Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт металлургии, материалов и транспорта

Высшая школа машиностроения

**Курсовая работа**

**по дисциплине «Технологическая оснастка»**

«Разработка установочно-зажимного приспособления»

Пояснительная записка

|  |  |
| --- | --- |
| Студент гр. з3331505/60102 | Ильин Д.А |
| Преподаватель | Козарь И.И. |

Санкт-Петербург

2021 г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**по дисциплине «Технологическая оснастка»**

студенту группы з3331505/60102 Ильину Дмитрию Александровичу.

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

1. ***Срок сдачи студентом законченного проекта 25.01.2021.***
2. ***Исходные данные к проекту: Чертеж детали «Вал».***
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. В***ыбор и обоснование установочных элементов (оформление см. методическое пособие).***

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

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

Примерный объём пояснительной записки 25 страниц машинописного текста.

Руководитель И.И. Козарь

Задание принял к исполнению Д.А Ильин

# *1.1 Основание для разработки приспособления*

Основанием для разработки является комплект документов на технологический процесс изготовления детали «Вал».

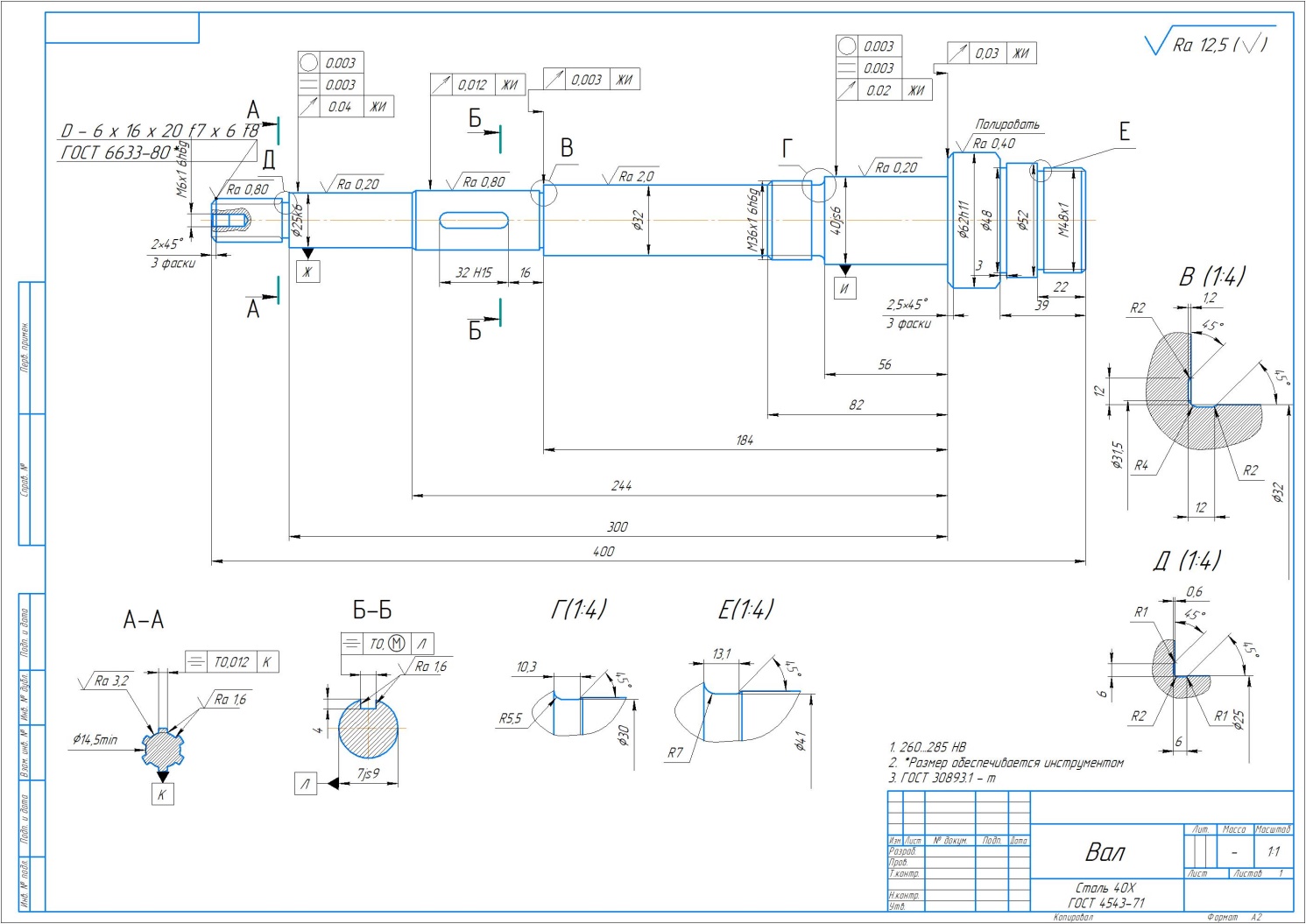


Рисунок 1 – Деталь «Вал»

Таблица 1 – Эскиз операции

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 050 | Шпоночно-фрезерная операция | Фрезерный станок с ЧПУ |

Выбрана операция № 050Фрезерная. Для этой операции была составлена карта заказа.

# *1.2 Цель и назначение разработки*

Проектируемое приспособление должно обеспечивать точную установку и надежное закрепление заготовки во время процесса фрезерования паза, а также постоянное положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров.

*1.3 Карта заказа*

Таблица 2 – Карта заказа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № детали | | Изделие | | № операции | | | Срок проектирования | | Срок изготовления | | |
| 1 | | Вал | | 050 | | | 2021 г. | | - | | |
| Исходные данные для проектирования | | | | | | | | | | | |
| Станок | С150ПМФ4 Станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ и АСИ  Стол: 5001000 мм.  Наибольшее перемещение стола: продольное (X) – 800 мм  Поперечное (Y) - 500 мм  Вертикальное (Z) - 750 мм.  Эл. двигатель - 11 кВт | | | | |  | | | | | |
| Режущий инструмент | Фреза шпоночная Ø 8 2234-0365  Р6М5  ГОСТ 17026-71 | | | | |
| Параметры резания | t=1,0 мм; Sz =0,1 мм/об ;V=188,8 м/мин ; n=2200 об/мин ; | | | | |
| Силы и мощность резания | Pz = 255,49 H ; N = 15,56 кВт; | | | | | Допустимые погрешности установки | | | |  | |
| Ожидаемый технико-экономический эффект от применения проектируемой оснастки: *повышение производительности фрезерной операции* | | | | | | | | | | | |
| Технолог | | | Нач. тех. бюро | | Главн. технолог | | | Конструктор | | | Нач. КБ ОГТ |
| Ильин Д.А | | | Козарь И.И. | | Козарь И.И. | | | Ильин Д.А. | | | Козарь И.И. |

*1.4 Выбор инструмента*

Для выполнения фрезерной операции, в соответствии ГОСТ, выбираем стандартную фрезу.

По ГОСТ 17026-71 выбираем шпоночную фрезу, с цилиндрическим хвостовиком, см. рис. 2, со следующими параметрами:

материал режущей части – быстрорежущая сталь марки Р6М5.

d – диаметр;

l – длина рабочей части;

L – общая длина;

d = Ø8 мм; l=13 мм; L=63мм.



Рисунок 2 – Фреза шпоночная Ø 8 мм, 4 зуба

# *1.5 Выбор станка*

Рассматриваемая деталь является телом вращения, имеет небольшие габариты, соответственно получаем её путем обработки на токарном станке. Нас интересует фрезерная операция, т.е. фрезерование пазов с шириной 8 мм, следовательно, необходимо разместить деталь на столе. Максимальные габариты вала: Ø 62 мм и длина 400 мм.

Выбираем С150ПМФ4 станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ и АСИ.

Станок сверлильно-фрезерно-расточной с крестовым не поворотным столом вертикальный с числовым программным управлением (ЧПУ) и устройством автоматической смены инструмента (АСИ) модели 2С150ПМФ4 предназначен для комплексной обработки плоских деталей средних размеров сложной формы.

Станок предназначен для многооперационной обработки разнообразных деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и легких сплавов с одной установки.

На станке можно производить получистовое и чистовое фрезерование плоскостей, пазов и криволинейных поверхностей различными типами фрез, а также растачивание, сверление, зенкерование, развертывание отверстий и нарезание резьбы метчиками и резцами по заданной программе.

Станок может быть использован в мелкосерийном и серийном производствах различных отраслей промышленности.



Рисунок 3 – Станок 2С150ПМФ4

Таблица 3 - Технические характеристики станка фрезерного 2С150ПМФ4

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование параметра** | **2С150ПМФ4** |
| **Основные параметры** |  |
| Класс точности по ГОСТ 8-82 | П |
| Пределы диаметров сверления, мм | 5..50 |
| Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм | 40 |
| Расстояние от оси шпинделя до стойки (вылет), мм | 550 |
| Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм | 200..950 |
| Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки (длина х ширина х высота), мм | 800 х 500 х 620 |
| Наибольший диаметр растачивания, мм | 160 |
| Пределы диаметров нарезаемой резьбы, мм | М6..М36 |
| Наибольший диаметр торцевой фрезы, мм | 125 |
| **Рабочий стол** |  |
| Размеры рабочей поверхности стола, мм | 500 х 1000 |
| Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг |  |
| Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов | 5 |
| Наибольшее продольное перемещение стола (X), мм | 800 |
| Наибольшее поперечное перемещение стола (Y), мм | 500 |
| Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной головки (Z), мм | 750 |
| Предел рабочих подач стола и ползуна, мм/мин | 1..5000 |
| Скорость быстрого перемещения по координатам X, Y, Z, м/мин | 12 |
| Допустимое усилие подачи по координате X, Y, кН | 6 |
| Допустимое усилие подачи по координате Z, кН | 15/ 20 (11/15 кВт) |
| Точность позиционирования по координате X, Y, мм | 30 |
| Точность позиционирования по координате Z, мм | 50 |
| **Шпиндель** |  |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 28..3500 |
| Количество скоростей шпинделя | Б/с |
| Наибольший крутящий момент на шпинделе при 11 кВт, Нм | 200 (режим S1) 280 (режим S2) |
| Наибольший крутящий момент на шпинделе при 15 кВт, Нм | 270 (режим S1) 370 (режим S2) |
| Конус шпинделя 7:24 | 40 АТ5 |
| **Система ЧПУ** |  |
| Модель устройства ЧПУ | 2с42-65 |
| Количество управляемых координат | 4 |
| Дискретность отсчета | 0,001 |
| Количество одновременно управляемых координат при линейной/ круговой интерполяции | 4/2 |
| **Магазин инструмента** |  |
| Емкость инструментального магазина, шт. | 16 |
| Время смены инструмента/ от реза до реза, с |  |
| Наибольший диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине, мм (без пропуска гнезд) | 90 |
| Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в магазине, мм | 350 |
| Максимальный диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине мм | 90 |
| Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг |  |
| **Электрооборудование и привод** |  |
| Электродвигатель привода главного движения, кВт | 11/ 15 |
| Электродвигатели привода подач (X, Y, Z), кВт | 2,2 |
| Электродвигатели зажима инструмента, кВт | 0,18 |
| Электронасос охлаждающей жидкости, кВт | 0,12 |
| Электродвигатель вращения магазина, кВт | 0,18 |
| Электродвигатель автооператора, кВт |  |
| Суммарная мощность установленных на станке электродвигателей, кВт | 17,9/ 21,9 |
| **Габариты и масса станка** |  |
| Габариты станка (длина ширина высота), мм | 3100 х 2450 х 3500 |
| Масса станка с приставным оборудованием, кг | 6128 |

# *2. Технологическая часть*

# *2.1 Расчет сил резания*

Произведем расчет режимов резания при фрезеровании пазов толщиной 4мм.

**Определяем глубину резания**: t = 1 мм;

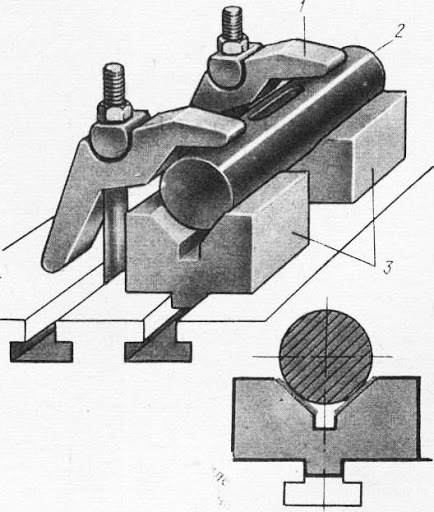


Рисунок 4 – Схема базирования вала

1 – Струбцины, 2 – Обрабатываемый вал, 3 – Призматические губки

**Определяем подачу на оборот**: [т.II, табл. 36, стр. 285]

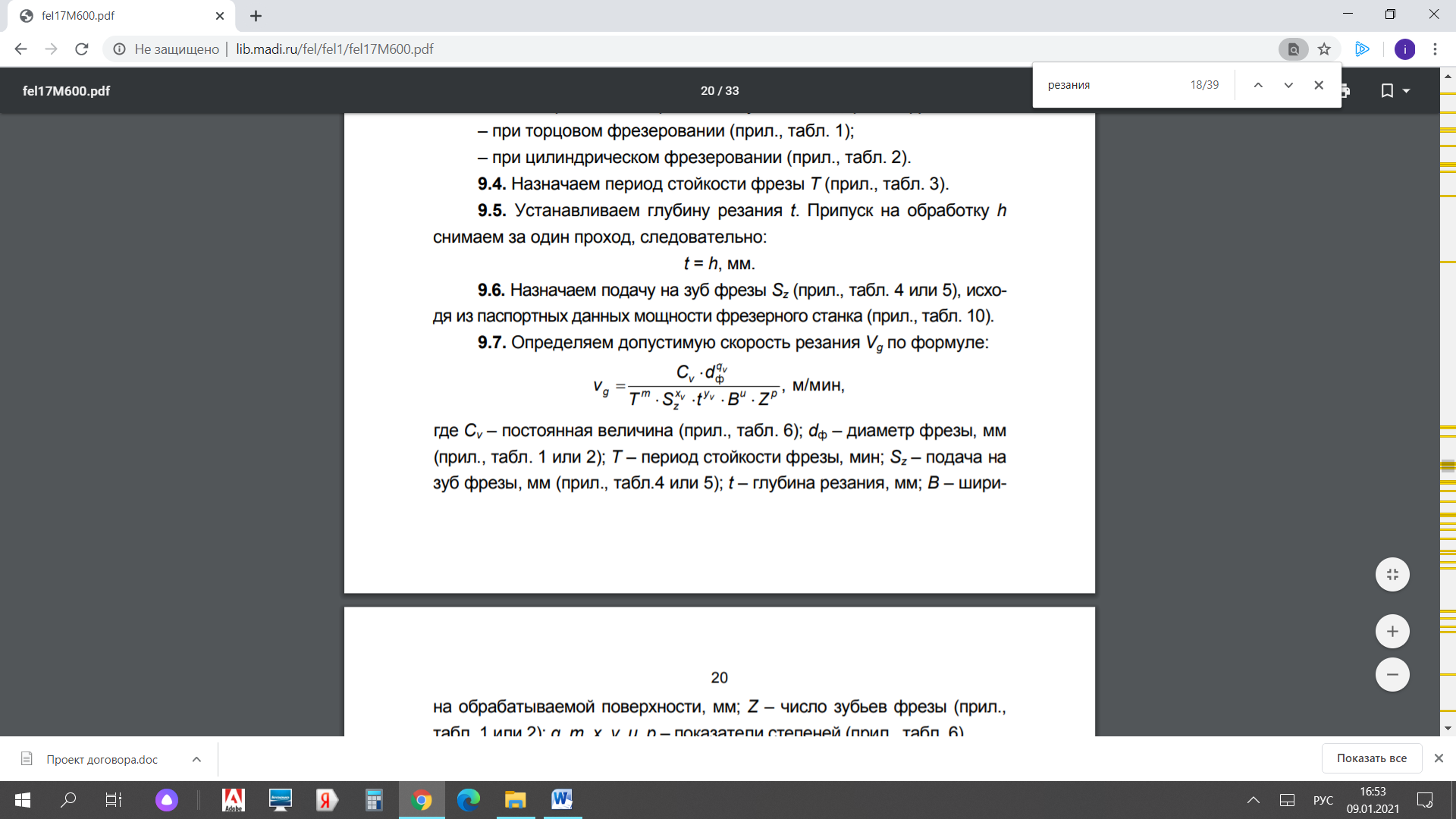
Sz=0,1-0,06 мм/об, при черн. обработке,

Sz=0,12-0,06 мм/об, при чист. обработке.

Согласно паспорта станка принимаем **Sz=0,1 мм/об**;

**Стойкость режущего инструмента:** Т=60 мин – [т.II, табл. 40, стр. 290];

**Скорость резания, м/мин:**



;

– диаметр фрезы;

Т – период стойкости фрезы;

подача на зуб фрезы;

*t –* глубина резания, мм;

*B –* ширина обрабатываемой поверхности;

*Z –* число зубьев фрезы;

*q, m, x, y, u, p –* показатели степеней (см. таблица показателей степеней)

**Найдем общий учитывающий коэффициент:**



где - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [т.II, табл. 1, стр. 261];

= 550 Мпа [т.II, табл. 3, стр. 262];

; – коэффициент и показатель степени для определения коэффициента ; [т.II, табл. 2, стр. 262];

Усредненное значение

- коэффициент, учитывающий поверхностный слой заготовки без корки [т.II, табл. 5, стр. 263];

- поправочный коэффициент на инструментальный материал [т.II, табл. 6, стр. 263];

**Сила резания:**



где; x=0,75; y=0,6; u=0,1; q=0,86; w=0 – коэффициент и показатели степеней [т.II, табл. 41, стр. 291];

**Найдем поправочный коэффициент**  на качество обрабатываемого материала [т.II, табл. 9, стр. 264];:

; – показатель степени;

**Крутящий момент, Н·м**: [т.II, стр. 290];



**Мощность резания (эфективная), кВт** [т.II, стр. 290];



**Частота вращения, об/мин:**

Принимаем скорость резания равной 2200 об/мин.

**Уточняем скорость резания:**

**Мощность резания, кВт:**

# *2.2 Разработка схемы базирования детали в приспособлении*

Разработаем схему базирования заготовки в приспособлении:

- Точки 1, 2, 3, 4 - упор в призму, лишает заготовку 4-х степеней свободы;

- Точка 5 - лишает заготовку одной степени свободы;

- Точка 6 - прижим, лишает последнюю, шестую степень свободы.

Схема базирования заготовки в приспособлении представлена на рисунке 6.

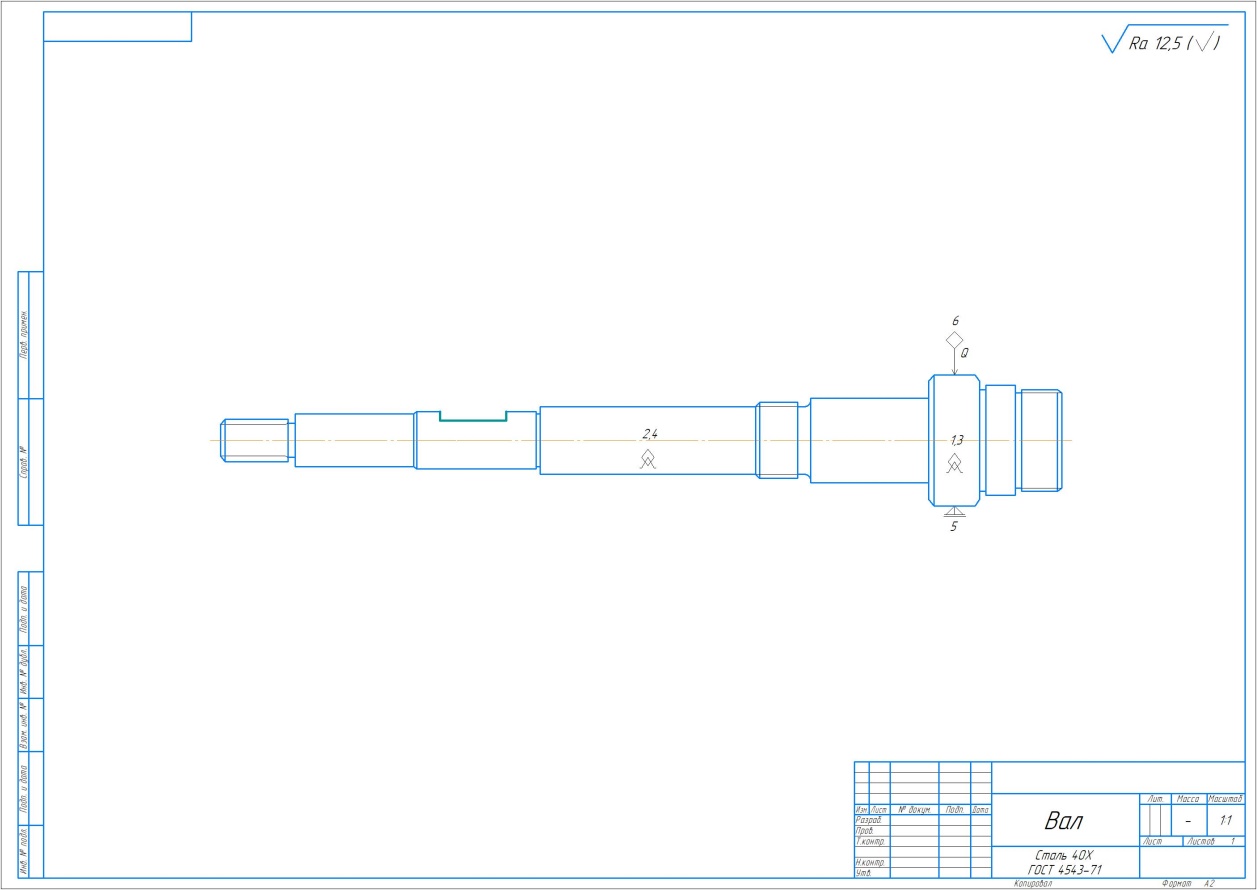


Рисунок 5 - Схема базирования заготовки в приспособлении

# *2.3Обоснование выбора баз*

Базирование заготовок в приспособлении может быть полным и неполным. При полном базировании заготовка лишается шести степеней свободы. Если заготовка лишается меньше шести степеней свободы, то такое базирование называется неполным. В нашем же случае, базирование является полным, так как число лишенных степеней свободы кратно 6-ти.

*2.4 Выбор установочных элементов*

Установочными элементами (опорами) называются детали и механизмы приспособления, обеспечивающие правильное и однообразное положение заготовки относительно инструмента или ориентирующего устройства сборочного исполнительного механизма.

Заготовка устанавливается на две призмы диаметрами Ø62 и Ø32. Причем призма, на которую базируется наружная цилиндрическая поверхность Ø62 установлена на плиту 5 и прикреплена двумя винтами 15 (Винт М2,5-6gx35 ГОСТ 10336-80) к основанию 2 приспособления, что обеспечивает правильное положение заготовки в пространстве относительно оси X и Z.

Для диаметра Ø32 мм используется стандартная призма - 7033-0036 ГОСТ 12195-66, а для Ø62 мм - 7033-0038 ГОСТ 12195-66, она предназначена для базирования заготовок с более крупным диаметром.

# *2.5 Расчёт усилия зажима заготовки в приспособлении*

Сила Q, необходимая для закрепления заготовки, должна предотвратить возможный отрыв заготовки от установочных элементов приспособления, сдвиг или поворот ее под действием сил резания и обеспечить надежное закрепление в процессе обработки.

Для схемы, приведенной на рис. 6 описание может быть следующим. При фрезеровании со стороны инструмента на заготовку воздействуют вертикальная и *Pv* горизонтальная *Ph* составляющие силы резания, а также составляющая силы резания Px. Сила *Pv* стремится сдвинуть заготовку относительно ее оси. Этому противодействуют две силы трения *Fтр.1* возникающие в местах контакта обрабатываемой детали с приспособлением и сила трения *F’тр.1* возникающая в месте контакта зажимного устройства и заготовки. Сила *Pv* стремится повернуть обрабатываемую деталь относительно ее оси. Этому противодействуют моменты сил трения *Fтр.2* возникающих в местах контакта опор с заготовкой и момент силы трения *F’тр.2,* возникающий в месте приложения усилия Q. Сила Px стремится прижать заготовку к приспособлению. Вследствие действия силы Px и усилия закрепления Q будут возникать реакции в опорах R, в местах контакта заготовки и призмы. Сила *Px*в данном случае, действует как составляющая усилия закрепления.

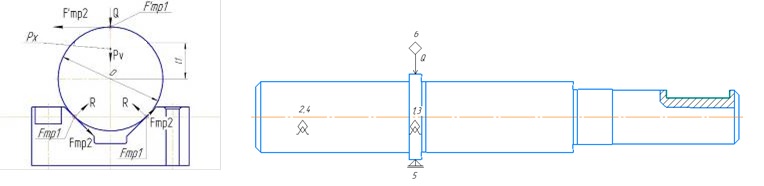


Рисунок 6 - Расчетная схема для определения усилий закрепления

Расчет усилия закрепления выполняется на основе составления уравнений равновесия заготовки. Число уравнений зависит от числа составляющих силы резания. Для каждой составляющей силы резания рассчитывается своя составляющая усилия закрепления. Так как в производственных условиях могут иметь место отступления от тех условий, применительно к которым рассчитывались по нормативам силы и моменты резания, возможное увеличение их следует учесть путем введения коэффициента надежности (запаса) закрепления К и умножения на него сил и моментов, входящих в составленные уравнения статики. Значение коэффициента надежности К следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки.

Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

ko k1 k2 k3 k4 k5 k6

ko — гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5;

k1 - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При черновой обработке k1=1,2; при чистовой и отделочной обработке k1=1.

k2 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента. Его значения выбираются по таблице 2.

k3 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При точении с ударами и торцовом фрезеровании он достигает значения 1,2. При обработке без ударов k3=1,0.

k4 — коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств k4=1,3; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) k4=1,0. Если величина допуска на размер заготовки влияет на силу закрепления, что имеет место при использовании пневмокамер, мембранных патронов и т.п., k4=1,2.

k5 — коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота k5=1,0, при большом диапазоне (более 90°) k5=1,2.

k6 — коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, k6=1,0. Если на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта, k6=1,5.

1,5 1,1 1,21,11 1

Для схемы уравнения равновесия заготовки под действием усилий резания будут иметь вид:

, (2.3)

, (2.4)

Выразим силы трения через соответствующие составляющие усилия закрепления:









где - реакция опоры; f - коэффициент трения заготовки об приспособление, f= 0,15.

Тогда уравнения (2.3) и (2.4) будут иметь вид:

, (2.3’)

, (2.4’)

Из уравнений (2.3’) и (2.4’) и выразим и :

, (2.5)

, (2.6)

Суммарное усилие закрепления:

, (2.7)

Определяем силу Pz:



Определяем :

0,35\*588=205,8

0,9\*588=529,2

0,52\*588=305,76

Составляющие усилия закрепления равны:

=1,82

# *2.6 Разработка схемы приспособления*

Упрощенная схема приспособления представлена на рисунке 8



Рисунок 7 - Упрощенная схема приспособления

# *3. Конструкторская часть*

# *Проектирование общего вида приспособления*

Общий вид приспособления представлен на рис. 8

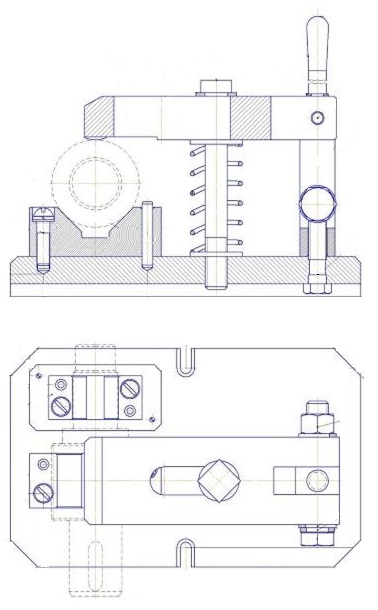


Рисунок 8 - Общий вид приспособления

# *Заключение*

В результате выполнения данной курсовой работы были рассмотрены подробно все этапы проектирования приспособления. Расчет на точность установил допуск на изготовление самого приспособления. Расчет усилий в приспособлении позволил определить необходимое усилие зажима.

Автоматизация данного приспособления может быть осуществлена с помощью применения управляемых пневмо-распределителей и соответствующих датчиков положения и давления.

# *БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. Андреев Г.Н., В.Ю.Новиков, А.Г.Схиртладзе. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства- М.: Высшая школа, 1999.
2. Справочник технолога машиностроителя: В 2 т. Т.2. 4-е изд., перераб. /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя - М.: Машиностроение, 1978.
4. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений.: Справ. Пособие. – Мн.: Беларусь, 1991 – 400 с: ил.
5. Фаскиев Р.С. Проектирование приспособлений: учебное пособие. Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.
6. Белоусов А.Н. Проектирование станочных приспособлений - М.: Высшая школа, 1980.
7. Справочник: станочные приспособления. Под редакцией Б.Н. Вардашкина-М.: Машиностроение, 1984 – том1.
8. Ссылка на интернет ресурс: <http://stanki-katalog.ru/sprav_2s150pmf4.htm>