Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

В.В. Гриценко

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Учебное пособие для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технологическая оснастка» студентами направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рекомендовано Рубцовским индустриальным институтом (филиалом) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рубцовск 2023

УДК 621

Гриценко В.В. Технологическая оснастка: Учебное пособие для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технологическая оснастка» студентами направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2023. – 61 с.

В учебном пособии даны рекомендации по содержанию, последовательности выполнения и трудоёмкости основных этапов курсовой работы по проектированию приспособлений. Даны методики разработки конструктивных схем специальных приспособлений, расчёта на точность, надёжности закрепления заготовок, экономической эффективности применения приспособлений. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», изучающих курсы «Технологическая оснастка», «Технология машиностроения».

Рассмотрено и одобрено
на заседании НМС РИИ АлтГТУ
Протокол № 6 от 29.06.23

Рецензент:

И.о. зам. директора
по учебной работе
РИИ АлтГТУ Э.С. Маршалов

© Рубцовский индустриальный институт, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1 ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 5
2 ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 6
2.1 Изучение исходных данных 6
2.2 Разработка вариантов конструктивных схем приспособления 9
2.3. Технико-экономические расчёты 10
2.3.1 Расчёт приспособления на точность 10
2.3.2 Расчёт экономической эффективности применения приспособления 16
2.3.3 Расчёт надёжности закрепления заготовки 18
2.3.4 Расчёт прочности деталей приспособления 22
2.3.5 Определение параметров зажимного устройства приспособления 23
2.4 Разработка конструкции приспособления. 25
2.4.1 Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления 25
2.5 Оформление расчётно-пояснительной записки 31
2.5.1 Изложение текста 33
2.5.2 Оформление иллюстраций и приложений 38
2.5.3 Построение таблиц 39
2.5.4 Сноски 41
2.5.5 Содержание основных разделов записки… 41
3 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «ВВЕДЕНИЕ»……. 42
4 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «ЗАКЛЮЧЕНИЕ»…….. 42
5 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» 42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 44
Приложение А. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения по ГОСТ 3.1107-81… 45
Приложение Б. Значения параметров шероховатости 49
Приложение В. Типовые поверхности и их показатели шероховатости 49
Приложение Г. Образцы выполнения текстовых технических требований 50
Приложение Д. Рекомендации по назначению допусков и посадок 51
Приложение Е. Форма и расположение дополнительной основной надписи 53
Приложение Ж. Основные надписи для конструкторских документов 54
Приложение И. Пример выполнения сборочного чертежа 56
Приложение К. Пример выполнения первого листа спецификации 57
Приложение Л. Пример выполнения второго листа спецификации 58
Приложение М. Форма титульного листа пояснительной записки…….. 59
Приложение Н. Пример оформления задания 60
Приложение П. Пример оформления содержания 61

ВВЕДЕНИЕ

Согласно учебному плану по дисциплине «Технологическая оснастка» предусматривается курсовая работа (КР). Целью её является расширение, углубление и закрепление теоретических знаний, и приобретение практических навыков при решении конкретного задания по проектированию средств технологического оснащения. Каждый студент получает индивидуальное задание на проектирование специального станочного, или сборочного, или контрольного приспособления. При выполнении курсовой работы студент решает весь комплекс вопросов, связанных с экономическими, точностными и другими расчётами, при конструированием специального приспособления. При этом необходимо, чтобы спроектированные приспособления отвечали современным требованиям, имели высокий уровень механизации, а при необходимости и автоматизацию отдельных циклов работы. Курсовая работа является самостоятельной работой, качественное и своевременное выполнение которой в первую очередь зависит от самого студента, т.е. от его инициативы, организованности и трудолюбия, творчества и умения использовать полученные теоретические знания. За принятые решения при проектировании приспособления, за правильность и обоснованность проведенных расчётов, качество оформления чертежей и пояснительной записки отвечает сам студент.

Основная задача руководителя работы – это направить работу студента на решение поставленных вопросов в соответствии с современным уровнем науки и техники и развития машиностроительной технологии, а также оказать методическую помощь.

Полученные студентом знания и практические навыки при выполнении курсовой работы будут необходимы при последующем выполнении курсового проекта по технологии машиностроения и выпускной квалификационной работы. Данные методические указания позволят студенту получить представление об объёме и содержании курсовой работы, о последовательности выполнения работы, об оформлении чертежей и расчётно-пояснительной записки, а также будут способствовать, рациональной организации своего рабочего времени.

1 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Общий объём курсовой работы составляет 15-20 страниц расчётно-пояснительной записки и 1 – 2 листа формата А1 графической части. Расчётно-пояснительная записка должна содержать: анализ исходных данных на проектирование; пояснения по выбору вариантов конструктивные схем; технико-экономические расчёты по обоснованию оптимального варианта приспособления; описание разработанной конструкции расчётами или конструктивными соображениями выбора формы и размеров деталей, назначенных допусков, посадок, технических требований, применения материалов и термообработки для основных деталей приспособления; описание работы и монтажа приспособления на станке.

Записка должна сопровождаться необходимыми схемами, эскизами, расчётами, графиками, таблицами.

Оформление чертежей, простановка размеров, допусков и посадок, технических требований, составление спецификации должны строго соответствовать ГОСТ, Единой системе конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системе допусков и посадок (ЕСДП).

Содержание, последовательность выполнения и трудоёмкость этапов курсовой работы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание и объем этапов курсовой работы

Номер и наименование	Содержание раздела	Объём, %
1 Изучение исходных данных	Изучение исходных данных: задание на проектирование, операционная технологическая карта, данные о станке, нормативная и справочная информация, альбомы типовых приспособлений и другие материалы, разработка технического задания на проектирование.	5
2 Разработка вариантов конструктивных схем приспособления	Разработка двух-трех вариантов конструктивных схем приспособления.	5
3 Технико-экономические расчёты	Технико-экономические расчёты по обоснованию оптимального варианта приспособления.	30
4 Разработка конструкции приспособления	Разработка конструкции принятого варианта приспособления в форме сборочного чертежа (общий вид).	50
5 Оформление расчетно-пояснительной записки	Оформление расчетно-пояснительной записки, содержащей описание этапов выполнения курсовой работы	10

2 ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1 Изучение исходных данных

Для проектирования приспособления необходимо иметь следующие исходные материалы:

- рабочие чертежи детали и исходной заготовки;
- операционную карту с эскизом обрабатываемой заготовки в данной операции со схемой базирования и закрепления (графические обозначения опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107-81, а также опорных точек баз по ГОСТ 21495-76 представлены в Приложении А);
- операционные карты предшествующих операций, на которых обрабатывались базовые поверхности и поверхности, используемые для закрепления заготовки на данной операции;
- годовую программу выпуска деталей;
- технические данные станка, для которого проектируется приспособление;
- режимы обработки.

Для упрощения документации в задании даётся обобщенный технологический эскиз со всеми исходными данными (рисунок 1).

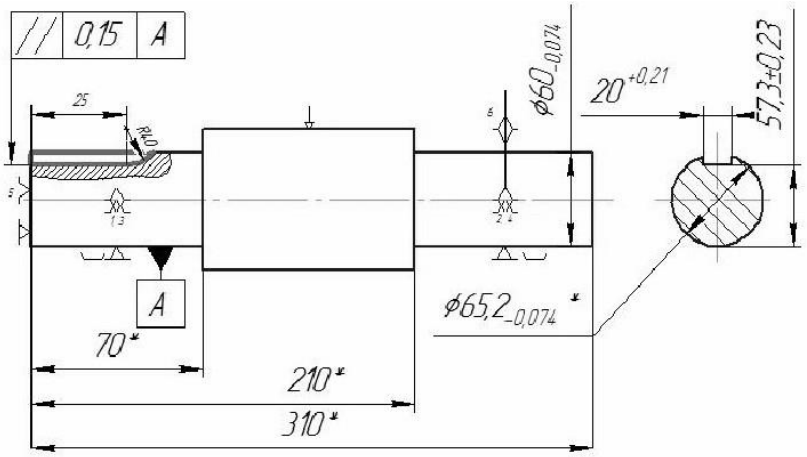
Внимательное изучение конструкции детали позволяет получить полное представление о форме, размерах, технических требованиях и других её особенностях. Из операционной карты студент выясняет схему установки заготовки, точностные и другие требования к обработке, последовательность переходов, материал заготовки, режимы резания и т.п. Кроме того, следует обратить внимание на форму, размеры, точность, шероховатость, жёсткость и расположение базовых поверхностей и мест приложения усилий закрепления.

При ознакомлении с годовой программой необходимо обратить внимание на количество выпускаемых деталей, а также на трудоёмкость операции, что позволит хотя бы ориентировочно определить производительность и наметить уровень механизации и автоматизации проектируемого приспособления.

При изучении применяемого станка, кроме его технологических возможностей, необходимо выяснить форму и размеры посадочных мест, на которые будет устанавливаться и закрепляться приспособление (форма и размеры конца шпинделя станков токарного типа, пазов на столах фрезерных станков и т.п.).

Необходимо также ознакомиться со вспомогательными материалами: альбомами типовых конструкций приспособлений; стандартизованных полуфабрикатов, силовых приводов, механизмов и элементов приспособлений; справочниками по конструкционным материалам, применяемым для изготовления деталей приспособлений; справочниками и учебными пособиями, необходимыми для выполнения технико-экономических расчётов по обоснованию возможности применения приспособлений.

После изучения и анализа исходных данных, разрабатывается техническое задание на проектирование специального приспособления (таблица 2).



Т.Т.: 1. Смещение паза от номинального положения не более 0,2 мм.
2. Перекос паза на длине 100 мм не более 0,05 мм.
3*. Размеры для справок.

Исходные данные по детали

1. Наименование детали: Вал
2. Материал детали: Ст. 45
3. Наименование операции: Фрезерная
4. Наименование оборудования: Горизонтально-фрезерный станок 6М81Г
5. Применяемый инструмент: Дисковая фреза ∅80 мм, материал Р6М5
6. Режимы обработки: S = 0,08 мм/зуб; n = 250 об/мин
7. Годовая программа: 30 000 шт
8. Исполнитель: Грицеко В.В.

Рисунок 1 – Исходные данные

Таблица 2 – Техническое задание на проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для фрезерования паза шириной $20^{+0,21}$ мм, расстоянием от горизонтальной плоскости паза до нижней точки наружной поверхности шейки вала – 57,3±*0,23* мм на длине 25 мм, на горизонтально-фрезерном станке 6М81Г.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «вал».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надёжное закрепление заготовки вала, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров паза и его положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,3 мин.; рост производительности труда на данной операции на 10…15%

Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – серийный; программа выпуска – 30000 шт. в год; общий выпуск по неизменным чертежам– 30000 шт. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 6М81Г. Регулирование конструкции приспособления не допускается. Время закрепления заготовки не более 0,3 мин. Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%. Выходные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: наружный диаметр заготовки $Ø90_{-0,22}$, *Ra*= 12,5 мкм; длина заготовки $310^{+0,2}_{-0,1}$ мм, шероховатость торцов заготовки *Ra* = 6,3 мкм. Базирующие поверхности цилиндрические: левая – Ø65,2*h9* мм, длина 70 мм; правая– Ø60,2*h9* мм, длина 100 мм, упор в левый торец. Выходные данные операции: ширина паза $20^{+0,21}$ мм, *Ra*=12,5 мкм; расстояние от горизонтальной плоскости паза до нижней точки наружной поверхности шейки вала – 57,3±*0,23* мм, *Ra*=12,5 мкм; длина паза – $25^{+0,5}$мм. Смещение оси симметрии паза относительно оси наружной поверхности заготовки не более 0,2 мм; отклонение от параллельности горизонтальной поверхности паза относительно образующей Ø65,2 мм заготовки не более 0,15 мм по всей длине паза. Приспособление обслуживается оператором 4– го разряда. Техническая характеристика станка 6М81Г: размеры рабочей поверхности стола 250×1000 мм; расстояние от оси шпинделя до стола (30…450) мм; ширина Т-образного паза стола станка 14Н8 (центральный паз). Характеристика режущего инструмента: диаметр дисковой прямозубой фрезы 80 мм, число зубьев z = 18; ширина фрезы $20_{-0,029}$ мм (ГОСТ 3755-78); материал фрезы Р6М5. Операция выполняется в один переход. Режимы резания, штучное время на операцию приведены в операционной карте. Коэффициент загрузки на данной операции $K_З$=0,8.
Документация, используемая при разработке	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73. ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкций изделий. ГОСТ 14.201-83
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка, сборочный чертеж фрезерного приспособления; спецификация; деталировка.

2.2 Разработка вариантов конструктивных схем приспособления

На основе изучения исходных материалов и типовых конструкций студент разрабатывает варианты конструктивных схем приспособлений. При этом он, сохраняя общую схему прототипа, либо изменяет только конструкции отдельных элементов, либо создает совершенно иные принципиальные схемы вариантов конструкций приспособлений.

В первом случае, чаще всего, конструкция варьируется за счёт изменения установочных (жесткие или самоцентрирующие), зажимных (с ручным или механизированным приводом) и корпусных (литой, штампованный, сварной, сборный корпус) элементов прототипа. Изменение конструкций установочных и зажимных элементов, прежде всего, оказывает влияние на точность и производительность обработки заготовки, а изменение корпуса – на сроки его изготовления и стоимость.

Во втором случае разрабатываются варианты конструктивных схем приспособлений. Например, для сверления нескольких отверстий в заготовке могут быть предложены – кондуктор накладной или кондуктор совместно с многошпиндельной сверлильной головкой. При этом в каждом варианте приспособления будет различный уровень механизации и автоматизации. На рисунках 2 и 3 приведены примеры конструктивных схем приспособления для фрезерования паза в детали «вал» (см. рисунок 1).

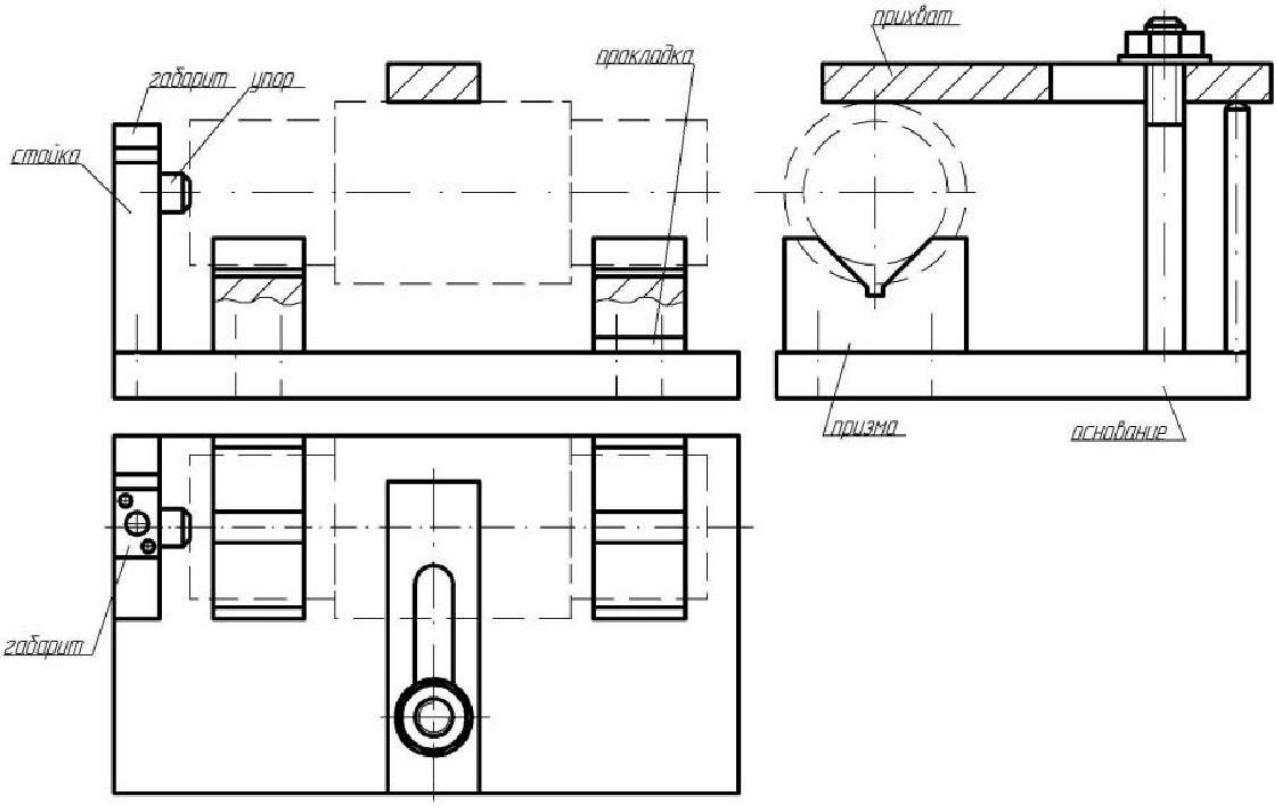


Рисунок 2 – Приспособление с ручным зажимом

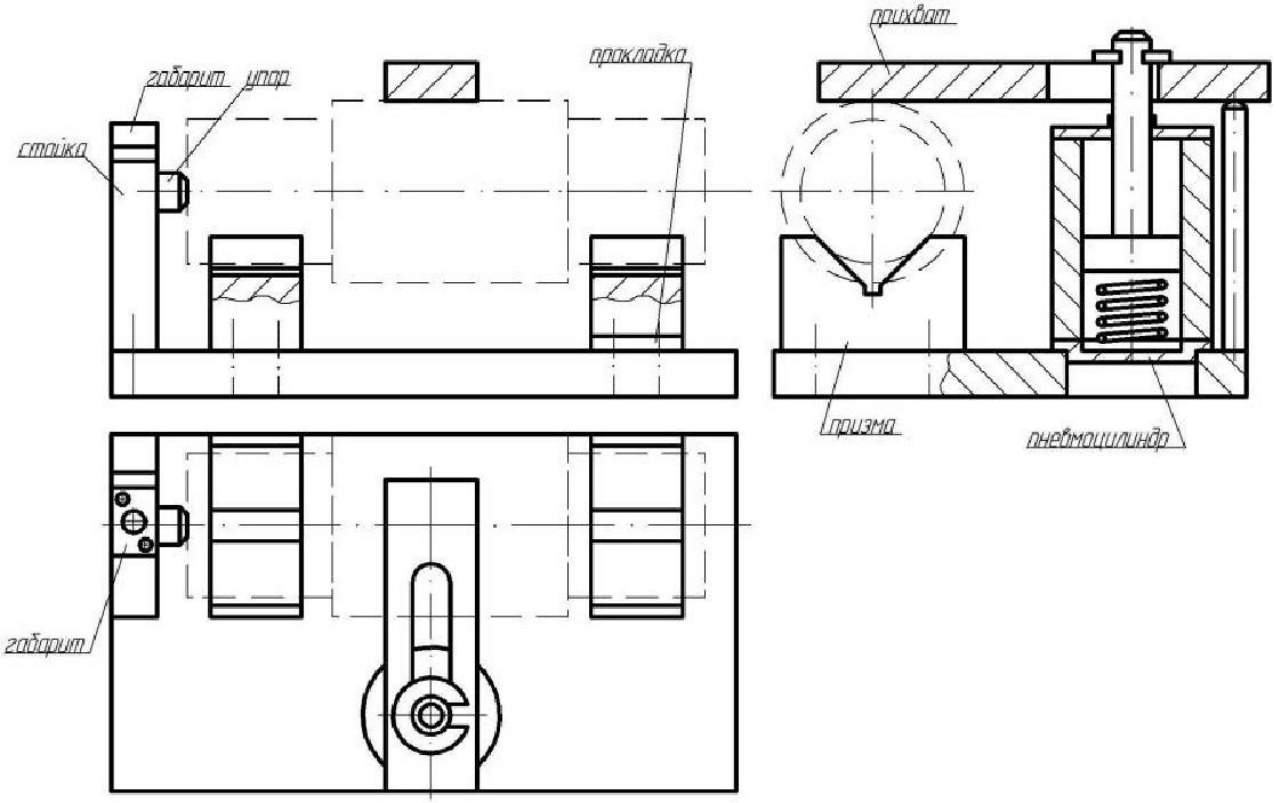


Рисунок 3 – Приспособление с механизированным зажимом

При разработке конструктивной схемы необходимо руководствоваться тем, что принципиальное решение по базированию и закреплению заготовки определено технологом. Поэтому задача конструктора приспособления претворить замысел технолога в реальную конструкцию, отвечающую всем требованиям данной операции.

2.3 Технико-экономические расчёты

Технические и экономические расчёты позволяют всесторонне оценить предлагаемые варианты конструкций приспособлений и на основании этого выбрать из них оптимальный вариант. Расчёты начинаются с оценки точности выполнения операции с использованием приспособления. Если этот критерий удовлетворяет требованиям выполнения операции, то продолжают дальнейшие расчёты. Если приспособление не обеспечивает необходимой точности, то этот вариант считают непригодным для производства.

2.3.1 Расчёт приспособления на точность

Результирующая погрешность обработки при выполнении любой операции с применением приспособлений не должна превышать заданного допуска на геометрический параметр, т. е.

$$S \leq T,$$

где S – результирующая погрешность обработки заданного геометрического параметра; T – допуск на геометрический параметр.

Результирующая погрешность включает в себя большое количество составляющих (элементарных) погрешностей. Учитывая их случайный характер, распределение которых в первом, приближении подчиняется нормальному закону, результирующую погрешность можно представить в виде [1]:

$$S = S_O + S_У \leq T, \quad (1)$$

где S_O – погрешность, связанная с методом обработки [2, стр. 28, таблица 11]; $S_У$– погрешность, связанная с установкой.

Из уравнения (1) получим $S_У \leq T - S_O$ или, т.е. допустимая погрешность, связанная с установкой заготовки является частью допуска. Таким образом, расчёт приспособления на точность сводится к определению ожидаемой (расчётной) погрешности установки $S_{УР}$, которая не должна превышать допустимую погрешность $S_У$. В общем случае погрешность установки складывается из следующих составляющих: погрешности базирования $S_Б$, погрешности закрепления $S_З$ и погрешности изготовления и износа приспособления $S_{ПР}$ [1]:

$$S_У = 1{,}2\sqrt{S_Б^2 + S_З^2 + S_{ПР}^2}, \quad (2)$$

где $S_Б$ – погрешность базирования заготовки, мкм; $S_З$ – погрешность закрепления заготовки, мкм; $S_{ПР}$ – погрешность изготовления и износа приспособления, мкм.

Погрешность базирования $S_Б$ рассчитывается или может быть определена по таблице 18 источника [2].

В качестве примера рассмотрим порядок нахождения погрешности базирования на операции фрезерования паза для размера $57{,}3 \pm 0{,}23$ (см. рисунок 1).

Для расчета погрешности базирования $S_Б$ построим расчетную схему (рисунок 4).

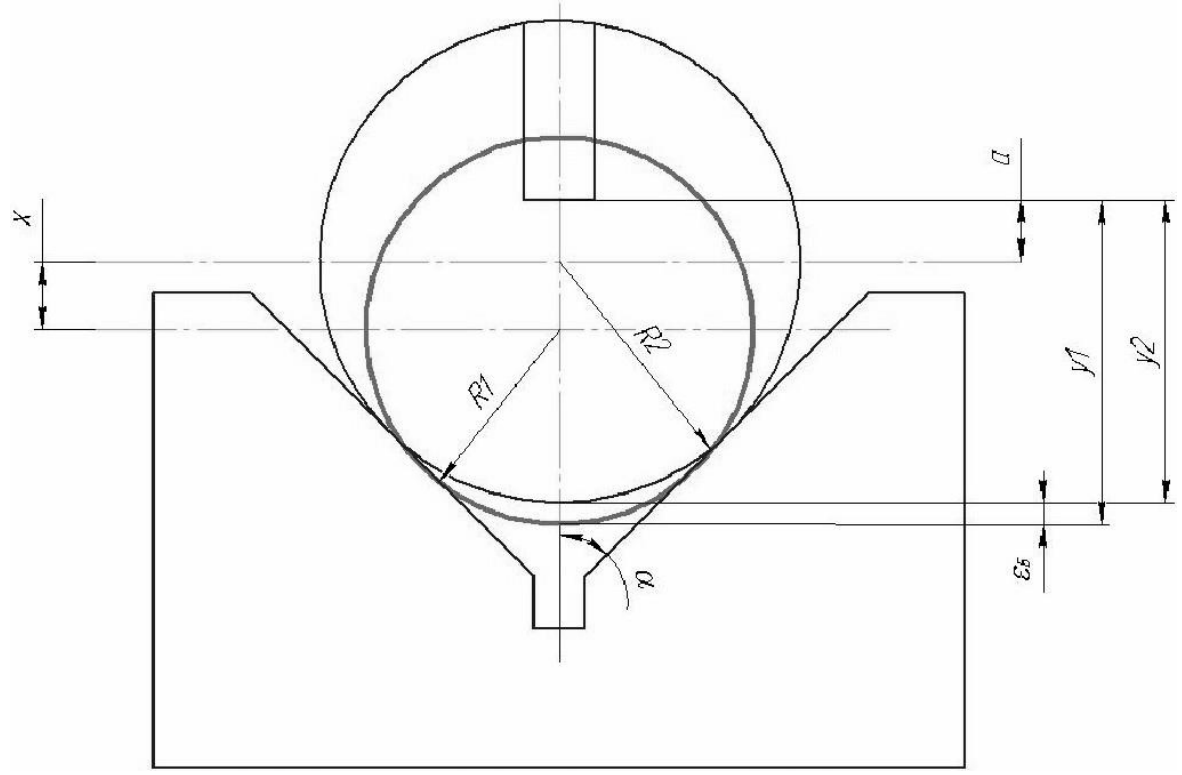


Рисунок 4 – Расчетная схема для определения погрешности базирования

На рисунке 4 изображена схема базирования шейки детали (вала) $Ø65,2h9=Ø65,2_{-0,074}$ мм. Как видно из представленного рисунка шейка вала базируется на призме, причем на схеме показаны два крайних варианта обработки диаметра шейки: по нижнему значению предельного отклонения допуска (*R1*) и по верхнему (*R2*). Также обозначены крайние действительные значения выполняемого на операции размера *y1* и *y2*, величина перемещения горизонтальной оси детали при изменении диаметра шейки – *x*, расстояние от крайнего верхнего положения горизонтальной оси детали до горизонтальной плоскости паза – *a*, величина погрешности базирования $s_Б$ для выполняемого на операции размера $57,3\pm0,23$ и угол наклона поверхности призмы α (в нашем случае принимаем $\alpha = 45°$).

Из рисунка 4 видно, что геометрически величина погрешности базирования $s_Б$ определяется как разность крайних значений выполняемого размера

$$s_Б = y1 - y2. \tag{3}$$

Крайние значения выполняемого размера

$$\begin{cases} y1 = R1 + x + a \\ y2 = R2 + a \end{cases}. \tag{4}$$

Подставив правые части уравнений из выражения (4) в выражение (3) получим

$$s_Б = R1 + x + a - R2 - a = R1 - R2 + x. \tag{5}$$

Для определения значения величины x построим расчетную схему (рисунок 5)

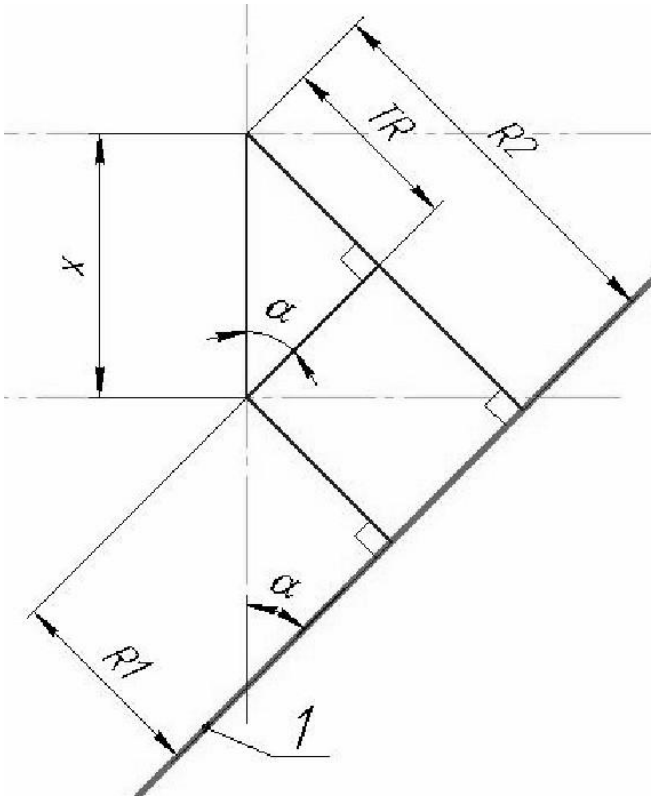


Рисунок 5 – Схема для определения погрешности базирования горизонтальной оси детали

На рисунке 5 позиция 1 – это опорная поверхность призмы. Величина *TR* – это допуск на радиус шейки вала, равный *TR = R2 – R1*.

Как видно из схемы на рисунке 5, величина изменения положения (погрешность базирования) горизонтальной оси детали x является гипотенузой прямоугольного треугольника с острыми углами $\alpha = 45°$, и катетами равными допуску на радиус детали *TR* (из свойств прямоугольного треугольника). Таким образом, исходя из того, что

$$Sin\alpha = \frac{TR}{x}, \text{ получим}$$

$$x = \frac{TR}{Sin\alpha}.$$

или

$$x = \frac{R2 - R1}{Sin\alpha}. \quad (6)$$

А с учетом того, что $\alpha = 45°$, имеем

$$x = \frac{R2 - R1}{Sin45°} = \frac{2(R2 - R1)}{\sqrt{2}} \approx 1{,}4(R2 - R1). \quad (7)$$

Подставив правую часть выражении (7) в выражение (5) получим:

$$\varepsilon_Б = R1 - R2 + x = R1 - R2 + 1{,}4R2 - 1{,}4R1 = 0{,}4(R2 - R1), \quad (8)$$

или

$$\varepsilon_Б = 0{,}2(D2 - D1). \quad (9)$$

Для размера $\varnothing 65{,}2h9 = \varnothing 65{,}2_{-0{,}074}$ мм *D1* = 65,126 мм и *D2* = 65,2 мм. Тогда погрешность базирования для размера $57{,}3 \pm 0{,}23$ будет равна:

$$\varepsilon_Б = 0{,}2(65{,}2 - 65{,}126) = 0{,}2 \cdot 0{,}074 = 0{,}0148 \text{ мм} = 14{,}8 \text{ мкм}.$$

Для выполняемых размеров паза 25 мм и $20^{+0{,}21}$ мм погрешность базирования равна нулю, т.к. размер $20^{+0{,}21}$ мм обеспечивается инструментом, а для размера 25 мм измерительная база совпадает с технологической (левый торец детали).

Погрешность закрепления заготовки $\varepsilon_З$ может быть определена по формуле [1]:

$$\varepsilon_З = y \cdot \cos\alpha, \quad (10)$$

где α – угол между направлением выполняемого размера и направлением смещения измерительной базы; *y* – величина перемещения измерительной базы в собственной плоскости в направлении действия силы при зажиме заготовки.

Для нашего примера угол между направлением приложения усилия зажима (направлением смещения измерительной базы) и направлениями выполняемых размеров паза 25 мм и $20^{+0{,}21}$ мм $\alpha = 90°$, а $\cos 90° = 0$. Таким образом для этих размеров $\varepsilon_З = 0$.

Для размера $57{,}3 \pm 0{,}23$ направление приложенной силы зажима и направление этого размера совпадают, т.е. $\alpha = 0°$, а $\cos 0° = 1$. В этом случае величина погрешности $\varepsilon_З$ будет равна величине перемещения измерительной базы *y*.

Необходимо отметить, что $y = 0$ при соблюдении постоянства величины усилия зажима, например, при использовании пневмопривода. В случае ручного зажима погрешность закрепления можно определить из источника [2, табл. 12 – 17].

В нашем случае примем конструктивную схему приспособления №2 (с механизированным зажимом), поэтому погрешность закрепления заготовки для размера $57{,}3 \pm 0{,}23$ будет равна нулю ($\varepsilon_З = 0$).

Погрешность изготовления и износа приспособления $\varepsilon_{ПР}$ определяется по формуле [1]:

$$\varepsilon_{ПР} = \varepsilon_{ИЗГ} + \sqrt{3\varepsilon_И^2 + \varepsilon_{У.ПР}^2}\,, \qquad (11)$$

где $\varepsilon_{ИЗГ}$ – погрешность изготовления приспособления; $\varepsilon_И$ – погрешность, связанная с износом установочных элементов; $\varepsilon_{У.ПР}$ – погрешность установки приспособления на станке.

Составляющая $\varepsilon_{ИЗГ}$ характеризует неточность положения установочных и направляющих элементов приспособления. Погрешность изготовления может включать в себя несколько составляющих звеньев и определяется исходя из анализа конструктивной схемы приспособления. В нашем случае основными элементами, из которых будет складываться $\varepsilon_{ИЗГ}$, это допуск на изготовление призмы $T_{ПР}$ и допуск на высоту подставки под призму $T_П$:

$$\varepsilon_{ИЗГ} = T_{ПР} + T_П\,. \qquad (12)$$

При чем, $T_{ПР}$ определяется по ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция. Согласно данному ГОСТу для зажима нашей детали подходит *Призма 7033-0038 ГОСТ 12195-66*, предназначенная для зажима деталей с диаметрами от 60 до 80 мм. Методика определения следующая:
1) определяется величина размера L_1 (см. *ГОСТ 12195-66*) по формуле

$$L_1 = L + 1{,}207D - 0{,}5B_1\,, \qquad (13)$$

где L – высота призмы ($L = 45$ мм); $D = 65{,}2$ мм – диаметр зажимаемого вала; $B_1 = 70$ мм – справочный размер

$$L_1 = 45 + 1{,}207 \cdot 65{,}2 - 0{,}5 \cdot 70 = 88{,}7 \text{ мм};$$

2) далее по таблицам квалитетов для этого размера определяется поле допуска по *h6* (см. *ГОСТ 12195-66*): $T_{ПР} = 22$ мкм = 0,022 мм.

Предварительно приняв высоту подставки под призму равной 80…120 мм, назначим на нее величину поля допуска по *h7*: $T_П = 35$ мкм = 0,035 мм.

Таким образом, получаем по формуле (12):

$$\varepsilon_{ИЗГ} = 0{,}022 + 0{,}035 = 0{,}057 \text{ мм}.$$

Составляющая $\varepsilon_И$ характеризует износ установочных и направляющих элементов приспособления. Величина износа зависит: от времени работы приспособления; материала, массы и состояния базовых поверхностей заготовки, а также условий установки заготовки в приспособление и снятия её. В станочных приспособлениях эту погрешность устанавливает конструктор и её величина обычно не превышает 0,01 ... 0,02 мм. Примем $\varepsilon_И = 0{,}015$ мм.

Составляющая $\varepsilon_{У.ПР}$ возникает при установке приспособления на станок. Для её уменьшения применяют различные методы: обработку рабочих поверхностей установочных элементов после их сборки с корпусом, выверку положения приспособления на станке и т.д. Величина $\varepsilon_{У.ПР}$ обычно не превышает 0,02... 0,05 мм. В некоторых приспособлениях, например, кондукторах, $\varepsilon_{У.ПР}$ = 0, т.к. координаты обрабатываемого отверстия не зависят от положения корпуса кондуктора на столе станка. Примем $\varepsilon_{У.ПР}$ = 0,035 мм.

Итак, по формуле (11) получим:

$$\varepsilon_{ПР} = 0{,}057 + \sqrt{3 \cdot 0{,}015^2 + 0{,}035^2} = 0{,}1 \text{мм}.$$

Подставив значения погрешностей $\varepsilon_{Б}$, $\varepsilon_{З}$ и $\varepsilon_{ПР}$ в выражение (2), получим расчетную величину погрешности установки $\varepsilon_{УР}$:

$$\varepsilon_{У} = 1{,}2\sqrt{0{,}0148^2 + 0 + 0{,}1^2} = 0{,}12 = \varepsilon_{УР}.$$

Для того чтобы определить допустимую погрешность установки $\varepsilon_{УД}$, необходимо знать погрешность $\varepsilon_{О}$. Эта погрешность зависит от метода обработки заготовки и на неё влияет большое количество производственных погрешностей. В курсовой работе величина $\varepsilon_{О}$ выбирается по нормативным данным [2, стр. 28, таблица 11]. По этим данным принимаем для продольно-фрезерного станка с горизонтальным расположением шпинделя, с шириной рабочей поверхности стола до 400 мм наибольшее допустимое перемещение под нагрузкой стола относительно оправки в вертикальном направлении $\varepsilon_{О}$ = 0,1 мм.

Расчёт точности, связанный с обработкой в приспособлении, рекомендуется вести в следующей последовательности:

- определяется значение $\varepsilon_{О}$ и величина допустимой погрешности установки $\varepsilon_{УД}$;
- на основании анализа технологической операции и конструкции приспособления выявляются основные погрешности, влияющие на точность обработки;
- определяются их значения по таблицам и формулам;
- определяется расчётная погрешность установки $\varepsilon_{УР}$;
- расчётная величина $\varepsilon_{УР}$ сопоставляется с допустимой погрешностью установки ($\varepsilon_{УД} = T - \varepsilon_{О}$, где T – допуск на обрабатываемый размер); если $\varepsilon_{УР} \geq \varepsilon_{УД}$, необходимо уменьшить составляющие погрешности и снова определить $\varepsilon_{УР}$; если $\varepsilon_{УР} \leq \varepsilon_{УД}$, то делается вывод о том, что приспособление обеспечивает заданную точность.

В нашем случае допуск на обрабатываемый на операции размер $57{,}3 \pm 0{,}23$ равен

$$T = 0{,}46 \text{ мм}.$$

Допустимая погрешность установки равна

$$\varepsilon_{УД} = 0{,}46 - 0{,}1 = 0{,}36 \text{ мм}.$$

Сопоставим расчётную величину $\varepsilon_{УР}$ с допустимой погрешностью установки $\varepsilon_{УД}$

$$\varepsilon_{УР} = 0{,}12 \leq \varepsilon_{УД} = 0{,}36.$$

Следовательно, можно сделать вывод о том, что приспособление обеспечивает заданную точность для размера $57{,}3 \pm 0{,}23$.

2.3.2 Расчёт экономической эффективности применения приспособления

Целесообразность применения приспособлений должна быть экономически оправдана. Расчёты экономической эффективности основываются на сопоставлении разовых затрат и получаемой экономии. Затраты слагаются из расходов на амортизацию и эксплуатацию приспособления, а экономия достигается за счёт снижения себестоимости обработки заготовок на данной операции в результате уменьшения трудоёмкости, а иногда и разряда работы. Экономическая эффективность нового приспособления или более дорогостоящего (по сравнению с применяемым) достигается при условии, если ожидаемая годовая экономия $Э_Г$ больше годовых затрат по использованию приспособления с учётом расходов на эксплуатацию и ремонт $З_{ПР.ГОД}$:

$$Э_Г \geq З_{ПР.ГОД}. \qquad (14)$$

Годовая экономия определяется как разность сравниваемых элементов годовой технологической себестоимости выполнения операции по вариантам:

$$Э_Г = C_{ТЕХ.ГОД1} - C_{ТЕХ.ГОД2}, \qquad (15)$$

где $C_{ТЕХ.ГОД1}$, $C_{ТЕХ.ГОД2}$ – годовая технологическая себестоимость выполнения операции по первому и второму вариантам приспособления соответственно.

Технологическая себестоимость выполнения операции, отнесённая к одному году эксплуатации, зависящая от конструкции приспособления, определяется для сравниваемых вариантов по формуле [3]:

$$C_{ТЕХ.ГОД} = C_{ЧТ} \cdot t_{ШТ.К} \cdot N \left(1 + \frac{H}{100}\right) + З_{ПР.ГОД}, \qquad (16)$$

где $C_{ЧТ}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего, руб.; $t_{ШТ.К}$ – штучно-калькуляционное (штучное) время на операцию, ч.; N – годовая программа выпуска деталей, шт.; H – накладные расходы, %.

Часовая тарифная ставка, нормы времени на операцию, накладные расходы определяются расчётным путём или по нормативам.

Годовые затраты по использованию приспособления с учётом расходов на эксплуатацию и ремонт определяются по формуле [3]:

$$З_{ПР.ГОД} = C_{ПР}\left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right), \qquad (17)$$

где $C_{ПР}$ – первоначальная стоимость приспособления, руб.; A – срок амортизации приспособления, лет; q – затраты на эксплуатацию и ремонт приспособления (принимают равными 20...30% от первоначальной стоимости приспособления).

Стоимость специальных приспособлений можно установить по фактическим затратам на их проектирование и изготовление, стоимость универсальных приспособлений – по действующим прейскурантам.

Поскольку экономический расчёт делается в начальный период проектирования, когда разработана только конструктивная схема и фактические затраты на проектирование приспособления точно определить невозможно, его первоначальная стоимость может быть определена по формуле [3]:

$$C_{ПР} = C_{УД} Д_{ПР} К_{СЛ}, \quad (18)$$

где $C_{УД}$ – стоимость одной условной детали приспособления; $Д_{ПР}$ – количество деталей в приспособлении, шт.; $К_{СЛ}$ – коэффициент сложности, зависящий от группы сложности приспособления.

Стоимость одной условной детали, коэффициент сложности, а также срок амортизации зависят от группы сложности приспособления, которая определяется количеством наименований деталей, входящих в состав приспособления. Значения этих показателей (согласно данным источника [2]) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для расчета первоначальной стоимости приспособления

Количество наименований деталей в приспособлении, шт.	**Группа сложности**	**Коэффициент сложности приспособления**	**Срок амортизации, лет**	**Стоимость приспособления, руб.**
5	I	1,0	1	Не более 350…400
3…5	II	1,5	2	350…680
5…10				680…1200
10…15	III	1,7	3	1200…2480
15…20				2480…3200
20…25				3200…3800
20…25	IV	2,7	4	5000…5800
25…30				5800…7000
30…35				7000…7600
35…40				7600…8600
35…40	V	3,4	5	12000…13000
40…45				13000…14400
45…50				14400…15600
50…55				15600…16600
50…60	VI	4,6	6	24400…27600
60…70				27600…30600
70…80				30600…34000
80…90				34000…37000

В курсовой работе стоимость одной условной детали определяется частным от деления стоимости приспособления на количество наименований деталей, входящих в приспособление.

Из таблицы видно, что каждое приспособление с числом оригинальных деталей больше пяти можно отнести к двум смежным группам сложности. Чтобы решить, какую группу сложности принять для расчёта стоимости приспособления, руководствуются следующими положениями: если приспособление имеет менее сложные детали, невысокую точность, их изготовления, то его относят к меньшей группе сложности.

Критическая программа выпуска определяется по формуле:

$$N_{КР} = \frac{З_{ПР.ГОД1} - З_{ПР.ГОД2}}{\frac{С_{ЧТ}}{60}(t_{ШТ.К1} - t_{ШТ.К2}) \cdot \left(1 + \frac{Н}{100}\right)}. \quad (19)$$

На основании экономического расчёта выбирается оптимальный вариант, для которого окончательно разрабатывается конструкция приспособления.

2.3.3 Расчёт надёжности закрепления заготовки

Для закрепления заготовок применяются различные зажимные устройства (зажимы). При выборе зажима необходимо, прежде всего, учитывать условия надежности закрепления заготовки, т.е. следить за тем, чтобы заготовка в процессе обработки под действием сил и моментов не смогла сдвинуться с установленного положения, провернуться или вырваться из зажимного устройства.

Величину необходимого зажимного усилия Q определяют на основании решения задачи статики, рассматривая равновесия заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого необходимо составить расчётную схему, т.е. изобразить на схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и момент резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными элементами и зажимными устройствами. Расчётную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного местоположения режущего инструмента по длине обрабатываемой поверхности.

По расчётной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину проекций всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов.

Силы и моменты резания определяют по нормативам и формулам теории резания металлов применительно к конкретному методу обработки. Но в процессе обработки действительные силы резания могут существенно отличаться от расчётных вследствие колебания механических свойств самого материала, наличия наклепа и поверхностной корки на заготовках, притупления режущего инструмента, неравномерности снимаемого припуска и в силу других причин. Кроме того, при принятой схеме расчёта потребной силы зажима возможны различные состояния контакта (смятие поверхностей, наличие смазки, различная шероховатость и т.п.) между опорными поверхностями приспособления и

заготовкой, заготовкой и зажимом. Все эти изменения сил резания и состояния контакта расчётным путём учесть невозможно. Поэтому, величину силы резания, найденную расчётным путем, умножают на коэффициент надежности закрепления $K_З$, который, упрощенно минимально, для чистовой обработки принимают равным $K_З$ = 1,3… 1,5, а для черновой $K_З$ = 2,0…2,5.

Более точно, согласно данным источника [1], значение коэффициента надёжности закрепления $K_З$ следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить, как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определённого фактора. Следовательно

$$K_З = K_0K_1K_2K_3K_4K_5K_6.$$

Коэффициент K_0, представляющий собой гарантированный коэффициент запаса надёжности закрепления, для всех случаев следует брать равным 1,5. Коэффициент K_1 учитывает увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках. Для черновой обработки K_1 = 1,2 для чистовой K_1 = 1,0. Коэффициент K_2 учитывает увеличение силы резания вследствие затупления инструмента. Он зависит от вида обработки, марки материала. Его значение колеблется от 1,0 до 1,9. Коэффициент K_3 учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании, K_3 = 1,2 при прерывистом точении. Коэффициент K_4 учитывает непостоянство зажимного усилия привода в процессе обработки K_4 = 1,3 – для ручных зажимных устройств; K_4 = 1,0 – для пневматических и гидравлических устройств. Коэффициент K_5 – учитывает степень удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. K_5 = 1,0 при удобном расположении и малой длине рукоятки. K_5 = 1,2 при диапазоне угла отклонений рукоятки 90°. Коэффициент K_6 – учитывает неопределённость из-за неровностей места контакта заготовки с опорными элементами, имеющими большую опорную поверхность. Этот коэффициент учитывает только при наличии крутящего момента, стремящегося повернуть заготовку. K_6 = 1,0 – для опорного элемента, имеющего ограниченную поверхность контакта с заготовкой. K_6 = 1,5 – для опорного элемента с большой площадью контакта. При приведённых значениях коэффициентов $K_0 – K_6$ величина K, рассчитанная по формуле, может колебаться в значительных пределах (1,5...8,0). Если в результате расчёта величина K окажется менее 2,5, то при расчёте величины зажимного усилия её следует принять равной 2,5. Этот запас надёжности закрепления оговорён ГОСТ 12.2.029

В общем случае условие надёжности закрепления может быть записано в виде:

$$\begin{cases} Q = K_З \cdot P_{РЕЗ}; \\ M_{ЗАК} = K_З \cdot M_{РЕЗ} \end{cases}, \qquad (20)$$

где $M_{ЗАК}$ – момент от сил закрепления; $P_{РЕЗ}$, $M_{РЕЗ}$ – сила резания и момент от сил резания.

Пример. Определить усилие закрепления при фрезеровании паза (рисунок 6). При фрезеровании паза дисковой фрезой возникает окружная сила резания

P_Z, которую для удобства рассматривают состоящей из P_h – горизонтальной составляющей усилия резания, сдвигающей заготовку в осевом направлении и P_V– вертикальной составляющей, опрокидывающей заготовку вокруг точки O.

Определяем усилие закрепления, необходимое для компенсации действия горизонтальной составляющей силы резания. Прихват зажимного устройства приспособления, действующий на заготовку силой Q, вызовет в точках касания заготовки с призмами появление нормальных составляющих R (рисунок 7).

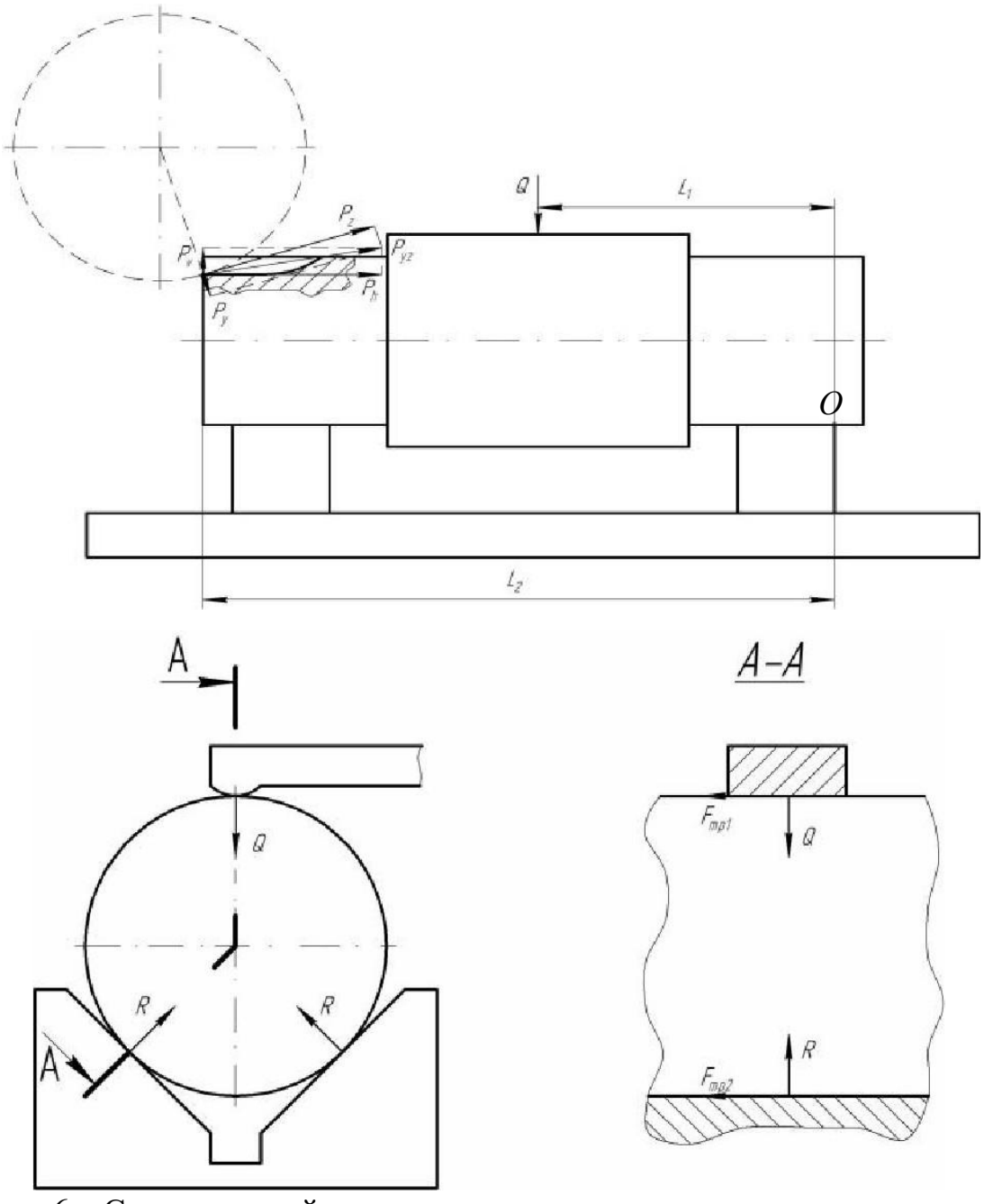


Рисунок 6 – Схема сил, действующих на заготовку

Рисунок 7 – Распределение сил на призме

Рассматривая проекции всех трех сил на вертикальную ось, получаем:

$$Q = 4RCos45^{\circ}, \text{ откуда } R = 0{,}354Q. \quad (21)$$

Действию силы P_h, стремящейся сдвинуть заготовку в осевом направлении, противодействуют силы трения в месте контакта заготовки с прихватом $F_{TP.1} = f \cdot Q$ и в месте контакта заготовки с призмами $F_{TP.2} = f \cdot R = 0{,}354 f \cdot Q$. Уравнение надёжности закрепления запишется в виде:

$$fQ + 4 \cdot 0{,}354\, fQ = K_3 P_h, \text{ откуда} \tag{22}$$

$$Q = \frac{K_3 P_h}{2{,}416\, f}. \tag{23}$$

где f – коэффициент трения, определяемый по рекомендациям источника [1] следующим образом: если контактный элемент в виде плоскости соприкасается с обработанной поверхностью заготовки можно принять f = 0,10...0,15, если контакт происходит по линии f = 0,18...0,3. При контакте необработанной поверхности заготовки с закалённым насечённым элементом f = 0,5...0,8. Если контактный элемент при закреплении соприкасается с цилиндрической поверхностью заготовки (при установке в кулачках, в цанге, призме и т.п.), то f = =0,25...0,45.

Определяем необходимое усилие закрепления от действия вертикальной составляющей силы резания P_V . Момент от силы P_V, опрокидывающей заготовку относительно точки O будет равен $M_{PV} = P_V \cdot L_2$, а момент от силы закрепления $M_Q = QL_1$, тогда условие надёжности закрепления запишется в виде:

$$QL_1 = 2P_V L_2, \text{ откуда } Q = 2P_V L_2 / L_1 \text{ Н}. \tag{24}$$

Из двух полученных значений усилий выбирают наибольшее и используют его в дальнейших расчётах.

После того как будет найдена потребная сила закрепления заготовки, решается задача по окончательному выбору конструкции зажимного устройства и привода и производится расчёт фактической силы зажима заготовки. При этом, фактическая сила, развиваемая зажимным устройством, должна быть равна или несколько больше потребной. Далее определяется исходное усилие $P_И$, которое через систему зажимного устройства трансформируется в усилие зажима Q. Усилие $P_И$ на ведущем звене зажимного устройства может быть организовано как непосредственно с помощью мускульной силы рабочего (приспособление с ручным зажимом, у нас это вариант конструктивной схемы приспособления №1), так и с применением силового привода (вариант конструктивной схемы приспособления №2). Для обоих вариантов расчетная схема для определения исходного усилия $P_И$ будет одинакова, она представлена на рисунке 8.

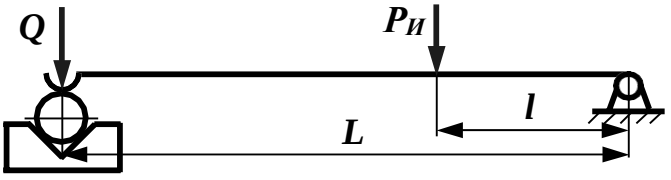


Рисунок 8 – Расчетная схема для определения исходного усилия

По сути дела, в нашем случае, зажимное устройство представляет собой двухплечевой рычажный механизм для которого, согласно источнику [1], исходное усилие $P_И$ определяется из баланса моментов относительно опоры:

$$Q \cdot L = P_И \cdot l \text{ , откуда} \quad (25)$$

$$P_И = \frac{Q \cdot L}{l} \text{ Н.} \quad (26)$$

Зная фактическое усилие закрепления заготовки, производят расчёт на прочность наиболее нагруженных элементов приспособления.

2.3.4 Расчёт прочности деталей приспособления

Для первого варианта конструктивной схемы приспособления (ручной зажим, см. рисунок 2) выполним прочностной расчет резьбового соединения винта зажимного устройства исходя из условий:

$$\tau = \frac{P_И}{\pi d_1 H K K_m} \leq [\tau] \text{ – для винта;} \quad (27)$$

$$\tau = \frac{P_И}{\pi d H K K_m} \leq [\tau] \text{ – для гайки;} \quad (28)$$

где H – высота гайки или глубина завинчивания винта в деталь, мм, по данным источника [4] для стандартных нормальных гаек $H = 0{,}8d_1$, для высоких $H = 1{,}2d_1$ и для низких $H = 0{,}5d_1$; d_1 и d – соответственно внутренний и наружный диаметры резьбы, мм; K – коэффициент полноты резьбы ($K \approx 0{,}87$ – для треугольной и $K \approx 0{,}5$ – для прямоугольной); K_m – коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы (при одинаковом материале винта и гайки $K_m \approx 0{,}6$); τ – касательные напряжения среза, Н/мм^2 {$\tau = (0{,}25\ldots0{,}35)\sigma_T$, где σ_T – предел текучести материала винта и гайки, Н/мм^2}; $[\tau]$ – предельно допустимые касательные напряжения среза, Н/мм^2 {$[\tau] \approx 0{,}6\sigma_T$}.

Из выражения (28) определим наружный диаметр резьбы:

$$d \geq \frac{P_И}{\pi \tau H K K_m} \text{ мм.} \quad (29)$$

По данным источника [5, стр. 582] принимаем стандартное ближайшее большее значение наружного диаметра резьбы и делаем проверку по условию (27). Если условие (27) не выполняется, то увеличиваем диаметр резьбы или принимаем материал винта и гайки с более высоким значением величины предела текучести σ_T, и снова делаем проверочные расчеты. В случае выполнения условия (27) расчет считается оконченным.

Для второго варианта конструктивной схемы приспособления (механизированный зажим, см. рисунок 3) выполним прочностной расчет тяги зажимного устройства исходя из условия прочности по напряжениям растяжения в стрежне [4]:

$$\sigma = \frac{4P_И}{\pi d_1^2} \leq [\sigma_T] \text{ Н/мм}^2, \quad (30)$$

где σ – расчетное напряжение растяжения, Н/мм^2; d_1 – внутренний диаметр кольцевой канавки под быстросъемную разрезную шайбу в тяге, мм; $[\sigma_T]$ – предел текучести материала тяги, Н/мм^2.

Рассчитаем внутренний диаметр кольцевой канавки в тяге приняв $\sigma = [\sigma_T]$. Из выражения (30) имеем:

$$d_1 \geq 2\sqrt{\frac{P_И}{\pi\sigma}} \text{ мм}, \qquad (31)$$

Пользуясь данными источника [6] выбираем стандартное ближайшее большее значение внутреннего диаметра кольцевой канавки тяги зажимного устройства приспособления, и по данному значению делаем проверку по условию (30). Если условие (30) не выполняется, то увеличиваем диаметр канавки или принимаем материал тяги с более высоким значением величины предела текучести σ_T, и снова делаем проверочные расчеты. В случае выполнения условия (30) расчет считается оконченным.

Далее из конструктивных соображений, пользуясь данными источника [6] принимаем значение величины диаметра тяги d.

2.3.5 Определение параметров зажимного устройства приспособления

При выборе конструктивной схемы приспособления с ручным зажимным устройством (см. рисунок 2), при расчётах усилие $P_З$, которое прикладывает рабочий к рычагу зажима, принимают равным не более 147 Н [1]. Для определения длины зажимного рычага построим расчетную схему (см. рисунок 9).

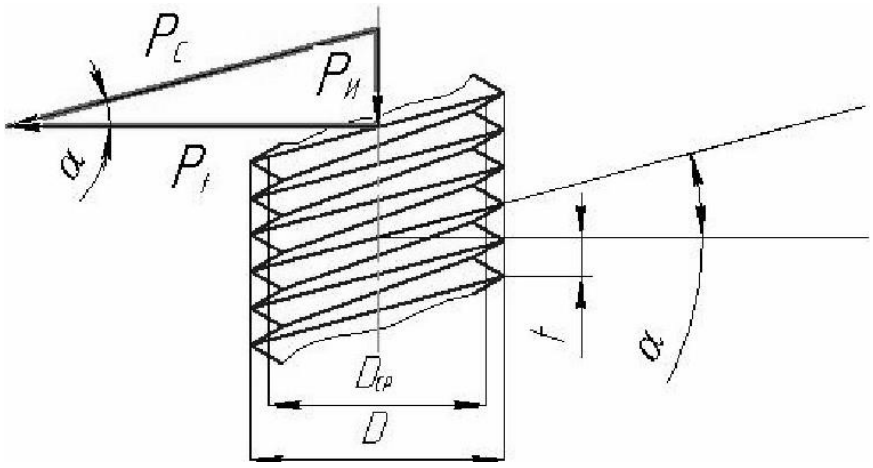


Рисунок 9 – Схема к расчету момента затяжки

На рисунке 9 изображен фрагмент силового винта зажимного устройства, указаны осевая (исходная) $P_И$, Н; касательная P_C, Н и окружная (тангенциальная) P_t, Н силы действующие в резьбовом соединении, а также наружный D, мм и средний $D_{СР}$, мм диаметры резьбы и угол наклона винтовой линии $\alpha°$, а также шаг винтовой линии t, мм. Угол наклона винтовой линии резьбы также можно рассчитать по известной формуле:

$$\alpha = arctg(\frac{t}{\pi D_{CP}}). \quad (32)$$

Для определения момента затяжки в паре винт – гайка зажимного устройства воспользуемся правилом прямоугольного треугольника. Из треугольника сил $P_И - P_t - P_C$, без учета потерь на трение имеем:

$$tg\alpha = \frac{P_И}{P_t}, \text{ откуда} \quad (33)$$

$$P_t = \frac{P_И}{tg\alpha}, \text{ и момент затяжки гайки} \quad (34)$$

$$M_З = P_t \cdot \frac{D}{2} = \frac{P_И \cdot D}{2tg\alpha}. \quad (35)$$

С учетом сил трения, приняв КПД в паре винт – гайка η = 0,8 получим:

$$M_З = \frac{P_И \cdot D}{2\eta tg\alpha} = \frac{P_И \cdot D}{1{,}6tg\alpha} \text{ Н·мм.} \quad (36)$$

С другой стороны момент затяжки с использованием рычага будет равен:

$$M_З = h \cdot P_З \text{ Н·мм,} \quad (37)$$

где h – длина рычага, мм; $P_З$ – усилие затяжки, прилагаемое рабочим при зажиме детали в приспособлении, принимаем $P_З$ = 147 Н, тогда

$$M_З = 147h \text{ Н·мм,} \quad (38)$$

Приравняв правые части выражений (36) и (38) получим:

$$147h = \frac{P_И \cdot D}{1{,}6tg\alpha}, \text{ откуда} \quad (39)$$

$$h = \frac{P_И \cdot D}{235{,}2tg\alpha} \text{ мм.} \quad (40)$$

Во втором варианте конструктивной схемы приспособления для создания исходного усилия применен пневмопривод. Зная необходимую величину $P_И$ на штоке пневмоцилиндра и задавшись значением давления сжатого воздуха в сети $p_В$ = 7 кгс/см^2 ≈ 7·10^5 Па, определим площадь поршня пневмоцилиндра исходя из того, что

$$p_В = \frac{P_И}{F_П} \text{ Н,} \quad (41)$$

где $F_П$ – площадь поршня пневмоцилиндра, м^2, получим:

$$F_П = \frac{P_И}{p_В} \text{ м}^2. \quad (42)$$

Определяем ориентировочный диаметр поршня пневмоцилиндра, исходя из того, что

$$F_П = \frac{\pi D_П^2}{4} \text{ м}^2. \quad (43)$$

где $D_П$ – ориентировочный диаметр поршня пневмоцилиндра, м, следовательно

$$D_П = 2\sqrt{\frac{F_П}{\pi}} \text{ м.} \quad (44)$$

Но исходя из того, что в принятой конструктивной схеме приспособления (см. рисунок 3) зажим заготовки производится при нагнетании сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра, площадь поршня, воспринимающая давление сжатого воздуха, будет равна:

$$F_{П1} = \frac{\pi (D_П^2 - d_П^2)}{4} \text{ м}^2, \quad (45)$$

где $d_П$ – диаметр штока пневмоцилиндра, м.

Но с другой стороны, $F_{П1}$, также как и в выражении (42) должна быть равна

$$F_{П1} = \frac{P_И}{p_В} \text{ м}^2. \quad (46)$$

Зная значения величин $P_И$ и $p_В$ по формуле (46) вычисляется численное значение величины $F_{П1}$.

Из выражения (45) имеем:

$$(D_П^2 + d_П^2) = \frac{4F_{П1}}{\pi} = A. \quad (47)$$

Подставив в выражение (47) числовое значение величины $F_{П1}$., полученное из выражения (46), получим некое число A.

Далее пользуясь данными источников [7, стр. 93-94; 8, стр. 200-227; 9] или ГОСТ 15608-81, принимаем ближайшее большее значение диаметров пневмоцилиндра $D_П$ и штока $d_П$, так, чтобы соблюдалось условие

$$(D_П^2 + d_П^2) \geq A. \quad (48)$$

По выбранным диаметрам $D_П$ и $d_П$ делаем проверку. Для этого определяем усилие на штоке $P_{И1}$, развиваемое пневмоцилиндром при $D_П$, $d_П$ и $p_В = 7 \cdot 10^5$ Па

$$P_{И1} = p_В \cdot \pi \cdot (D_П^2 - d_П^2)/4.$$

Если $P_{И1} < P_И$, то необходимо выбрать новые (ближайшие большие) значения $D_П$ и $d_П$, и вновь пересчитать усилие $P_{И1}$ и снова сравнить его с расчетным значением величины $P_И$. Эти действия необходимо повторять до выполнения условия $P_{И1} \geq P_И$. Как только это условие выполнится, то по подобранному диаметру $D_П$, пользуясь данными источников [7, стр. 93-94; 8, стр. 200-227] или ГОСТ 15608-81, и исходя из конструктивных особенностей приспособления, подбираем соответствующий диаметру $D_П$ пневмоцилиндр.

2.4 Разработка конструкции приспособления

2.4.1 Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления

Разработка сборочного чертежа приспособления по принятой конструктивной схеме начинается с вычерчивания в выбранном масштабе тонкими линиями (допускается синего цвета) контура детали и обрабатываемой на данной

операции поверхности. В качестве справочных данных указываются все размеры, получаемые на данной операции с их предельными отклонениями, а также указываются допуски на отклонение формы и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, другие технические требования, относящиеся к выполняемой операции.

Контур детали выполняется в двух, а при необходимости в трех проекциях, при этом расположение проекций на поле чертежа и расстояние между ними должны быть приняты таким образом, чтобы было возможным выполнение без наложения друг на друга проекций самого проектируемого приспособления.

Если требуется, то вычерчиваются необходимые сечения или разрезы детали, выполняемые такими же по толщине и цвету линиями, как и контур детали.

Далее, согласно принятой схеме базирования, вычерчиваются установочные элементы приспособления.

Для принятой в качестве примера конструктивной схемы приспособления с пневматическим приводом (см. рисунок 3) установочными элементами, ограничивающими перемещение заготовки в вертикальной и одной горизонтальной плоскостях, будут являться призмы. Другим установочным элементом, ограничивающим перемещение заготовки во второй горизонтальной плоскости, будет являться упор (на рисунке 3 показан на левом торце заготовки).

Пользуясь данными источников [7, стр. 72] и [10, стр. 145] определяемся с геометрическими параметрами (размерами) опорных призм (ГОСТ 12195-66) для нашего примера. Примем стандартную величину рабочего угла призм равной $2\alpha = 90°$. Длину опорных элементов призмы, равную длине линии контакта заготовки с призмой, определим из эмпирической зависимости [7, стр. 71]

$$Q = 7D \cdot b \text{ Н}, \tag{49}$$

где Q – усилие зажима заготовки, Н; D – диаметр заготовки, мм; b – длина линии контакта заготовки с призмой, мм.

Из выражения (49) имеем условие:

$$b \geq \frac{Q}{7D} \text{ мм}. \tag{50}$$

Подставляя в выражение (50) значения диаметров шеек вала D_1 = 65,2 мм и D_1 = 60,2 мм получим расчетные значения длин опорных элементов b_1 и b_2 , мм.

Опираясь на полученные значения, по ГОСТ 12195-66 принимаем все геометрические параметры призм.

Пользуясь рекомендациям источников [7, стр. 67] и [10, стр. 143] определяемся с геометрическими параметрами (размерами) упора (стандартизированной постоянной опоры для установки заготовок плоской поверхностью по ГОСТ 13440-68) для нашего примера.

Далее выполняем изображение опор на поле чертежа, определив им места согласно принятой схеме базирования.

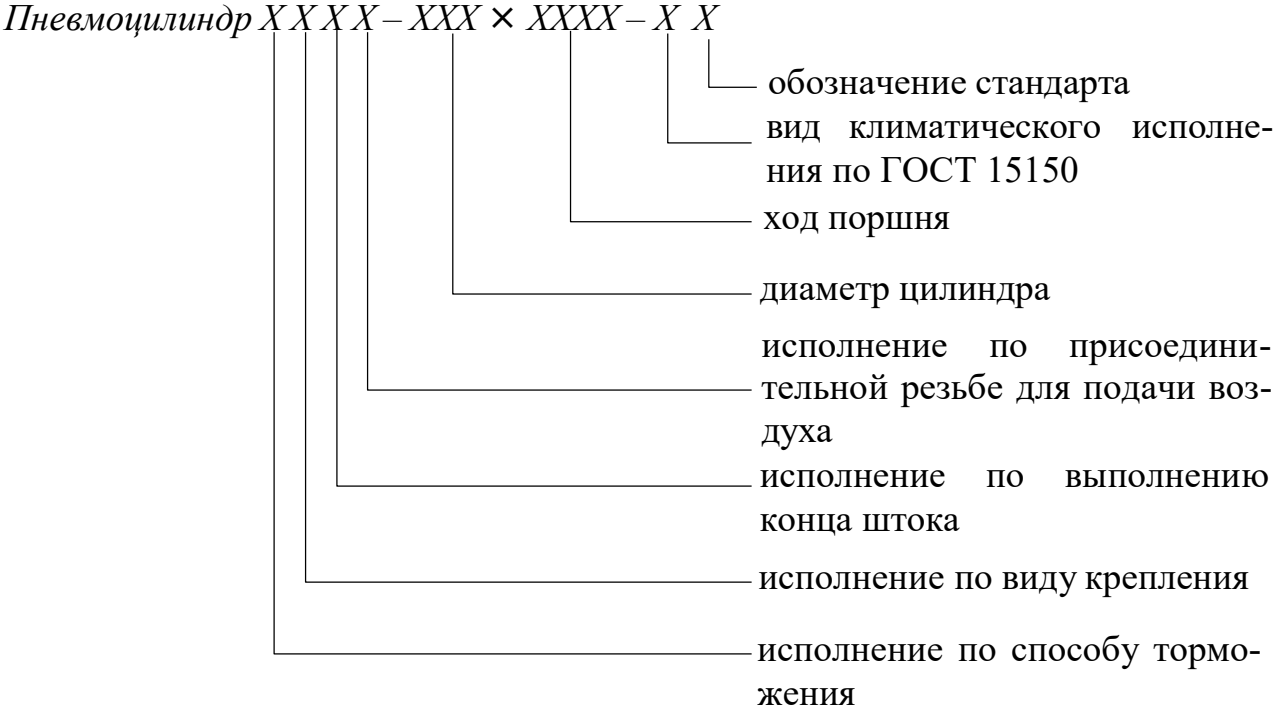
Затем вычерчиваем зажимной элемент, непосредственно воздействующий на обрабатываемую заготовку. В нашем примере это прихват передвижной по ГОСТ4735-69.

Вычертив для нашего примера изображения детали, всех опор и зажимных элементов на поле чертежа, приступаем к изображению силового пневмоцилиндра. Для этого, первым делом необходимо определиться с его местоположением, учитывая особенности принятой конструктивной схемы приспособления, геометрических параметров и способа крепления пневмоцилиндра.

Допустим, что в результате проведенных предварительно расчетов для нашего примера был принят пневмоцилиндр, имеющий следующее условное обозначение по ГОСТ 15608-81:

Пневмоцилиндр 1322-50×10 – УХЛ4 Гост 15608-81.

Здесь хотелась бы сделать некоторые пояснения, касающиеся условного обозначения, которое согласно ГОСТ 15608-81 должно строиться по следующей структуре:



Согласно ГОСТ 15608-81 цилиндры должны изготавливаться в следующих исполнениях:

1 – без торможения,

2 – с регулируемым торможением в конце хода (далее – с торможением);

по виду крепления

0 – на удлиненных стяжках,

1 – на лапах,

2 – на переднем фланце,

3 – на заднем фланце,

4 – на проушине,

5 – на цапфах;

по выполнению конца штока

1 – с наружной резьбой,
2 – с внутренней резьбой;

по присоединительной резьбе для подвода воздуха

1 – с метрической резьбой,
2 – с конической резьбой.

Таким образом принятый выше пневмоцилиндр обладает следующими характеристиками: пневмоцилиндр без торможения, с креплением на заднем фланце, с внутренней резьбой на конце штока, с конической присоединительной резьбой для подвода воздуха, диаметром D = 50 мм и ходом поршня S = 10 мм, в климатическом исполнении УХЛ4.

После вычерчивания пневмоцилиндра производится вычерчивание прочих конструктивных элементов приспособления (корпусов, оснований, стоек, подставок, различных шайб, рукояток, шпилек, маховиков, винтов, гаек и др.). При этом необходимо стремиться к максимальной стандартизации и унификации деталей и узлов, входящих в конструкцию приспособления, использовать справочную литературу, например, [10], государственные и отраслевые стандарты.

На поле чертежа приспособления необходимо указать все необходимые для его изготовления и габаритные размеры, а также технические требования. Предпочтительно технические требования на допуски формы и взаимного расположения поверхностей указывать на поле чертежа в виде условных обозначений по ГОСТ 2.308-2011. При необходимости, на чертеже должна быть указана шероховатость обрабатываемых поверхностей. При выполнении вышеуказанных действий рекомендуется пользоваться справочной информацией, представленной в Приложениях Б – Е).

Изображения на чертежах должны быть выполнены согласно ГОСТ 2.305.

К изображениям относятся: виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления о проектируемом устройстве.

Названия разрезов (продольный разрез, поперечный разрез, горизонтальный разрез) и их условные буквенные обозначения, написанные ниже названия (А-А, Б-Б и т.д.), пишутся над изображением симметрично разрезу, без подчеркивания.

При этом на других изображениях (других проекциях) должны указываться секущие плоскости путем нанесения разомкнутых линий со стрелками, указывающими направление взгляда на сечение. У стрелок (снаружи) ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита: А...А, Б...Б и т.д. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. При сложных разрезах наносятся места перехода от одной секущей плоскости к другой. Стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха. Начальный и конечный штрих не должны пересе-

кать контур соответствующего изображения. Название видов на чертежах подписывать не следует, если они находятся в непосредственной проекционной связи (на одном листе с главным видом).

Если чертеж изделия выполнен на двух и более листах, то дополнительные изображения отмечают путем указания номеров листов, на которых эти изображения помещены, например,

$А_{(3)}$ ↓ ↓ $А_{(3)}$ (разрез А-А размещен на третьем листе чертежа). В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначения указывают номера листов, на которых дополнительные изображения отмечены, например, $А\text{-}А_{(1)}$ (разрез А-А отмечен на первом листе чертежа).

Графические обозначения материалов на чертежах, нанесение размеров и предельных отклонений, обозначение допусков и посадок необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 2.306, ГОСТ 2.307, ГОСТ 25.346, ГОСТ 25.347. Указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей должны соответствовать ГОСТ 2.308. Обозначения шероховатости поверхностей на рабочих чертежах деталей – согласно ГОСТ 2.309. Нанесение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки – по ГОСТ 2.310. Изображение резьбы на чертежах выполняется по ГОСТ 2.311; неразъемных соединений – по ГОСТ 2.313. Обозначение швов сварных соединений и условные изображения – по ГОСТ 2.312, спецификации – по ГОСТ 2.106, ГОСТ 21.501.

Основная надпись (штамп) на чертеже должна быть заполнена в соответствии с Приложением Ж согласно ГОСТ 2.104. Пример заполнения основной надписи для первого листа машинного чертежа (форма 1) представлен в Приложении И, для второго и последующих листов (форма 2а) – в Приложении Л.

На сборочном чертеже приспособления необходимо расставить позиции элементов, входящих в него, при этом необходимо помнить, что первыми нумеруются сборочные единицы, затем – оригинальные детали, далее – стандартные изделия и т.д. Причем, стандартные изделия должны перечисляться в спецификации в алфавитном порядке. Поэтому рекомендуется перед проставлением позиций на чертеже составить список элементов конструкции в следующей последовательности:

- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом изделия.

Например, для нашего приспособления:

сборочные единицы

1. Пневмоцилиндр;

детали

2. Основание;
3. Подставка под призму правая;
4. Палец;
5. Подставка под призму левая;
6. Стойка упора;
7. Тяга;
8. Подпор;

стандартные изделия

9. Болт М8×30;
10. Винт М10×100;
11. Винт М10×40;
12. Винт М8×30;
13. Винт М6×16;

14. Гайка М12×1,25;
15. Гайка М16;
16. Опора постоянная;
17. Призма опорная;
18. Прихват передвижной;
19. Шайба быстросъемная;
20. Шайба пружинная;
21. Шпонка;
22. Штифт.

После составления списка, в соответствии с его нумерацией, производится проставление позиций на чертеже.

После проставления позиций на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект составляют спецификацию на листах формата А4 по форме 1 и 1а ГОСТ 2.106 (Приложения К и Л), в которую вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Спецификацию подшивают в конце пояснительной записки проекта (после приложений).

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. При этом ее располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Основная надписи на спецификациях должны быть заполнены в соответствии с Приложением Ж согласно ГОСТ 2.104. Пример заполнения основной надписи для первого листа спецификации (***форма 2***) представлен в Приложении К, для второго и последующих листов (***форма 2а***) – в приложении Л.

Сборочному чертежу присваивается обозначение. Обозначение сборочного чертежа указывается в основной надписи и дополнительной основной надписи в виде буквенно-цифрового кода следующего вида:

КР 15.03.05.01.000 СБ,

элементы которого расшифровываются так:

КР – обозначение вида работы (курсовая работа);

15.03.05 – код направления (КТМ);

01 – номер задания (обычно номер студента по порядку в списке группы);

000 – группа цифр, конкретизирующая вид документа;

СБ – буквенный код, обозначающий сборочный чертеж.

Обозначение сборочного чертежа (общего вида) и его спецификации должно быть одинаковым, за исключением кода. Сборочному чертежу присваивается буквенный код «СБ» («ВО» для общего вида), проставляемый в конце обозначения. ***Спецификации код не присваивается***. Сборочному чертежу, совмещенному со спецификацией, код не присваивается. Пример сборочного чертежа фрезерного приспособления представлен в Приложении И.

2.5 Оформление расчётно-пояснительной записки

Текст пояснительной записки должен быть выполнен аккуратно литературным и технически грамотным языком на одной стороне листа бумаги А4 (210 × 297 мм) с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004) и использованием шрифта Times New Roman:

- шрифт 14 – при написании текста;
- шрифт 14 (полужирный) – при написании заголовков подразделов;
- шрифт 16 (полужирный) – при написании заголовков разделов;
- межстрочный интервал – полуторный.

Текст пояснительной записки оформляют на листах в рамке: поле слева – 20 мм, справа, сверху и снизу – по 5 мм.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – ***не менее 3 мм***.

Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть ***не менее 10 мм***.

Абзацы в тексте начинаются отступом, ***равным 10 мм***.

Расстояние между ***заголовком и текстом***, между ***заголовками раздела и подраздела*** должно быть ***равно 2 интервалам***.

На листе пояснительной записки, следующем за листом задания, выполняется основная надпись ***формы 2*** по ГОСТ 2.104 (приложения Ж и К).

На последующих листах пояснительной записки оформляются основные надписи ***формы 2а*** по ГОСТ 2.104 (приложения Ж и Л).

Курсовой работе присваивается обозначение. Обозначение курсовой работы указывается на титульном листе пояснительной записке и в основных надписях первого и последующего листов пояснительной записки в виде буквенно-цифрового кода, аналогичного коду обозначения сборочного чертежа. Но на титульном листе он проставляется без последней буквенной группы (см. Приложение М):

КР 15.03.05.01.000,

а в основных надписях листов пояснительной записки, в конце обозначения документа, добавляются буквы ПЗ (см. Приложение П):

КР 15.03.05.01.000 ПЗ,

где ПЗ – буквенный код, обозначающий пояснительную записку.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы, а в случае необходимости – пункты и подпункты (см. п. 4.3 настоящего пособия).

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами ***без точки*** и записанные с ***абзацевого отступа***.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела ***точка не ставится***.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Количество номеров в нумерации структурных элементов пояснительной записки ***не должно превышать четырех***.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления ***следует ставить дефис*** или, при необходимости ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример

а) _____

б) _____

1)_____

2)_____

в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы и подразделы ***должны иметь заголовки***. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов и подразделов.

Заголовки следует печатать, ***отделяя от номера пробелом***, начиная с прописной буквы ***без точки в конце***, не подчеркивая. При этом номер раздела (подраздела) печатают ***после абзацного отступа***. В заголовках ***не допускаются переносы*** слов, применение ***римских цифр***, ***математических знаков*** и ***греческих букв***. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки разделов (подразделов) ***выделяют полужирным шрифтом***.

Расстояние между заголовком и текстом, между заголовками раздела и подраздела должно быть ***равно 2 интервалам***.

Каждый раздел записки должен начинаться с нового листа (страницы). Не следует помещать заголовки разделов или подразделов на отдельных листах.

Нумерация листов пояснительной записки ***должна быть сквозной*** в пределах всей записки. Первой страницей является титульный лист. Вторая страница – это задание. На титульном листе ***номер страницы не проставляется***.

Номера страниц проставляются в основной надписи в графе «Лист». В графе основной надписи «Листов» указывается количество страниц во всей пояснительной записке.

На листах без рамки и основной надписи номер страницы, в соответствии с ГОСТ 7.32, проставляется в центре нижней части листа без точки.

Все листы пояснительной записки должны быть сброшюрованы в папки формата А4.

Пояснительная записка курсовой работы должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист	1 стр.	Приложение М
- задание	1 стр.	Приложение Н
- содержание	1 стр.	Приложение П
- введение	1 стр.	
- проектно-расчетная часть	10-15 стр.	
- проектно-конструкторская часть	5-10 стр.	
- заключение	1 стр.	
- список использованных источников	1-2 стр.	
- приложение		

В любом случае общее количество страниц расчетно-пояснительной записки без учета приложений должно быть не менее 20 и не более 30 страниц формата А4. В приложении помещают спецификацию на сборочный чертеж разработанного приспособления.

2.5.1 Изложение текста

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть, по возможности, кратким. Наименование изделия записывают в имени-

тельном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Машина тестомесильная». В наименование изделия, как правило, не включают сведения о его назначении и местоположении.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем – наименование изделия (имя существительное). Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в записке принята специфическая терминология, то в конце ее (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание пояснительной записки.

В тексте документа ***не допускается***:

– применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;

– применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

– применять произвольные словообразования;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;

– сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, ***не допускается***:

– применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

– применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

– применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≤ (меньше или равно), ≥ (больше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

– применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. ***Не следует обозначения единиц называть размерностями***.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин ***не допускается***.

Буквенные обозначения единиц должны печататься прямым шрифтом, что позволяет легко отличить их от обозначений физических величин, которые по международным соглашениям всегда печатаются наклонным шрифтом (курсивом).

В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Определяющие слова следует присоединять к наименованию величины, а единицу обозначать в соответствии со стандартом. Например, объем газа, приведенный к нормальным условиям, 10 $м^3$, масса условного топлива 100 т и т.д.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например, Н·м; Вт/($м^2$·К).

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначений в знаменателе следует заключать в скобки.

Обозначения единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный минимальному расстоянию между словами. Пробел не оставляют, если в виде обозначения используется знак, поднятый над строкой, например, 20°, но 20°С.

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначение единицы помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после предельного отклонения, например, (1000±50)°С или 1000 °С±50°С.

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Примеры:

1 Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

2 Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах всей записки должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,50; 1,75; 2,00 м.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначе-

ние единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона, за исключением знаков «%», «°С», «.°».

Интервалы чисел записывают со словами: «от» «до» (имея в виду: «от... до... включительно»), если после чисел указана единица величины, или через тире, если эти числа являются безразмерными коэффициентами.

Примеры:
1 . . . от 1 до 5 мм.
2 . . . от 10 до 100 кг.
3 . . . от 63 до 75%.
4 . . . от 10 до 15°С.

Если интервал чисел охватывает порядковые номера, то для записи интервала используют тире.

Пример: ... рисунки 1 – 14.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (***переносить их на разные строки или страницы***), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах.

Помещение обозначений единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами или между числовыми значениями, представленными в буквенной форме, ***не допускается.***

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т.д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т.п. изделий одного наименования должно быть одинаковым.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей. При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строку через косую черту, например: 5/32; (50*A*-4*C*) / (40*B*+20).

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него, с абзаца.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

В расчетах перед каждой формулой записывается наименование рассчитываемой величины. Формулы записываются в символах, затем знаки равенства, затем числовые значения этих символов и конечный результат. Промежуточные

расчеты не приводятся. Числовые значения величин должны занимать место, которое занимают в формуле соответствующие символы.

При расчете величин, определяемых сложными формулами, в состав которых входят параметры, требующие предварительного расчета, рекомендуется вначале последовательно, в порядке появления в формуле, записать и определить все эти параметры в последовательности, исключающей многоступенчатость и для промежуточных расчетов, а уже затем приводить формулу и расчет искомой величины.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны ***нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами***, которые записывают в круглых скобках на уровне формулы справа, в конце строки, например:

$$I = \frac{U}{R}, \qquad (1)$$

где I – сила тока, А; U – разность потенциалов (напряжение), В; R – сопротивление, Ом.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках, например, «... в формуле (1)».

Формулы, помещенные в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, «…формула (В.1)».

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, «(3.1)».

Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

Примечания в пояснительной записке приводятся, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире, и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. При этом после слова «Примечания» не ставят двоеточие. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры:

Примечание – _____

Примечания

1 _____

2 _____

На материалы, взятые из литературы и других источников (утверждения, формулы, цитаты и т.п.), ***должны быть даны ссылки*** с указанием номера источника по списку использованной литературы. Номер ссылки проставляется арабскими цифрами в квадратных или косых скобках (например: «…как следует из источника [1]…»). Допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полно и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. ***Ссылки на подпункты, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются***, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения, например: ГОСТ 2.105.

2.5.2 Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются, или на следующей странице. 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 (т.е. рисунок находится в приложении А).

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 (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование ***помещают после пояснительных данных*** и располагают симметрично рисунку следующим образом:

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема

Материал, дополняющий текст записки, допускается помещать в приложениях. Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах, после списка использованных источников, или выпускают в виде самостоятельного документа (тома).

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху ***посередине страницы слова «Приложение» полужирным шрифтом***, записанное строчными буквами с первой прописной, и его обозначения.

Допускается размещение на одной странице двух (и более) последовательно расположенных приложений, если их можно полностью разместить на этой странице.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой, под словом «Приложение» с обозначением. Заголовок печатают строчными буквами с первой прописной и ***выделяют полужирным шрифтом***.

Приложения обозначают прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения.

Приложения должны иметь общую с основной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

В тексте пояснительной записки ***должны быть даны ссылки на все приложения***.

Все приложения ***должны быть перечислены в содержании документа*** с указанием их номеров и заголовков.

2.5.3 Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей через тире после номера таблицы.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте записки, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы сверху, слева, справа и снизу ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть ***не менее 8 мм***.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, рядом или на следующей странице, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки и первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева с абзацного отступа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы ***нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят***.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных, порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Обозначение единицы физической величины допускается выносить в отдельную строку или графу.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов ***не допускается***.

При отсутствии отдельных данных в таблице ***следует ставить прочерк*** (тире).

В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире.

2.5.4 Сноски

Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в записке, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

Сноски в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице, – в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Знак сноски ставится непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта, например, «... печатающее устройство $^{2)}$ ...».

Нумерация сносок – отдельная для каждой страницы.

Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками: * Применять более четырех звездочек не рекомендуется.

2.5.5 Содержание основных разделов записки

При выполнении пояснительной записки необходимо придерживаться следующей нумерации разделов. Разделы «Проектно-расчетная часть» и «Проектно-конструкторская часть» являются основными, как по содержанию, так и по объему. Эти разделы также являются первым и вторым нумерованными разделами пояснительной записки. В этих разделах необходимо придерживаться указанной нумерации не только разделов, но и подразделов, пунктов и подпунктов, сохраняя указанные ниже заголовки. Рекомендуется следующее содержание этих разделов:

1 Проектно-расчетная часть

1.1 Изучение и анализ исходных данных

1.2 Разработка технического задания на проектирование специального приспособления

1.3 Разработка вариантов конструктивных схем приспособления

1.4 Технико-экономические расчёты при проектировании приспособлений

1.4.1 Расчёт приспособления на точность

1.4.2 Расчёт надёжности закрепления заготовки

1.4.3 Определение параметров зажимного устройства приспособления

1.4.4 Расчёт прочности деталей приспособления

2 Проектно-конструкторская часть

2.1 Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления

2.2 Разработка и оформление спецификации к сборочному чертежу приспособления.

Порядок выполнения основных разделов изложен в подразделах 2.1 – 2.4 данного учебного пособия.

Разделы «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» и «Приложение» не нумеруются.

3 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «ВВЕДЕНИЕ»

Во введении необходимо обосновать актуальность разрабатываемой темы, сформулировать цели и задачи проектирования. Также во введении необходимо изложить краткое содержание разделов пояснительной записки курсовой работы.

4 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «ЗАКЛЮЧЕНИЕ»

В разделе «Заключение» необходимо подвести итог проделанной работы, перечислив основные результаты, полученные при выполнении КР. В этом разделе необходимо привести основные характеристики спроектированного специального приспособления.

1. Показатели, характеризующие степень стандартизации и унификации деталей и узлов, входящих в него.

2. Величину результирующей погрешности обработки заданного геометрического параметра с использованием спроектированного приспособления.

3. Величину усилия зажима.

4. Массу и габаритные размеры приспособления.

В конце необходимо сделать вывод о степени достижения цели работы.

5 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ»

При составлении списка литературы, использованной в процессе работы над КР, необходимо учесть следующие требования.

На все материалы, взятые из литературы и других источников (утверждения, формулы, цитаты и т. п.), должны быть даны ссылки с указанием номера источника по списку использованной литературы. Причем список составляется по порядку цитирования в тексте пояснительной записки КР. Каждый источник в списке нумеруется арабскими цифрами без точки на конце.

В пояснительной записке номер ссылки проставляется арабскими цифрами в квадратных скобках. Ссылаться следует на документ в целом. Ссылки на подпункты, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются. При ссылках на стандарты и технические условия в первый раз указывают их полное обозначение и наименование, в последующем – только краткое обозначение.

Список должен иметь сквозную нумерацию. При составлении списка необходимо учитывать требования ГОСТ 7.1 – 2003 «СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Примеры библиографических записей для однотомного издания:

- Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: учеб. для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1999.- 591 с.

- Режущий инструмент: учеб.для вузов / Д.В. Кожевников [и др.]; под общ.ред. С.В. Кирсанова.- М.: Машиностр., 2005.- 528 с.

Пример библиографической записи для многотомного издания; документ в целом:

- Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностр., 1986.

Пример библиографической записи для многотомного издания; отдельный том:

- Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 / под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб.и доп. – М.: Машиностр., 1986.- 656 с.

Пример библиографической записи для методических указаний:

- Попова В.В. Протяжки для обработки отверстий с одинарной схемой резания: метод.указ. / РИИ. – Рубцовск, 2003.- 43 с.

Пример библиографической записи для издания на электронных носителях и материалы, взятые в Интернете:

- Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]:[интерактив.учеб.]. – Электрон.дан. и прогр. – СПб.: ПитерКом., 1997, - 1 электрон.опт.диск (CD-ROM) + прил.(127 с.).

- Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством (3-е изд.) – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.- 158 с. – www.alpina.ru/book/41/.

- Закон РФ от 23 сентября 1992 г.№3523-1 «О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных» - www.fips.ru/avp/law/3523-1S.HTML.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гриценко В.В. Технологическая оснастка: Учебное пособие для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2019. – 73 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. 656 с.

3. Проектирование технологической оснастки: Метод. указания к курсовой работе / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. А.П. Шулепов, А.В. Мещеряков. Самара, 2006. – 27 с.

4. https://bcoreanda.com/ - Информационно-образовательный портал «Ореанда». Детали машин.

5. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

6. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.

7. Технологическая оснастка машиностроительных производств: Учебное пособие / Составитель: про. А.Г. Схиртладзе: В 2 ч. – М, МГТУ «Станкин», 1998. – Ч. 1. 2000 с.

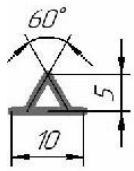
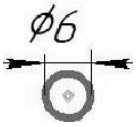
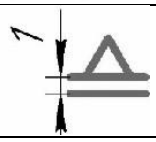
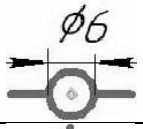
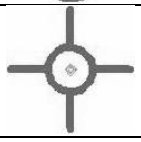
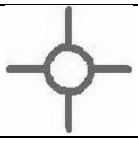
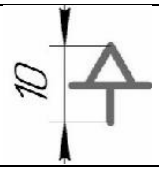
8. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. И доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975 г. 656 с.

9. ГОСТ 6540-68 «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров»

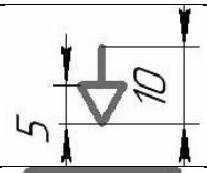
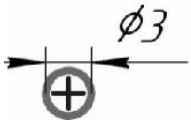
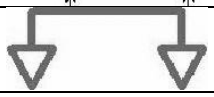
10. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 7 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.

Приложение А.
Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения по ГОСТ 3.1107-81

Обозначения опор

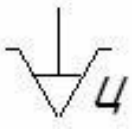
Наименование опоры	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
1.Неподвижная			
2.Подвижная			
3.Плавающая			
4.Регулируемая			

Обозначения зажимов

Наименование зажима	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
1.Одиночный			
2.Двойной			

Примечания:

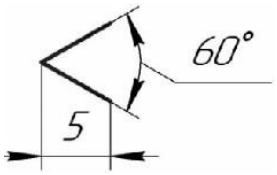
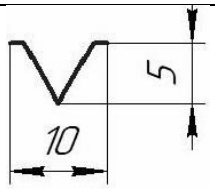
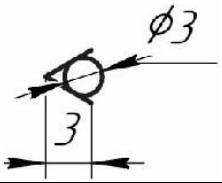
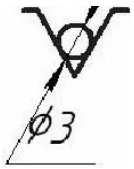
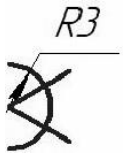
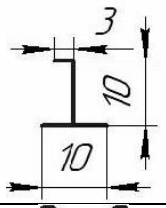
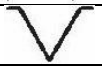
1 Установочно-зажимные устройства следует обозначать как сочетание обозначений установочных устройств и зажимов.

Цанговая оправка (патрон) 

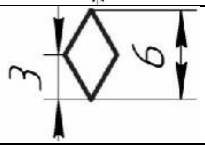
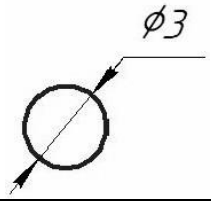
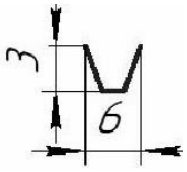
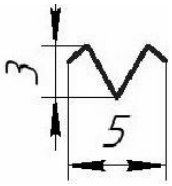
2 Количество точек приложения силы зажима или опор следует записывать справа от обозначения зажима.

Продолжение приложения А

Обозначения установочных устройств

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1.Центр неподвижный		4.Оправка цилиндрическая	
2.Центр вращающийся		5.Оправка шариковая, роликовая	
3.Центр плавающий		6.Патрон поводковый	
Для базовых установочных поверхностей			

Обозначения форм рабочих поверхностей опор, зажимов и установочных устройств

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1.Плоская		5.Коническая	
2.Сферическая		6.Ромбическая	
3.Цилиндрическая		7.Трехгранная	
4.Призматическая		8.Рифленая (шлицевая, резьбовая)	

Примечание:
Обозначения устройств рабочей поверхности наносят слева от обозначения опоры, зажима или установочного устройства.

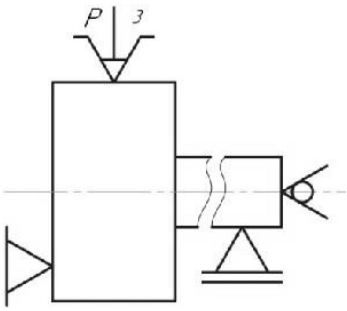
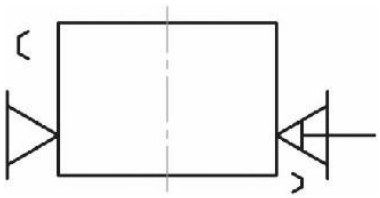
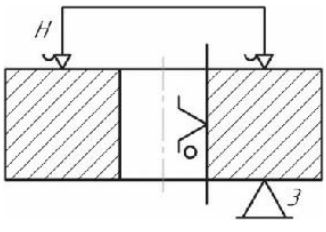
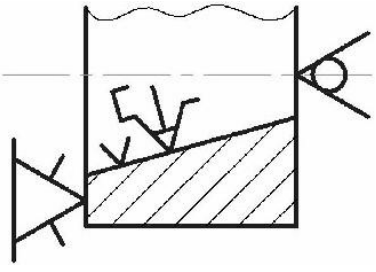
Продолжение приложения А

Обозначения устройств зажимов

Наименование	Обозначение
1.Пневматическое	Р
2.Гидравлическое	Н
3.Электрическое	Е
4.Магнитные	М
5.Электромагнитные	ЕМ
6.Гидропластовые	Г

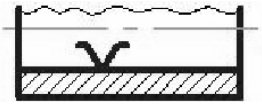
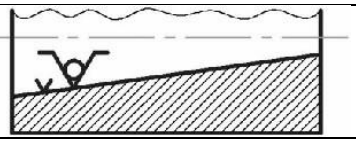
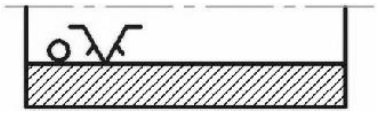
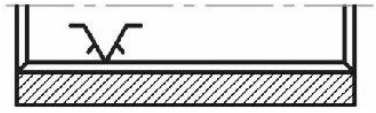
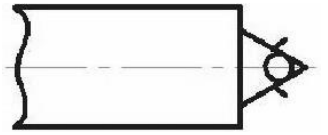
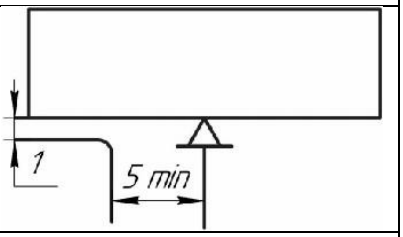
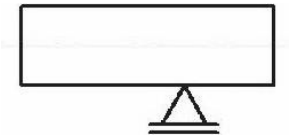
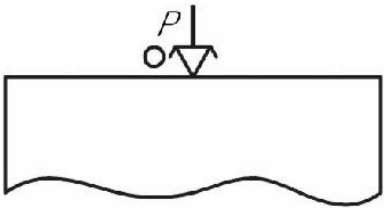
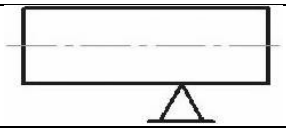
Обозначения видов устройств зажимов наносят слева от обозначения зажима.

Примеры схем установок заготовок на станках с указанием опор и зажимов

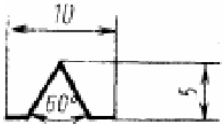
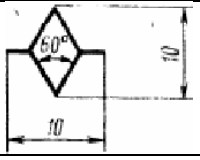
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1.Установка в 3-кулачковый пневматический патрон с упором в торец, с подвижным вращающимся центром и с подвижным люнетом		1.Установка в пневматические тиски с призматическими губками	
2.Установка в гидравлическом кондукторе на цилиндрический палец с упором в торец на 3 опоры неподвижные, с двойным сферическим зажимом		2.Установка на коническую оправку с гидропластовым зажимом с упором в торец на рифленую поверхность с подвижным вращающимся центром	

Окончание приложения А

Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств на схемах

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1.Центр неподвижный (гладкий)		9.Оправка цилиндрическая	
2.Центр рифленый		10.Оправка коническая, роликовая	
3.Центр плавающий		11.Оправка цилиндрическая с наружной резьбой	
4.Центр вращающийся		12.Оправка шлицевая	
5.Центр обратный вращающийся с рифленой поверхностью		13.Оправка цанговая	
6.Патрон поводковый		14.Опора регулируемая со сферической рабочей поверхностью	
7.Люнет подвижный		15.Зажим пневматический с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью	
8.Люнет неподвижный			

Условные обозначения опорных точек баз

На виде спереди и с боку	На виде сверху
	

Приложение Б
Значения параметров шероховатости

Класс шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ra	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16
Rz	320	160	80	40	20	10	6,3	3,2	1,6	0,8

Приложение В
Типовые поверхности и их показатели шероховатости

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
Rz = 320 и *Rz* = 160	Нерабочие контуры деталей
Rz = 80	Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Разделка кромок под сварку
Rz = 40	Внутренний диаметр шлицевых соединений (нешлифованных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок
Rz = 20	Торцовые поверхности под подшипниками качения. Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными
Ra = 2,5	Шаровые поверхности ниппельных соединений. Канавки под уплотнительные резиновые кольца для подвижных и неподвижных торцовых соединений. Радиусы скруглений на силовых валах. Поверхности осей для эксцентриков
Ra = 1,25	Поверхности разъема герметичных соединений без прокладок или со шлифованными металлическими прокладками. Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия подшипников скольжения. Трущиеся поверхности малонагруженных деталей
Ra = 0,63	Притираемые поверхности в герметичных соединениях. Поверхности зеркала цилиндров, работающие с резиновыми манжетами. Трущиеся поверхности нагруженных деталей. Посадочные поверхности второго класса точности: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса. Рабочие шейки распределительных валов. Штоки и шейки валов в уплотнениях
Ra = 0,32	Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях (шейки, шпиндели, золотники). Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников). Трущиеся элементы сильно нагруженных деталей. Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами
Ra = 0,16	Поверхности, работающие на трение, от износа которых зависит точность работы механизмов

Приложение Г
Образцы выполнения текстовых технических требований

1. Приспособление должно работать при давлении сжатого воздуха в системе 0,5 МПа при температуре окружающей среды от +5°С до +50°С.
2. Загрязненность воздуха, подаваемого в рабочие полости цилиндра должна быть не ниже 10-го класса по ГОСТ 17433-72. Сжатый воздух должен быть насыщен распыленным маслом с концентрацией 2-4 капли на 1 $м^3$ свободного воздуха.
3. Покрытие рабочей поверхности штока и рабочей поверхности гильзы цилиндра хромом (по ГОСТ 9073-77).
4. Литые детали из чугуна (поз. 1) должны подвергаться старению.

5. Утечка воздуха через уплотнения и резьбовые соединения не допускается.

6. Материал основных деталей: Вст 3 сп 4 ГОСТ 380-88, Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-80 и т.д.

7. Основные сварочные материалы: Проволока св-08г2с ГОСТ 2246-70, электрод МР-3, ЦЛ-11 ГОСТ 9466-80 и т.д.

8. Действительное расположение штуцеров дано: на схеме, виде А, разрезе Б-Б и т.д.

9. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, ±IT14/2.

10. Произвести обкатку привода на холостом ходе в течение ... минут.

11. Покрытие наружной поверхности аппарата произвести в один слой грунтовкой коричневой ГФ-0195.

12*. Размеры для справок.

Приложение Д
Рекомендации по назначению допусков и посадок

Посадки выбирают в зависимости от назначения и условия работы оборудования и механизмов, их точности, условия сборки.

Посадки с зазорам. Скользящие посадки (сочетание отверстия *H* с валом *h*) применяют главным образом в неподвижных соединениях при необходимости частой разборки (сменные детали), если требуется легко передвигать или поворачивать одну деталь относительно другой при настройке или регулировании, а также для центрирования неподвижно скрепляемых деталей.

Посадку *H6/h5* применяют: а) для сменных зубчатых колес в станках; б) соединения деталей, которые должны легко передвигаться при затяжке; в) центрирования корпусов под подшипники качения в оборудовании и различных машинах. Посадку *H8*/*h7* используют для центрирующих поверхностей при пониженных требованиях к соосности.

Посадки *H8/h8*; *H9/h8*; *H9/h9* применяют для неподвижно закрепляемых деталей при невысоких требованиях к точности механизмов, небольших нагрузках и необходимости обеспечить легкую сборку (зубчатые колеса, муфты, шкивы и другие детали, соединяющиеся с валом на шпонке; корпуса подшипников качения, центрирование фланцевых соединений).

Посадку *H7/h7* применяют в подшипниках скольжения при умеренных и постоянных скоростях и нагрузках.

Переходные посадки предназначены для неподвижных соединений деталей, подвергающихся при ремонтах или по условиям эксплуатации сборке и разборке. Взаимная неподвижность деталей обеспечивается шпонками, штифтами, нажимными винтами и т.д. Менее тугие посадки назначают при неудобствах разборки и возможности повреждения соединенных деталей; более тугие – если требуется высокая точность центрирования, при ударных нагрузках и вибрациях.

Посадка *H7/n6* (***типа глухой***) дает наиболее прочные соединения. Примеры применения: а) для зубчатых колес, муфт, кривошипов и других деталей при больших нагрузках, ударах или вибрациях в соединениях, разбираемых обычно только при капитальном ремонте; б) посадки кондукторных втулок, установочных пальцев, штифтов. В приборостроении используется для передачи небольших нагрузок без дополнительного крепления (посадки осей, втулок, шкивов и др.), сборка производится под прессом.

Посадка *H7/m6* (***типа тугой***) несколько слабее посадки типа глухой (меньше натяги, повышается вероятность получения зазора), ее применяют при необходимости изредка разбирать соединение.

Посадка *H7/k6* (***типа напряженной***) в среднем дает незначительный зазор (1-5 мкм) и обеспечивает хорошее центрирование, не требуя значительных усилий для сборки и разборки. Применяется чаще других переходных посадок для посадки шкивов, зубчатых колес, муфт, маховиков (на шпонках), для втулок подшипников и вращающихся на валах зубчатых колес и др.

Посадка *H7/j6* (***типа плотной***) имеет большие средние зазоры, чем предыдущая, и применяется взамен ее при необходимости облегчить сборку.

Посадки с натягом. Выбор посадки производится из условия, чтобы при наименьшем натяге была обеспечена прочность соединения и передача нагрузки, а при наибольшем натяге – прочность деталей. Для применения посадок с натягом, особенно в массовом производстве, рекомендуется опытная предварительная проверка.

Посадку *H7/p6* применяют при сравнительно небольших нагрузках (например, посадки на вал уплотнительного кольца, фиксирующего положение внутреннего кольца подшипника у крановых и тяговых двигателей).

Посадки *H7/r6*; *H7/s6*; *H8/s7* используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках и с крепежными деталями при больших нагрузках (посадки на шпонке зубчатых колес и муфт в прокатных станах, нефтебуровом оборудовании и др.).

Посадки *H7/u7* и *H8/u8* применяют в соединениях без крепежных деталей при значительных нагрузках; с крепежными деталями при очень больших нагрузках, при небольших нагрузках, но малой длине сопряжения.

Посадки *H8/x8* и *H8/z8* характеризуются относительно большими натягами и допусками натяга, применяются в тяжело нагруженных соединениях или при материалах с относительно небольшим модулем упругости.

Приложение Е
Форма и расположение дополнительной основной надписи

Примечание. Для форматов больше А4 при расположении основной надписи: рисунок Е.1 – вдоль длинной стороны листа; рисунок Е.2 – вдоль короткой стороны листа; рисунок Е.3 – для формата А4.

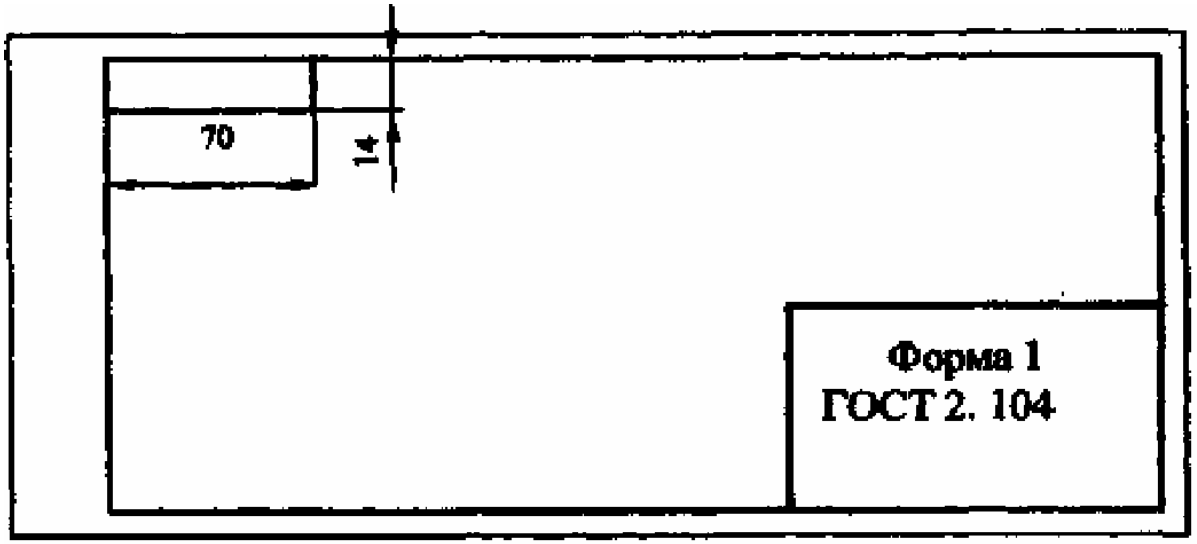


Рисунок Е.1

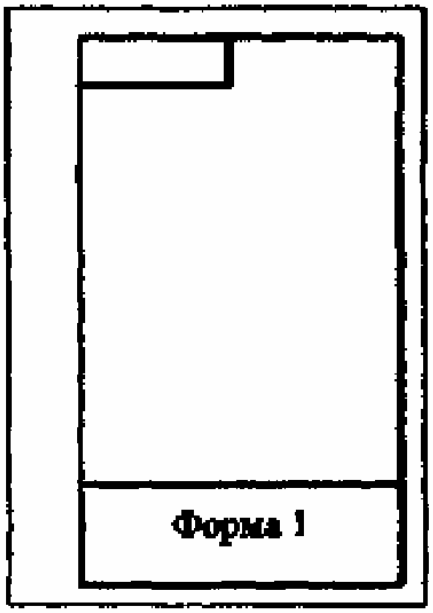


Рисунок Е.3

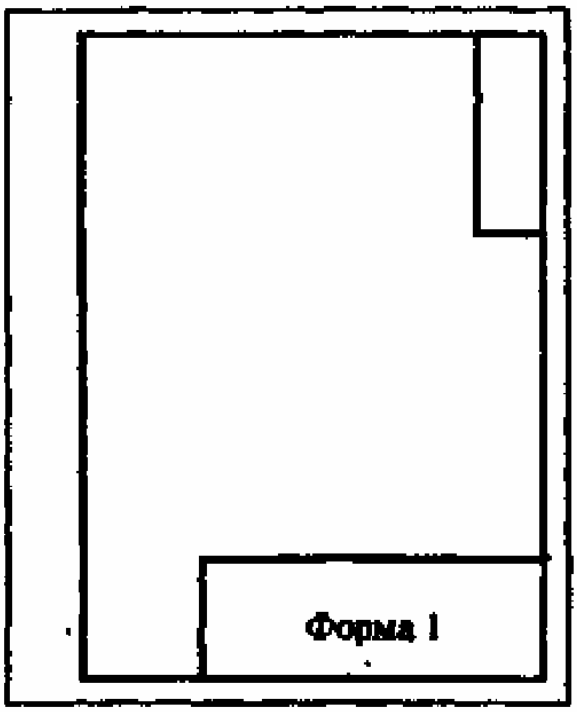
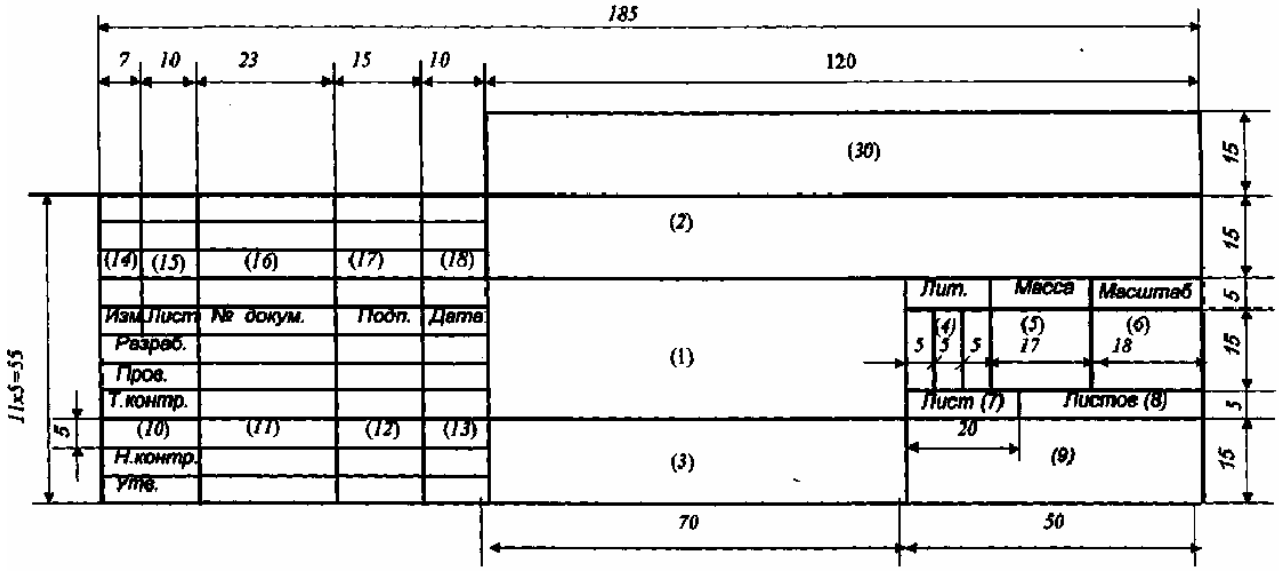
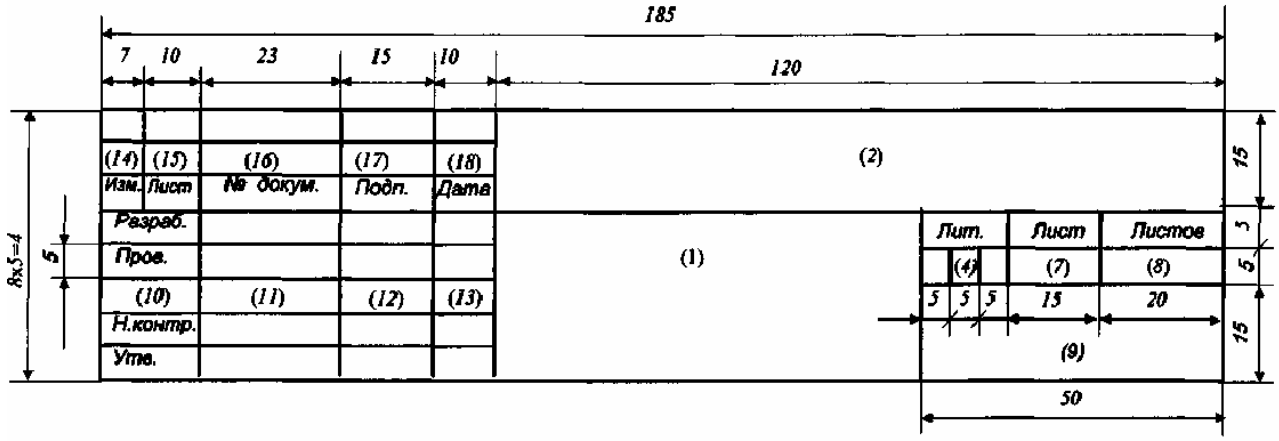


Рисунок Е.2

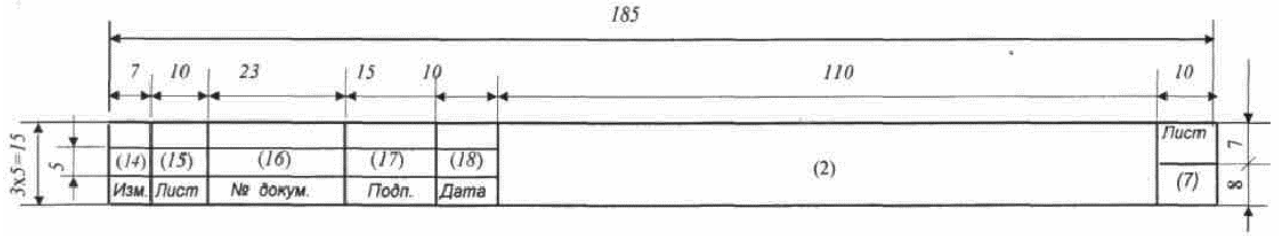
Приложение Ж
Основные надписи для конструкторских документов



Форма 1 (ГОСТ 2.104) – Основная надпись для чертежей и схем



Форма 2 (ГОСТ 2.104) – Основная надпись для заглавных листов текстовых конструкторских документов



Форма 2а (ГОСТ 2.104) – Основная надпись для последующих листов чертежей и текстовых конструкторских документов

Окончание приложения Ж

Графы основной надписи

Графа 1 – наименование изделия и наименование документа, если он имеет код.

Графа 2 – обозначение документа (код дипломного проекта).

Графа 3 – обозначение материала, которое вносят в основную надпись только на чертеже детали.

Графа 4 – колонки литер. Литерами указывают стадии разработки документации (для ВКР литера *У* – учебная работа).

Графа 5 – масса изделия по ГОСТ 2.109.

Графа 6 – масштаб изображения по ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109.

Графа 7 – порядковый номер листа документа; на документах, состоящих из одного листа, графу не заполнять.

Графа 8 – общее количество листов данного документа.

Графу заполняют только на первом листе графического документа и в основной надписи пояснительной записки.

Графа 9 – наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего документ (наименование университета, факультета, группы).

Графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ. (Разраб. – дипломник; Пров. – консультант или руководитель ВКР на чертежах и в записке; Т.контр. – в ВКР не заполняется; Н.контр. – нормоконтролер или руководитель проекта, если кафедрой нормоконтролер не назначен; Утв. – зав. кафедрой). Свободную графу заполняют по усмотрению разработчика.

Графа 11 – фамилии лиц, подписывающих документ.

Графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи выполняются тушью или пастой.

Графа 13 – дата подписания документа выполняются тушью или пастой.

Графы 14-18 – таблицы изменений, вводимых в документы после их утверждения (в ВКР не заполняются).

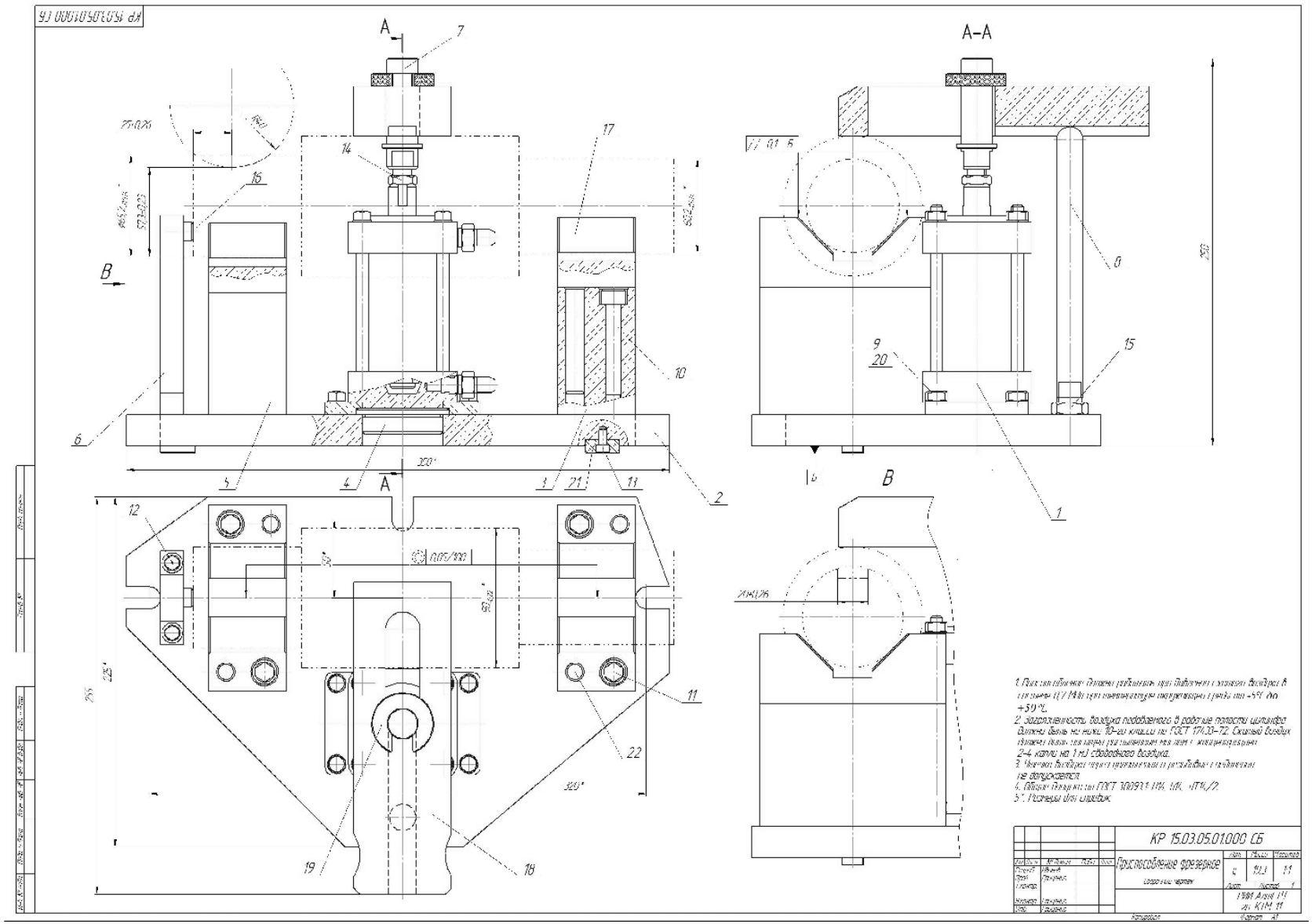
Графа 30 – дополнительная графа, данные, заполняемые заказчиком (тема дипломного проекта).

Примечания

1 При использовании для последующих листов и схем *формы 1* графы 1, 3, 4, 5, 6, 9 не заполняются.

2 Для ВКР с литерой *У* допускается в пояснительной записке основные надписи *формы 2а*, начиная с третьего листа, после заглавного не выполнять графы 14,15, 16, 17, 18.

Приложение И
Пример выполнения сборочного чертежа



Приложение К

Пример выполнения первого листа спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			КР 15.03.05.01.000 СБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1		Пневмоцилиндр	1	
				Детали		
		2		Основание	1	
		3		Подставка под призму правая	1	
		4		Палец	1	
		5		Подставка под призму левая	1	
		6		Стойка упора	1	
		7		Тяга	1	
		8		Подпор	1	
				Стандартные изделия		
		9		Болт М8-6g×25.58(S13)	4	
				ГОСТ 7798-70		
		10		Винт М10-6g×80.88	4	
				ГОСТ 11738-84		
		11		Винт М10-6g×30.88	4	
				ГОСТ 11738-84		
		12		Винт М8-6g×30.88	2	
				ГОСТ 11738-84		

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов		
Пров.		Гриценко		
Н.контр.		Гриценко		
Утв.		Гриценко		

КР 15.03.05.01.000

Приспособление фрезерное

Лит.	Лист	Листов
У		1

РИИ АлтГТУ гр. КТМ-11

Копировал

Формат А4

Приложение Л
Пример выполнения второго листа спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		13		Винт М5-6g×10.88	2	
				ГОСТ 11738-84		
		14		Гайка М12×1,25-6Н.12.40Х.016	1	
				ГОСТ 5915-70		
		15		Гайка М16-6Н.12.40Х.016	1	
				ГОСТ 5915-70		
		16		Опора 7034-0279 h6	1	
				ГОСТ 13440-68		
		17		Призма 7033-0038	2	
				ГОСТ 12195-66		
		18		Прихват 7011-0539 В	1	
				ГОСТ 4735-69		
		19		Шайба 7019-0467	1	
				ГОСТ 4087-69		
		20		Шайба 8 65Г	4	
				ГОСТ 6402-70		
		21		Шпонка 14×9×22	2	
				ГОСТ 23360-78		
		22		Штифт 12×35	8	
				ГОСТ 3128-70		

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата

КР 15.03.05.01.000

Лист

Копировал

Формат А4

Приложение М
Форма титульного листа пояснительной записки

Министерство науки и высшего образования РФ
Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
Технический факультет
Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

Курсовой проект
защищен с оценкой
_____

«___»_____2023 г.

Руководитель:

зав. каф. ТиТМиПП, к.т.н. _____ В.В. Гриценко
должность, ученая степень подпись

УДК 621

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине *Технологическая оснастка*
КР 15.03.05.01.000
обозначение документа

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
тема проекта

Пояснительная записка

Работу выполнил студент группы КТМ-11 _____ *Иванов И.И.*
группа, подпись, Фамилия И.О.

РУБЦОВСК 2023

Приложение Н
Пример оформления задания

Министерство науки и высшего образования РФ
Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
Технический факультет
Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу по дисциплине «Технологическая оснастка»

студенту группы КТМ-11 Иванову Ивану Ивановичу

Тема курсовой работы: ***«Разработка конструкции специального приспособления»***

Календарный план работы:

№ этапа	Содержание этапа	Неделя семестра
1	Получение задания	1
2	Изучение и анализ исходных данных	1
3	Разработка технического задания на проектирование специального приспособления	2
4	Разработка вариантов конструктивных схем приспособления	2-3
5	Расчёт приспособления на точность	3
6	Расчёт надёжности закрепления заготовки	4
7	Расчёт прочности деталей приспособления	5
8	Определение параметров зажимного устройства приспособления	6
9	Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления	7-8
10	Разработка и оформление спецификации к сборочному чертежу приспособления	9-10
11	Оформление расчетно-пояснительной записки и представление на подпись руководителю	12-14
12	Защита курсовой работы	15-16

Руководитель проекта _____ Гриценко В.В., зав. каф. ТиТМиПП
подпись
Дата выдачи задания «12» «января» 2024 г.
число месяц год
Задание принял к исполнению _____ Иванов И.И.
подпись

Приложение П
Пример оформления содержания

Содержание

Введение…….. 4

1 Проектно-расчетная часть…….. 5

1.1 Изучение и анализ исходных данных…… 5

1.2 Разработка технического задания на проектирование специального приспособления……. 7

1.3 Разработка вариантов конструктивных схем приспособления…….. 10

1.4 Технико-экономические расчёты при проектировании приспособлений.. 13

1.4.1 Расчёт приспособления на точность……... 13

1.4.2 Расчёт надёжности закрепления заготовки…… 18

1.4.3 Расчёт прочности деталей приспособления……... 21

1.4.4 Определение параметров зажимного устройства приспособления……. 23

2 Проектно-конструкторская часть…….. 26

2.1 Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления…….. 26

2.2 Разработка и оформление спецификации к сборочному чертежу приспособления……. 27

Заключение……. 28

Список использованных источников……... 29

Приложение. Спецификация к сборочному чертежу……. 30

					КР 15.03.05.01.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата			
Разраб.		Иванов			Содержание	Литера: У	Лист / Листов
Провер.		Грищенко					
Н.контр.		Грищенко				РИИ АлтГТУ КТМ - 11	
Утв.		Грищенко					

Формат А4

Гриценко Вячеслав Владимирович

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Учебное пособие для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технологическая оснастка» студентами направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Подписано в печать 28.02.14. Формат 84×108/16.
Усл. печ. л. 3,81. Тираж 10 экз. Заказ 231910. Рег. № 11.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.