

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт машиностроения, материалов и транспорта

Высшая школа машиностроения

**Курсовой проект**

**По дисциплине: «Технологическая оснастка»**

Проектирование отдельных элементов установочно-зажимного  
приспособления для фрезерной операции

Пояснительная записка

Выполнил студент гр. 3331505/70101



Лапшина О.А.

Проверил, доцент, к.т.н.

Козарь И.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Санкт-Петербург

2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
по дисциплине «Технологическая оснастка»**

студенту группы 3331505/70101 Лапшиной Ольги Алексеевны

**Тема проекта:** *«Проектирование отдельных элементов установочно-зажимного приспособления для фрезерной операции».*

**1. Срок сдачи студентом законченного проекта 14.05.2021.**

**2. Исходные данные к проекту:** *Чертеж детали «Кронштейн».*

**3. Условия среднесерийного производства.**

**4. Содержание пояснительной записки:** *Введение: выбор, обоснование и расчеты установочных элементов, зажимного механизма и силового привода.*

**5. Этапы выполнения проекта.**

5.1. Согласовать с преподавателем операцию для курсовой работы.

5.2. Спроектировать выбранную операцию:

5.2.1. Разработать содержание и последовательность технологических переходов.

5.2.2. Рассчитать режимы резания для каждого технологического перехода [Справочник Косиловой Т.2. Стр.261...]

5.2.3. Рассчитать силы резания для каждого технологического перехода [Справочник Косиловой Т.2. Стр.261...].

5.2.4. Разработать операционный эскиз для выбранной операции, который должен содержать чертеж заготовки после данной операции со следующими сведениями:

- обрабатываемые поверхности (элементы) должны быть выделены цветом или толщиной линий;
- выдерживаемые на операции размеры и справочные размеры;
- допуски на все выдерживаемые размеры;
- шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- схема базирования заготовки на операции, ГОСТ 21495-76\*;
- графические обозначения опор, зажимов и установочных устройств, ГОСТ 3.1107-81.

5.3. **Выбор и обоснование установочных элементов (оформление см. методическое пособие).**

5.4. **Выбор, обоснование и расчет зажимного механизма (оформление см. методическое пособие).**

5.5. **Выбор, обоснование и расчет силового привода (оформление см. методическое пособие).**

Примерный объем пояснительной записки 25 страниц машинописного текста.

**5. Дата получения задания:** «27» января 2021 г.

Руководитель

Козарь И.И.

Задание принял к исполнению



Лапшина О.А.

## Оглавление

1. Выбор и обоснование установочных элементов .....	4
1.1. Чертеж детали на выбранной операции .....	4
1.2. Исходные данные.....	5
1.3. Расчет сил резания .....	5
1.4. Выбор инструмента .....	6
1.5. Выбор станка .....	6
1.6. Технические характеристики станка .....	7
1.7. Карта заказа .....	9
1.8. Выбор установочных элементов .....	11
2. Выбор и расчет зажимного механизма .....	13
2.1. Расчет необходимой силы зажима .....	13
3. Расчет силового привода .....	16
Библиографический список.....	18

# 1. Выбор и обоснование установочных элементов

## 1.1. Чертеж детали на выбранной операции

Перв. примен.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">10'00'00'000 013</div> <div style="float: right; text-align: right;">✓ (✓)</div>																																	
Справ. №																																		
Подп. и дата	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">A</div> <div style="text-align: center;">A</div> </div>																																	
Инв. № дубл.	1. ГОСТ 30893.1-т																																	
Взам. инв. №	СТО 000.00.00.01																																	
Подп. и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Изм.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">№ док-м.</td> <td style="width: 10%;">Подп.</td> <td style="width: 10%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Лапшина О.А.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Козарь И.И.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Разраб.		Лапшина О.А.			Проб.		Козарь И.И.			Т.контр.					Н.контр.					Утв.				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата																														
Разраб.		Лапшина О.А.																																
Проб.		Козарь И.И.																																
Т.контр.																																		
Н.контр.																																		
Утв.																																		
Инв. № подл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Кронштейн</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Лит.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Масса</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">СЧ 20 ГОСТ 14 12-85</td> <td style="text-align: center;">У</td> <td style="text-align: center;">112</td> <td style="text-align: center;">1:2</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">группа 3331505/70101</td> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Листов 1</td> </tr> </table>				Кронштейн			Лит.	Масса	Масштаб	СЧ 20 ГОСТ 14 12-85			У	112	1:2	группа 3331505/70101			Лист	Листов 1													
Кронштейн			Лит.	Масса	Масштаб																													
СЧ 20 ГОСТ 14 12-85			У	112	1:2																													
группа 3331505/70101			Лист	Листов 1																														

Копировал
Формат А4

### 1.2. Исходные данные

Так как технологический процесс изготовления данной детали был спроектирован в курсовом проекте по дисциплине технология машиностроения, операции и режимы резания можно взять из него.

Для расчета преподавателем была выбрана операция №25.

### 1.3. Расчет сил резания

Рассчитаем силы резания для фрезерования на основании режимов резания, полученных до этого:

Глубина резания  $t = 5,2$  мм.

Подача  $S = 0,14$  мм/зуб

Частота вращения  $n = 630$  об/мин

Скорость резания  $V = 158$  м/мин

Определим силу резания [2, с. 291]:

Главная составляющая силы резания при сверлении – осевая сила

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot s_z^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n^w}, (1)$$

где:  $t$  – припуск,  $s_z$  – подача на зуб,  $B$  – ширина обработки,  $z$  – число зубьев,  $D$  – диаметр фрезы,  $n$  – частота вращения,  $C_p$ ,  $K_{mp}$ ,  $y$ ,  $q$ ,  $x$ ,  $u$ ,  $w$  – коэффициенты.

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,14^{0,74} \cdot 5,2^{0,9} \cdot 50^1 \cdot 8 \cdot 0,89}{80^{1,15} \cdot 630^0} = 1294 \text{ Н}$$

Определение сил  $P_x$  и  $P_y$ :

$$P_y = P_z \cdot 0,3 = 1294 \cdot 0,3 = 388,2 \text{ Н}$$

$$P_x = P_z \cdot 0,5 = 1294 \cdot 0,5 = 647 \text{ Н}$$

Определение сил  $P_B$  и  $P_T$ :

$$P_B = P_z \cdot 0,3 = 1294 \cdot 0,3 = 388,2 \text{ Н}$$

$$P_T = P_z \cdot 0,85 = 1294 \cdot 0,85 = 1100 \text{ Н}$$

Мощность  $N$  фрезерования [2, с. 290]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} (2)$$

$$N = \frac{1294 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 3,34 \text{ кВт}$$

#### 1.4. Выбор инструмента

Для выбора инструмента воспользуемся справочником технолога машиностроителя [2, с. 174]. Так для фрезерования плоскости выбираем: Фреза торцовая 2214-0402 ГОСТ 26595-85 ВК6.

- Фреза для обработки плоскости;
- Диаметр:  $\varnothing 80$  мм;
- Число зубьев: 8;

#### 1.5. Выбор станка

В данной операции нам необходимо обработать плоскость основания. Такую операцию в условиях среднесерийного производства можно выполнить на вертикально-фрезерном станке. При выборе учитывалась мощность, рассчитанная по справочнику [1] в процессе выбора инструмента и режимов резания. Вследствие чего был выбран Консольно-фрезерный станок 6М12П.

Консольно-фрезерный станок 6М12П предназначен для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов торцевыми, цилиндрическими, концевыми, радиусными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. В серийном производстве, благодаря наличию полуавтоматических и автоматических циклов, станки могут успешно использоваться на работах операционного характера в поточных и автоматических линиях.

На станках 6М12П можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, нарезать зубчатые колеса и прочее.

## 1.6. Технические характеристики станка

Таблица 1. Технические характеристики

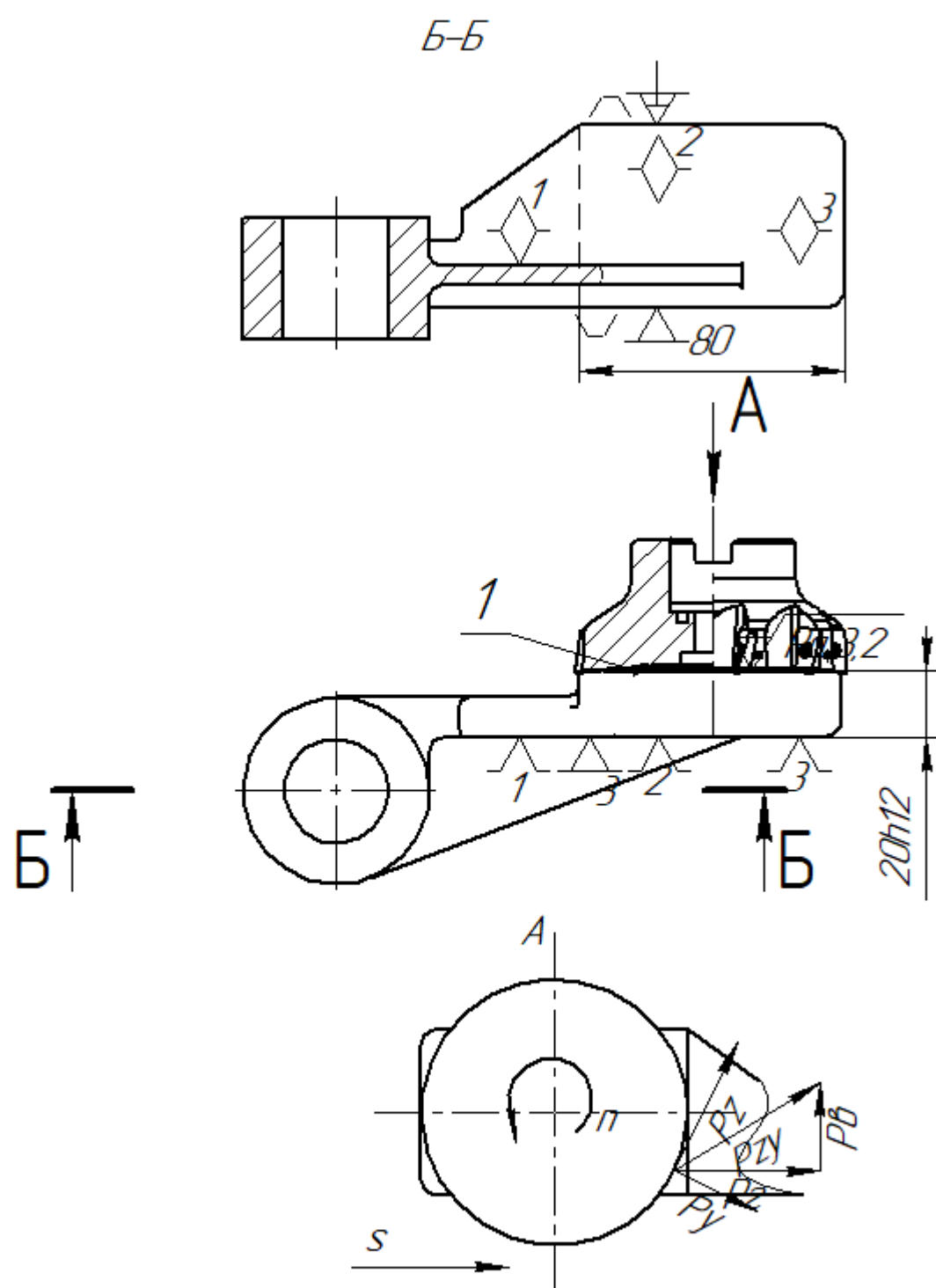
Основные параметры станка	
Размеры поверхности стола, мм	1250 x 320
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30..400
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины (вылет), мм	350
Рабочий стол	
Наибольший продольный ход стола (X), мм	700
Наибольший поперечный ход стола механический/ ручной (Y), мм	240/ 260
Наибольший вертикальный ход стола (Z), мм	370
Пределы продольных и поперечных подач стола (X, Y), мм/мин	250
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	25..1250
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	8,3..416,6
Скорость быстрых перемещений продольных (X), поперечных (Y), м/мин	3
Скорость быстрых перемещений вертикальных (Z), м/мин	1
Шпиндель	
Мощность привода главного движения, кВт	7,5
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5..1600
Количество скоростей шпинделя	18
Конус фрезерного шпинделя по ГОСТ 836-62	№ 3
Отверстие фрезерного шпинделя, мм	29
Поворот шпиндельной головки вправо и влево, град	±45
Механика станка	
Выключающие упоры подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	Есть
Выключающие упоры подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	Есть
Блокировка раздельного включения подач	Есть
Торможение шпинделя	Есть
Предохранительная муфта от перегрузок	Есть
Автоматическая прерывистая подача	Есть
Электрооборудование, привод	

Электродвигатель привода главного движения, кВт	7,5
Электродвигатель привода подачи, кВт	2,2
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,125
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	9,825
Габарит и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2395 x 1745 x 2000
Масса станка, кг	3000



# 1.7. Карта заказа

СПбПУ Петра Великого зр.3331505/70101		Карта эскиза № на проектирование и изготовление технологической оснастки		СТМ 000.00.00.01		
				Кронштейн		
Обозначение подразделения		Обозначение технологического документа		Номер опер.		
заказчика	проектировщика	изготовителя				
КТМ	зр.3331505/70101		xxxxxxxxxx		025	
Обозначение оборудования		Код оснастки	наименование оснастки			
6М12П		СТО 000.15.00.00	таночное установочно-зажимное приспособление			
		номер заказа	XXXX-XX			
Срок проектирования		Срок изготовления		Кол.	Очеред-ность	
плановый	фактический	плановый	фактический			
14.05.2021	14.05.2021	14.06.2021	14.06.2021	XX	первая очередь	
Технические требования						
6М12П Вертикально-фрезерный станок Размеры паверх. стола 1250х320 Наид. перемещение стола продольное-700 мм, поперечное-260 мм, вертикальное-370 мм Расстояние от торца шпинделя до стола-30...400 мм Электродвигатель привода главного движения- 11кВт Режимы резания V=217.6 м/мин, S=0.2 мм/зуб, t=5,2 мм, n=630 об/мин Силы и мощность резания Pz=2606 Н, Py=782 Н, Px=1303 Н, N=9.3 кВт Режущий инструмент фреза торцевая ВК6 ГОСТ 26595-85 z=10 ø100 мм						
Основание для заказа		Документ №XXXXX				
Технолог		Лапшина О.А.		Утверждаю		
Нач. техбюро		Козарь И.И.				
Зам. нач. цеха						
Подлежит изготовить						
Технолог		Дата	Нач. техбюро	Дата	Зам. нач. цеха	
Лапшина О.А.			Козарь И.И.			
Линия отреза						
Подраз. заказч.	Подраз. изгот.	Уведомление об изготовлении		Номер	XXXX-XX	
ВШМ		оснастки		заказа		
		Номер опер.	Код оснастки	Кол.	Дата изготовления	
СТМ 000.00.00.01		025		XX	xxxxxxxxxx	
Подпись		Дата				
Линия отреза						
Подраз. заказч.	Подраз. изгот.			Номер	XXXX-XX	
ВШМ				заказа		
Уроэначение детали (сборочной единицы)		Обозначение документа		Номер опер.	Код оснастки	
ТМ 000.00.00.01		xxxxxxxxxxxx		025	СТО 000.15.00.00	
Подпись		Дата				



### 1.8. Выбор установочных элементов

Так как необходимо профрезеровать основную плоскость, возможно базироваться только на необрабатываемые поверхности: плоскость параллельно обрабатываемой и две боковые плоскости. устанавливаем на 5 опорных точек, для этого выбираем штыри с сферической головкой ГОСТ 13441-68, т.к. плоскости необработанные. В таблице 2 представлены основные размеры штырей.

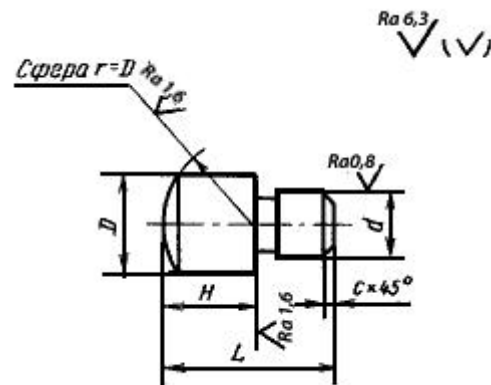


Рисунок 1. Штырь со сферической головкой

Таблица 2. Основные размеры сферического штыря

№	D	H	L	d	c
0312	10	6	14	6	0,6



## 2. Выбор и расчет зажимного механизма

### 2.1. Расчет необходимой силы зажима

При расчете силы зажима необходимо использовать рассчитанные в третьем пункте в силы резания.

Сила зажима необходимо определять так чтобы заготовка не провернулась и не переместилась. При фрезеровании обработка плоскости происходит за 1 рабочий ход, поэтому схема сил представлена на рис.2

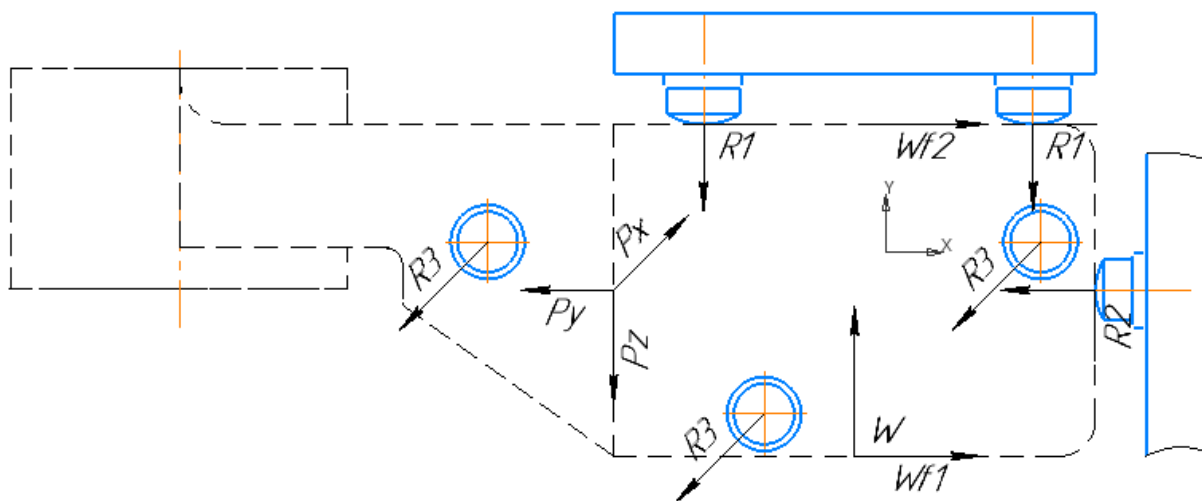


Рисунок 2. Схема сил

1 уравнение -уравнение сдвига, т.к сила  $P_z$  противоположна по направлению силе зажима  $W$ .

$$P_z \cdot K \leq W, \quad (3)$$

где:  $K$ -коэффициент запаса

2 уравнение- уравнение сдвига, сила  $P_y$  направлена перпендикулярно силе зажима  $W$  – уравновешивание происходит за счет сил трения  $W_{f1}$ - сила трения зажима об заготовку и  $W_{f2}$ - установочных элементов относительно заготовки.

$$P_y \cdot K \leq W(f_1 + f_2), \quad (4)$$

где:  $f_1$ -коэффициент трения между зажимом и заготовкой,  $f_2$ -коэффициент трение между установочными элементами и заготовкой.

3 уравнение- уравнение опрокидывания, сила  $P_z$  способна опрокинуть заготовку относительно правой опоры, рассмотрен самый неблагоприятный случай с максимально возможным плечом.

$$P_z \cdot K \cdot L \leq W \cdot a, (5)$$

где: L- расстояние от силы  $P_z$  до правой опоры; а- расстояние от силы зажима до правой опоры.

Из трех уравнений необходимо найти силу зажима и принять наибольшую из них.

Произведем расчет коэффициента запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, (6)$$

где:  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;  $k_1 = 1,4$  – учитывает случайные неровности  $k_2 = 1,7$  – учитывает затупление инструмента  $k_3 = 1,2$  – при торцовом фрезеровании ;  $k_4 = 1$  – характеризует постоянство силы ЗМ  $k_5 = 1$  – характеризует эргономику  $k_6 = 1$  – наличие момента стремящегося повернуть заготовку

$$K = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4,3$$

Тогда расчет по формуле (3):

$$W = 1294 \cdot 4,3 = 5564 \text{ Н}$$

Расчет по формуле (4):

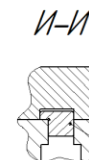
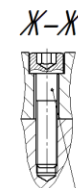
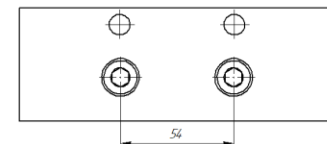
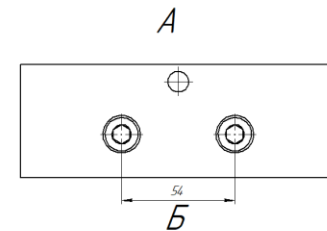
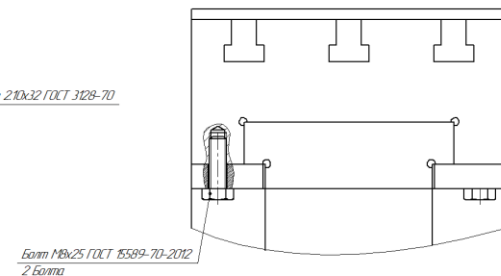
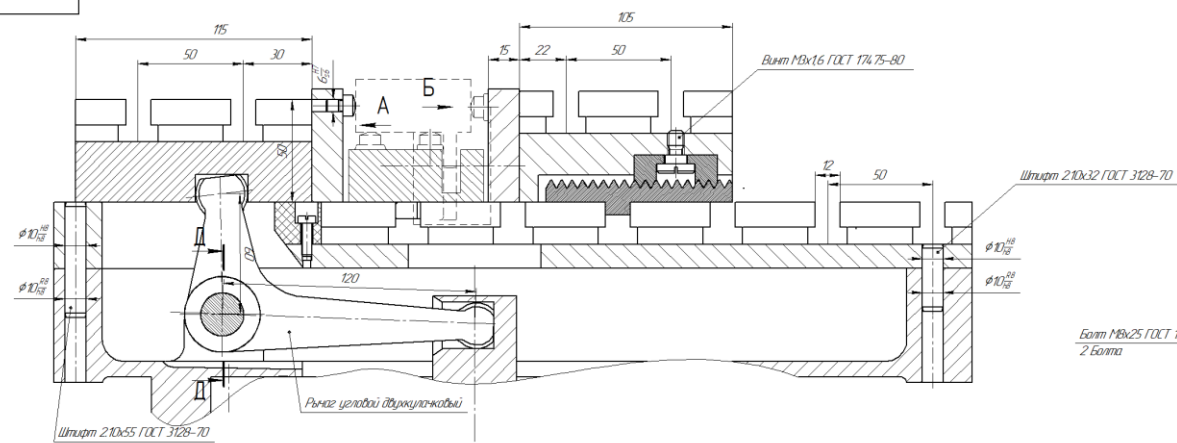
$$W = \frac{388,2 \cdot 4,3}{0,18 + 0,2} = 4393 \text{ Н}$$

Расчет по формуле (5):

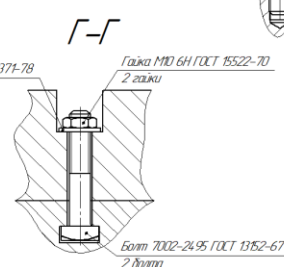
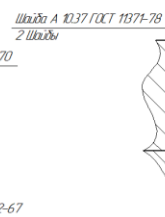
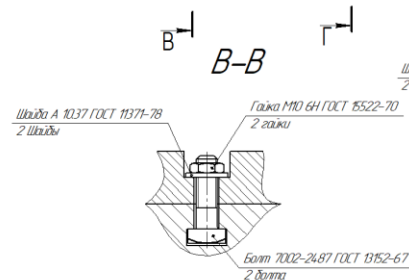
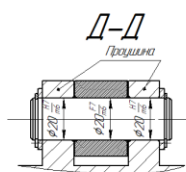
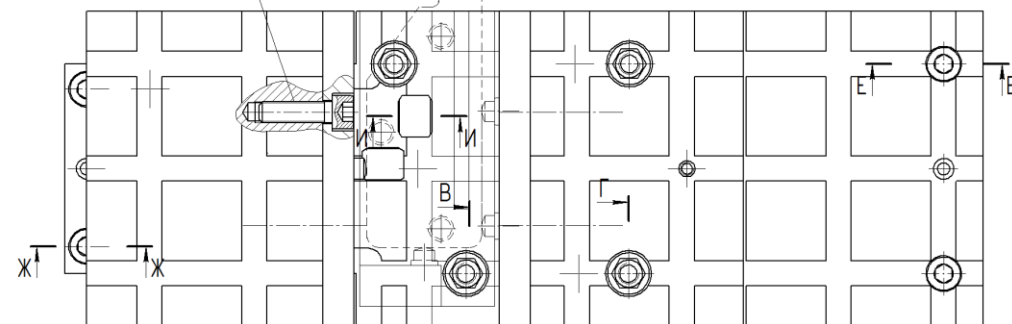
$$W = \frac{1294 \cdot 80 \cdot 4,3}{40} = 11128 \text{ Н}$$

Принимаем максимальную силу зажима:

$$W = 11128 \text{ Н}$$



Болт М10х125-6gx35 ГОСТ Р ИСО 12474-2012  
4 болта



Болт М10х125-6gx35 ГОСТ Р ИСО 12474-2012  
4 болта  
Болт М10х125-6gx25 ГОСТ Р ИСО 12474-2012  
2 болта

Исполн.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Провер.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Утверд.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Соглас.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Исполн.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Провер.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Утверд.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11
Соглас.	И.В. Давыдов	Дата	2012	Лист	11

Контракт

ЗАКАЗЧИК  
МЕХАНИЗМ  
1788/1  
3331505/70101  
Формат А1

### 3. Расчет силового привода

Схема для расчета привода и компоновка механизма закрепления показаны на рисунке 3.

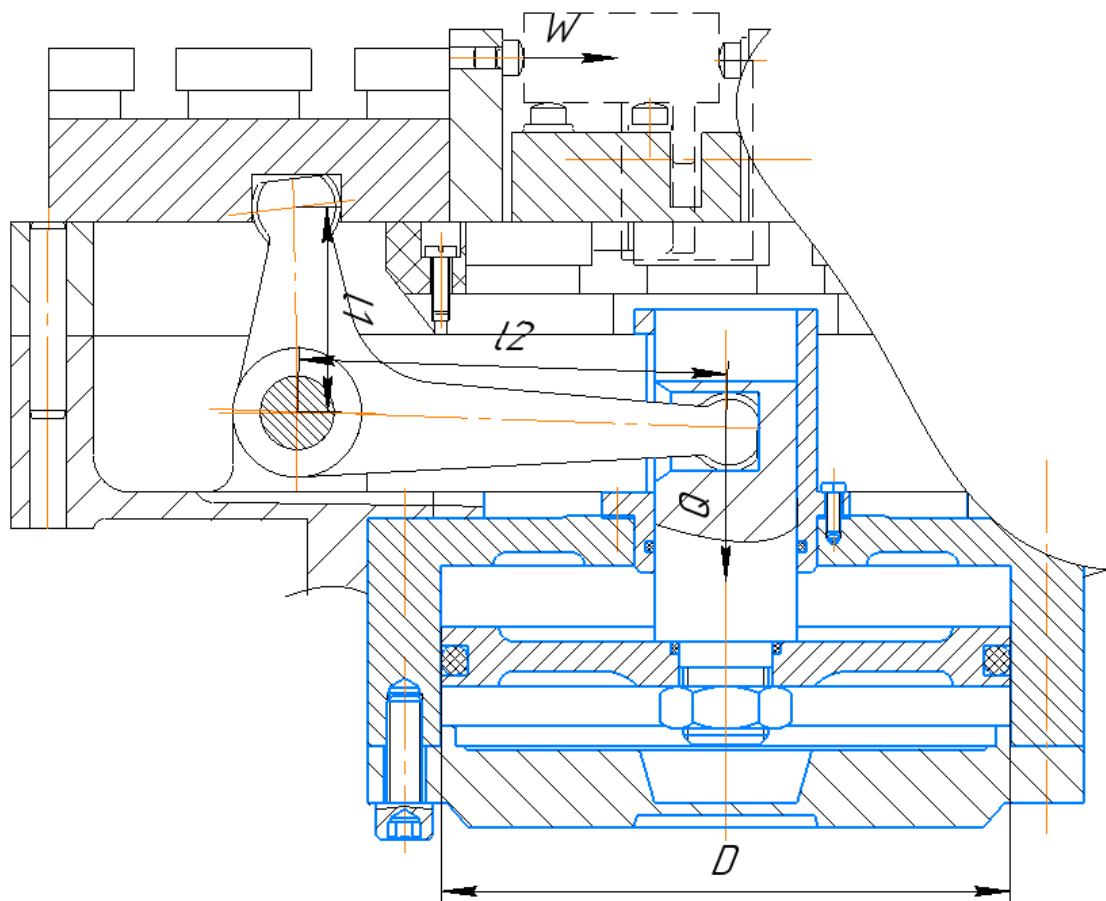


Рисунок 3. Схема расчета сил привода.

Исходя из равновесия системы, представленной на рисунке 9, получим

$$Ql_2 = Wl_1, \quad (13)$$

где  $l_1, l_2$  - длина плеч рычага, обеспечивающего связь подвижной губки тисков со штоком пневмоцилиндра,

$$\frac{l_1}{l_2} = 0.5$$

$Q$  – сила, которую необходимо создать на штоке пневмоцилиндра.

С учетом потерь в реальном механизме

$$Q = W \frac{l_1}{l_2} K_1 K_2, \quad (14)$$

где  $K_1$  - потери на трение между рычагом и осью, принимаем  $K_1 = 1,1$ ;



$K_2$ - потери на трение подвижной губки в направляющих, принимаем  $K_2=1,2$ .

Подставив численные значения в уравнение (14), получим

$$Q = 11128 \cdot 0,5 \cdot 1,11 \cdot 1,2 = 7411,25 \text{ Н.}$$

Сила  $Q$  обеспечивается пневмоцилиндром, встроенным в тиски. Диаметр пневмоцилиндра тянущего типа находим из зависимости

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} P \eta, \quad (15)$$

где  $D$  – диаметр пневмоцилиндра;

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, принимаем  $d = \frac{1}{3} D$ ;

$P$  – давление воздуха в пневмосистеме,  $P=0,63$  МПа;

$\eta$  - коэффициент полезного действия пневмопривода, принимаем  $\eta=0,8$ .

После преобразования и решения уравнения (15) относительно диаметра пневмоцилиндра получим

$$D = \sqrt{\frac{3W}{2P\eta}} \quad (16)$$

Подставив численные значения в уравнение (16), определим диаметр пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{9 \cdot 7411,25}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,8}} = 145,5 \text{ мм;}$$

Выбираем ближайшее большее значение диаметра стандартного цилиндра по ГОСТ 15608-70.

$$D_{ц} = 160 \text{ мм;}$$

Тогда диаметр штока:

$$D_{ш} = 40 \text{ мм;}$$

### Библиографический список

1. Методические указания по дисциплине «Технологическая оснастка»  
Медведев В.С., Скибин В.В., 19 стр.
2. Справочник технолога – машиностроителя. Т2/ под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, М.: Машиностроение, 1986.
3. Справочник конструктора-машиностроения: в 3-х т. / Анурьев В.И.- 9-е изд., перераб. И доп./ под ред И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006;
4. Технология машиностроения. Часть I: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005, 190с.
5. Технология машиностроения. Часть II: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008, 498 с.
6. Технология машиностроения. Часть III: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008, 59с.



[illegible]

*Копировал*

Формат А4





