0,190 | 0,300 | 0,460 | 0,740 | 1,200 | 1,900 | 3,000 | 4,600 | 7,400 | 12,000 |
| 80 – 120 | 0,220 | 0,350 | 0,540 | 0,870 | 1,400 | 2,200 | 3,500 | 5,400 | 8,700 | 14,000 |
| 120 – 180 | 0,250 | 0,400 | 0,630 | 1,000 | 1,600 | 2,500 | 4,000 | 6,300 | 10,000 | 16,000 |
| 180 – 250 | 0,290 | 0,460 | 0,720 | 1,150 | 1,850 | 2,900 | 4,600 | 7,200 | 11,500 | 18,500 |
| 250 – 315 | 0,320 | 0,520 | 0,810 | 1,300 | 2,100 | 3,200 | 5,200 | 8,100 | 13,000 | 21,000 |
| 315 – 400 | 0,360 | 0,570 | 0,890 | 1,400 | 2,300 | 3,600 | 5,700 | 8,900 | 14,000 | 23,000 |
| 400 – 500 | 0,400 | 0,630 | 0,970 | 1,550 | 2,500 | 4,000 | 6,300 | 9,700 | 15,500 | 25,000 |
| 500 – 630 | 0,440 | 0,700 | 1,100 | 1,750 | 2,800 | 4,400 | 7,000 | 11,000 | 17,500 | 28,000 |
| 630 – 800 | 0,500 | 0,800 | 1,250 | 2,000 | 3,200 | 5,000 | 8,000 | 12,500 | 20,000 | 32,000 |
| 800 – 1000 | 0,560 | 0,900 | 1,400 | 2,300 | 3,600 | 5,600 | 9,000 | 14,000 | 23,000 | 36,000 |
| 1000-1250 | 0,660 | 1,050 | 1,650 | 2,600 | 4,200 | 6,600 | 10,500 | 16,500 | 26,000 | 42,000 |
| 1250-1600 | 0,780 | 1,250 | 1,950 | 3,100 | 5,000 | 7,800 | 12,500 | 19,500 | 31,000 | - |
| 1600-2000 | 0,920 | 1,500 | 2,300 | 3,700 | 6,000 | 9,200 | 15,000 | 23,000 | - | - |
| 2000-2500 | 1,100 | 1,750 | 2,800 | 4,400 | 7,000 | 11,000 | 17,500 | - | - | - |
| 2500-3150 | 1,350 | 2,100 | 3,300 | 5,400 | 8,600 | 13,500 | - | - | - | - |

Значение допусков для квалитетов грубее 17-го получены экстраполированием.

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------|------|--|--|-----|------|---------|---------|
| | | | | | | | | | |
| Взамен | | | | | | | | | |
| Подп | | | | | | | | | |
| | инв № | подпись | дата | | | Изм | Лист | № докум | Подпись |
| | | | | | | | | | Дата |

| | | | | | | | | | |
|------|------------------|-----------------|--|--|--|--|--|---|---|
| СПТК | СПТК 71 3362 005 | ГБ9214 2245511В | | | | | | | Т |
| | | | | | | | | П | |

«УТВЕРЖДАЮ»

 « _____ » _____ 2021 г.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
 на технологический процесс механической обработки детали «Фланец»

Руководитель проекта

 подпись, дата

Ведерникова М.А.

 Ф.И.О.

Разработал

 подпись, дата

Киселёв В.А.

 Ф.И.О.

| | | | |
|-------|--|--|--|
| | | | |
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

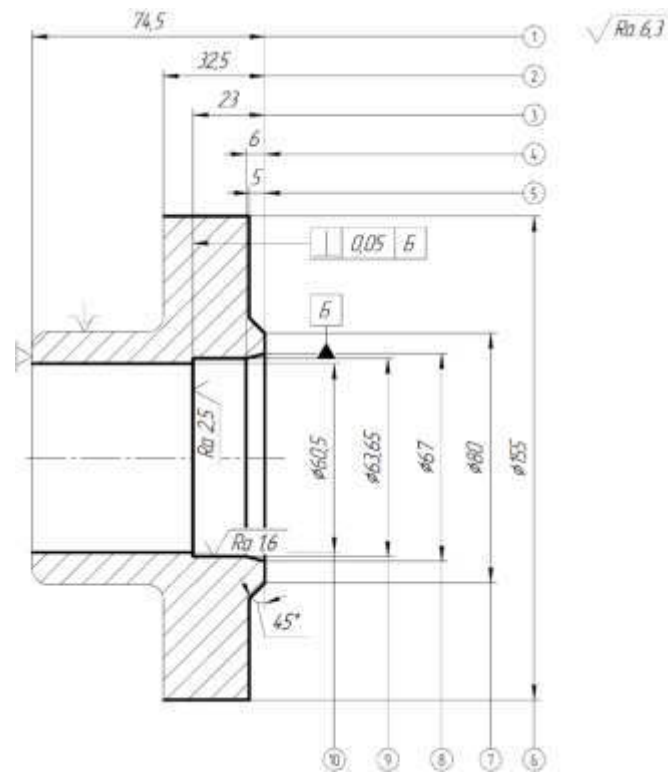
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------|-----------|--------------|---|------------|-------------------|------------------------------|-----------|------------------|-------------|-----------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | | | | | СПТК | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Фланец | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М01 | Поковка ГОСТ 7829-70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| М02 | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н. расх. | КИМ | Код загот. | Профиль и размеры | | | | КД | МЗ | | | |
| | 166 | | 3.7 | | | | Ø155*70 | | | | 166 | 6 | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | Обозначение документа | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП. | Кшт. | Тпз. | Тшт. |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | 005 | Заготовительная (поковка) | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | 010 | 3808 Токарная с ЧПУ | | | | | | 1 | | | 28 | 15,3 | |
| 07 | | | | | 381163 Токарный станок с ЧПУ leadwell t6m; 396112 Пневмопатрон (ER collet chuck for WT System (WT-25)); | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | 015 | 3808 Токарная с ЧПУ | | | | | | 1 | | | 28 | 10,6 | |
| 11 | | | | | 381163 Токарный станок с ЧПУ leadwell t6m; 396112 Пневмопатрон (ER collet chuck for WT System (WT-25)); | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------------|-----|----|-----------------|------------------------|-----------------------|-------|---|----|----|------------------|----|-----|------|----------------|------|---|---|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | СПТК 71.3352.005 | | | | ГБ92142245511В | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код,наименование опер. | Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП. | Кшт. | Тпз. | Тшт. | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | 050 | 0130 Промывка | | | | | | 5 | | | | | | 3 | 2 | |
| 27 | | | | Ванна | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | 055 | 0200 Контрольная | | | | | | 1 | | | | | | 3 | 2 | |
| 31 | | | | Стол контролёра | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | 060 | Сдаточная | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | |
| 35 | | | | Склад | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 010 |
| | | | | | | Фланец | | | |



КЭ

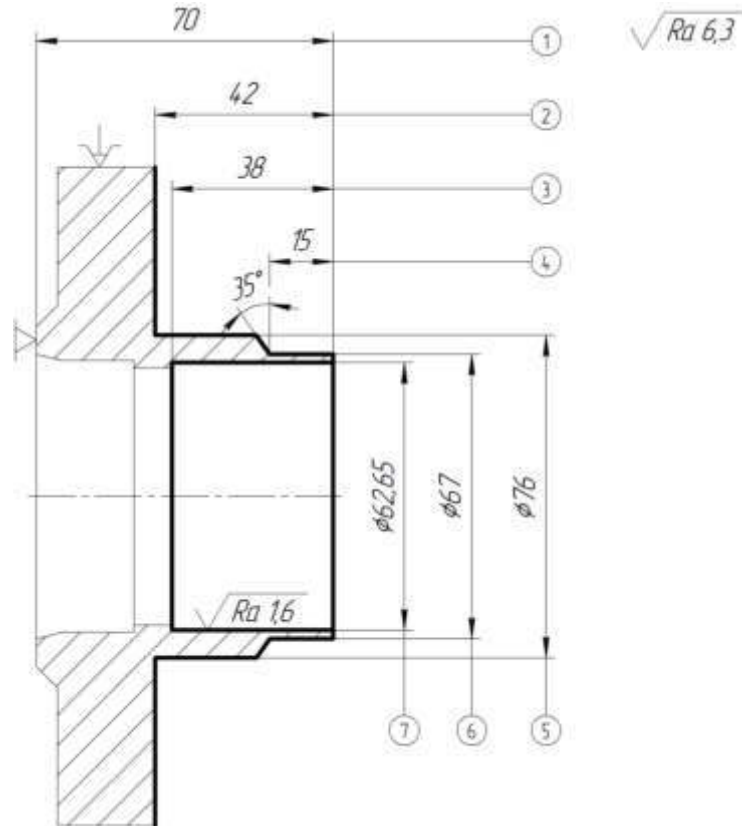
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------------------|------------------|-----|-----------|----------------|------|-------------------|----------|------|----|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Выполнять ИОТ № | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | СПТК | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | | | | |
| Нач. ТБ | | | | | Фланец | | | | | | 010 | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | | Твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД |
| 3808 Токарная с ЧПУ | | | | 08X18H10T | | | 170 | 166 | 3,7 | Ø155*70 | | | 6 | 1 |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | |
| 381163 Токарный станок с ЧПУ leadwell t6m | | | | DETAL - Фланец | | | 10,35 | 3,56 | 28 | 15,3 | Эмульсия | | | |
| Р | | | | ПИ | Д или В | L | t | i | S | n | V | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 1. Установить, закрепить и снять деталь. | | | | | | | | | | 0,21 | | | |
| T03 | 396110 Пневмопатрон (ER collet chuck for WT System (WT-25)); | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 2. Подрезать торец выдерживая размер 1. | | | | | | | | | | 1,9 | 0,73 | | |
| T06 | 392191 PDJNR2020K11 державка; DNMG150604-QM GM1125 пластина для наружного точения; | | | | | | | | | | | | | |
| P07 | | | | | | 45 | 4,5 | 1 | 0,09 | 260 | 72,5 | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | |
| 009 | 3. Точить поверхность выдерживая размеры 2,5,6,7 и угол 45°. | | | | | | | | | | | | | |
| T10 | 392191 PDJNR2020K11 державка; DNMG150604-QM GM1125 пластина для наружного точения; | | | | | | | | | | 5,2 | 0,82 | | |
| P11 | | | | | | 103 | 3 | 3 | 0,23 | 420 | 118,09 | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|-----------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------|-------------|-------------|-----------------------|--|--|------------|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | 010 | |
| Р | | | | | | | ПИ | Д или В | L | t | i | S | n | V | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О13 | 4. Растачивать отверстие предварительно выдерживая размеры 1,3,4,8,9 и 10. | | | | | | | | | | | | 1,03 | 0,75 | | | | | |
| Т14 | 392193 S40V-MWLNR08 державка расточная; CNMG090304-QM GP1225 пластина для растачивания; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р15 | | | | | | | | | 24 | 3 | 3 | 0,25 | 280 | 56,6 | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О17 | 5. Растачивать отверстие окончательно выдерживая размеры 1,3,4,8,9 и 10. | | | | | | | | | | | | 2,22 | 0,75 | | | | | |
| Т18 | 392193 S40T-MVQNR16 державка расточная; CNMG160612-SM GM3115 пластина для растачивания; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р19 | | | | | | | | | 157 | 0,5 | 1 | 0,13 | 545 | 109,34 | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О21 | 6. Контроль исполнителем. | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | | | | |
| Т22 | Скоба Ø155Н14 ГОСТ 11098-75; ШГ-160 штангенглубиномер; Угловой шаблон 45° ГОСТ 26433.1-89; Калибр пробка Ø63,65Н8 ГОСТ 14810-69; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т23 | Нутромер НИ 50-100 0,05 ГОСТ 9244; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 015 |
| | | | | | Фланец | | | |



КЭ

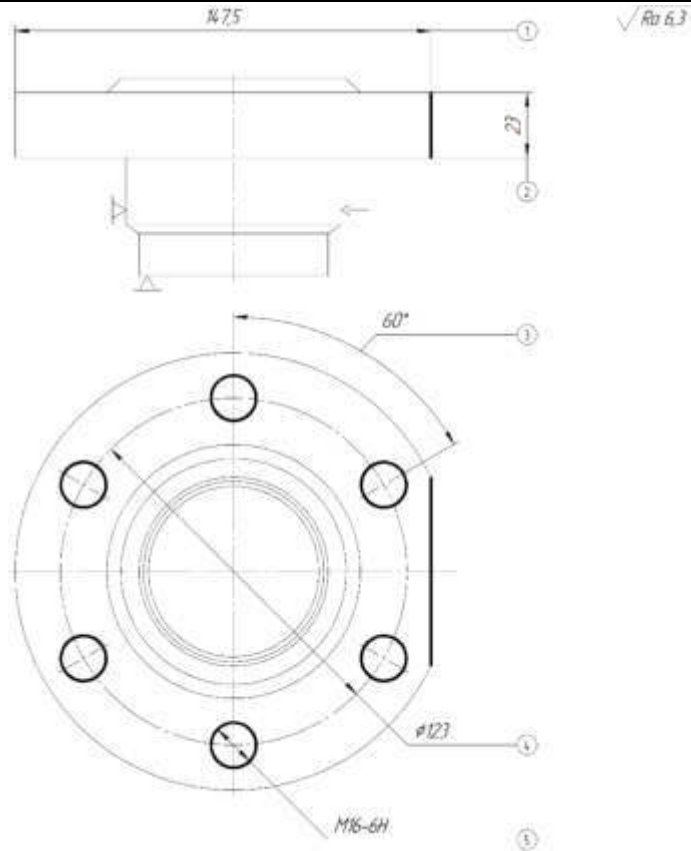
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------------------|---------|--|-----|------------------|------|-----|----------------|-------------------|--------|--|-----|------|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выполнить ИОТ № | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | СПТК | | | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | | | | | | |
| Нач. ТБ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Фланец | | | | | | | | | | | 015 | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД | | | |
| 3808 Токарная с ЧПУ | | | | 08X18H10T | | | | 170 | | 166 | 3,7 | Ø155*70 | | | 6 | 1 | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | | | | | |
| 381163 Токарный станок с ЧПУ leadwell t6m | | | | DETAL - Фланец | | | | 6,1 | 3,56 | 28 | 10,6 | Эмульсия | | | | | | | |
| Р | | | | ПИ | Д или В | | L | | t | i | S | n | V | | | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 1. Установить, закрепить и снять деталь. | | | | | | | | | | | | 0,21 | | | | | | |
| Т03 | 396110 Пневмопатрон (ER collet chuck for WT System (WT-25)); | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 2. Подрезать торец выдерживая размер 1. | | | | | | | | | | | 0,6 | 0,73 | | | | | | |
| Т06 | 392191 PDJNR2020K11 державка; DNMG150604-QM GM1125 пластина для наружного точения; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р07 | | | | | | | 13 | | 4,5 | 1 | 0,09 | 260 | 72,5 | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 009 | 3. Точить поверхность выдерживая размеры 2,4,5,6 и угол 35°. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т10 | 392191 PDJNR2020K11 державка; DNMG150604-QM GM1125 пластина для наружного точения; | | | | | | | | | | | 4,3 | 0,82 | | | | | | |
| Р11 | | | | | | | 139 | | 3 | 3 | 0,23 | 420 | 118,09 | | | | | | |
| OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|--|--|--|--|--|----------|----------|----------|--------------|-------------------------|----------|----------|----------|-----------------------|------------|-------------|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | СПТК 71.3352.005 | | | | ГБ92142245511В | | 015 | | |
| Р | | | | | | | П | И | Д | или В | L | t | i | S | n | V | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O13 | 4. Растачивать отверстие предварительно выдерживая размеры 3,7. | | | | | | | | | | | | | | | 0,6 | 0,75 | | |
| T14 | 392193 S40V-MWLNRO8 державка расточная; CNMG090304-QM GP1225 пластина для растачивания; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P15 | | | | | | | | | | | 39 | 1 | 1 | 0,25 | 280 | 56,6 | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O17 | 5. Растачивать отверстие окончательно выдерживая размеры 3,7. | | | | | | | | | | | | | | | 0,6 | 0,75 | | |
| T18 | 392193 S40T-MVQNR16 державка расточная; CNMG160612-SM GM3115 пластина для растачивания; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P19 | | | | | | | | | | | 42 | 0,5 | 1 | 0,13 | 545 | 109,34 | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O21 | 6. Контроль исполнителем. | | | | | | | | | | | | | | | | 0,3 | | |
| T22 | Скоба Ø76Н14 ГОСТ 11098-75;Скоба Ø67Н14 ГОСТ 11098-75;ШПГ-160 штангенглубиномер;Угловой шаблон ГОСТ 26433.1-89;Калибр пробка Ø63Н8 ГОСТ 14810-69; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 020 |
| | | | | | Фланец | | | |



КЭ

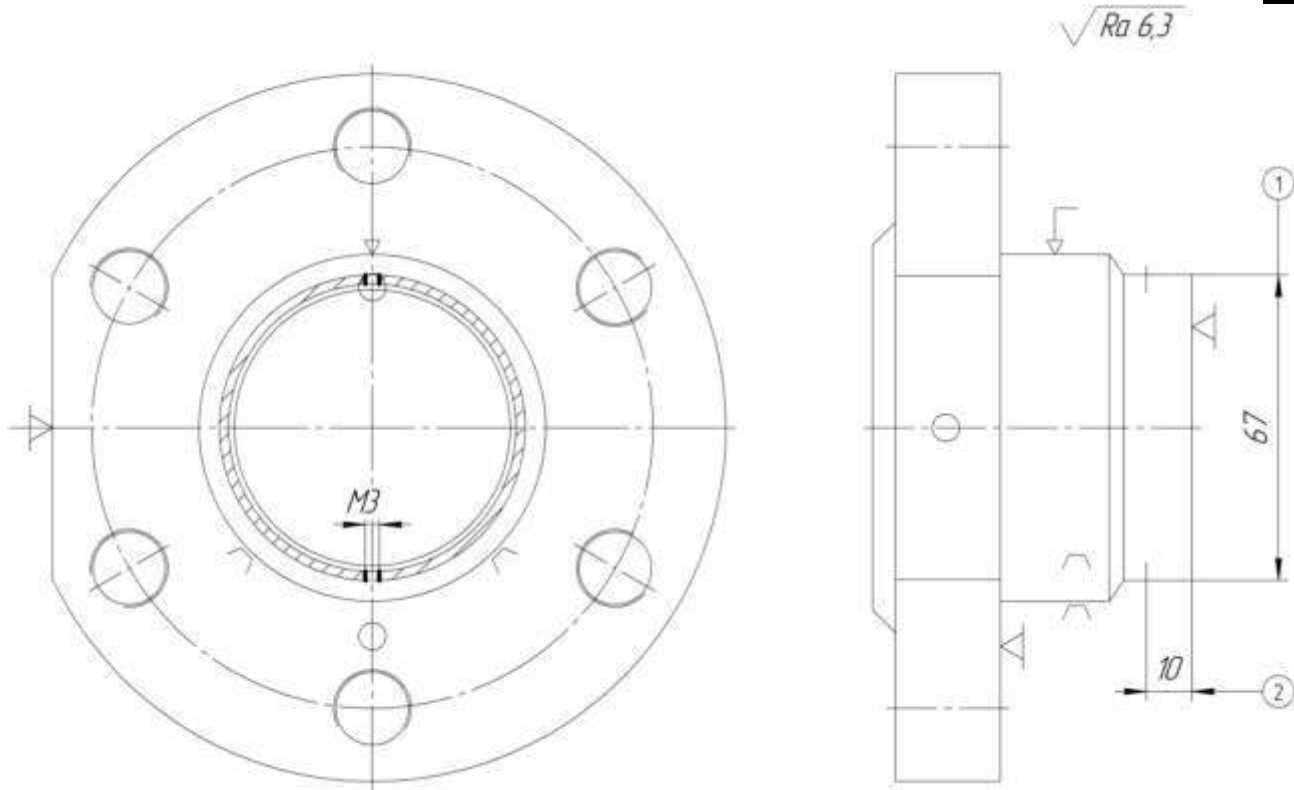
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|-----------------------|---------|--|----|------------------|-------|-----|----------------|-------------------|------|--|-----|----|------|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выполнять ИОТ № | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | СПТК | | | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | | | | | | |
| Нач. ТБ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Фланец | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | 020 | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | | МЗ | КОИД | | |
| 3908 Фрезерная с ЧПУ | | | | 08X18H10T | | | | 170 | | 166 | 3,7 | Ø155*70 | | | | 6 | 1 | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | | | | | |
| 381611 Фрезерный станок с ЧПУ dmc635v | | | | - | | | | 5,02 | 2,31 | 22 | 8,06 | Эмульсия | | | | | | | |
| Р | | | | ПИ | Д или В | | L | | t | i | S | n | V | | | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 1. Установить, закрепить и снять деталь. | | | | | | | | | | | | 0,22 | | | | | | |
| Т03 | 396130 Пневмотиски станочные ГОСТ 16518 (DIN 6370); | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 2. Центровать 6 отверстий выдерживая размеры 3 и 4. | | | | | | | | | | | 0,12 | 0,43 | | | | | | |
| Т06 | 391242 Центровочное сверло Ø3,15мм. ГОСТ 14952-75; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р07 | | | | | 3,15 | | 5 | | 1,575 | 6 | 252 | 2800 | 27,3 | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 009 | 3. Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры 2,3 и 4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т10 | 391290 Сверло Ø14мм. со сменными пластинами 881-D1550L20-05; | | | | | | | | | | | 3 | 0,43 | | | | | | |
| Р11 | | | | | 14 | | 23 | | 7 | 6 | 46,2 | 660 | 29 | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|-----------|----------------|----------|----------------|----------|----------|------------|-------------|------------|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | СПТК 71.3352.005 | | | | ГБ92142245511В | | | 020 | | | |
| Р | | | | | | | | | | | ПИ | Д или В | L | t | i | S | n | V | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О13 | 4. Нарезать резьбу в 6 отверстиях выдерживая размеры 2,3,4 и 5. | | | | | | | | | | | | | | | | 0,3 | 0,41 | | |
| T14 | 391390 Метчик со спиральной подточкой T200-ХМ101АА-М16 С150; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P15 | | | | | | | | | | | | 16 | 23 | 1 | 6 | 2 | 240 | 12 | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О17 | 5. Фрезеровать лыску выдерживая размер 1 и 2. | | | | | | | | | | | | | | | | 1,6 | 0,62 | | |
| T18 | 391890 Твердосплавная концевая фреза Ø20 мм. 2P460-1600-0А О10М; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P19 | | | | | | | | | | | | 23 | 70 | 7,5 | 1 | 44 | 480 | 30 | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О21 | 6. Контроль исполнителем. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,2 | |
| T22 | Штангенциркуль ШЦ-1-200 0.02 ГОСТ 166-89; Калибр пробка резьбовая М16 ГОСТ 17758-72; Угловой шаблон ГОСТ 26433.1-89; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 030 |
| | | | | | | Фланец | | | |



КЭ

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------------------|---------|--|----|------------------|------|------|----------------|-------------------|--|--|-----|------|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выполнять ИОТ № | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | СПТК | | | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | | | | | | |
| Нач. ТБ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Фланец | | | | | | | | | | | 030 | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД | | | |
| 4121 Вертикально - сверлильная | | | | 08X18H10T | | | | 170 | | 166 | 3,7 | Ø155*70 | | | 6 | 1 | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | | | | | |
| 381212 Вертикально-сверлильный станок 2С132 | | | | - | | | | 14,47 | 1,71 | 7 | 17,8 | Эмульсия | | | | | | | |
| Р | | | | ПИ | Д или В | | L | t | i | S | n | V | | | | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 1. Установить, закрепить и снять деталь. | | | | | | | | | | | 0,02 | | | | | | | |
| Т03 | 396000 Специальное приспособление(кондуктор); | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 2. Сверлить 2 отверстия выдерживая размер 2. | | | | | | | | | | 14,2 | 0,41 | | | | | | | |
| Т06 | 381215 Сверло по металлу Р6М5 сверхдлинное 2.5*200 мм ГОСТ 886-77; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р07 | | | | | 2,5 | | 70 | 1,25 | 1 | 0,08 | 61,5 | 0,4 | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 009 | 3. Нарезать резьбу м3 в 2-х отверстиях выдерживая размер 2. | | | | | | | | | | 0,27 | 1,3 | | | | | | | |
| Т10 | 39 1331 Метчик машинный с длинным хвостовиком М3 DIN 13 60 Grad; | | | | 3 | | 70 | 0,25 | 1 | 0,5 | 915 | 8,61 | | | | | | | |
| Р11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

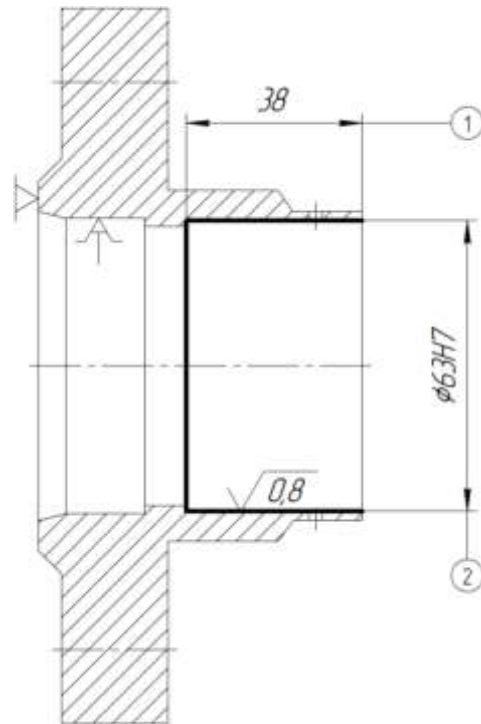
| Р | ПИ | Д или В | L | t | i | S | n | V |
|-----|---------------------------|---------|---|---|---|---|---|-----|
| 12 | | | | | | | | |
| О13 | 4. Контроль исполнителем. | | | | | | | 0,6 |
| Т14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | |

| | |
|----|--|
| OK | |
|----|--|

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 035 |
| | | | | | Фланец | | | |



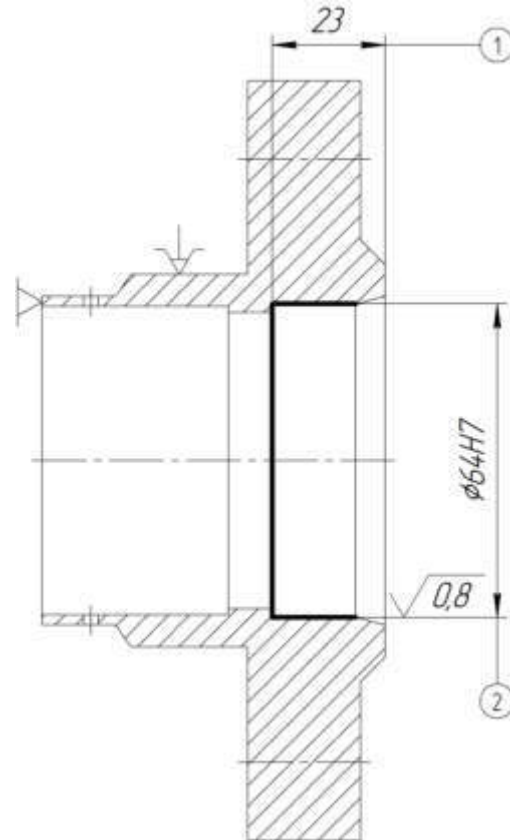
КЭ

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|-----------------------|---------|--|----|------------------|------|-----|----------------|-------------------|--|-----|----|------|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выполнять ИОТ № | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Киселёв В.А. | | | СПТК | | | | СПТК 71.3352.005 | | | ГБ92142245511В | | | | | | | | |
| Нач. ТБ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | Фланец | | | | | | 035 | | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД | | | |
| 4132 Внутришлифовальная | | | | 08X18H10T | | | | 170 | | 166 | 3,7 | Ø155*70 | | | 6 | 1 | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | | | | | |
| 381312 Внутришлифовальный станок 3К227В | | | | - | | | | 7,1 | 0,62 | 15 | 8,5 | Эмульсия | | | | | | | |
| Р | | | | ПИ | Д или В | | L | t | i | S | n | V | | | | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 1. Установить, закрепить и снять деталь. | | | | | | | | | | | 0,26 | | | | | | | |
| Т03 | 396110 Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся ГОСТ 2675-80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 2. Шлифовать отверстие выдерживая размеры 1 и 2. | | | | | | | | | | 7,1 | 0,5 | | | | | | | |
| Т06 | 398110 Шлифовальный круг по нержавеющей NDS800 Ø60 мм. Н=35 мм. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р07 | | | | | 63 | | 38 | 0,35 | 1 | 5,3 | 1350 | 2,27 | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 009 | 3. Контроль исполнителем. | | | | | | | | | | | 0,12 | | | | | | | |
| Т10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|--|--|------------------|----------------|--|-----|
| Разработал | Киселёв В.А. | | | | СПТК 71.3352.005 | ГБ92142245511В | | 040 |
| | | | | | Фланец | | | |



КЭ

ГОСТ 3.1118-82
Форма 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|-----|----|-------|----------------------------|-----|------------|-----------------------|----|----|------|----|-----|------|------|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M02 | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н. расх. | КИМ | Код загот. | Профиль и размеры | | | | КД | МЗ | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | Обозначение документа | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП. | Кшт. | Тпз. | Тшт. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | |

Приложение 4

Сокращения слов и словосочетаний

| Полное наименование | Сокращенное наименование | Полное наименование | Сокращенное наименование |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Боковые | Бок. | Одновременно | Одноврем. |
| Буртик | Бурт. | Окончательно | Оконч. |
| Внутренняя | Внутр. | Окончательный | Оконч. |
| Выдерживать | Выдерж. | Операция | Опер. |
| Выточка | Выт-ка | Основные | Осн. |
| Галтель | Галт. | Отверстие | Отв. |
| Глухое | Глух. | Отверстие центровое | Отв.центр. |
| Деталь | Дет. | Отклонение | Откл. |
| Долбить | Долб. | Относительно | Относит. |
| Допустимое отклонение | Доп.отклон. | Плоскость | Плоск. |
| Заготовка | Загот. | Поверхность | Поверхн. |
| Зенковка | Зенк. | Полуавтомат | П-авт. |
| Зенковать | Зенк. | По копиру | По копир. |
| Изменение | Измен. | По порядку | П/п |
| Измерение | Измер. | По программе | По прогр. |
| Измерительная головка | Измер. гол. | Последовательно | Послед. |
| Индикатор | Индик. | Правый | Прав. |
| Индикаторный нутромер | Индик.нутр. | Предварительный | Предв. |
| Индикатор часового типа | Индик.час.типа | Приспособление | Присп. |
| Индикаторная стойка | Индик.ст. | Пробка | П-ка |
| Инструмент | Инстр. | Прошить | Прош. |
| Исполнение | Исполн. | Пружина | Пруж. |
| Канавка | Канав. | Револьверный | Револ. |
| Класс точности | Кл. | Рифление | Рифл. |
| Количество | Кол. | Рычажной | Рычажн. |
| Кольцевая | Кольц. | Свыше | Св. |
| Конический | Конич. | Согласно чертежу | Согл.черт. |
| Контрольное | Контр. | Согласно эскизу | Согл.эск. |
| Контур | К-р | Специальный | Спец. |
| Конусность | Конусн. | Спиральная | Спир. |
| Конус | Кон. | Стандартный | Станд. |
| Конусообразность | Конусообр. | Ступень, ступенчатая | Ступ. |
| Левый | Лев. | С подрезкой торца | С подр.торц. |
| Металлический | Металл. | С подрезкой торцов | С подр.торцов |
| Толщина | Толщ. | Наибольший | Наиб. |
| Точность | Точн. | Наименьший | Наим. |
| Точный | Точн. | Наружная | Нар. |
| Нижнее отклонение | Нижн.откл. | Ток высокой частоты | ТВЧ |
| Номинальный | Номин. | Уплотнительная | Уплот. |
| Обеспечить | Обеспеч. | Фасонная | Фасон. |
| Обработка | Обраб. | Цементировать | Цемент. |
| Пункты | Пп. | Цилиндрический | Цилиндр. |
| Размер | Разм. | Шероховатость | Шерох. |
| Разметка | Размет. | Шлицевый | Щлиц. |