

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Технология машиностроения»

Утверждено на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»  
« 24 » января 2023г., протокол № 7

Заведующий кафедрой



А.А. Маликов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению курсового проекта**  
**по дисциплине**  
**«Приспособления для металлообрабатывающего инструмента»**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение**  
**машиностроительных производств**

с профилем  
**Металлорежущие станки и инструменты**  
Форма обучения: очная

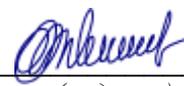
Идентификационный номер образовательной программы: 150305-03-23

Тула 2023 год

## Разработчик методических указаний

Якушенко А.В. доцент, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения . . . . .	3
2. Содержание курсового проекта . . . . .	4
3. Требования к выполнению курсового проекта . . . . .	5
4. Методические указания по выполнению курсового проекта . . . . .	6
4.1. Технологическая часть . . . . .	7
4.2. Конструкторская часть . . . . .	11
Библиографический список . . . . .	43
Приложение 1 . . . . .	45
Приложение 2 . . . . .	46
Приложение 3 . . . . .	49
Приложение 4 . . . . .	62
Приложение 5 . . . . .	63
Приложение 6 . . . . .	64
Приложение 7 . . . . .	65

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выполнение проекта по дисциплине «Приспособления для металлообрабатывающего инструмента» по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» проводится для профиля «Инструментальное обеспечение машиностроительных производств». Содержание курсового проекта соответствует рабочей программе дисциплины «Приспособления для металлообрабатывающего инструмента»»

Допускается совмещение курсовой работы с проведением практических занятий.

Объем курсового проекта устанавливает преподаватель, ведущий проект .

Целью курсового проекта является:

- научиться быстро и правильно определять обрабатываемые поверхности у заготовки в соответствии с выданным заданием;
- научиться правильно выбирать станок и инструмент для обработки заготовки;
- научиться правильно выбирать способ базирования заготовки;
- познакомиться с оформлением операционного эскиза;
- познакомиться с методикой выбора конструкции и места расположения установочных, зажимных элементов;
- познакомиться с методикой выбора конструкции зажимного устройства и привода приспособления;
- познакомиться с методикой точностного расчёта;
- познакомиться с методикой силового расчета;
- научиться оформлять сборочный чертеж приспособления и спецификацию к нему.

При выполнении курсового проекта студент должен научиться быстро и рационально пользоваться учебной, справочной, технической литературой и государственными стандартами.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Пояснительная записка к курсовом проекте начинается с задания на проектирование установочно-зажимного приспособления (Приложение 1). В задании указывается вариант, номер чертежа детали, название курсового проекта в соответствии с Приложением 2. Задание на проектирование приспособления с прикреплённым чертежом детали (Приложение 3) подписывается преподавателем и студентом.

Студент может спроектировать приспособление для реальных условий предприятия, на котором он работает (с учетом требований, изложенных в п.3). В этом случае необходимо согласовать и утвердить задание на проектирование приспособления у руководителя работы.

Затем следуют:

### **1. Технологическая часть.**

1.1. Чертеж детали с указанием обрабатываемых поверхностей.

1.2. Маршрутный технологический процесс обработки детали с указанием поверхностей, подлежащих обработке и принятых в качестве баз. Если заводской технологический процесс имеет большое количество операций, необходимо привести данные маршрутного технологического процесса только для выполняемой операции.

1.3. Операционный эскиз на операцию, для которой проектируется приспособление.

1.4. Анализ выбранной схемы установки с точки зрения обеспечения заданной точности обработки.

### **2. Конструкторская часть.**

2.1. Проектирование установочно-зажимного приспособления.

2.2. Точностной расчет приспособления.

2.3. Выбор режущего инструмента, типа и размера станка, режима резания, определение составляющих силы резания при обработке детали в проектируемом приспособлении.

2.4. Схема для расчета необходимых сил зажима заготовки, расчет сил зажима заготовки в приспособлении.

2.5. Выбор элементарного или комбинированного зажимного устройства, расчёт комбинированного зажимного устройства.

2.6. Проектирование корпуса приспособления.

2.7. Выбор механизированного привода, расчёт привода приспособления.

2.8. Оформление чертежа приспособления с техническими требованиями.

2.9. Оформление спецификации приспособления.

2.10. Краткое описание работы приспособления.

**Для каждой консультации по проектированию приспособления студент должен иметь задание на проектирование приспособления, чертёж детали, выполненную технологическую часть.**

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и одного листа чертежа приспособления.

При проектировании приспособления необходимо соблюдать следующие требования:

- **привод приспособления должен быть механизированным;**
- **проектируется специальное приспособление для обработки детали в условиях крупносерийного производства.**

Пояснительная записка курсового проекта должна содержать:

- титульный лист (Приложение б);

- задание на проектирование (Приложение 1) и чертёж детали (Приложение 3), подписанные преподавателем и студентом;
- основную часть, где в краткой, но конкретной форме излагаются основные этапы работы при проектировании приспособления;
- библиографический список.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 в компьютерном варианте либо рукописным способом.

Графическая часть курсового проекта состоит из:

- операционного эскиза на выполняемую операцию;
- чертежа приспособления;
- схем расчета силы зажима;
- схем расчета комбинированного зажима и привода приспособления.

К чертежам курсового проекта относятся:

- чертёж детали (формат А4, А3). То же для чертежей с завода;
- чертёж установочно-зажимного приспособления с техническими требованиями (формат А3, А2, А1);

Чертежи курсового проекта должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

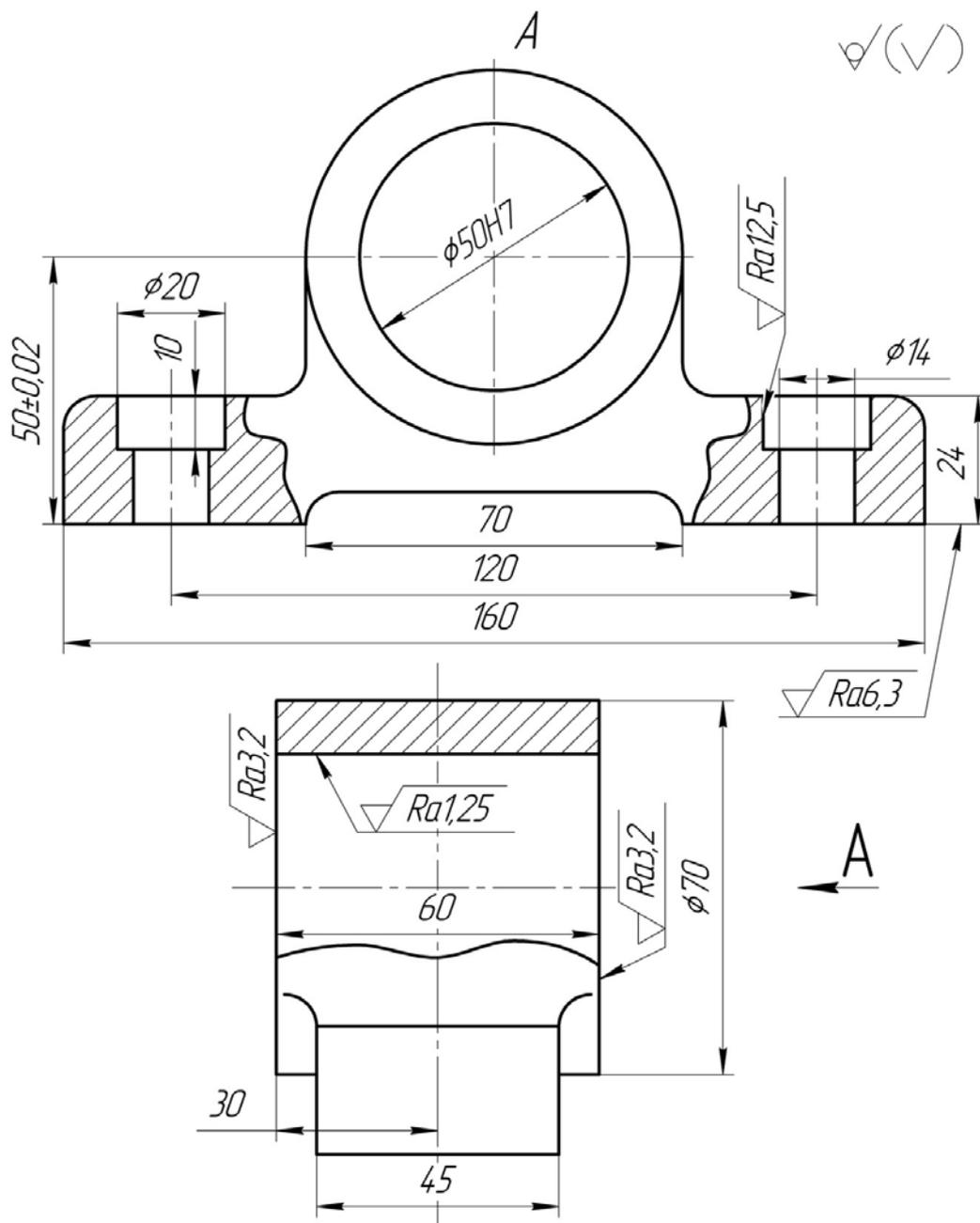
Все графические материалы выполняются в компьютерном варианте. Допускается выполнять эти документы карандашом на белой бумаге в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

В конце пояснительной записки приводится библиографический список, оформленный по ГОСТ 7.1-2003. Ссылки на литературу в тексте работы даются в квадратных скобках: указывается номер источника и страница.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Последовательность выполнения курсовой работы рассматривается для варианта проектирования установочно-зажимного приспособления для

обработки основания корпуса подшипника. Чертеж корпуса подшипника приведен на рис. 4.1.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по  $h14$ ; охватываемых по  $H14$ , остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Рис. 4.1. Корпус подшипника

#### 4.1. Технологическая часть

Принципы проектирования технологических процессов излагаются в дисциплине «Технология машиностроения».

Для выполнения работы чертеж детали следует тщательно изучить. Затем

пронумеровать все обрабатываемые и базисуемые поверхности детали арабскими цифрами.

На рис. 4.2 представлена нумерация поверхностей заготовки: обрабатываемая поверхность – 1, базисуемые поверхности – 2, 3, 4.

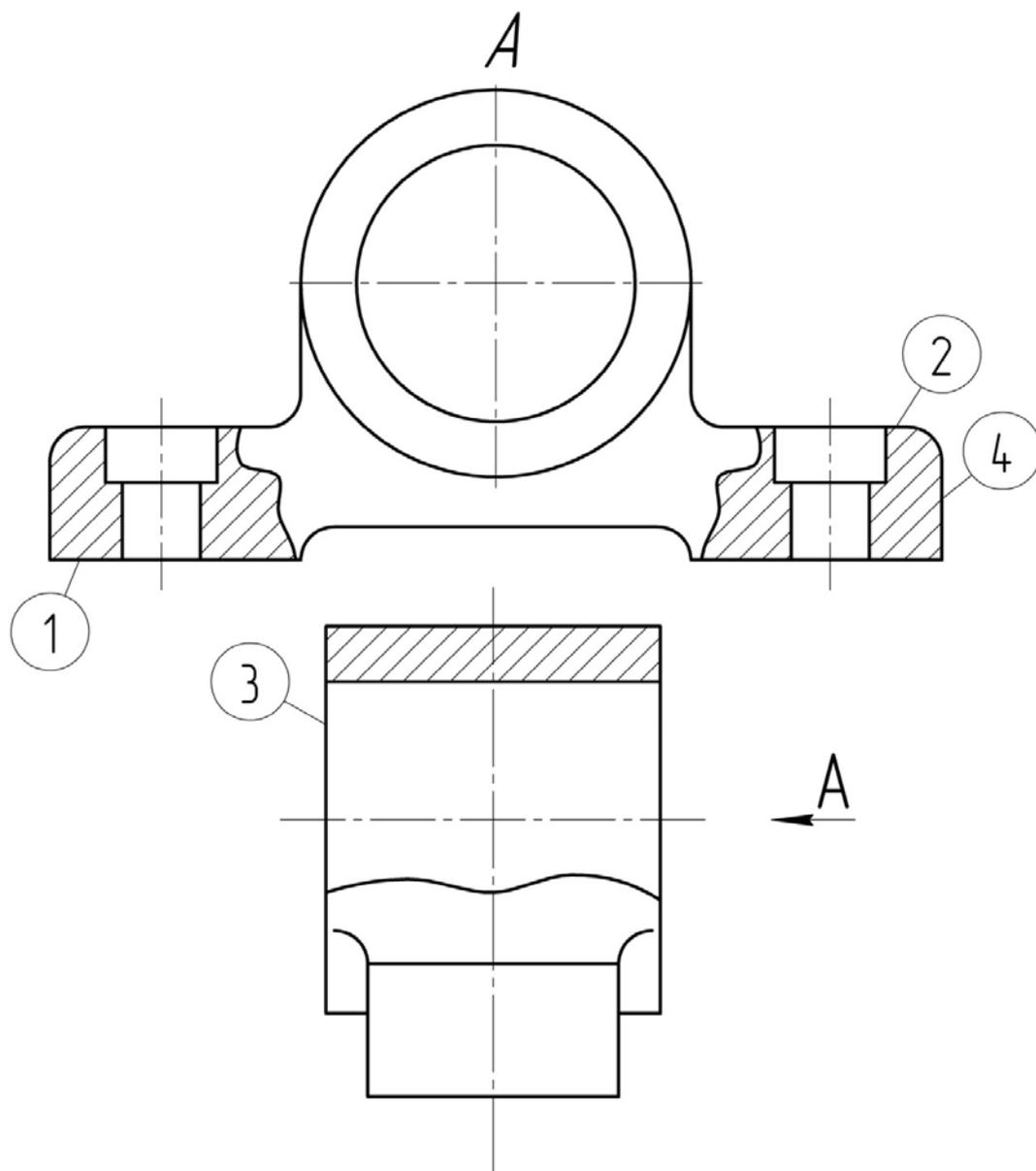


Рис. 4.2. Нумерация поверхностей детали

#### **4.1.1. Оформление последовательности обработки детали**

Последовательность обработки заготовки детали в приспособлении рекомендуется оформить в виде таблицы (см. таблица 4.1).

## Последовательность обработки детали

Номер операции	Наименование операции	Станок	Номер обрабатываемой поверхности	Номер базирующих поверхностей
005	Заготовительная	Литьё в песчаную форму		
010	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный	1	2,3,4

В таблице последовательности обработки нужно представить все операции, предшествующие заданной операции, и операцию для которой задано проектирование приспособления.

**4.1.2. Оформление операционного эскиза**

На операционном эскизе операции, для выполнения которой проектируется установочно-зажимное приспособление, главным видом должен быть вид закрепленной в приспособлении заготовки со стороны рабочего места станочника.

На операционном эскизе (рис. 4.3) указываются:

- обрабатываемые поверхности (номерами);
- выполняемые размеры с предельными отклонениями;
- допуски расположения обрабатываемых поверхностей, если они заданы на чертеже;
- шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- условное обозначение базирования заготовки;
- применяемый режущий инструмент (схематично);
- места зажима заготовки в приспособлении (условно).

**4.1.3. Анализ выбранной схемы установки**

Выбранная схема установки должна обеспечивать неподвижное положение заготовки в процессе обработки. Для этого проводится анализ:

- схемы установки по правилу шести точек. Нужно описать, каких степеней свободы лишается заготовка и какими элементами приспособления это реализуется;

– совпадают или не совпадают конструкторская и технологическая базы при обработке детали в разрабатываемом приспособлении.

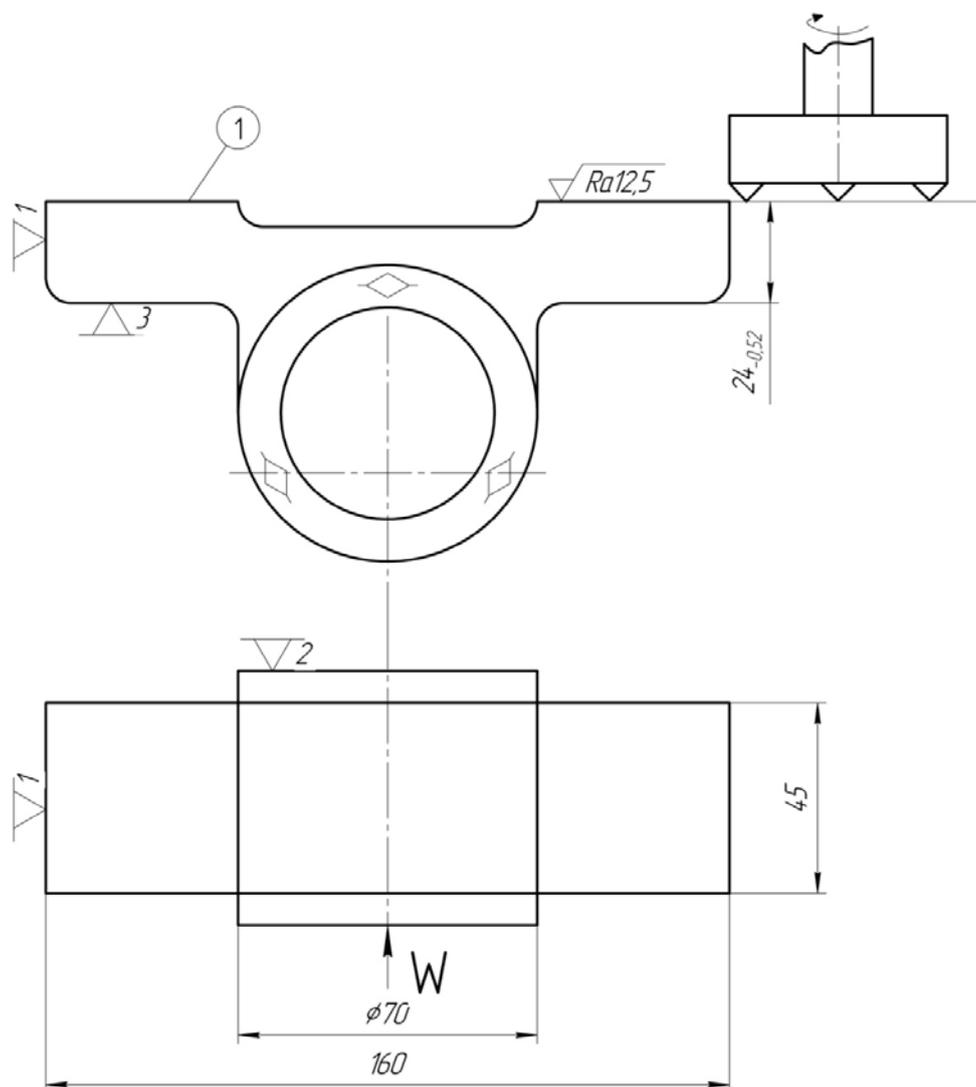


Рис. 4.3. Операционный эскиз

Согласно операционному эскизу (рис. 4.3) при обработке поверхности 1 в проектируемом приспособлении заготовка лишается всех шести степеней свободы. Трех степеней свободы заготовку лишает главная базирующая поверхность 3 (боковая цилиндрическая поверхность – бобышка корпуса подшипника). Двух степеней свободы заготовку лишает направляющая базирующая поверхность 2 корпуса подшипника. Последней степени свободы заготовку лишает боковая – опорная базирующая поверхность 4 корпуса подшипника.

Согласно чертежу детали (рис. 4.1) и схеме нумерации поверхностей (рис. 4.2) поверхность 2 обрабатываемой заготовки является технологической (измерительной) и конструкторской базой одновременно. Это позволит избежать погрешности базирования заготовки при установке ее в приспособлении.

## **4.2. Конструкторская часть**

### **4.2.1. Выбор аналога приспособления**

При выборе аналога приспособления учитывается форма и расположение базирующих поверхностей детали, форма и расположение поверхностей, соприкасающихся с зажимными элементами приспособления, необходимость использования комбинированного зажима приспособления, предполагаемый привод приспособления. Подробно эти вопросы рассматриваются в лекциях или в технической литературе (см. Библиографический список настоящих методических указаний).

Выбор аналога приспособления целесообразно согласовывать с руководителем курсового проекта, так как это один из важнейших этапов проектирования приспособления.

Особенность конструкции детали (рис. 4.1), для которой проектируется приспособление в приводимом примере, является ее небольшая ширина по сравнению с длиной детали. Фрезерование основания у детали такой конструкции выполняется обычно в двухместном или многоместном приспособлении (пакетом). Установка заготовки этой детали в приспособлении осуществляется на полочки 2 с упором в поверхность бобышки 3 и боковую поверхность 4.

В качестве аналога проектируемого приспособления выбрано приспособление, представленное на рис. 4.4 [5].

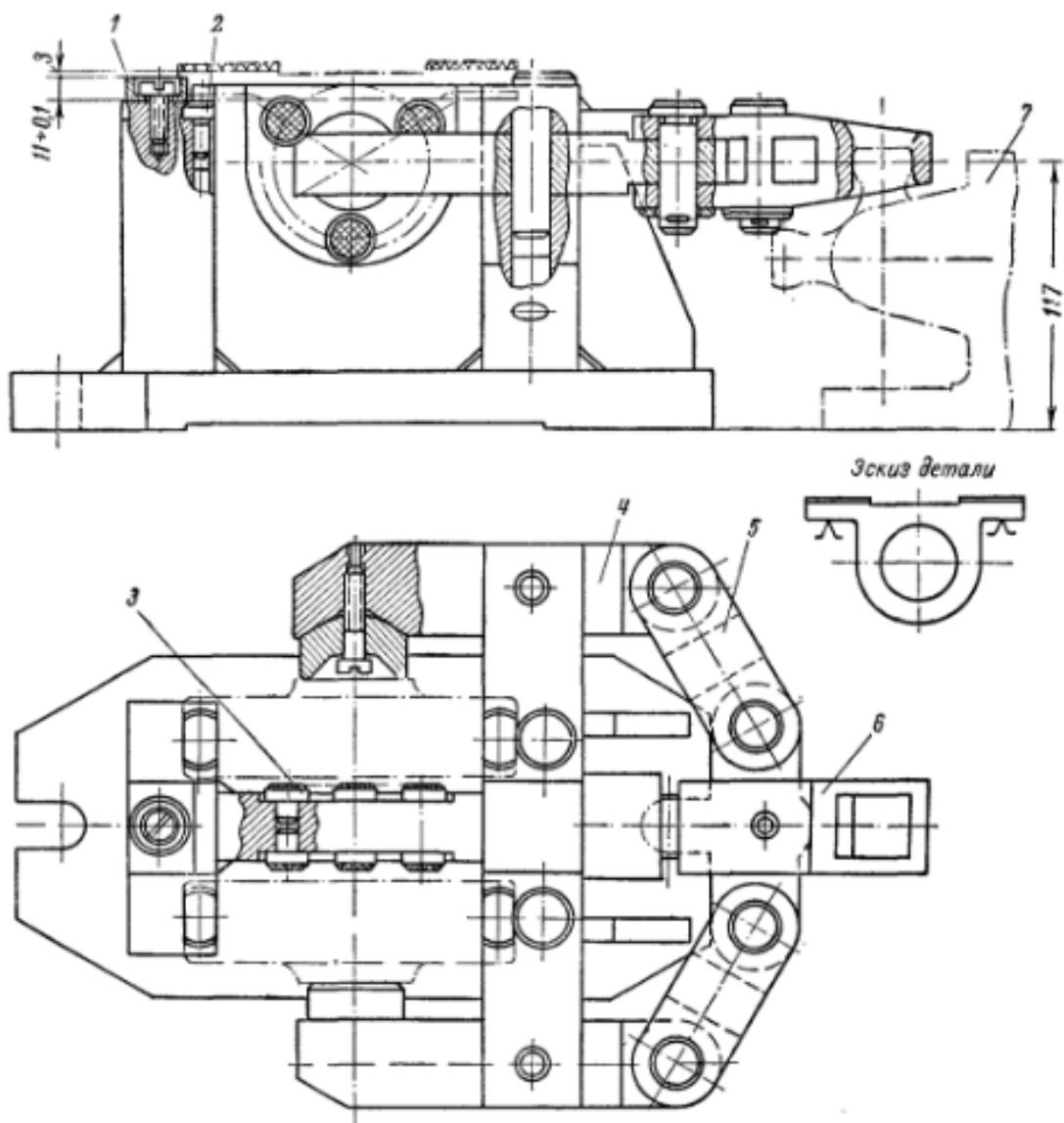


Рис. 4.4. Аналог проектируемого приспособления

Схема базирования заготовки в этом приспособлении и схема зажима заготовки полностью соответствуют схеме базирования и зажима и заготовки на операционном эскизе.

Проект предполагаемой конструкции приспособления представлен на рис. 4.5.

Так как рассматриваемый корпус подшипника - небольшая по величине деталь, потребовалась переработка конструкции корпуса приспособления. В аналоге приспособления корпус был сварной. Сварные корпуса используются для больших деталей или для особых условий производства. Например, в ремонтном производстве. Наша задача – спроектировать специальное приспособление для крупносерийного производства.

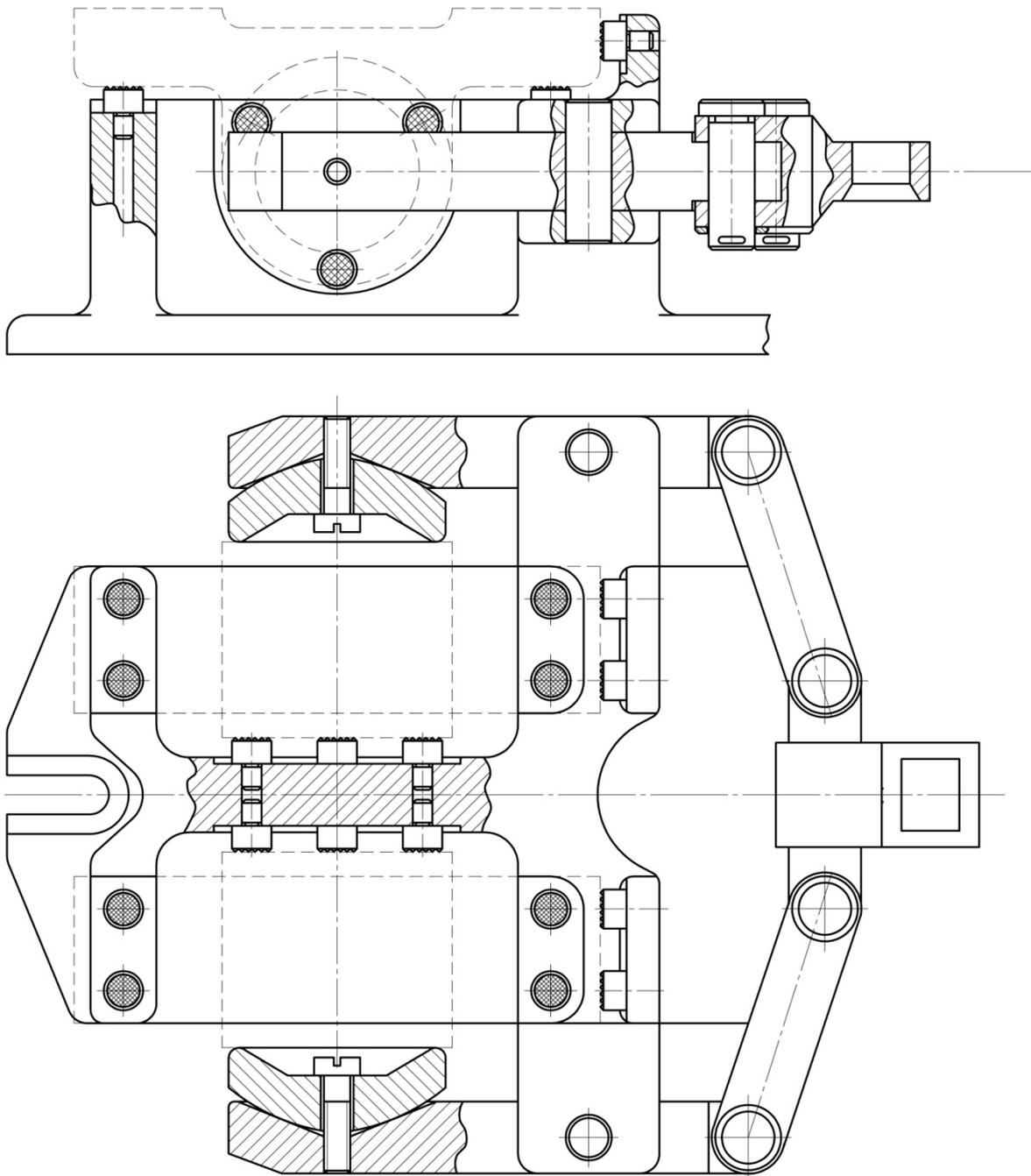


Рис. 4.5. Проект установочно-зажимного приспособления для фрезерования основания корпуса подшипника

#### ***4.2.2. Проектирование установочно-зажимного приспособления***

При создании чертежа приспособления необходимо соблюдать следующие правила проектирования:

- деталь, для которой проектируется приспособление, называется заготовкой;
- контуры заготовки на чертеже приспособления вычерчиваются условными линиями (пунктирными, штрихпунктирными, тонкими, цветными);

- заготовка в приспособлении считается прозрачной, сквозь неё прорисовываются все элементы приспособления;
- количество проекций на чертеже приспособления зависит от сложности приспособления;
- на чертеже приспособления должны быть необходимые разрезы и сечения, дающие полное представление о конструкции приспособления;
- проекции приспособления при ручном проектировании должны располагаться на достаточно большом расстоянии друг от друга;
- главный вид приспособления – со стороны рабочего места станочника, обслуживающего станок;
- зажимное устройство проектируемого приспособления должно находиться в зажатом состоянии;
- масштаб чертежа приспособления 1:1, кроме приспособлений для очень крупных или для очень мелких деталей;
- при выполнении чертежа приспособления допускается совмещение общего вида и сборочного чертежа приспособления.

Методические указания по оформлению чертежа приспособления и спецификации будут изложены в разделе 4.2.8.

#### **4.2.3. Точностной расчет приспособления**

Одно из главных назначений приспособления – обеспечение точности обрабатываемой заготовки.

Точностной расчет приспособления предполагает анализ погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении. При этом сравниваются фактическая  $\xi_{\text{ф}}$  и допустимая  $\xi_{\text{доп}}$  погрешности установки заготовки. Если  $\xi_{\text{ф}} \leq \xi_{\text{доп}}$ , то принятая схема установки обеспечивает требуемую точность обработки.

Если при анализе выбранной схемы установки конструкторская (измерительная) и технологическая *базы совпадают*, фактическая погрешность установки  $\xi_{\text{ф}} = 0$ . Условие  $\xi_{\text{ф}} \leq \xi_{\text{доп}}$  выполняется при любых значениях  $\xi_{\text{доп}}$  и

принятая схема установки обеспечивает требуемую точность обработки. Точностной расчет делать не нужно.

Если при анализе выбранной схемы установки конструкторская (измерительная) и технологическая базы не совпадают, фактическая погрешность установки  $\xi_{\phi} \neq 0$ . Для проверки выполнения условия  $\xi_{\phi} \leq \xi_{\text{доп}}$  следует сделать точностной расчет.

Предлагается следующая последовательность точностного расчета:

1. На основе изучения чертежа детали устанавливается точность размеров и расположения поверхностей заготовки, обрабатываемой в проектируемом приспособлении.

2. Для выполняемого размера устанавливается положение конструкторской (измерительной) базы.

3. Для выполняемого размера рассчитывается фактическая погрешность установки заготовки в приспособлении  $\xi_{\phi}$ .

4. Если  $\xi_{\phi} > 0$ , то для этих размеров определяется величина допустимой погрешности установки  $\xi_{\text{доп}}$ .

5. Сопоставляются значения  $\xi_{\phi}$  и  $\xi_{\text{доп}}$ . При  $\xi_{\phi} \leq \xi_{\text{доп}}$ , требуемая точность обработки заготовки в приспособлении обеспечивается.

6. Если размеры обрабатываемой поверхности заданы по всем координатам (x, y, z), необходимо произвести точностной расчет для всех трех размеров обрабатываемой поверхности (см. приложение 1. Пример точностного расчета приспособления для всех заданных размеров обрабатываемой поверхности).

#### **4.2.4. Пример точностного расчета проектируемого приспособления**

Проверяем возможность получения заданной точности при обработке рассматриваемой детали в размер 24<sub>-0,52</sub> мм. То есть  $\xi_{\phi} \leq \xi_{\text{доп}}$ . Фактическая погрешность установки заготовки в приспособлении определяется по формуле (4.1).

$$\xi_{\phi} = \sqrt{\xi_{\sigma}^2 + \xi_z^2} \quad (4.1)$$

где  $\xi_{\text{ф}}$  – фактическая погрешность установки заготовки в приспособление;  
 $\xi_{\text{б}}$  – погрешность базирования заготовки в приспособлении;  
 $\xi_{\text{з}}$  – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

При установке корпуса подшипника в проектируемом приспособлении конструкторская база 1 совпадает с технологической (измерительной) базой 2. Погрешность базирования заготовки в приспособлении  $\xi_{\text{б}}$  будет равна 0. Погрешность закрепления  $\xi_{\text{з}}$  заготовки в приспособлении в данном случае можно принять 0, так как направление зажима заготовки не совпадает с направлением выполняемого размера.

Отсюда фактическая погрешность установки заготовки в приспособлении  $\xi_{\text{ф}}$  будет равна 0.

Расчет допустимой погрешности установки заготовки в приспособление  $\xi_{\text{доп}}$  не требуется.

Заданная точность заготовки при фрезеровании основания будет выдержана.

Погрешность закрепления  $\xi_{\text{з}}$ , если направление зажима совпадает с направлением выполняемого в приспособлении размера, при использовании механизированного привода можно также принять равной 0, если считать, что механизированный привод находится в хорошем состоянии и сила зажима заготовок постоянна.

Если производится обработка очень точной заготовки, погрешность закрепления  $\xi_{\text{з}}$  можно рассчитать по зависимостям, приведенным в [14, 18].

#### ***4.2.5. Выбор режущего инструмента, типа и размера станка, режима резания, расчет силы резания, расчет мощности резания***

Режущий инструмент, станок и режим резания для проектируемой операции можно выбрать по справочнику технолога – машиностроителя [16].

Для режущего инструмента следует указать его название, размер, ГОСТ, материал режущей части.

Например: для рассматриваемого примера проектирования установочно-зажимного приспособления для обработки основания корпуса подшипника выбираем фрезу торцовую насадную со вставными ножами, оснащенными

пластинами из твердого сплава по ГОСТ 24359-80 в ред. 1990 г. Диаметр фрезы  $D = 200$  мм (производится обработка одновременно двух деталей, закрепленных в приспособлении), длина фрезы  $L = 60$  мм, диаметр отверстия  $d = 50$  мм, число зубьев  $z = 12$  [табл. 104, стр. 272, 16]. Материал режущей части – ВК6 [табл. 75, стр.403, 16].

При выборе станка следует руководствоваться:

- видом обработки;
- выбранным инструментом;
- размерами стола для установки приспособления.

Для фрезерования основания корпуса подшипника, представленного на рис. 4.1, выбираем вертикально-фрезерный консольный станок 6Р11 [табл. 47, стр. 75, 16]. Мощность станка 5,5 кВт, жесткость системы станка – средняя, размер стола –  $250 \times 1000$  мм.

Режим резания операции, для которой проектируется приспособление, необходимо знать для того, чтобы определить скорость резания, силу резания, составляющие силы резания или крутящий момент, действующие на заготовку в процессе ее обработки, и мощность резания. Значения этих величин необходимы при расчете силы зажима заготовки в приспособлении, а также для уточнения выбранного типа и размера станка.

#### 4.2.5.1. Расчет скорости резания

Скорость резания – окружная скорость фрезы определяется по зависимости [стр. 406, 16]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (4.2)$$

В этой зависимости:

$D, z$  – параметры фрезы (см. выше).  $D = 200$  мм,  $z = 12$ .

$T$  – стойкость фрезы, мин.

Выбираем стойкость фрезы по табл. 82, стр. 411 [16].  $T = 240$  мин.

$B, t, S_z$  – элементы режима резания.

Ширину фрезерования  $V$  определяем по рис. 4.6. Производится фрезерование основания двух деталей. Суммарная ширина обработки  $V=90$  мм.

Глубину резания  $t$  для черновой операции фрезерования назначаем 2,5 мм.

Подачу  $S_z$  выбираем по табл. 75, стр.403 [16]. Согласно таблице  $S_z=0,14-0,24$  мм/зуб.  $S_z$  принимаем 0,18 мм/зуб, так как в нашем случае резание прерывистое. Это усложняет процесс резания.

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле (4.2) приведены в табл. 81, стр. 407 – 410 [16]. При обработке серого чугуна:

$$C_v = 445, q = 0,2, x = 0,15, y = 0,35, u = 0,2, p = 0, m = 0,32.$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания  $K_v$ , определяется по зависимости:

$$K_v = K_{my} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

где  $K_{my}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала. Согласно табл. 1, стр. 358 [16] для серого чугуна:

$$K_{my} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}$$

$$n_v = 1,25 \text{ [табл. 2, стр.359, 16].}$$

HB=143 – 229 для серого чугуна по ГОСТ 1412 – 70. Принимаем HB=190.

Отсюда  $K_{my}=1$ .

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки. Согласно табл. 5, стр. 361 [16]  $K_{nv}=0,8-0,85$ . Принимаем  $K_{nv}=0,85$ .

$K_{uv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента. Согласно табл. 6, стр. 361 [16] для серого чугуна  $K_{uv}=1$ .

Таким образом,  $K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,85$ .

Подставляем составляющие в зависимость (1):

$$V = \frac{445 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,18^{0,35} \cdot 90^{0,2} \cdot 12^0} \cdot K_v = 121,94 \text{ м / мин}$$

#### 4.2.5.2. Расчет составляющих силы резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – тангенциальная составляющая  $P_z$ .

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \text{ Н} \quad [\text{стр. 406, 16}] \quad (4.3)$$

В этой зависимости  $z = 12$  число зубьев фрезы (см. выше);

$n$  – частота вращения фрезы.  $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$  об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot 121,94}{3,14 \cdot 200} = 194,17 \text{ об/мин.}$$

$K_{mp}$  – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

Согласно табл. 9, стр. 362 [16] для серого чугуна  $K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$ . Ранее мы приняли  $HB = 190$ ; показатель степени  $n = 1$  для твердого сплава. Таким образом  $K_{mp} = 1$ .

Коэффициент  $C_p$  и показатели степени для составляющих формулы находим в табл. 83, стр. 412 [16].

$$C_p = 54,5; x = 0,9; y = 0,74; u = 1,0; q = 1,0; w = 0.$$

Подставляем полученные значения в зависимость (4.3):

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,18^{0,74} \cdot 90^{1,0} \cdot 12}{200^{1,0} \cdot 194,17^0} \cdot 1 = 1886,35 \text{ Н}$$

Определим остальные составляющие силы резания при фрезеровании [табл. 84, стр. 413, 16]:

$$P_h = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1886,35 = 754,54 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 0,9 \cdot 1886,35 = 1697,72 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1886,35 = 754,54 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 0,55 \cdot 1886,35 = 1037,49 \text{ Н}$$

#### 4.2.5.3. Расчет мощности резания

Эффективная мощность резания рассчитывается для проверки правильности выбора оборудования. Зависимость для расчёта мощности резания (стр. 411 [16]):

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (4.4)$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

$V$  – скорость резания, м/мин.

Подставляем известные из расчетов значения в зависимость (4.4):

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1886,35 \cdot 121,94}{1020 \cdot 60} = 3,76 \text{ кВт}$$

Вертикально-фрезерный станок 6Р11 согласно паспортным данным (табл. 47, стр. 75 [16]) имеет мощность 5,5 кВт. Значит, выбранный станок по мощности резания подходит для операции фрезерования основания корпуса подшипника.

#### **4.2.6. Расчет силы зажима заготовки в приспособлении**

Определение силы зажима заготовки в приспособлении  $W$  производится в следующей последовательности:

- составляется расчётная схема для определения силы зажима заготовки  $W$ ;
- на основании расчетной схемы составляются и рассчитываются уравнения равновесия заготовки в процессе резания;
- определяется значение силы зажима заготовки  $W$  для дальнейших расчётов зажимного устройства приспособления и выбора привода приспособления.

##### **4.2.6.1. Расчетная схема для определения силы зажима $W$**

Составление расчетной схемы рассматриваем на примере разработки конструкции приспособления для обработки основания корпуса подшипника (рис. 4.1). На рис. 4.5 приведена предполагаемая конструкция установочно-зажимного приспособления. Расчетную схему достаточно удобно расположить прямо на предложенном проекте разрабатываемого приспособления. Составляем расчетную схему (рис. 4.6).

1. Так как основание заготовки корпуса подшипника обрабатывается торцевой фрезой, на виде сверху обрабатываемой детали в приспособлении мы сможем увидеть главные (имеющие наибольшее численное значения)

составляющие силы резания (рис. 4.6).

2. В приспособлении обрабатываются две детали: деталь 1 и деталь 2.

Опоры 1, 2, 3 лишают заготовку 1 трёх степеней свободы; опоры 6, 7, 8, 9 лишают заготовку 1 двух степеней свободы, опоры 4 и 5 – одной степени свободы. Опоры 14, 15, 16 лишают заготовку 2 трёх степеней свободы; опоры 10, 11, 12, 13 лишают заготовку 2 двух степеней свободы, опоры 17 и 18 – одной степени свободы.

3. I и II – следы торцевой фрезы на поверхности детали (рис. 4.6).

След I имеет диаметр, равный диаметру фрезы (в нашем случае это  $\varnothing 200\text{мм}$ ). Вращение фрезы – по часовой стрелке. Ось фрезы перемещается вдоль горизонтальной оси симметрии приспособления (обрабатываются две совершенно одинаковые детали). В данном случае считаем, что фрезерование симметричное. Точки *a* и *b* на схеме соответствуют положению фрезы, когда фреза полностью зашла на поверхность детали. Началось полное резание – зубья фрезы снимают стружку наибольшей длины (до этого зубья фрезы снимали укороченную стружку). В этом случае реализуется ширина фрезерования для каждой детали  $B = 45\text{ мм}$  (рис. 4.1). Для двух деталей ширина фрезерования  $B = 90\text{ мм}$ .

След II также имеет диаметр 200 мм. это след той же фрезы, но в положении, когда фреза заканчивает обработку основания детали (точки *v* и *z*). Вращение фрезы по часовой стрелке. Это последнее положение фрезы, когда снимается стружка наибольшей длины и, следовательно, реализуется ширина фрезерования для одной детали 45мм, для двух деталей  $B = 90\text{ мм}$ .

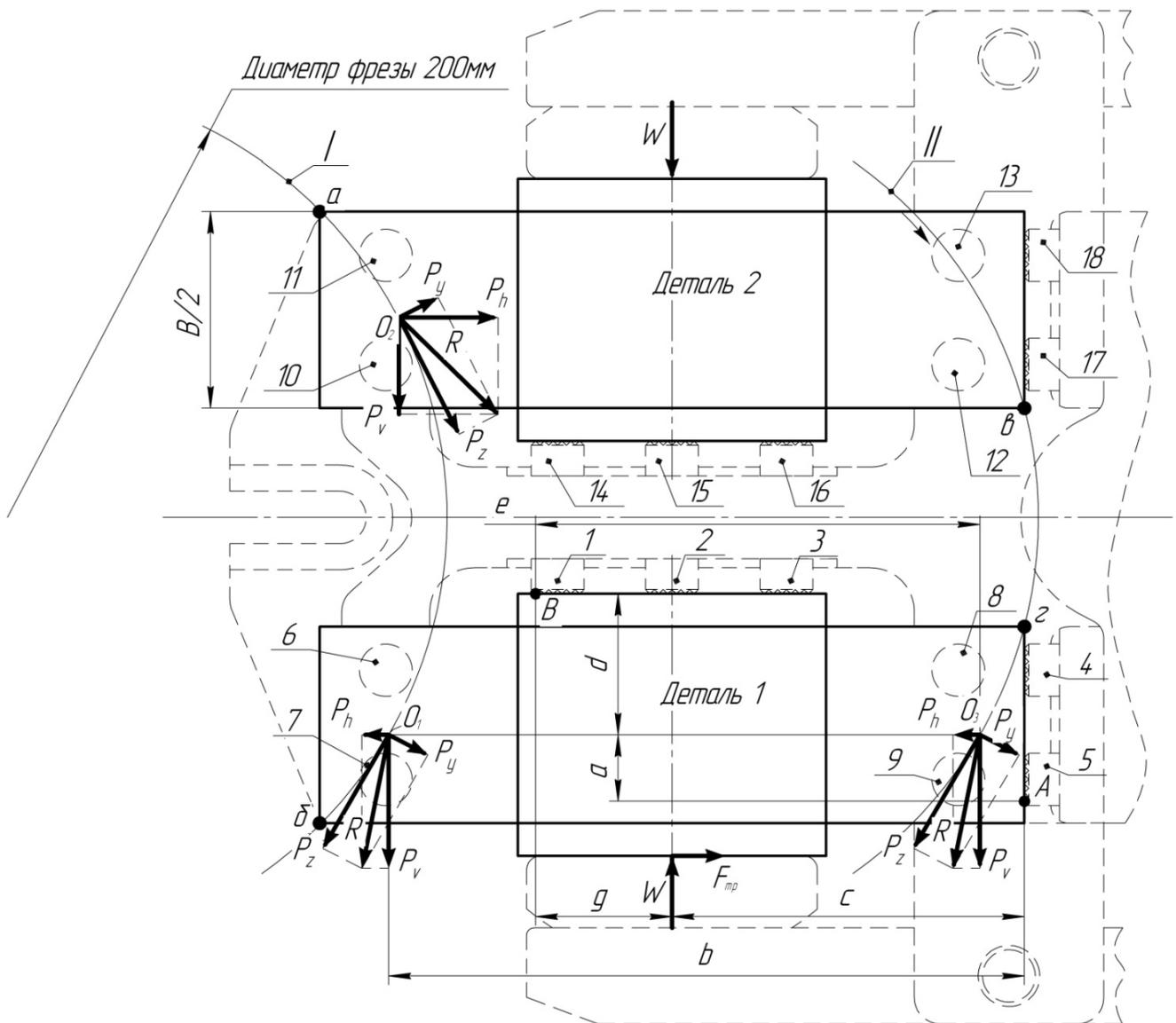


Рис. 4.6. Расчетная схема для определения силы зажима  $W$   
(вид сверху проектируемого приспособления).

4. На заготовку в процессе резания действуют две группы сил.

**Первая группа:** силы резания (составляющие силы резания) и масса заготовки (масса заготовки учитывается только в тех случаях, если она соизмерима с величиной силы резания и если заготовка устанавливается на вертикальной стенке приспособления) и силы случайного характера (учитываются обычно поправочным коэффициентом). Эти силы стремятся сместить, развернуть или опрокинуть заготовку в процессе резания.

**Вторая группа:** силы зажима, силы трения и силы реакции опор. Эти силы удерживают заготовку от смещения, разворота или опрокидывания в процессе резания.

Заготовка не будет смещаться, разворачиваться или опрокидываться, если будет достигнуто равновесие всех действующих на заготовку сил.

5. След I фрезы. Обозначаем составляющие силы резания на следе фрезы для детали 1 (начало координат в точке  $O_1$ ) и детали 2 (начало координат в точке  $O_2$ ). Обозначаем составляющие силы резания  $P_z$  – тангенциальная составляющая,  $P_y$  – радиальная составляющая и равнодействующая этих сил –  $R$ . Так как расположение силы резания в пространстве изменяется в процессе резания, мы можем только условно обозначить точку приложения силы резания (в данном случае  $O_1$ ). Располагаем ее на середине следа фрезы для каждой из двух обрабатываемых деталей (как для симметричного фрезерования). Направление составляющих силы резания  $P_z$ ,  $P_y$  на схеме тоже можно считать приблизительным. Для составления уравнений равновесия удобней пользоваться горизонтальной  $P_h$  и вертикальной  $P_v$  составляющими силы резания. Раскладываем равнодействующую  $R$  на эти составляющие.

Теперь на схеме обозначаем силу зажима заготовки  $W$ .

6. Расчетная схема на главном виде приспособления (рис. 4.7)

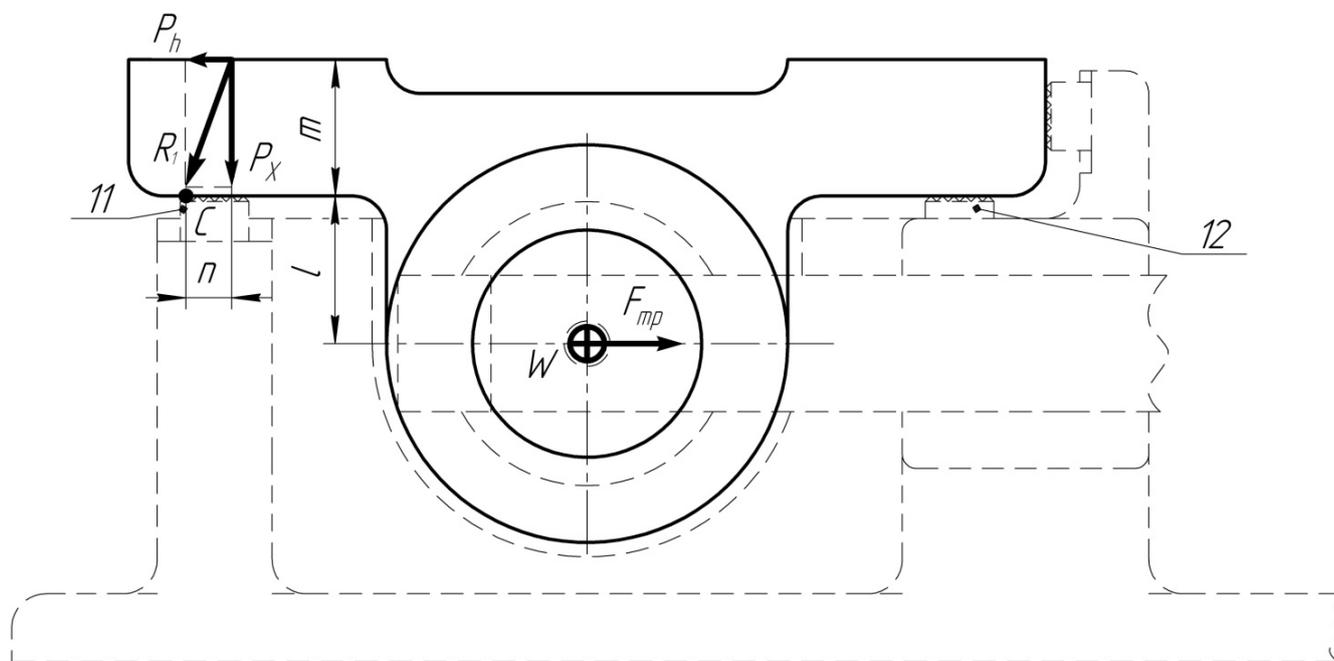


Рис. 4.7. Расчетная схема для определения силы зажима  $W$   
(главный вид проектируемого приспособления)

Для того чтобы построить схему расчета на главном виде приспособления в нашем примере, нужно спроектировать на этот вид точки приложения силы резания  $O_1$  и  $O_2$ . На рис. 4.7 точка приложения силы резания для детали 2 (именно она видна на главном виде) – точка  $O$ . На этой проекции точка  $O$  – это точка приложения составляющих силы резания  $P_h$  (проектируем ее с вида сверху – рис. 4.7) и  $P_x$  (действует вдоль оси фрезы).  $R_I$  – равнодействующая этих сил.

Сила зажима  $W$  направлена в сторону бобышки детали. Мы обозначим ее только крестиком.

#### ***4.2.6.2. Анализ расчетной схемы. Расчёт силы зажима заготовки в приспособлении***

Рассматриваем расчётную схему на рис. 4.6. В приспособлении зажаты две детали.

Деталь 2. След фрезы I, параллелограмм сил – точка  $O_2$ . Равнодействующая составляющих силы резания  $P_z$  и  $P_y$  направлена на установочные элементы 14, 15, 16. Это соответствует правилам проектирования установочно-зажимного приспособления. Составляющая силы резания  $P_h$  также направлена на установочные элементы 12, 13. При таком расположении составляющих силы резания не произойдёт ни смещения, ни разворота заготовки (при более тщательном анализе этой схемы в самом начале врезания фрезы в заготовку 2 и в самом конце обработки основания детали есть участки на поверхности детали, в пределах которых может произойти разворот заготовки. Но ширина фрезерования на этих участках настолько мала, что расчёты для этих участков можно не производить).

Деталь 1. След фрезы I, параллелограмм сил – точка  $O_1$ . Ни одна из составляющих силы резания не направлена на установочный элемент приспособления. Производится одновременная обработка двух деталей. А это значит, что одна из деталей (деталь 2) находится в благоприятном положении в приспособлении, а другая (деталь 1) – в неблагоприятном. Это значит, что при обработке заготовки нужно предотвратить смещение и разворот заготовки 1.

Условно представляем себе, что заготовка в приспособлении не закреплена. В этом случае составляющая силы резания  $P_h$  (параллелограмм с центром  $O_1$ ) стремится сместить заготовку влево. Смещению заготовки препятствует сила трения  $F_{мп1}$  между зажимным элементом приспособления и заготовкой. Уравнение равновесия сил для предотвращения смещения заготовки под действием  $P_h$  (проекция сил на горизонтальную ось) имеет следующий вид:

$$K \cdot P_h = F_{мп1}, \quad (4.5)$$

где  $K$  – коэффициент запаса для обеспечения надежного закрепления заготовки (стр. 117 [16]).

$F_{мп1}$  – сила трения между зажимным элементом и заготовкой, Н.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad [\text{стр. 117, 16}]$$

где  $K_0$  – коэффициент гарантированного запаса.  $K_0 = 1,5$ .

Коэффициент  $K_1$  – учитывает увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях. При черновой обработке  $K_1 = 1,2$ .

Коэффициент  $K_2$  – характеризует увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента [табл. 11, стр. 117 16].  $K_2 = 1,4$ .

Коэффициент  $K_3$  – учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании. При торцовом фрезеровании  $K_3 = 1,2$ .

Коэффициент  $K_4$  – характеризует постоянство силы закрепления в зажимном механизме. При использовании пневмо- и гидроцилиндров двойного действия  $K_4 = 1,0$ .

Коэффициент  $K_5$  – характеризует эргономику ручных зажимных устройств. При механизированном приводе  $K_5 = 1,0$ .

Коэффициент  $K_6$  – учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.  $K_6 = 1,0$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,024$$

Принимаем  $K = 3$ .

Сила трения между зажимным элементом приспособления и заготовкой

$$F_{мп1} = W_1 \cdot f_{мп1},$$

где  $W_1$  – сила зажима заготовки для предотвращения ее смещения под действием составляющей силы резания  $P_h$ ;

$f_{мп1}$  – коэффициент трения в месте контакта зажимного элемента и детали.

$$f_{мп1} = 0,2 \div 0,25, \text{ [стр. 118, табл. 12, 16]}$$

Принимаем  $f_{мп1} = 0,25$ .

Подставляем полученные значения в уравнение (4.5) для расчёта силы зажима  $W_1$ .

$$K \cdot P_h = F_{мп1}$$

$$F_{мп1} = W_1 \cdot f_{мп1}.$$

$$\text{Отсюда: } W_1 = \frac{K \cdot P_h}{f_1} = \frac{3 \cdot 754,54}{0,25} = 9054,48 \text{ Н}$$

Составляющая силы резания  $P_v$  (рис. 4.6, центр параллелограмма  $O_1$ ) стремится сместить заготовку на нас. Уравнение равновесия сил (проекция сил на вертикальную ось) имеет вид:

$$K \cdot P_v = W_2, \quad (4.6)$$

где  $W_2$  – сила зажима для предотвращения смещения заготовки под действием оставяющей силы резания  $P_v$ . Подставляем числовые значения в уравнение (4.6):

$$W_2 = 3 \cdot 1697,72 = 5093,16 \text{ Н}$$

Если представить себе, что при образовании следа I фрезой заготовка не была зажата зажимным элементом, видно, что равнодействующая сил  $R$  стремится развернуть заготовку относительно точки А (рис. 4.6). Точка А на схеме обязательно является общей точкой для одной из поверхностей заготовки и установочного элемента (в данном случае это опора 5). Составляем уравнение моментов для предотвращения разворота заготовки относительно точки А в процессе резания. Для этого обозначаем плечи для составляющих силы резания  $P_v$  и  $P_h$ . Точка приложения составляющей силы резания  $P_v$  имеет неопределенное расположение. Мы условно переносим эту составляющую в точку  $O_1$ . Плечо для  $P_v$  обозначим  $b$ . Для  $P_h$  плечо  $a$ , для силы зажима  $W$  плечо  $c$ .

Уравнение моментов для предотвращения разворота заготовки относительно точки А в процессе резания имеет вид:

$$- K \cdot P_v \cdot b - K \cdot P_h \cdot a + W_3 \cdot c = 0$$

$$\text{Отсюда: } W_3 = \frac{K \cdot (P_v \cdot b + P_h \cdot a)}{c}, \text{ Н} \quad (4.7)$$

Значение коэффициента запаса  $K$  определен выше.  $K = 3$ .

Составляющие силы резания рассчитаны в разделе 4.2.5.2.

Если схема для расчёта силы зажима строится прямо на проекте приспособления, то при измерении плеч для подстановки в уравнение моментов (3) можно не придерживаться масштаба изображения. Масштаб автоматически сократится при решении уравнения моментов (4.7). В нашем примере (рис. 4.7)  $a = 14$  мм,  $b = 117$  мм,  $c = 65,5$  мм. Подставляем известные значения в уравнение (4.7):

$$W_3 = \frac{3 \cdot (1697,72 \cdot 117 + 754,54 \cdot 14)}{65,5} = 9581,53 \text{ Н}$$

$W_3$  – сила зажима, необходимая для предотвращения разворота заготовки I относительно точки А.

Рассматриваем на Рис. 4.6 след фрезы II (фреза заканчивает фрезерование заготовки). В точке  $O_3$  построен параллелограмм сил (аналогично параллелограмму сил, построенному в точке  $O_1$ ). Составляющие силы резания  $P_v$  и  $P_h$  также смещают заготовку в процессе резания как это было для следа I фрезы. Но их влияние мы рассмотрели при решении уравнений равновесия сил (1) и (2).

Если представить себе в этом положении, что фреза начала работать, а заготовка не зажата, видно, что равнодействующая сил  $R$  (центр параллелограмма  $O_3$ ) стремится развернуть заготовку, но теперь уже относительно опоры 1. Точка разворота заготовки – В (это общая точка для заготовки 2 и установочного элемента 1).

Составим уравнение моментов для предотвращения разворота заготовки относительно точки В (след фрезы II). Составляющую силы резания

$P_v$  перемещаем в точку  $O_3$ . Уравнение имеет следующий вид:

$$K \cdot P_v \cdot e + K \cdot P_h \cdot d - W_4 \cdot g = 0$$

$$\text{Отсюда: } W_4 = \frac{K \cdot (P_v \cdot e + P_h \cdot d)}{g}, \text{Н} \quad (4.8)$$

Для силы  $P_v$  плечо  $e = 83$  мм.

Для силы  $P_h$  плечо  $d = 25$  мм.

Для силы  $W_4$  плечо  $g = 26$  мм.

Решаем уравнение (4.8):

$$W_4 = \frac{3 \cdot (1697,72 \cdot 83 + 754,54 \cdot 25)}{26} = 18435,49 \text{Н}$$

*Сила  $W_4$  необходима для предотвращения разворота заготовки относительно точки В.*

Рассматриваем расчётную схему на главном виде приспособления (рис. 4.7). Проектируем точки  $O_1$  и  $O_2$  следа I фрезы на обрабатываемую поверхность детали. Получаем центр параллелограмма составляющих силы резания  $P_h$  и  $P_x$  – точку  $O$ . Равнодействующая этих сил  $R_I$ .

Условно представляем себе, что заготовка в приспособлении не зажата. Тогда составляющая силы резания  $P_h$  смещает заготовку в процессе резания вправо. Для предотвращения этого смещения мы рассчитали силу зажима  $W_I$  по уравнению (4.5).

Составляющая силы резания  $P_x$  направлена на установочные элементы 6 и 7. Смещения заготовки в этом направлении не происходит.

Равнодействующая этих двух сил  $R_I$  стремится опрокинуть заготовку относительно точки  $C$  (рис. 4.7). Составим уравнения моментов относительно точки  $C$  (для  $P_h$  плечо  $m = 19$  мм, для  $P_x$  плечо  $n = 8$  мм, для силы трения  $F_{mp5}$  плечо  $l = 20$  мм):

$$- K \cdot P_h \cdot m + K \cdot P_x \cdot n - F_{mp5} \cdot l = 0$$

$$F_{mp5} = W_5 \cdot f_{mp},$$

где  $W_5$  – сила зажима, необходимая для предотвращения опрокидывания заготовки относительно точки  $C$  (рис. 4.7);

$f_{mp5}$  – коэффициент трения между заготовкой и зажимным элементом (табл. 12, стр. 118 [16]).  $f_{mp5} = 0,25$ .

Отсюда:

$$W_5 = \frac{K \cdot (P_x \cdot n - P_h \cdot m)}{f_{mp5} \cdot l}, \text{ Н} \quad (4.9)$$

Подставляем известные значения в уравнение (4.9).

$$W_5 = \frac{3 \cdot (1037,49 \cdot 8 - 754,54 \cdot 19)}{0,25 \cdot 20} = -3621,804 \text{ Н}$$

Отрицательное значение силы зажима заготовки  $W_5$  получилось потому, что равнодействующая составляющих силы резания  $P_x$  и  $P_h - R_l$  направлена на установочные элементы приспособления – постоянные опоры 6 и 7 (рис. 4.6). В данном случае определить предварительно направление равнодействующей составляющих силы резания  $R_l$  графически построением на схеме не представляется возможным. Уравнение моментов, расчет величины силы зажима  $W_5$  и ее отрицательное значение показали, что опрокидывания заготовки не происходит.

Таким образом, решением уравнений (4.5), (4.6), (4.7), (4.8) и (4.9) получили следующие значения силы зажима:

$$W_1 = 9054,48 \text{ Н}$$

$$W_2 = 5093,16 \text{ Н}$$

$$W_3 = 9581,53 \text{ Н}$$

$$W_4 = 18435,49 \text{ Н}$$

$$W_5 = - 3621,804 \text{ Н.}$$

Для расчета зажимного устройства приспособления выбирается наибольшее значение силы зажима заготовки в приспособлении. Отсюда  $W$  равна 18435,49 Н.

#### **4.2.7. Выбор элементарного и комбинированного зажимного устройства. Расчет комбинированного зажимного устройства**

При выборе элементарного и комбинированного зажимного устройства установочно-зажимного приспособления обычно ориентируются на выбранный

аналог приспособления или аналог зажимного устройства. Конструкции различных вариантов зажимных устройств имеются в справочной и технической литературе по проектированию установочно-зажимных приспособлений (см. Библиографический список), а также в графической системе «Компас 3D».

На рис. 4.4 представлен аналог приспособления, который будет использован для проектирования установочно-зажимного приспособления для обработки основания корпуса подшипника (рис. 4.1). На рис. 4.8 представлена конструкция спроектированного установочно-зажимного приспособления для обработки заданной детали – корпуса подшипника.

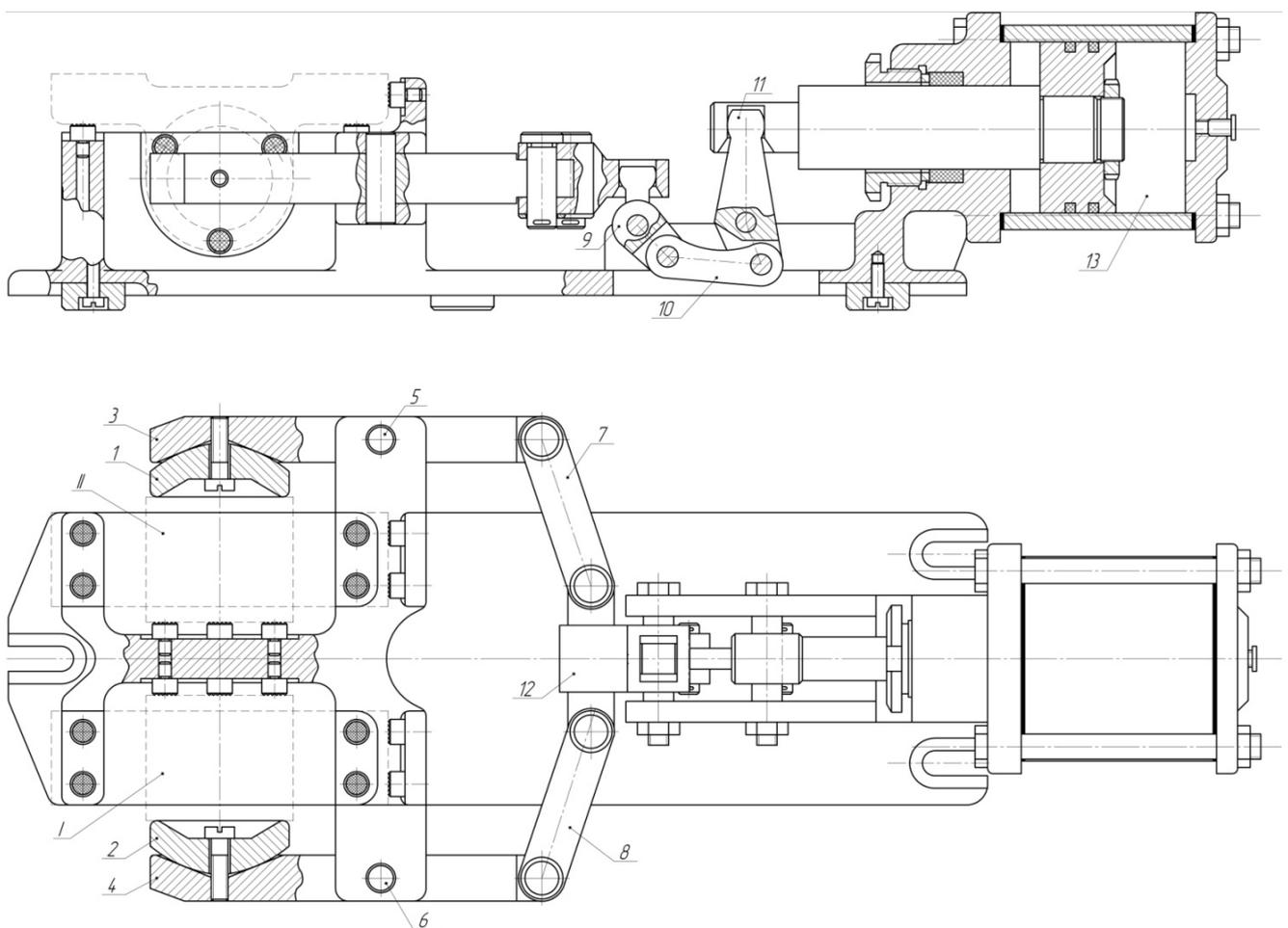


Рис. 4.8. Проект установочно-зажимного приспособления для фрезерования основания корпуса подшипника

Способ установки заготовки в приспособление подробно описан в разделе 4.2.5. Рассмотрим зажимное устройство приспособления.

Элементарными зажимными устройствами приспособления являются тарелки 1 и 2 и рычаги 3 и 4. Конструкция тарелок позволяет рационально использовать поверхности фланцев, имеющих достаточно большое отверстие на боковых сторонах детали, а также рассредоточить зажимное усилие по поверхности фланцев. Поворот рычагов относительно осей 5 и 6 осуществляется с помощью серег 7 и 8, управляемых коромыслом 12. Перемещение коромысла через систему рычагов 9 и 11 и серьги 10 осуществляет привод приспособления 13. Элементы зажимного устройства 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11 представляют собой шарнирно-рычажное комбинированное зажимное устройство.

Комбинированные зажимные устройства в приспособлениях используются:

- для увеличения силы зажима заготовки;
- изменения величины хода зажимных элементов приспособления;
- изменения направления силы зажима;
- для уменьшения габаритов зажимного устройства;
- для создания наибольших удобств управления зажимным механизмом приспособления.

В нашем случае мы использовали комбинированное зажимное устройство как механизм-усилитель (сила  $Q$  на приводе приспособления будет значительно меньше, чем сила зажима заготовки  $W$ ) и для удобства расположения привода приспособления.

Нам предстоит рассчитать шарнирно-рычажное комбинированное зажимное устройство и выбрать привод приспособления. Расчёт зажимных устройств различных конструкций приведен в [6]. Особенностью расчёта зажимных устройств в указанном справочнике является то, что там задаются силой  $Q$  на приводе приспособления, а затем рассчитывают силу зажима заготовки (в справочнике [6] она обозначена буквой  $P$ ). В нашем случае мы рассчитали силу зажима заготовки  $W$ , необходимую для обеспечения неподвижности заготовки в процессе резания, и теперь нам нужно рассчитать силу на штоке привода приспособления.

Анализ расчётной схемы для определения силы зажима (раздел 4.2.5.) показал, что в наиболее неблагоприятном положении находится заготовка I (рис. 4.7), так как составляющие силы резания стремятся сдвинуть и развернуть эту заготовку. Сила зажима  $W$ , необходимая для предотвращения смещения и разворота заготовки, в нашем примере равна 18435,49Н (это наибольшее из всех значений силы зажима, полученных при решении уравнений равновесия заготовки в процессе резания). Для заготовки II мы принимаем такую же силу зажима заготовки, так как спроектировали симметричный двухрычажный шарнирный механизм-усилитель.

На рис. 4.9 показана расчётная схема для определения силы  $Q$  на приводе приспособления. Производим последовательный расчёт следующих простых зажимных элементов приспособления: рычага 3, серьги 7, рычага 9, серьги 10 и рычага 11.

#### 1. Расчет рычага 3 (рис. 4.8, рис. 4.9).

Силу зажима заготовки  $W$  тарелкой 1 приводим к оси тарелки. Силу на противоположном плече рычага 3 обозначаем  $Q_1$ . Обозначаем на чертеже приспособления плечи  $l_1$  и  $l_2$  рычага относительно точки  $O_1$ . В практических расчётах величины силы  $Q_1$  рычагов может быть применена приближённая и общая для всех случаев формула, в которую введён коэффициент  $\eta$ , учитывающий потери от трения на оси и на участках, воспринимающих и передающих силы  $W$  и  $Q_1$ . Уравнение моментов относительно оси  $O_1$  будет иметь следующий вид:

$$W \cdot l_1 = Q_1 \cdot l_2 \cdot \eta \quad (4.10)$$

где  $W$  – сила зажима заготовки. В нашем примере  $W = 18435,49\text{Н}$ .

$l_1$  и  $l_2$  – плечи рычага. Плечи рычага можно измерить прямо на чертеже или проекте проектируемого приспособления. Масштаб изображения приспособления, на котором составляется расчётная схема, можно не учитывать, так как при подстановке значений длин плеч в уравнения моментов масштаб изображения в этих уравнениях сокращается. В нашем примере  $l_1 = l_2 = 77\text{ мм}$ .

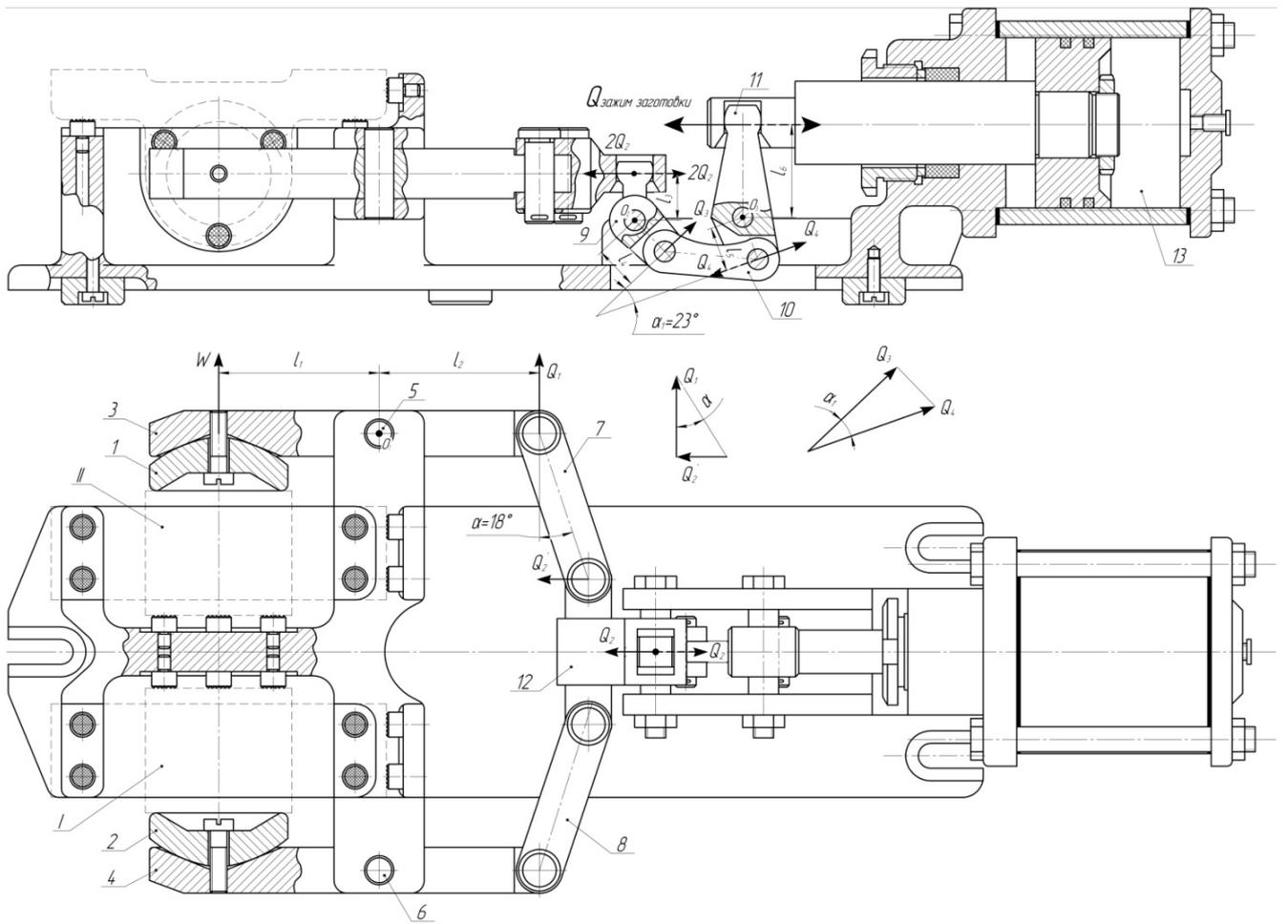


Рис. 4.9. Схема для расчета комбинированного зажимного устройства приспособления

Коэффициент  $\eta$  можно принять по таблицам А и Б. [стр. 175, 7]

Значения коэффициента потерь от трения  $\eta$  в шарнирах и на участках рычагов, воспринимающих и передающих силы  $Q$  и  $W$

А. Для прихватов с конструктивным исполнением по рис. 1–7

Коэффициент, учитывающий потери от трения, $\eta$	$\frac{l_1}{l}$														
	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,95	0,88	0,75	0,66	0,585	0,525	0,48	0,44	0,405	0,375	0,350	0,33	0,31	0,29	0,28	0,265
0,90	0,925	0,795	0,695	0,62	0,555	0,505	0,465	0,43	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28
0,85	0,98	0,84	0,735	0,655	0,59	0,535	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,295
0,80	1,04	0,895	0,78	0,695	0,625	0,57	0,52	0,48	0,445	0,415	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31

Б. Для прихватов с конструктивным исполнением по рис. 8 и 9

Коэффициент, учитывающий потери от трения, $\eta$	$\frac{l_1}{l}$										
	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
0,95	1,40	1,43	1,45	1,49	1,53	1,58	1,63	1,71	1,80	1,93	2,12
0,90	1,48	1,51	1,54	1,57	1,63	1,67	1,73	1,80	1,90	2,04	2,22
0,85	1,57	1,60	1,63	1,67	1,71	1,76	1,83	1,91	2,02	2,16	2,36
0,80	1,67	1,70	1,73	1,77	1,82	1,88	1,95	2,03	2,14	2,29	2,50

При определении значений исходного усилия  $Q$  приняты формулы  $Q = P \frac{l}{l_1} \frac{1}{\eta}$  (для рис. 1–7) и  $Q = \frac{l+l_1}{l_1} \frac{1}{\eta}$  (для рис. 8 и 9). Для любого другого значения  $P$  табличные данные умножаются на заданную величину силы  $P$ .

Принимаем  $\eta = 0,95$ .

Из уравнения (4.10):  $Q_1 = W \cdot \frac{l_1}{l_2 \cdot \eta}$ , Н

Подставляем известные величины в эту зависимость:

$$Q_1 = \frac{18435,49 \cdot 77}{77 \cdot 0,95} = 19405,78 \text{ Н}$$

2. Расчет серьги 7 (рис. 4.8, рис. 4.9).

Для расчета силы  $Q_2$  строим треугольник сил с углом  $\alpha = 18^\circ$ , действующих на серьгу 7. Уравнение сил для серьги имеет вид:

$$Q_2 = 2 \cdot Q_1 \cdot \text{tg}(\alpha + \beta) \quad (4.11)$$

где  $\alpha$  – угол наклона серьги в зажатом положении заготовки, град. Согласно чертежу приспособления в нашем примере угол наклона серьги равен  $18^\circ$ .

$\beta$  – дополнительный угол к углу наклона серьги  $\alpha$ , учитывающий потери от трения скольжения в шарнирах серьги, град.

$$\beta = \arcsin\left(\frac{d}{L}\right),$$

где  $d$  – диаметр осей шарниров и отверстия серьги, мм;

$L$  – расстояние между осями серьги, мм.

В нашем случае согласно чертежу приспособления:  $d = 14$  мм,  $L = 77$  мм.

Таким образом,  $\beta = \arcsin\left(\frac{d}{L}\right) = 10,48^\circ$

Подставляем известные значения в зависимость (4.11):

$$Q_2 = 19405,78 \cdot \operatorname{tg}(18^\circ + 10,48^\circ) = 10527,71 \text{ Н}$$

Здесь мы видим, насколько эффективно применение комбинированного зажима в приспособлении, позволившего так существенно снизить силу зажима двух заготовок. Следовательно, мы сможем выбрать более экономичный привод приспособления.

3. Расчет рычага (рис. 4.8, рис. 4.9).

Обозначим на расчетной схеме (рис. 4.9) силы, действующие на этот рычаг  $Q_2$  и  $Q_3$ , и плечи  $l_3$  и  $l_4$ . Составляем уравнение моментов для этого рычага относительно точки  $O_2$ . Оно имеет следующий вид:

$$Q_2 \cdot l_3 = Q_3 \cdot l_4 \cdot \eta \quad (4.12)$$

где  $Q_2$  и  $Q_3$  – силы, действующие на рычаг, Н,

$l_3$  и  $l_4$  – плечи рычага. В нашем случае:  $l_3 = l_4 = 22$  мм.

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери от трения в шарнирах.

Принимаем его равным 0,95.

Из зависимости (4.12):

$$Q_3 = Q_2 \cdot \frac{l_3}{l_4 \cdot \eta}, \text{ Н}$$

Подставляем известные значения в зависимость (4.12):

$$Q_3 = \frac{10527,71 \cdot 22}{22 \cdot 0,95} = 11081,80 \text{ Н}$$

4. Расчет серьги 10 (рис. 4.8, рис. 4.9).

Обозначим силы  $Q_3$  и  $Q_4$ , действующие на серьгу 10, на расчетной схеме (рис. 4.9). Обозначим угол  $\alpha_1$  в силовом треугольнике для этих сил.  $\alpha_1$  в нашем случае равен  $23^\circ$  (измеряем этот угол на чертеже приспособления). Из силового треугольника:

$$Q_4 = \frac{Q_3}{\cos 23^\circ}, \text{ Н} \quad (4.13)$$

Подставляем известные значения в зависимость (4.12):

$$Q_4 = \frac{11081,80}{0,92} = 12045,43 \text{ Н}$$

6. Расчет рычага 11 (рис. 4.8, рис. 4.9)

Обозначим силы  $Q_4$  и  $Q$ , действующие на рычаг, и плечи этих сил  $l_5$  и  $l_6$  относительно точки  $O_3$  на расчётной схеме (рис. 4.8). Составим уравнение моментов сил, действующих на рычаг, относительно точки  $O_3$ :

$$Q \cdot l_6 = Q_4 \cdot l_5 \cdot \eta \quad (4.14)$$

где:  $Q$  – сила на штоке привода приспособления, Н;

$l_5$  и  $l_6$  – плечи рычага. В нашем случае:  $l_5 = 22$  мм,  $l_6 = 44$  мм;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери от трения в шарнирах рычага.

Принимаем  $\eta = 0,95$ .

Из зависимости (4.14):  $Q = Q_4 \cdot \frac{l_5}{l_6 \cdot \eta}$ , Н

Подставляем известные величины в эту зависимость:

$$Q = 12045,43 \cdot \frac{22}{44 \cdot 0,95} = 6339,7 \text{ Н}$$

Таким образом, для обеспечения неподвижности заготовки в процессе резания сила на приводе приспособления должна быть не менее 6339,7 Н.

#### **4.2.8. Расчет характеристик механизированного привода приспособления. Выбор механизированного привода приспособления**

Результаты расчётов комбинированного зажима спроектированного приспособления (раздел 4.2.6) показали, что для обеспечения неподвижности одной заготовки в процессе резания сила на штоке привода приспособления  $Q$

должна быть равна 6339,7 Н. Для зажима второй заготовки принимаем такое же значение. Таким образом сила Q на приводе будет равна 12679,4 Н.

Нам предстоит выбрать один из видов механизированного привода: гидроцилиндр или пневмоцилиндр.

Гидравлический привод применяется для обеспечения достаточно больших сил зажима заготовки в приспособлении и рассчитан на давления масла в цилиндре до 16 МПа. На практике давление масла в цилиндре не должно превышать 10 МПа.

Давление рабочего тела – воздуха в пневмоцилиндре не должно превышать 1 МПа. Как правило, его принимают равным  $0,4 \div 0,6$  МПа.

Для закрепления детали рабочее тело поступает в бесштоковую полость цилиндра, поэтому соотношение между силой на штоке привода приспособления, давлением рабочего тела в цилиндре привода приспособления и главными размерными параметрами цилиндра выражается следующей зависимостью:

$$Q = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta, \text{ Н} \quad (4.15)$$

где Q – рассчитанная сила на штоке привода приспособления, Н;

p – давление рабочего тела в цилиндре, МПа;

D – диаметр поршня цилиндра, см;

η – коэффициент полезного действия.

При проектировании привода приспособления по конструктивным соображениям был принят цилиндр с диаметром поршня 80 мм (8 см), согласно стандарту ИСО 6020/2 DIN 24554 (приложение 7)

Из зависимости (4.15):

$$p = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot \eta \cdot 100}, \text{ МПа}$$

В эту зависимость силу Q подставляем в Н, поэтому для получения результата в МПа в знаменатель вводим делитель 100 ( $1 \text{ МПа} = 100 \text{ Н/см}^2$ ).

Решаем это уравнение:

$$p = \frac{4 \cdot 12679,4}{3,14 \cdot 8^2 \cdot 0,9 \cdot 100} = 2,8 \text{ МПа}$$

Расчёт давления в цилиндре показал, что привод приспособления должен быть гидравлическим. Поэтому выбираем гидроцилиндр.

На чертеже приспособления необходимо обратить внимание на конструкцию поршня, показанного на чертеже в разрезе. Диаметры поршня и штока должны соответствовать выбранным, конструкции поршня и штока, уплотнений для элементов цилиндра должны быть выбраны по справочной литературе для гидроцилиндров.

#### **4.2.9. Оформление чертежа приспособления**

При выполнении курсового проекта по проектированию установочно-зажимного приспособления в учебных целях принято совмещение сборочного чертежа и чертежа общего вида.

По сборочному чертежу можно представить взаимосвязь составных частей и способы соединения деталей. Состав изделия определяется спецификацией (раздел 4.2.10 методических указаний).

На сборочном чертеже обозначаются:

- номера позиций деталей и других составных частей спроектированного приспособления. Они указываются на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей (ГОСТ 2. 109 –73 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам»). Краткие сведения о них указываются в спецификации;
- допустимые отклонения формы и расположения поверхностей деталей для их контроля в процессе сборки приспособления (данные об отклонениях формы и расположения могут оговариваться в технических условиях на поле чертежа).

На сборочном чертеже проставляются следующие размеры:

- габаритные размеры, определяющие предельные внешние (внутренние) очертания приспособления;

- размеры сопрягаемых элементов деталей, которые обуславливают характер соединения – посадку;
- размеры элементов деталей, которые выполняются в процессе или после сборки приспособления.

На сборочном чертеже указываются:

- Технические требования и технические характеристики в соответствии с ГОСТ 2.316-2008 «Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения». (Рекомендации по выбору технических требований и технических характеристик даны в методических указаниях [14])

Чертёж общего вида отображает конструкцию приспособления во всех подробностях. По такому чертежу можно выяснить не только работу конструкции, взаимодействие и способы соединения деталей, но и форму тех деталей, кроме стандартных, на которые потребуется выполнять отдельные чертежи. То есть чертёж выполняется так, чтобы по нему можно было выполнить все чертежи деталей и сборочных единиц без дополнительных разъяснений.

#### ***4.2.10. Оформление спецификации сборочного чертежа приспособления***

Спецификация – документ, содержащий перечень всех составных частей, входящих в спроектированное приспособление. Согласно стандарту ГОСТ 19.202 – 78 «Спецификация. Требования к содержанию и оформлению» спецификация выполняется в виде таблицы на отдельных листах формата А4.

При выполнении курсового проекта спецификация должна состоять из основных разделов, располагающихся в следующей последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;

- стандартные изделия;
- прочие изделия.

В раздел «Документация» сборочного чертежа приспособления входит сборочный чертёж приспособления.

В раздел «Сборочные единицы» вносятся сборочные единицы. При проектировании приспособления это чаще всего пневматический или гидравлический привод. При обозначении привода приспособления в спецификации следует придерживаться следующих схем обозначения, рекомендованных ГОСТ 15608-81 «Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия» и технической документации головной организации РосГидроТех «Схема обозначения гидроцилиндров»(при курсовом проектировании и выполнении работы допускается упрощенная схема обозначения).

Схемы обозначения пневмоцилиндров и гидроцилиндров.

Модель цилиндра – диаметр поршня × ход поршня.

Например: Пневмоцилиндр ПЦ – 100×50;

Гидроцилиндр ГЦ – 100×50;

В раздел «Детали» вносятся все детали приспособления, кроме стандартных изделий.

В разделе «Стандартные изделия» записываются изделия, выполняемые по:

- межгосударственным стандартам;
- государственным стандартам;
- стандартам предприятия.

В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, кольца и т.д.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий (например, для крепежных изделий – болты, винты, гайки, шайбы, шплинты, шпонки, штифты); в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов (т.е. номеров ГОСТ, ГОСТ Р, стандартов предприятия); в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке

возрастания основных параметров или размеров изделия (например, для относящихся к одному ГОСТу болтов, их располагают в порядке возрастания диаметров, а в пределах одного диаметра – в порядке возрастания их длин: М3×10; М3×12; М4×8; М4×16 и т.д.).

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, применённые по техническим условиям. При проектировании приспособления этот раздел, как правило, не используется.

Заполнение столбцов таблиц спецификации.

В столбце «Формат» указывают форматы документов, записываемых в столбце «Обозначение». Так как в курсовом проекте детализация приспособления не выполняется, столбец «Формат» заполняется только для раздела «Документация» (пишется «Сборочный чертёж» и «Пояснительная записка»).

В столбце «Зона» указывается обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части. Правила разбивки поля чертежа на зоны изложены в ГОСТ 2.104-2006 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи». Столбец «Зона» заполняется для очень сложных и насыщенных обозначениями чертежей.

В столбце «Поз» указываются порядковые номера элементов приспособления – деталей или сборочных единиц.

В столбце «Обозначение» указывают обозначение записываемых документов. В курсовой или расчетно-графической работе этот столбец допускается не заполнять.

В столбце «Наименование» в разделе «Документация» указывают названия документов («Сборочный чертёж», «Пояснительная записка»); наименование и обозначение сборочных единиц; наименование деталей, наименование и обозначение стандартных изделий в соответствии со стандартами для этих изделий, прочие изделия – в соответствии с документами на эти изделия.

В столбце «Кол» указывается количество каждой из составных частей приспособления в расчете на одну единицу приспособления.

В столбце «Примечание» указываются дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных (резервных) строк для дополнительных записей.

Пример заполнения спецификации приведен в приложении 4.

#### **4.2.11. Краткое описание работы приспособления**

В кратком описании работы приспособления необходимо указать: установку заготовки в приспособлении, работу зажимного устройства приспособления при зажиме детали и при прекращении работы привода приспособления. Описать назначение и работу вспомогательных устройств приспособления. А также элементы для ориентирования приспособления на станке.

#### ***Примечание:***

В Части 2 методического пособия «Проектирование установочно-зажимного приспособления для обработки заготовок» приведены примеры точностного расчёта приспособления по всем трём координатам задаваемых размеров рассматриваемой поверхности и силовой расчёт приспособления для фрезерования, растачивания отверстия, токарной обработки детали, а также при использовании других зажимных устройств и приводов приспособлений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] / Блюменштейн В. Ю., Клепцов А. А. 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014 - 224 с.
2. Завистовский, С. Э. Технологическая оснастка : учебное пособие / С. Э. Завистовский - Технологическая оснастка, 2022-08-04 - Электрон. дан. (1 файл) - Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015 - 144 с.
3. Рахимьянов Х.М. Технологическая оснастка : Учебное пособие для вузов / Рахимьянов Х. М., Красильников Б. А., Мартынов Э. З., Янпольский В. В. Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2020 - 265 с

### Дополнительная литература

1. Альбом по проектированию приспособлений : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Б. М. Базров [и др.] - М. : Машиностроение, 1991. - 121 с.
2. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : справочник / С.Н.Григорьев, М.В.Кохомский, А.Р.Маслов; под общ.ред. А.Р.Маслова - М. : Машиностроение, 2006 - 544с.
3. Ильицкий В.Б. Станочные приспособления: Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств / В. Б. Ильицкий, В. В. Микитянский, Л. М. Сердюк - М. : Машиностроение, 1989 - 208 с.
4. Маслов А. Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента : справочник / А. Р. Маслов 3-е изд., перераб. и доп - М. : Машиностроение, 2008 - 320 с.
5. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] / Тарабарин О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б. -2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013 -304 с..

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»  
ПТИ  
Кафедра ТМС

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Задание № \_\_\_\_\_**  
**по курсовому проектированию**  
**Дисциплина «Приспособления для**  
**металлообрабатывающего инструмента»**

Студент группы \_\_\_\_\_ специальность \_\_\_\_\_  
Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Отчество \_\_\_\_\_  
Руководитель курсового проектирования \_\_\_\_\_  
Срок проектирования с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_

- 1. Тема курсового проекта:** «Проектирование установочно-зажимного приспособления для \_\_\_\_\_»

**Вариант:** \_\_\_\_\_, **Номер чертежа детали:** \_\_\_\_\_

**2. Содержание проекта:** Чертеж детали (А4), операционный эскиз, чертеж приспособления (А3, А2 или А1), схема расчета силы зажима, схема расчета комбинированного зажима и привода приспособления, расчет необходимой силы зажима, точностной расчет приспособления, расчет комбинированного зажима и привода приспособления.

**3. Особые дополнительные сведения:** Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (выполняется на компьютере или пишется от руки четким и разборчивым подчерком); после титульного листа в пояснительной записке размещается задание на работу, подписанное студентом и преподавателем с указанием даты выдачи, номера варианта чертежа детали и ее содержания.

№ работы	Содержание работы	Срок выполнения	Дата выполнения
1	Разработка задания курсового проекта		
2	Разработка чертежа детали		
3	Расчет режимов резания		
4	Расчет приспособления на точность		
5	Силовой расчет приспособления		
6	Разработка конструкции приспособления		
7	Расчет и выбор силового привода приспособления		
8	Оформление сборочного чертежа приспособления		
9	Оформление пояснительной записки, включающей п. 1-6 и описание работы приспособления		

- 5.** Курсовое проектирование закончено \_\_\_\_\_  
**6.** Оценка проекта \_\_\_\_\_ Руководитель \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П.2.1

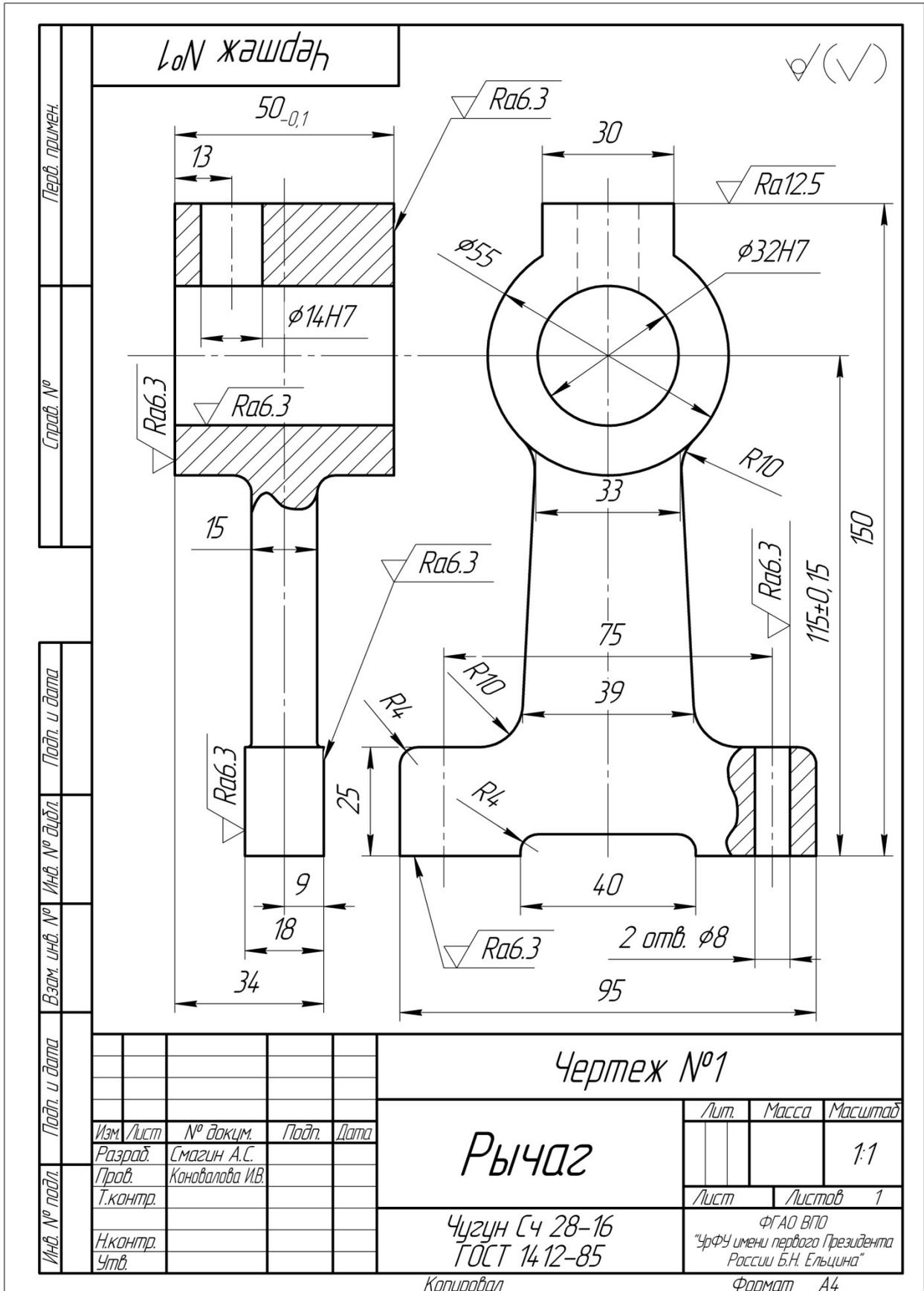
### Задание на курсовую работу

Вар.	Деталь/ номер чертежа	Формулировка задания на проектирование
1.	Рычаг Чертеж № 1	Спроектировать многоместное механизированное приспособление для фрезерования основания рычага
2.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых сторон рычага в размер 50 <sub>0,1</sub> мм
3.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых сторон рычага в размер 18 мм
4.	Корпус редуктора Чертеж № 2	Спроектировать приспособление для фрезерования основания корпуса редуктора
5.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø85H7
6.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø70H8 мм
7.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей корпуса редуктора в размер 280мм
8.	Корпус редуктора Чертеж № 3	Спроектировать приспособление для фрезерования основания корпуса редуктора
9.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей корпуса редуктора в размер 140мм
10.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей корпуса редуктора в размер 200мм
11.		Спроектировать приспособление для фрезерования бобышки Ø25 мм
12.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø62H7 и резьбовых отверстий M10
13.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø150H7 и резьбовых отверстий M10
14.	Стойка Чертеж № 4	Спроектировать приспособление для фрезерования основания стойки
15.		Спроектировать приспособление для фрезерования поверхностей 1 и 2 стойки
16.		Спроектировать приспособление для фрезерования поверхности 3 стойки
17.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø45H8

## Продолжение таблицы П.2.1

Вар.	Деталь/ номер чертежа	Формулировка задания на проектирование
18.	Стойка Чертеж № 4	Спроектировать приспособление для обработки отверстий Ø38H8
19.	Полухомут Чертеж № 5	Спроектировать приспособление для фрезерования основания полухомута
20.	Корпус подшипника Чертеж № 6	Спроектировать двухместное приспособление для фрезерования основания корпуса.
21.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых сторон корпуса в размер $88_{-0,5}$ мм
22.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø72H7
23.	Вилка Чертеж № 7	Спроектировать приспособление для фрезерования основания вилки
24.		Спроектировать приспособление для одновременного фрезерования боковых поверхностей А и Б вилки
25.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей вилки в размер 25 мм
26.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø40H8
27.	Кронштейн Чертеж № 8	Спроектировать приспособление для фрезерования основания кронштейна
28.		Спроектировать приспособление для фрезерования опорных платиков (или поверхностей) Б кронштейна в размер 15мм
29.		Спроектировать приспособление для фрезерования двух пазов шириной 12 мм
30.	Корпус редуктора Чертеж № 9	Спроектировать приспособление для фрезерования основания корпуса редуктора
31.		Спроектировать приспособление для обработки боковых сторон корпуса редуктора в размер 75 мм
32.		Спроектировать приспособление для обработки боковых сторон корпуса редуктора в размер 45 мм
33.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø80H7
34.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø 20H7 мм
35.	Крышка Чертеж № 10	Спроектировать приспособление для фрезерования основания крышки.
36.		Спроектировать приспособление для обработки плоскости А детали в размер $100_{-0,5}$ мм
37.		Спроектировать приспособление для обработки боковых сторон крышки в размер $170\pm 0,25$ мм

Вар.	Деталь/ номер чертежа	Формулировка задания на проектирование
38.	Крышка Чертеж № 10	Спроектировать приспособление для обработки отверстий Ø42Н9 и Ø27Н9
39.	Корпус Чертеж № 11	Спроектировать приспособление для фрезерования основания корпуса.
40.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø100Н9
41.		Спроектировать приспособление для фрезерования торца цилиндрической поверхности в размер 95 мм.
42.	Кронштейн Чертеж № 12	Спроектировать приспособление для фрезерования основания кронштейна.
43.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø52Н7 и резьбовых отверстий М6
44.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей кронштейна в размер 80мм.
45.	Корпус Чертеж № 13	Спроектировать приспособление для фрезерования основания корпуса.
46.		Спроектировать приспособление для обработки отверстия под резьбу М33 и отверстия Ø17Н7
47.		Спроектировать приспособление для фрезерования боковых поверхностей корпуса в размер 56мм.



Чертеж №2

✓ (✓)

Перв. примен.

Справ. №

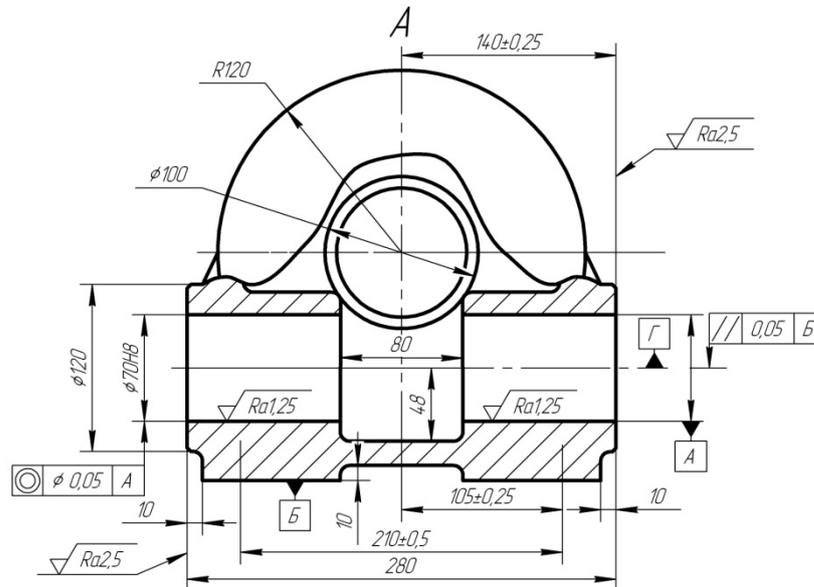
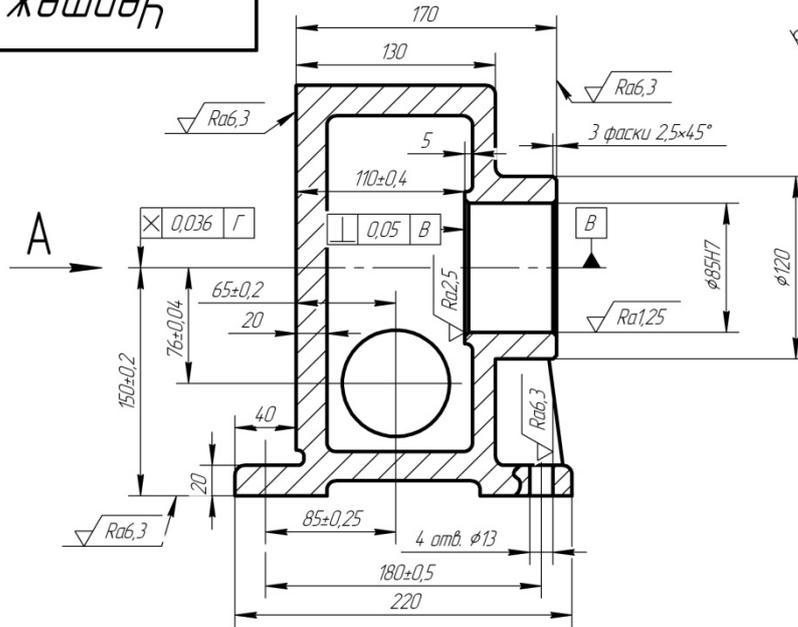
Подп. и дата

Инв. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватывающих по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №2

Корпус  
редуктора

Чугун Сч 18-36  
ГОСТ 1412-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:4
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		
Формат А4		

Чертеж №3

Перв. примен.

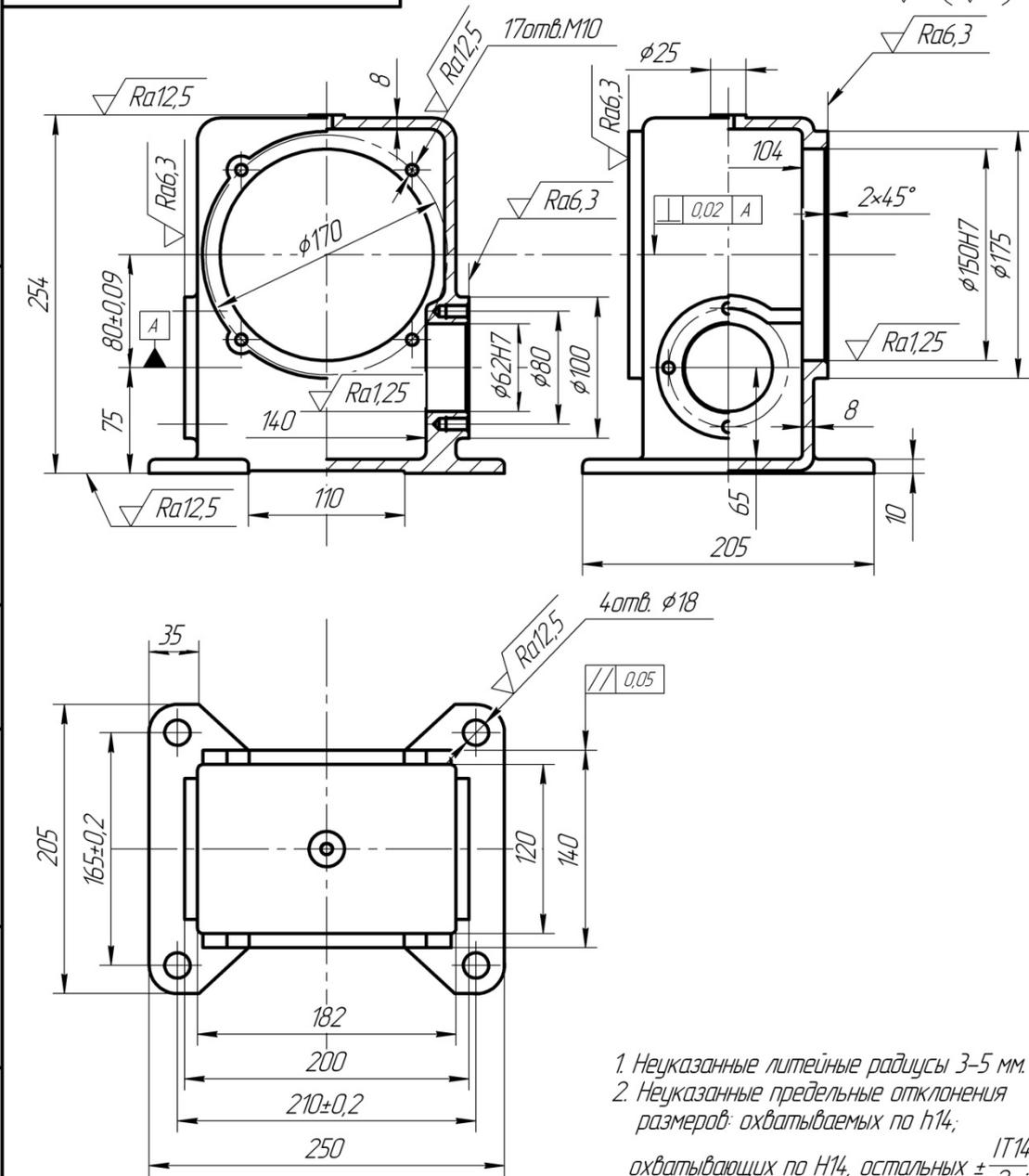
Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватываемых по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №3

Корпус  
редуктора

Чугун Сч 15-32  
ГОСТ 1412-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:4
Лист	Листов	1

ФГАО ВПО  
"ЦрФУ имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина"

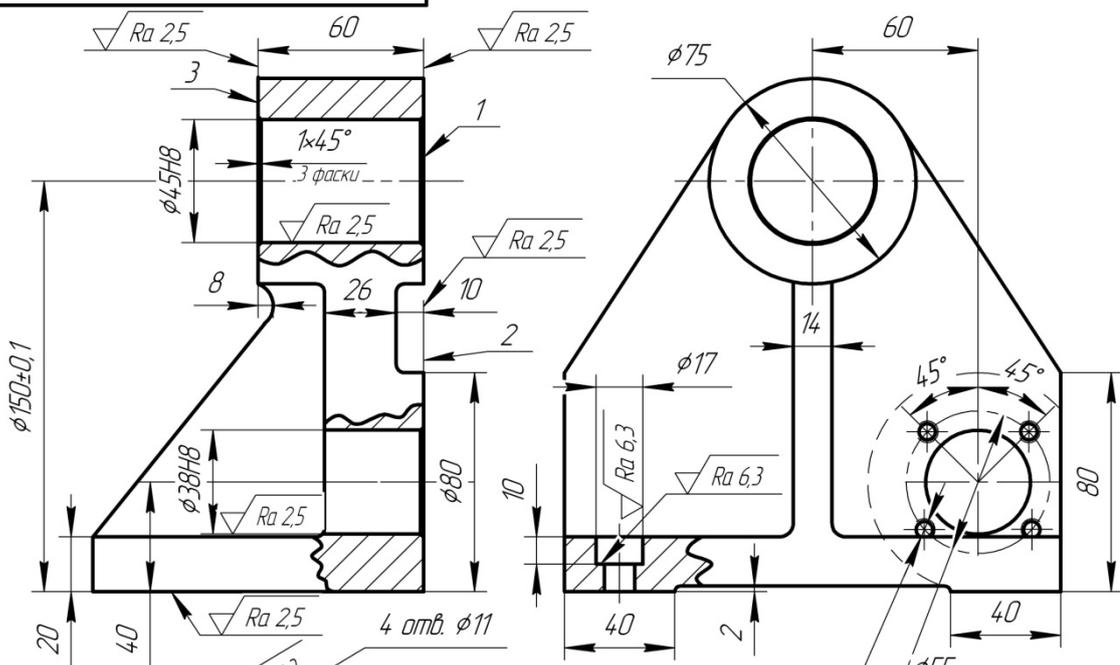
Формат А4

70N жашдаг



Перв. примен.

Справ. №

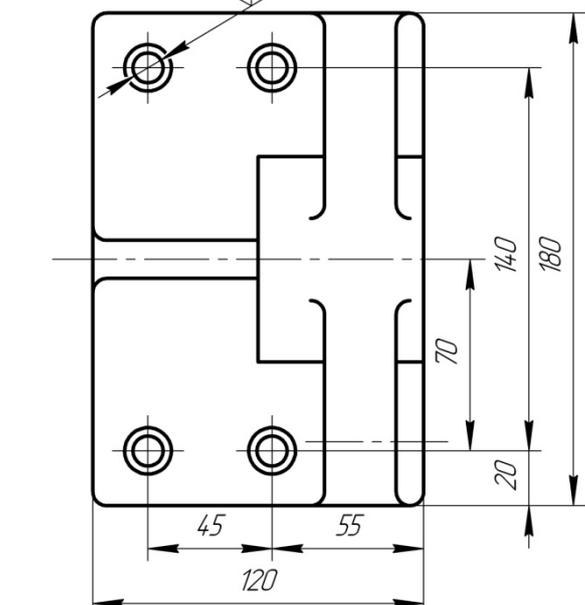


Подп. и дата

Инд. №

Подп. и дата

Инд. №



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватываемых по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №4

Стойка

Чугун Сч 28-16  
ГОСТ 14.12-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1

ФГАО ВПО  
"УрФУ имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина"

Формат А4

50N жашдаг



Перв. примен.

Справ. №

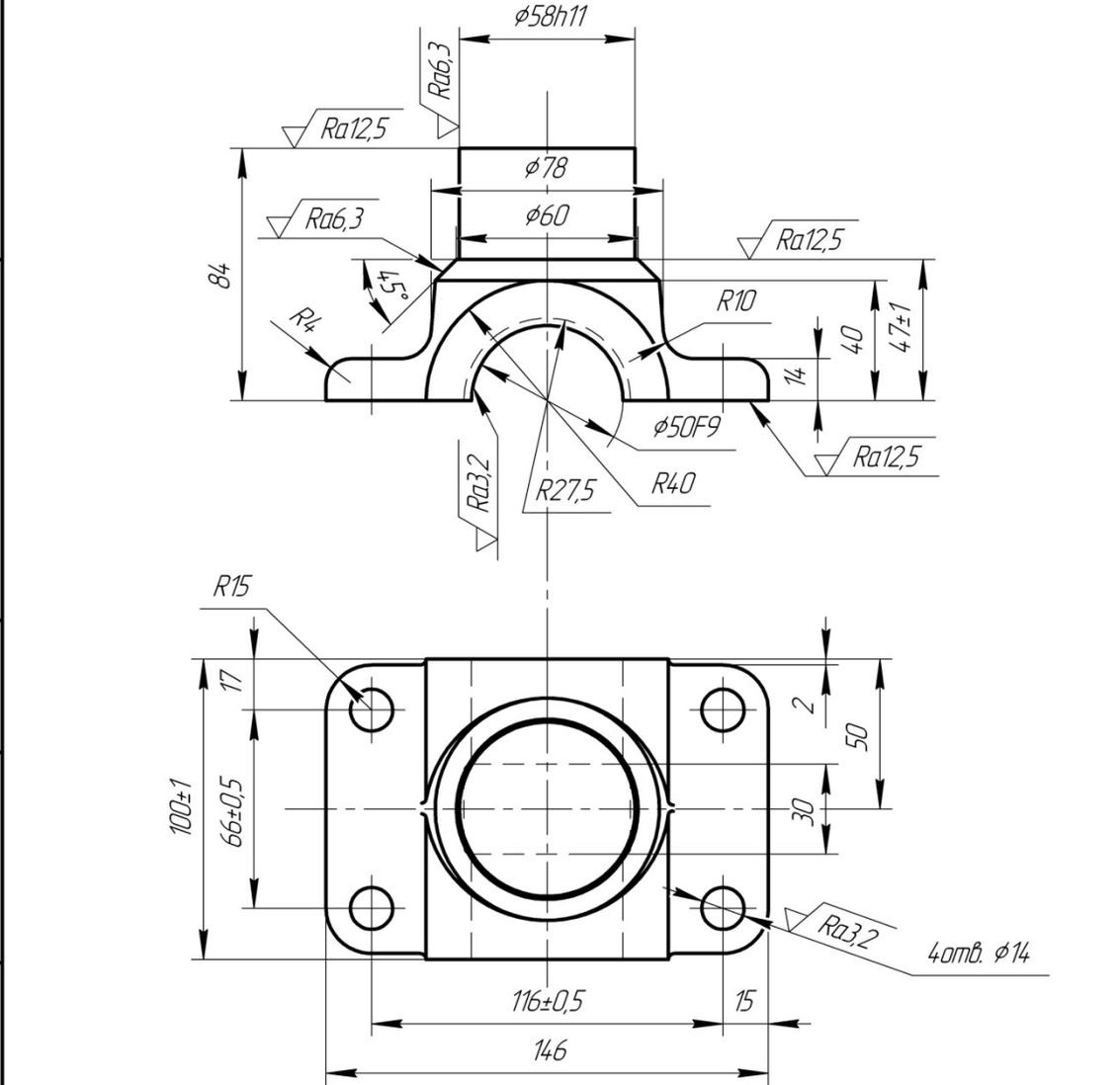
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по  $h14$ ; охватываемых по  $H14$ , остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

					Чертеж №5		
					Лит.	Масса	Масштаб
							1:2
					Лист	Листов	1
					ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		

Полухомут

Чугун Сч 28-16  
ГОСТ 1412-85

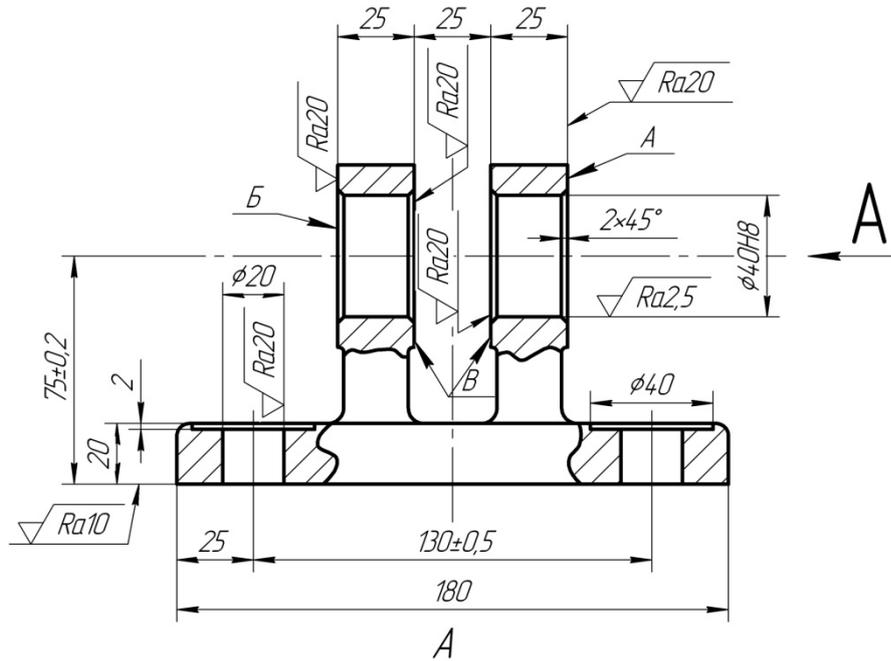
Копировал

Формат А4



Чертеж №7

✓(✓)



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по  $h14$ ; охватываемых по  $H14$ , остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ ;
3. Допуск перпендикулярности поверхностей А, Б и В относительно основания не более 0,5мм

Чертеж №7

Вилка

Сталь 45Л  
ГОСТ 1050-74

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		
Формат А4		

80N жашдагы

Перв. примен.

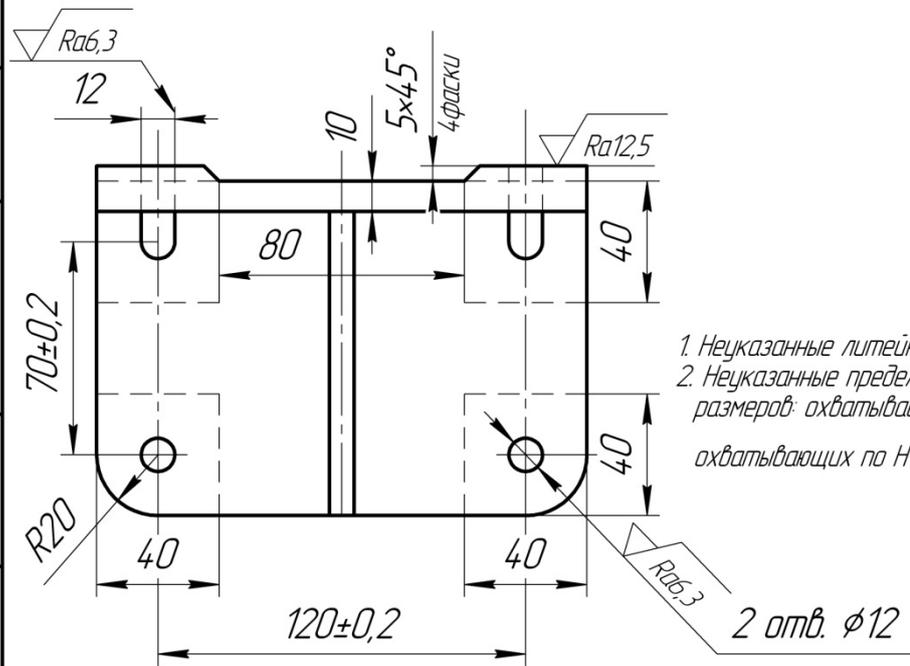
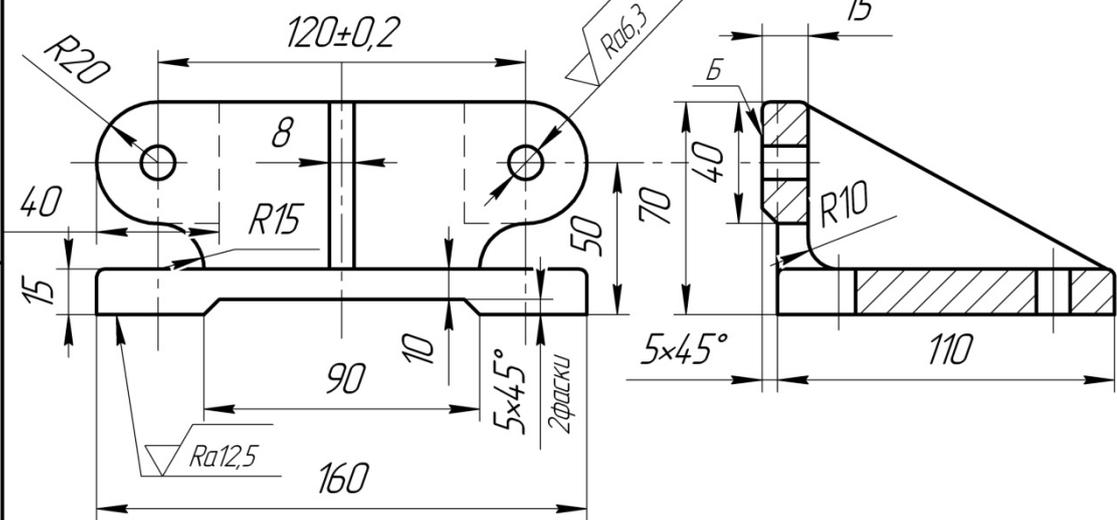
Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватываемых по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №8

Кронштейн

Чугун СЧ15-32  
ГОСТ 14.12-85

Копировал

Лист	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		
Формат А4		

60N жашдагы

Перв. примен.

Справ. №

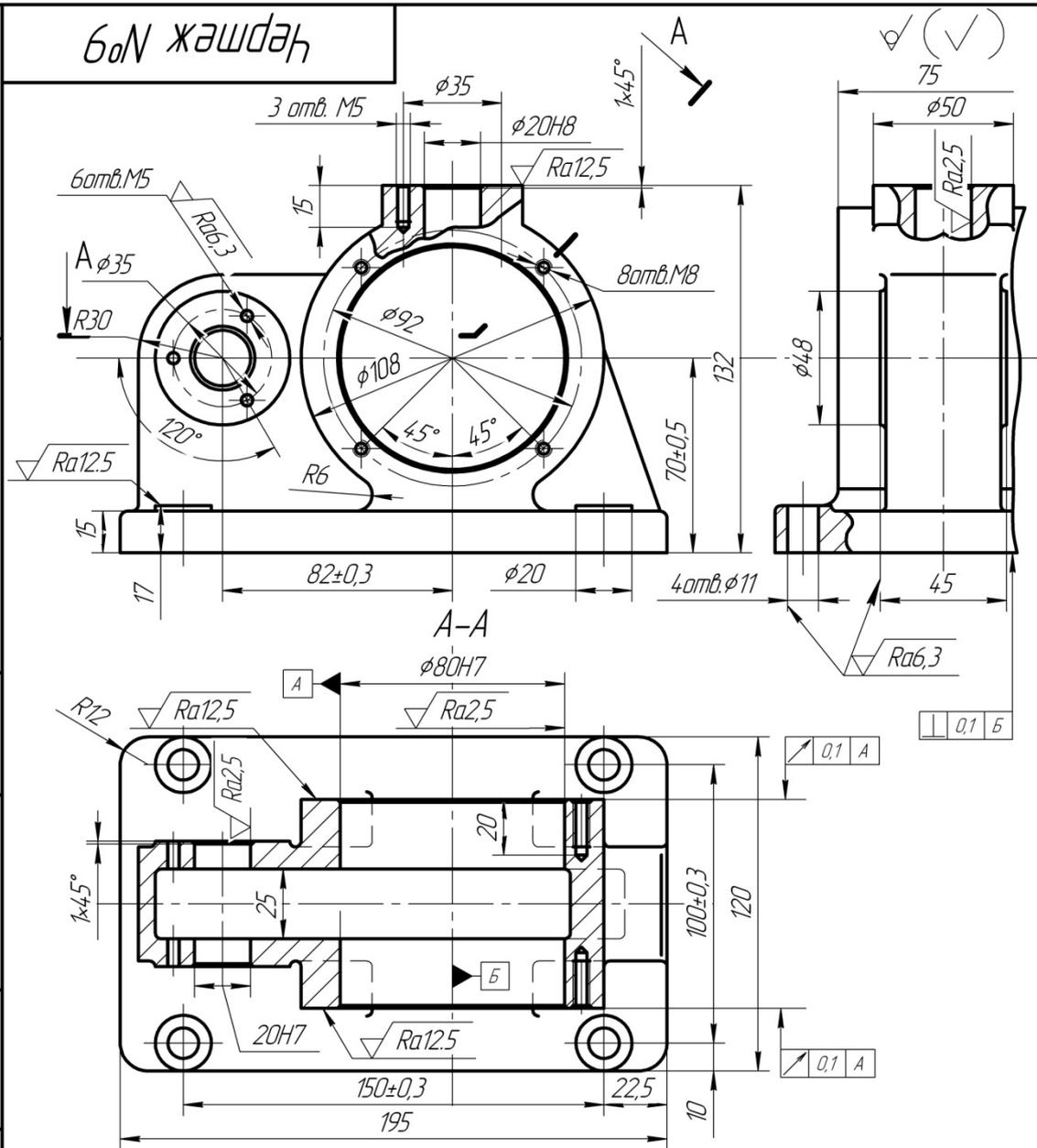
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватываемых по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №9

Корпус редуктора

Чугун Сч 15-32  
ГОСТ 1412-85

Копировал

Лист	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		
Формат А4		

Чертеж №10



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

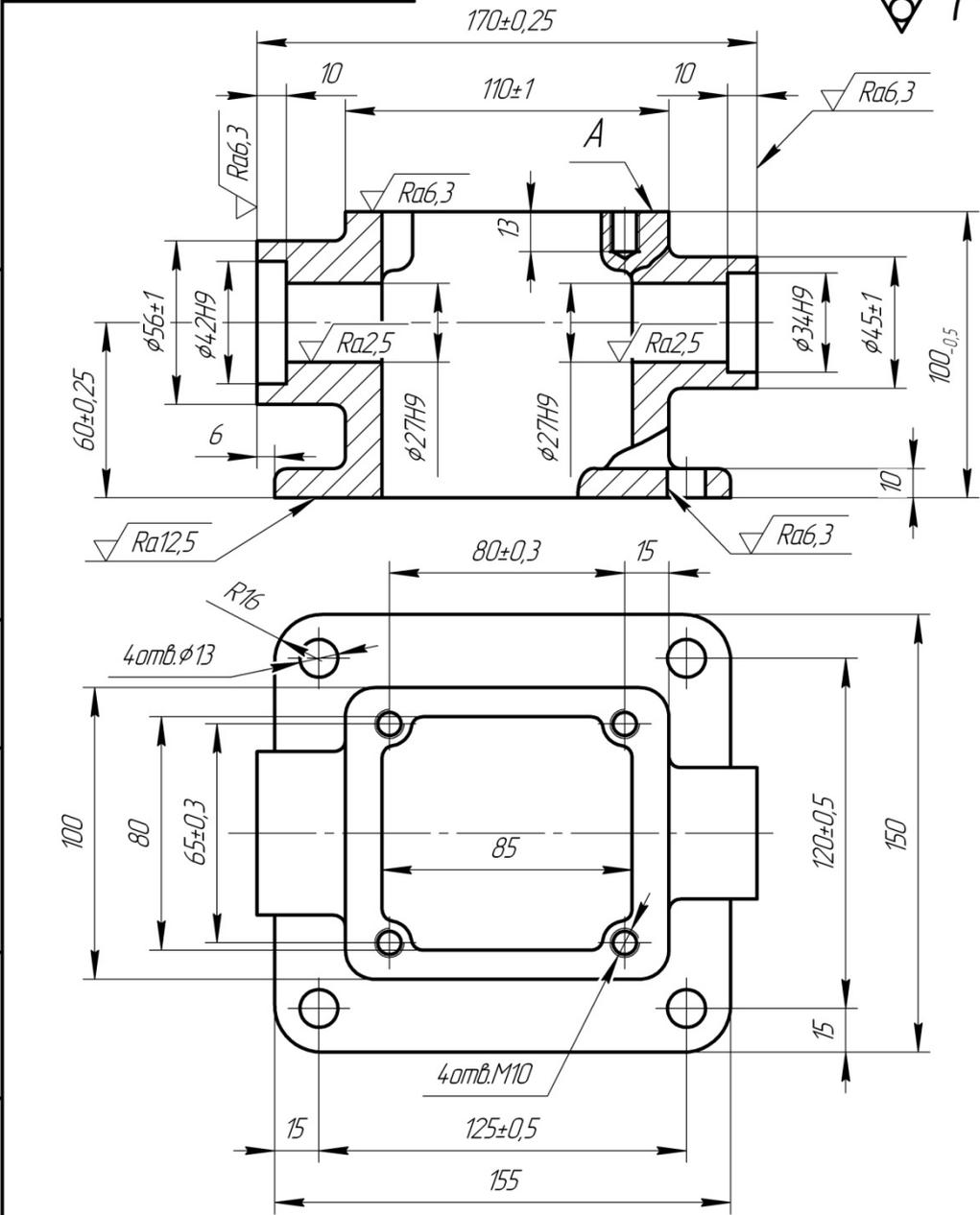
Подп. и дата

Изм. Лист

Разраб.

Н.контр.

Утв.



1. Неуказанные литейные радиусы 3...5мм.

Чертеж №10

Крышка

Чугун 15-32  
ГОСТ 14.12-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина		
Формат А4		

Чертеж №11

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

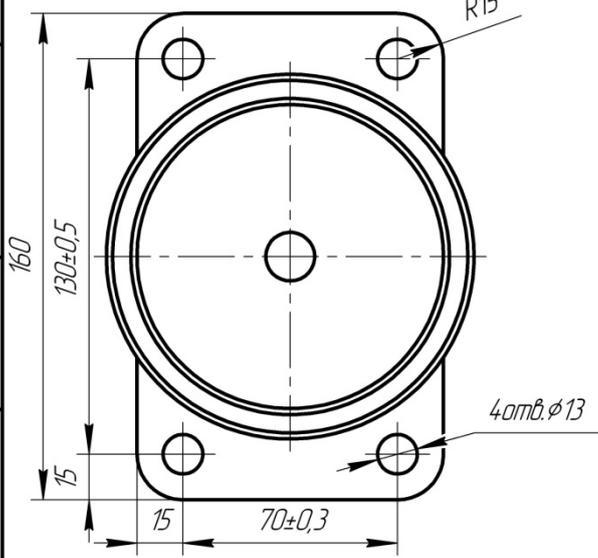
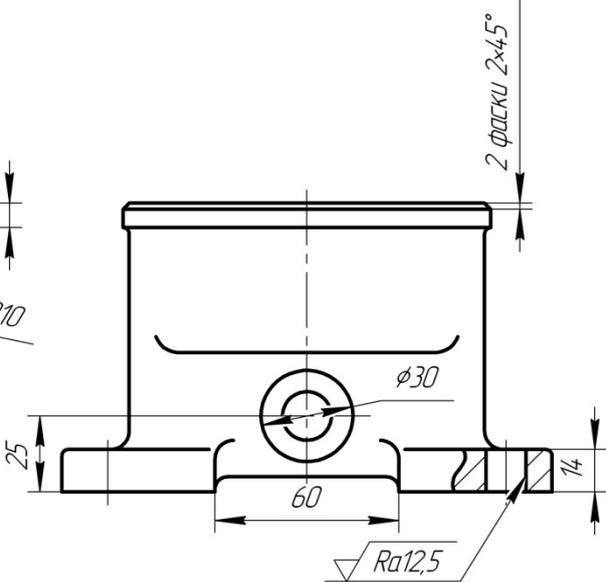
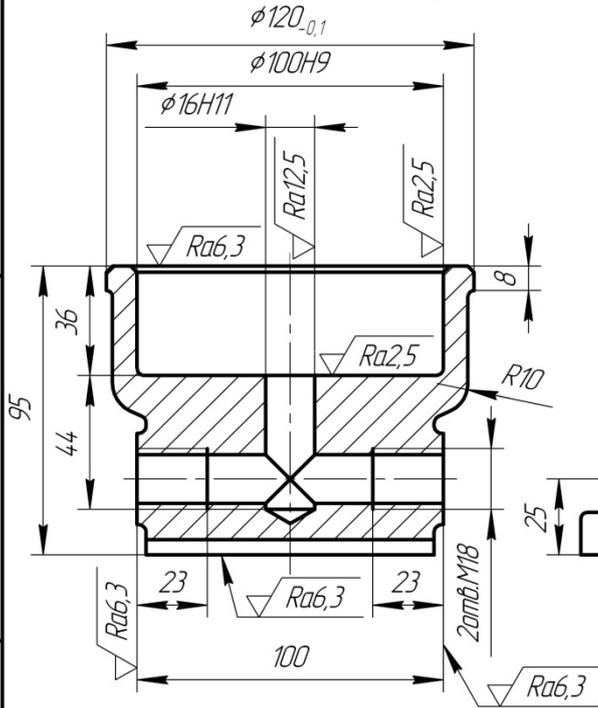
Взам. инв. №

Инв. №

Подп. и дата

Изм. Лист

Н.контр.



1. Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых по H14; охватываемых по H14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Чертеж №11

Корпус

Чугун 15-32  
ГОСТ 14.12-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1

ФГАО ВПО  
"УрФУ имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

Формат А4



Чертеж №13

Перв. примен.

Справ. №

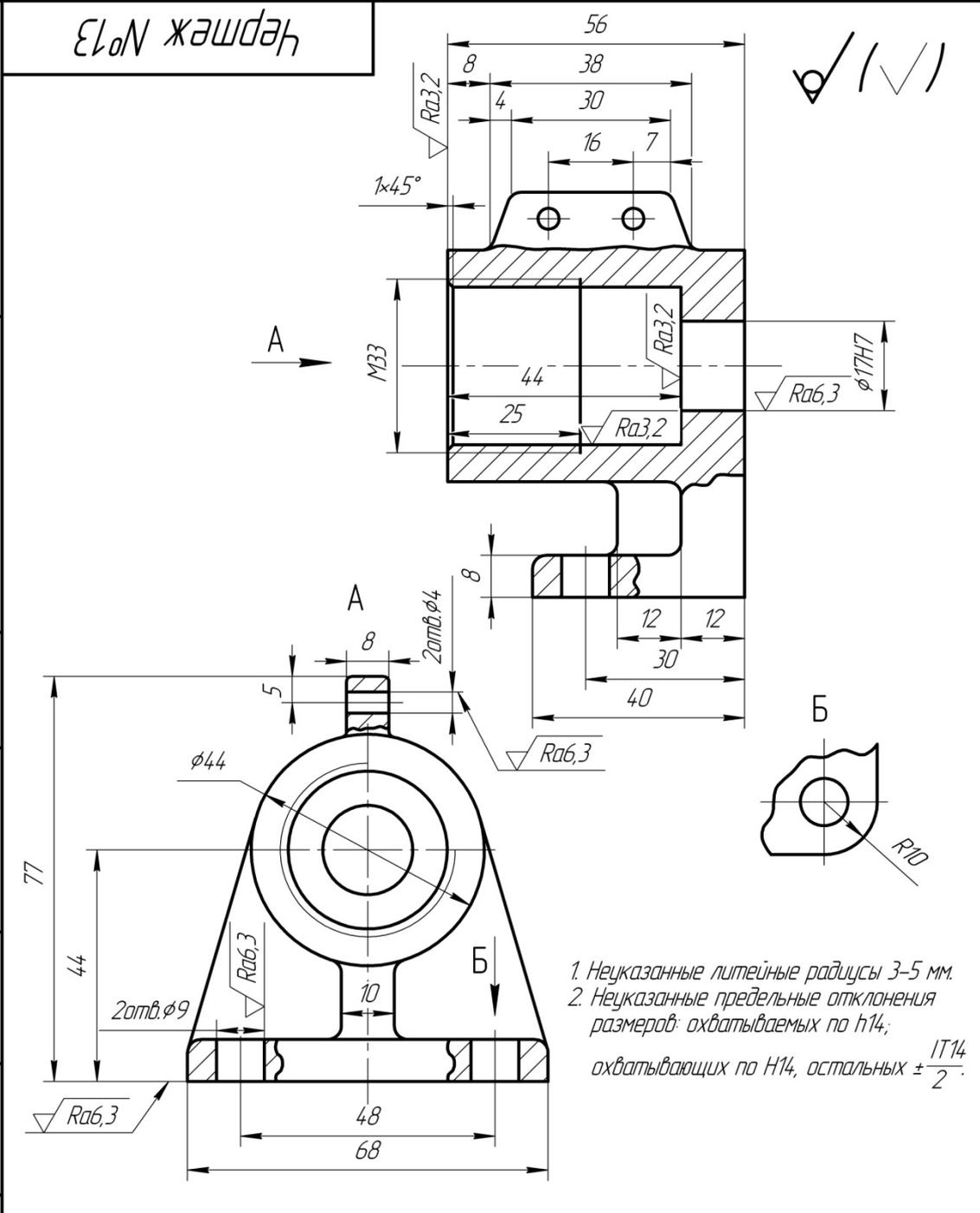
Подп. и дата

Инд. № автоп.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Чертеж №13

Корпус

Чугун Сч 15-35  
 ГОСТ 14.12-85

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1
ФГАО ВПО "УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"		
Формат А4		



**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2				Сборочный чертёж		
A4				Пояснительная записка		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1		ПЦ 1412-100x400 ГОСТ 15608-81	1	
				<u>Детали</u>		
		2		Корпус	1	
		3		Чашка прижимная	2	
		4		Рычаг	2	
		5		Качалка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Болт 7002-0605 ГОСТ 14724-69	1	
				Винты ГОСТ 1491-72		
		9		M6x16.66	1	
<b>Образец спецификации</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Чертил		Смагин А.С.			Лист	Листов
Проверил		Коновалова И.В.			1	1
Консулт.					ФГАО ВПО *УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина*	
Н. контр.						
Зав. каф.						
Приспособление для фрезерования основания корпуса						

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра: «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

по дисциплине: «Приспособления для металлообрабатывающего  
инструмента»

Студент группы \_\_\_\_\_ .  
(индекс группы) (дата, подпись) (фамилия и инициаль)

кач-во работы	рецензия	кач-во доклада	уровень защиты	Σ балльная оценка	Академическая оценка

Комиссия в составе:

доц., к.т.н

\_\_\_\_\_ .  
(дата, подпись)

Якушенко А.В.

проф., д.т.н

\_\_\_\_\_ .  
(дата, подпись)

Хлудов С.Я.

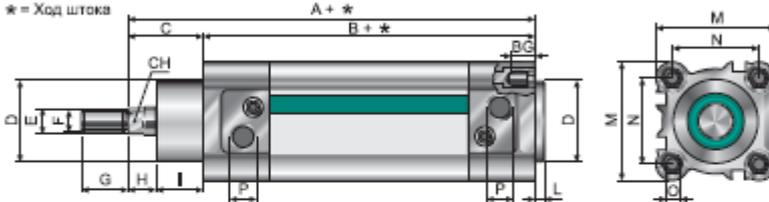
Тула 20\_\_

Стандартные модификации

Ø цилиндра мм	Стандартный ход штока, мм																	
	25	50	80	100	125	160	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
32	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
40	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
50	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
63	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
125	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Габаритные чертежи

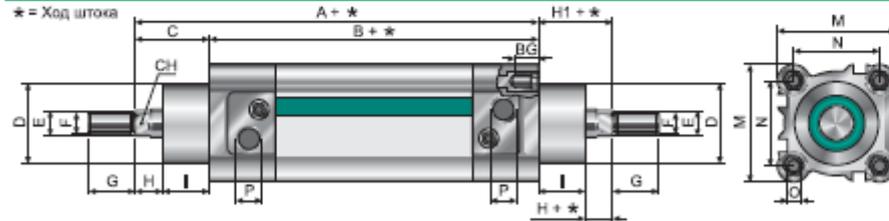
\* = Ход штока



**NWT ../...**  
 СТАНДАРТНОЕ  
 ИСПОЛНЕНИЕ

Ø цилиндра	A	B	C	ED	EE	EF	G	H	I	L	M	N	EO	EP	BG	CH	Код
32	120	94	26	30	12	M10x1,25	20	8	18	4	45	32,5	M6	G1/8	16	10	NWT 032/...
40	135	105	30	35	16	M12x1,25	24	8,5	21,5	4	54	38	M6	G1/4	16	13	NWT 040/...
50	143	106	37	40	20	M16x1,5	32	9	28	4	64	46,5	M8	G1/4	16	17	NWT 050/...
63	158	121	37	45	20	M16x1,5	32	8,5	28,5	4	75	56,5	M8	G3/8	16	17	NWT 063/...
80	174	128	46	45	25	M20x1,5	40	11,5	34,5	4	93	72	M10	G3/8	18	21	NWT 080/...
100	189	138	51	55	25	M20x1,5	40	13	38	4	110	89	M10	G1/2	18	21	NWT 100/...
125	229	160	65	60	30	M27x2*	54*	30	35	5	142	110	M12	G1/2	22	27	NWT 125/...

\* = Ход штока



**NWT ../...P**  
 ИСПОЛНЕНИЕ СО  
 СКВОЗНЫМ ШТОКОМ

Ø цилиндра	A	B	C	ED	EE	EF	G	H	H1	I	M	N	EO	EP	BG	CH	Код
32	120	94	26	30	12	M10x1,25	20	8	26	18	45	32,5	M6	G1/8	16	10	NWT 032/...P
40	135	105	30	35	16	M12x1,25	24	8,5	30	21,5	54	38	M6	G1/4	16	13	NWT 040/...P
50	143	106	37	40	20	M16x1,5	32	9	37	28	64	46,5	M8	G1/4	16	17	NWT 050/...P
63	158	121	37	45	20	M16x1,5	32	8,5	37	28,5	75	56,5	M8	G3/8	16	17	NWT 063/...P
80	174	128	46	45	25	M20x1,5	40	11,5	46	34,5	93	72	M10	G3/8	18	21	NWT 080/...P
100	189	138	51	55	25	M20x1,5	40	13	51	38	110	89	M10	G1/2	18	21	NWT 100/...P
125	225	160	65	60	30	M27x2*	54*	30	65	35	142	110	M12	G1/2	22	27	NWT 125/...P

## ВАРИАНТЫ МОНТАЖА ПНЕВМОЦИЛИНДРА

### ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ПНЕВМОЦИЛИНДРА (заказываются отдельно)

Структура обозначения

**X - ПЦ - XXX**

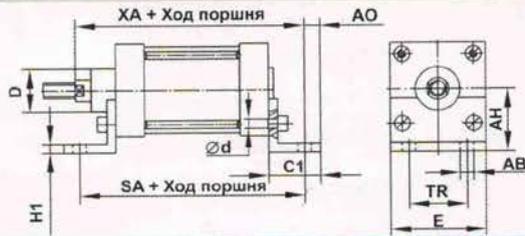
Наименование элемента:

- Л - лапа;
- Ф - фланец;
- П - проушина;
- В - вилка;
- ЦР - цапфа резьбовая;
- ЦК - цапфа крышки;
- ПШ - проушина шарнирная

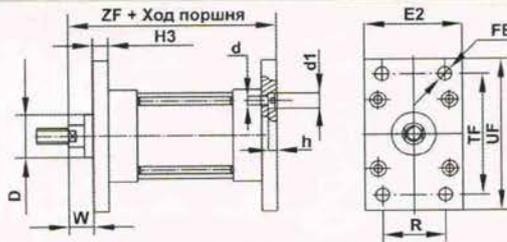


Диаметр цилиндра (мм)

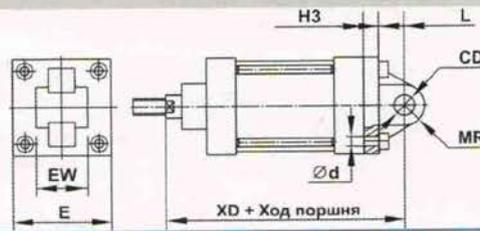
#### НА ЛАПАХ



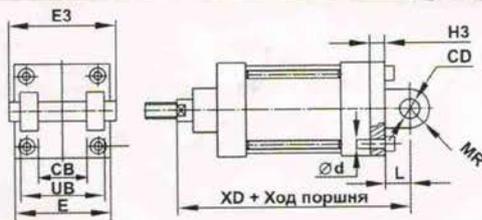
#### НА ФЛАНЦЕ



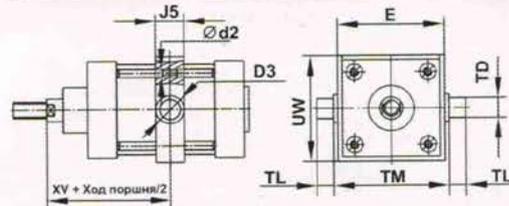
#### НА ПРОУШИНЕ



#### НА ВИЛКЕ



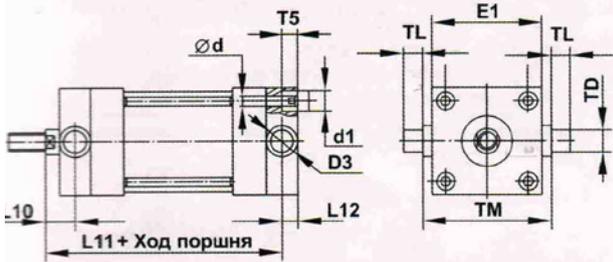
#### НА РЕЗЬБОВОЙ ЦАПФЕ



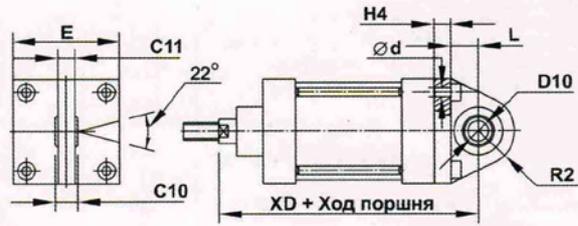
Диаметр цилиндра	AB	AH	AO	C1	E	H1	SA		TR	XA		D	d	d1	h	W		ZF		H3	FB	R
							ТУ	ISO		ТУ	ISO					ТУ	ISO					
32	7	32	8	32	50	4	142	142	32	144	144	30	7	12	7	16	16	130	130	10	7	32
40	9	36	12	40	55	5	159	161	36	161	163	35	7	12	7	20	20	143	145	10	9	36
50	9	45	13	45	65	5	173	170	45	178	175	40	9	15	9	25	25	158	155	12	9	45
63	9	50	13	45	78	5	189	185	50	194	190	42	9	15	9	25	25	174	170	12	9	50
80	12	63	19	60	100	6	217	210	63	219	215	45	11	18	11	27	30	194	190	16	12	63
100	14	71	22	63	115	6	217	220	75	226	230	55	11	18	11	34	35	201	205	16	14	75
125	16	90	25	70	140	8	250	250	90	265	270	60	13	20	13	40	45	240	245	20	16	90
160	18	115	25	85	180	9	290	300	115	300	320	70	17	33	14	50	60	260	280	20	18	115
200	22	135	35	105	220	12	310	—	135	310	—	70	17	33	14	45	—	285	—	25	22	135

Диаметр цилиндра	TF	UF	E2	EW	CD	MR	CB	L	UB	E3	XD		TM	UW	TD	TL	J5	d2	D3	XV	
											ТУ	ISO								ТУ	ISO
32	64	80	50	26	10	10	26	12	45	54	142	142	50	49	12	12	20	M6	18	73	73
40	72	90	55	28	12	12	28	15	52	61	158	160	63	58	16	16	25	M6	28	81,5	82,5
50	90	110	65	32	12	12	32	15	60	70	173	170	75	68	16	16	28	M8	28	91,5	90
63	100	125	78	40	16	16	40	20	70	81	194	190	90	82	20	20	30	M8	32	99,5	97,5
80	128	154	100	50	16	16	50	21	90	101	214	210	110	100	20	20	32	M10	32	110,5	110
100	150	186	115	60	20	20	60	26	110	121	226	230	132	120	25	25	38	M10	39	117,5	120
125	180	220	140	70	25	25	70	31	130	143	270	275	160	146	25	25	44	M12	39	140	145
160	230	280	180	90	30	30	90	36	170	183	295	315	200	184	32	32	48	M16	48	155	170
200	270	315	220	90	30	30	90	36	170	183	300	—	250	224	32	32	48	M16	48	155	—

НА ЦАПФЕ КРЫШКИ



НА ПРОУШИНЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ ПОДШИПНИКОМ



Диаметр цилиндра	L10	L11	L12	d	d1	T5	D3	TM	TD	TL	E1	E	C10	C11	D10	L	H4	R2	XD
32	18	128	8	7	12	8,5	18	50	12	12	49	50	14	10	10	12	8	19	145
40	20	143	10	7	12	8,5	28	63	16	16	55	55	16	12	12	15	9	22	160
50	25	158	12	9	15	11	28	75	16	16	65	65	16	12	12	15	10	22	174
63	25	174	12	9	15	11	32	90	20	20	78	78	18	14	15	20	12	26	194
80	29	192	14	11	18	13,5	32	110	20	20	100	100	18	14	15	21	15	27	214
100	31	204	19	11	18	13,5	39	132	25	25	115	115	26	15	20	26	15	28	226
125	35	245	25	13	20	16	39	160	25	25	140	140	—	—	—	31	—	—	—

ВАРИАНТЫ МОНТАЖА ШТОКА ПНЕВМОЦИЛИНДРА

ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ШТОКА ПНЕВМОЦИЛИНДРА (заказываются отдельно)

Структура обозначения

X - XXX

Наименование элемента:

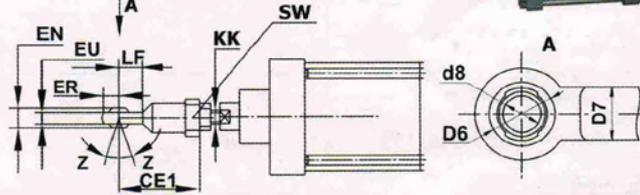
ШГ - шарнирная головка

МК - муфта-компенсатор

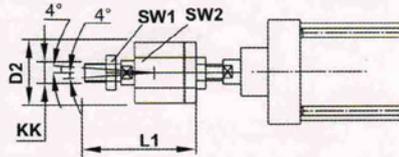
ВГ - вилкообразная головка

Диаметр цилиндра (мм)

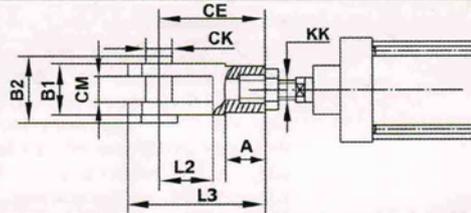
С ШАРНИРНОЙ ГОЛОВКОЙ



С МУФТОЙ КОМПЕНСАТОРОМ



С ВИЛКООБРАЗНОЙ ГОЛОВКОЙ



Диаметр цилиндра	KK	CE1	ER	SW	LF	EN	EU	D6	D7	d8	Z	SW1	SW2	D2	L1	A	CE	L2	CK	CM	L3	B1	B2
32	M10X1,25	50	20	17	20	14	10	30	15	10	12	17	30	34,6	64	20	40	20	10	10	52	20	30
40	M12X1,25	55	21	19	22	16	12	32	18	12	10	19	30	34,6	68	24	48	24	12	12	62	24	34
50	M16X1,5	65	25	22	26	18	14	35	21	15	8	24	41	47,3	113	32	64	32	16	16	83	32	42
63	M16X1,5	65	25	22	26	18	14	35	21	15	8	24	41	47,3	113	32	64	32	16	16	83	32	42
80	M20X1,5	82	35	30	35	26	15	47	29	20	18	30	41	47,3	123	40	80	40	20	20	105	40	50
100	M20X1,5	82	35	30	35	26	15	47	29	20	18	30	41	63,5	123	40	80	40	20	20	105	40	50
125	M27X2	110	35	41	36	22	18	47	38	30	6	41	55	63,5	147	56	110	54	30	30	148	55	67
160	M36X2	125	40	50	41	26	21	55	48	35	—	—	—	—	—	56	144	72	35	35	188	70	82
200	M36X2	125	40	50	41	26	21	55	48	35	—	—	—	—	—	56	144	72	35	35	188	70	82