Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Ленинградской области
*«***Подпорожский политехнический техникум***»***

Методические указания
к выполнению курсового проекта по дисциплине

«Технологическая оснастка»

для специальности 15.02.08

«Технология машиностроения»

Подпорожье
2023

СОГЛАСОВАНО
на заседании МК по ППКРС и ППССЗ
Председатель _____Ядыкина Л.А
Протокол № от «20»_декабря 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник по УР
_____И.Р. Тер-Абрамова
«_20_ »_декабря_2023 г.

Разработал: Преподаватель Васина Т.В.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4
1 НАЗНАЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 5
2.1 Исходные данные по выполнению курсового проекта 5
2.2 Разработка схемы базирования заготовки 5
2.3 Расчет режимов обработки поверхностей 5
2.4 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления 6
2.5 Расчет требуемой силы закрепления заготовки 6
2.6 Расчет основных параметров зажимного механизма и силового привода приспособления 7
2.7 Принцип работы спроектированного приспособления 7
2.8 Расчёт спроектированного приспособления на точность 7
2.9 Выполнение сборочного чертежа приспособления 7
3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 7
3.1 Исходные данные для проектирования 11
3.2 Разработка схемы базирования заготовки 12
3.3 Расчет режимов обработки поверхностей 13
3.4 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления 13
3.5 Расчет требуемой силы закрепления заготовки 14
3.6 Расчет основных параметров зажимного механизма и силового привода приспособления 17
3.7 Принцип работы спроектированного приспособления 19
3.8 Расчет спроектированного приспособления на точность 20
3.9 Выполнение сборочного чертежа приспособления 21
4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 25
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 26
Приложение А Пример выполнения титульного листа 27
Приложение Б Бланк задания на курсовой проект 28
Приложение В Рекомендуемые обозначения 30
Приложение Г Разновидности зажимных и установочных элементов. 31

ВВЕДЕНИЕ

Результатом освоения дисциплины «Технологическая оснастка» является курсовой проект по проектированию технологической оснастки, в виде станочного приспособления, на одну из операций технологического процесса изготовления детали. Курсовой проект выполняется студентами, обучающимися по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Курсовой проект предоставляет студентам возможность произвести расчёт, разработать конструкцию и составить сборочный чертёж станочного приспособления для выполнения механической обработки одного или нескольких элементов детали на основании знаний, полученных при изучении дисциплины.

Без применения технологической оснастки в производстве практически невозможно обойтись, так как при выполнении любых технологических операций требуется применять разного рода приспособления, дополнительные инструменты и другую вспомогательную оснастку. Использование оснастки связано с любым типом производства, начиная с единичного и заканчивая массовым. Разновидностями оснастки являются станочные и контрольные приспособления. Их назначение – базирование и закрепление деталей в определённом положении для выполнения операций технологического маршрута.

1 НАЗНАЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Станочные приспособления – это приспособления, применяемые на металлорежущих станках для закрепления обрабатываемых деталей в заданном положении.

В соответствии с вариантом задания на курсовой проект требуется разработать конструкцию станочного приспособления на технологическую операцию, выполнить расчёты на требуемую силу закрепления, на точность приспособления, разработать компоновку станочного приспособления, рассчитать требуемую силу закрепления, спроектировать зажимной механизм, выбрать силовой привод и рассчитать его параметры. Также необходимо разработать конструкцию приспособления, составить сборочный чертёж приспособления, спецификацию на него и описать принцип работы спроектированного приспособления.

Использование приспособлений в машиностроении повышает точность обработки деталей, увеличивает производительность процесса обработки и контроля. Приспособления механизируют и автоматизируют технологические процессы, что в свою очередь снижает квалификацию работ, расширяет возможности станочного парка и повышает безопасность рабочих.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В методических указаниях осуществляется детальная проработка основных требований по выполнению курсового проекта. Даны пояснения по выполнению пунктов и разделов пояснительной записки. Представлена методика проектирования приспособления, изложены рекомендации и требования по её выполнению, а так же по выполнению сборочного чертежа приспособления.

2.1Исходные данные по выполнению курсового проекта

Данный пункт пояснительной записки требует представить эскиз детали с операционными размерами и указанием обрабатываемой поверхности, то есть выделением места обработки и размерами , получаемыми на данной операции. Проанализировать требования по обрабатываемой поверхности.

Выбрать модель станка в зависимости от характера выполняемых работ и габаритами детали, представить эскиз рабочего стола станка с указанием основных размеров. Произвести выбор режущего инструмента, описать порядок и структуру выполнения операции.

2.2 Разработка схемы базирования заготовки

Данный пункт предполагает представить вариант базирования заготовки для выполняемой операции обработки. В пояснительную записку следует поместить эскиз варианта базирования с указанием и классификацией технологических баз. На эскизе заготовку следует показывать в том положении, в котором она будет находиться во время обработки на станке. Схема базирования должна быть обоснована, то есть быть наиболее подходящей для данной выполнения операции. При обосновании следует указать удобство установки заготовки, простоту конструкции и реализации представленной схемы. Пояснить способность обеспечения заданной точности размеров на основании принципа совмещения баз и другое.

2.3 Расчет режимов обработки поверхностей

В данном пункте следует представить схему резания, изображающую деталь и режущий инструмент. А так же стрелками показать место воздействия и направление подачи, силы резания и моменты, действующие на заготовку во время обработки. Произвести расчёты режима резания и рассчитать величины сил и моментов. Расчёты следует производить для наиболее нагруженного момента времени обработки, когда заготовка испытывает наибольшее воздействие.

Методика назначения режимов резания и расчет сил и моментов наиболее подробно описана в справочной литературе, пример «Справочник технолога-машиностроителя» под редакцией Косиловой А.Г. Расчеты следует отразить в пояснительной записке.

2.4Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления

Прежде чем приступить к расчётам конструктивных элементов приспособления следует построить принципиальную схему приспособления. Схема выполняется в виде условных обозначений элементов приспособления и показывает наглядно, как будет выглядеть приспособление. В данном разделе так же следует показать способ закрепления заготовки на основании схемы базирования и конфигурации детали. Тип и принцип действия зажимного элемента и привода с описанием обоснования его выбора. Указать приложенные силы в местах их воздействия на элементы приспособления и деталь, для определения жесткости системы и исключения разрушения и порчи обработанной поверхности.

Далее следует определить тип установочных элементов, проанализировать в соответствии с типом производства возможность использования многопозиционной компоновки приспособления, одноместной или многоместной. Следует учитывать трудоёмкость операции, форму и размеры детали, а так же рабочие параметры станка. Проанализировать необходимость в дополнительных элементах, таких как направляющие, поворотные, делительные и другие элементы конструкции приспособления. Что так же

должно быть отражено в схеме компоновки.

2.5 Расчет требуемой силы закрепления заготовки

В данном пункте необходимо произвести расчет требуемой силы закрепления, обеспечивающей неподвижное положение заготовки во время обработки. При выполнении расчетов необходимо изобразить расчетную схему с указанием всех сил и моментов, действующих в процессе обработки. На основании составленной расчетной схемы записать уравнение равновесия.

Следует помнить, что при использовании в расчетах каких-либо значений или формул из справочной литературы, необходимо приводить ссылки на эту литературу в пояснительной записке с указанием номера страницы, где были взяты данные.

Обозначение всех параметров следует приводить к единому виду во всех формулах.

2.6 Расчет основных параметров зажимного механизма и силового привода приспособления

Исходную силу закрепления следует определять обязательно при использовании в конструкции зажимного механизма передаточных элементов и звеньев.

Параметры зажимного механизма, например, крутящий момент на винте, сила на рукоятке, а так же параметры силового привода, при его использовании, такие как диаметр поршня или диаметр пневмокамеры, ход поршня, так же рассчитываются для определения основных параметров. Эти данные необходимы для выполнения сборочного чертежа и написания технических требований по приспособлению.

2.7 Принцип работы спроектированного приспособления

В данном пункте пояснительной записки приводится описание конструкции всего приспособления и принцип его действия, а так же даются пояснения назначения отдельных деталей и механизмов в соответствии с позициями, указанными на сборочном чертеже и в спецификации.

2.8 Расчёт спроектированного приспособления на точность

Расчет на точность спроектированного приспособления выполняется по методике, приведённой в данном пособии. Этот расчёт необходим для проверки необходимой точностной характеристики данного приспособления. В нем поясняется, соответствует ли точность спроектированного приспособления точности изготовления детали.

2.9 Выполнение сборочного чертежа приспособления

В данном пункте пояснительной записки включается сборочный чертёж приспособления в уменьшенном виде. Чертёж необходимо оформить в соответствии с требованиями ЕСКД.

3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В качестве примера приводится проектирование приспособления на фрезерную операцию для детали вал-шестерня, чертёж которой представлен на рисунке 3.1

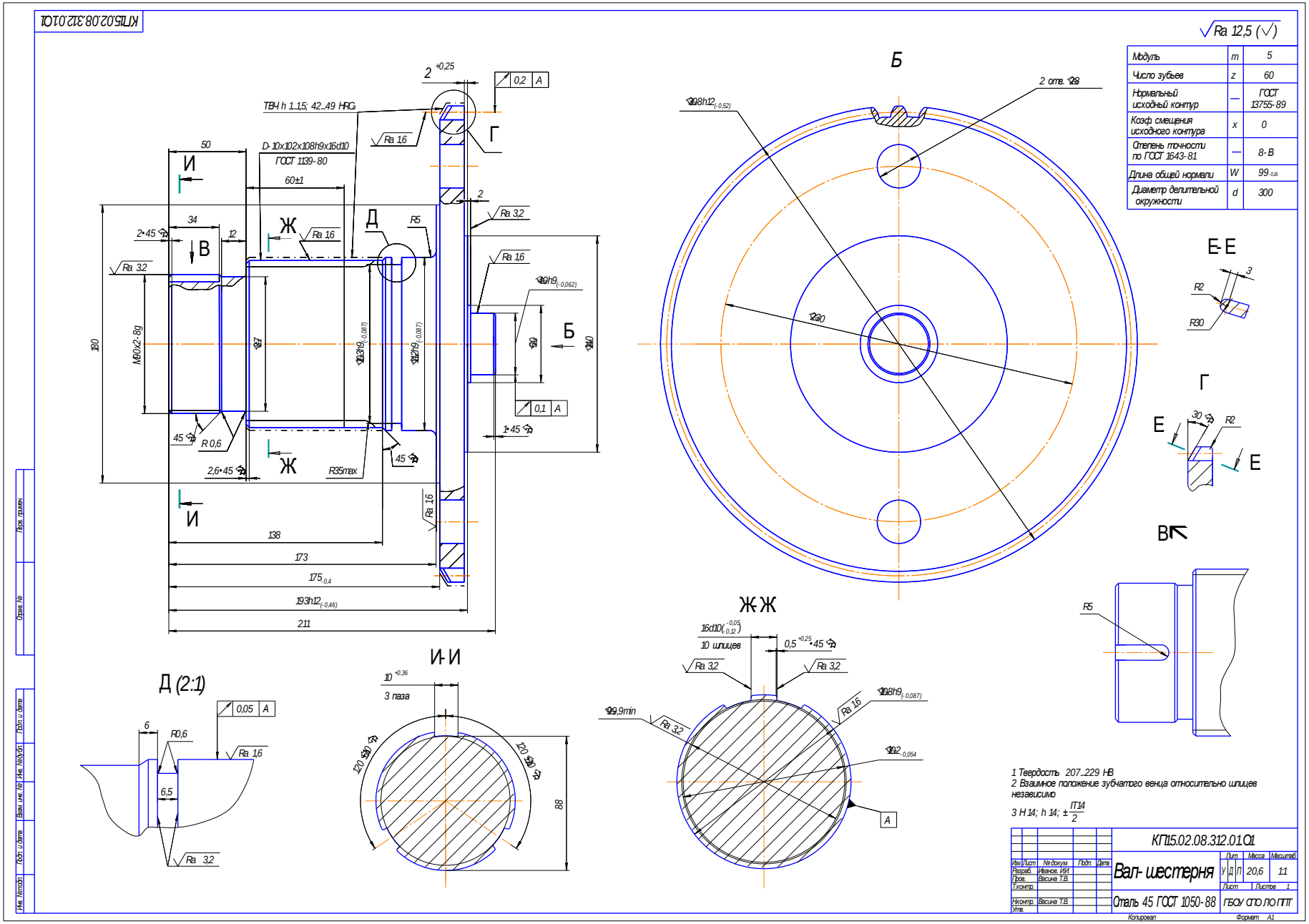


Рисунок 3.1- Чертёж детали

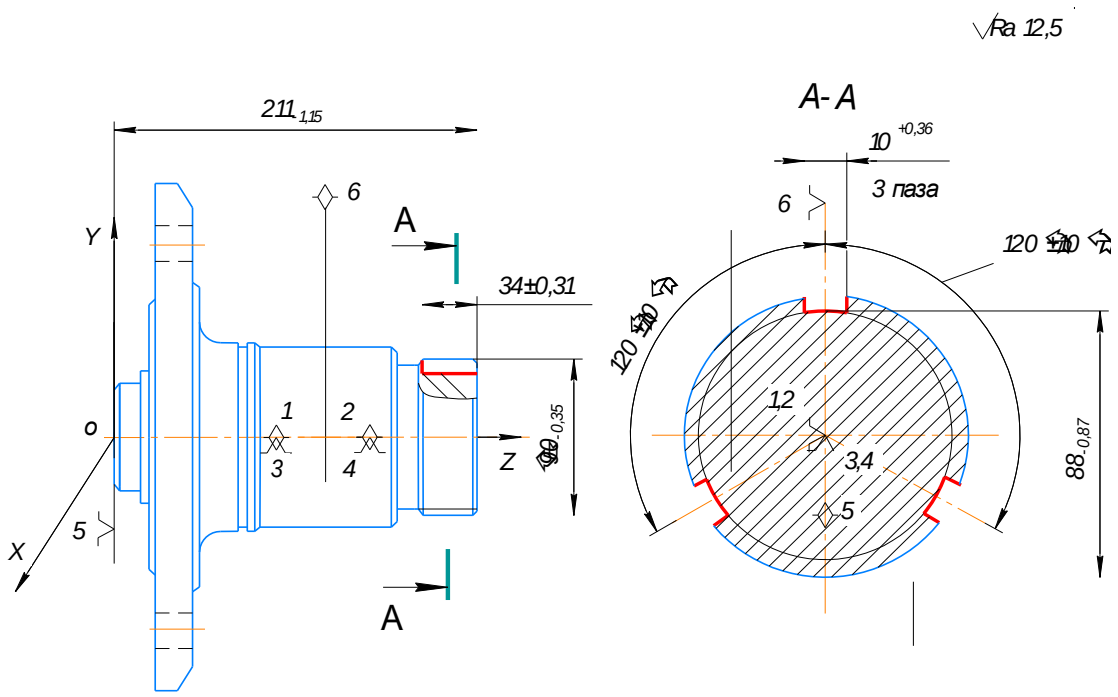


Рисунок 3.2 – Эскиз обработки

Скорость резания при фрезеровании V , м/мин определяют по формуле ([3] с. 282 формула (1.3)):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \qquad (3.1)$$

где T – среднее значение стойкости инструмента, T = 80 мин;

D – диаметр инструмента, D =10 мм;

t – глубина фрезерования, t = 2 мм;

B – ширина фрезерования, B = 10 мм;

S_z – подача на один зуб, S_z = 0,03 мм;

Z – число зубьев фрезы, Z = 2;

K_v – поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \qquad (3.2)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала ([3], с. 261-263, таблицы 1-4);

K_{nv} – коэффициент, отражающий качество поверхности заготовки ([3], с. 263, таблица 5);

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, ([3], с. 263, таблица 6).

Силу резания, принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z, радиальную P_y, осевую P_x). При наружном продольном и поперечном точении,

растачивании, отрезании, резании пазов, фасонном точении эти составляющие рассчитывают по ([3], с. 271, формула (4.5)).

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (3.3)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/мин;

v - скорость резания, м/мин;

K_p – поправочный коэффициент.

Постоянная C_p и показатели степени (x, y, n) выбираем по ([3], с. 273, таблица 22)

$$K_p = K_{мр} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{ур} \cdot K_{гр}, \quad (3.4)$$

где $K_{мр}$ - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала на силовые зависимости ([3], с. 264, таблица 9);

$K_{ур}$, $K_{\varphi p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{гр}$ – коэффициенты учитывающие влияние геометрических параметров режущей части на составляющие силы резания ([3], с. 275, таблица 23).

Мощность резания N, кВт, рассчитывают по [3], с. 271, формула (4.6).

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (3.5)$$

где P_z – осевая составляющая силы резания, Н;

v – скорость резания, м/мин.

Число оборотов станка n , об/мин рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (3.6)$$

где v – скорость резания, м/мин;

D – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Принимаем по ([3], с. 282, таблица 39),C_v =145, x=0,24, y=0,26, m=0,37, q=0,44, u=0,1, p=0,13.

Принимаем по ([3], с. 261-263, таблицы 1,2, 5, 6), K_{mv} = 1,39, K_{nv} = 1,0, K_{uv} = 1,0 (при фрезеровании шпоночной фрезой 2234-0365 №9 ГОСТ 9140-78).

Подставляя полученные значения в формулы (3.1), (3.2), получим:

$$K_v = 1,39 \cdot 1 \cdot 1 = 1,39.$$

$$V = \frac{145 \cdot 10^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 2^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 10^{0.1} \cdot 2^{0,13}} \cdot 1,39 = 178 м / мин.$$

Рассчитываем по формуле (3.6) число оборотов станка.

$$n = \frac{1000 \cdot 178}{3{,}14 \cdot 10} = 5669 об / мин .$$

Принимаем по паспорту станка n = 2040 об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 10 \cdot 2040}{1000} = 64 м / мин .$$

Принимаем по [3], с. 291, таблица 41, C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u=1,0; q=0,73; n = -0,13;

Произведем расчет сила резания при фрезеровании по формуле :

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^Y \cdot B^n \cdot Z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n^w}, \qquad (3.7)$$

Подставив в формулу (3.7) численные значения определим сила резания при фрезеровании

$$P_z = \frac{10 \cdot 12{,}5 \cdot 2^{0{,}85} \cdot 0{,}024^{0{,}75} \cdot 10^1 \cdot 2 \cdot 0{,}91}{10^{0{,}73} \cdot 2040^{-0{,}13}} = 123 H$$

Определим по формуле крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{100 \cdot 2}, \qquad (3.8)$$

Подставив в формулу (11.10) численные значения определим крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{123 \cdot 10}{100 \cdot 2} = 6{,}15 H \cdot м$$

3.1Исходные данные для проектирования

Требуется спроектировать станочное приспособление для фрезерной операции в соответствии с операционным эскизом, приведенным на рисунке 3.2. При фрезеровании поверхности должны быть выдержаны следующие размеры $10^{+0{,}36}$, $88_{-0{,}87}$, 34±0,31.

Обработка по фрезерованию пазов выполняется при следующих режимах резания:

S = 0,024 мм/об; n = 2040 мин$^{-1}$; V = 64 м/мин; P_z=123 Н; P_x = 61,5 Н; P_v=110,7 Н; P_h=43,5 Н; $M_{кр.}$ = 6,15 Н·м.

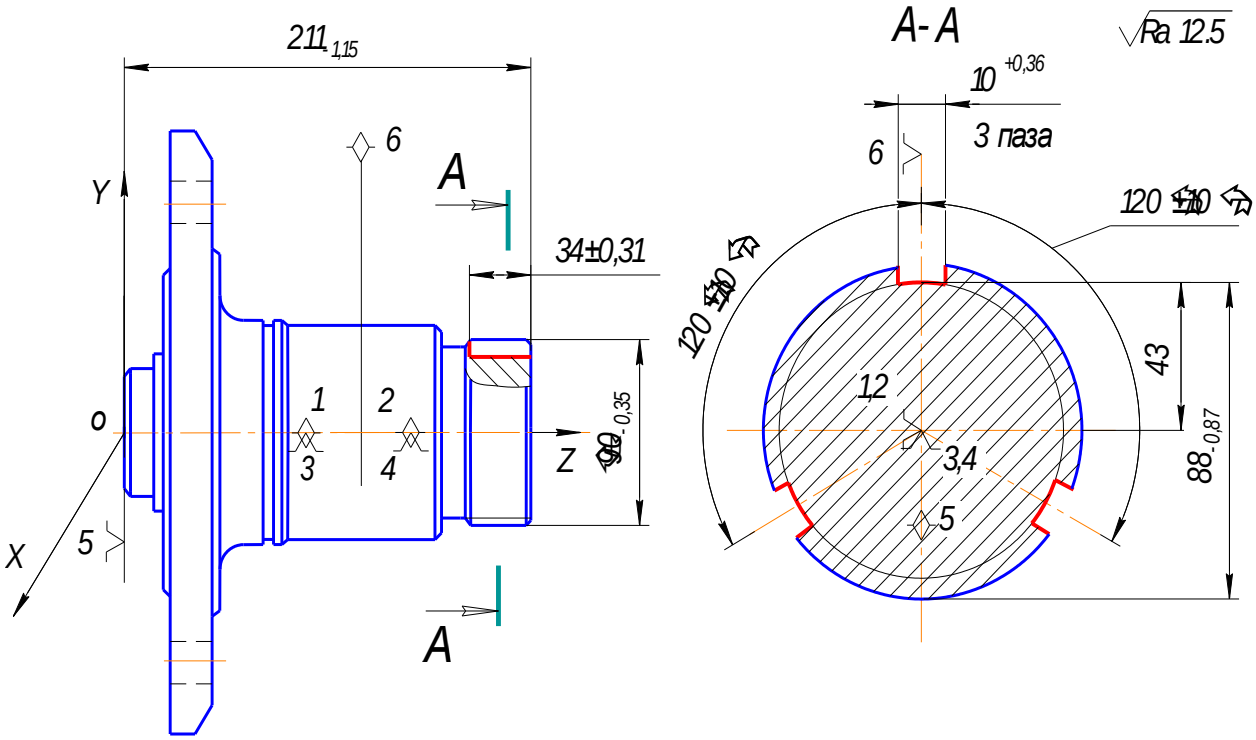


Рисунок 3.3 – Эскиз детали с операционными размерами

3.2Разработка схемы базирования заготовки

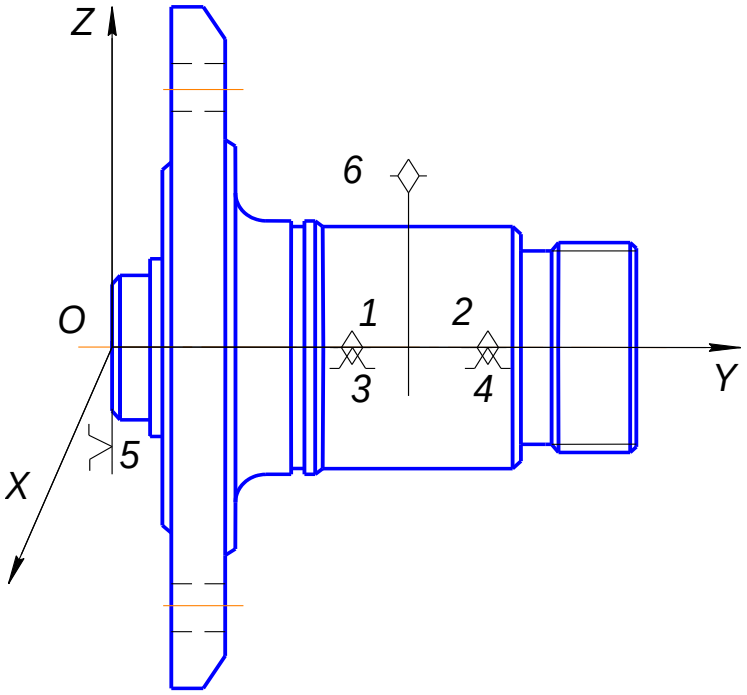


Рисунок 3.4 – Схема базирования заготовки в приспособлении

Данная схема базирования (рисунок 3.1) образована комплектом трех технологических баз:

Опорные точки 1, 2, 3, 4 определяют двойную направляющую базу, которая лишает деталь четырёх степеней свободы: перемещения вдоль осей

OY и OX , вращения вокруг осей OX и OY.

Опорная точка 5 определяет опорную базу, которая лишает деталь одной степени свободы: перемещение вдоль оси OZ.

Опорная точка 6 определяет опорную базу, которая лишает деталь одной степени свободы – вращения вокруг оси OZ.

Обработка производится на фрезерном станке Hekkert FU 355. Стол станка оснащен тремя Т-образными пазами для установки приспособления - одним центральным 14Н8 и двумя боковыми 14Н12 (рисунок 14.2).

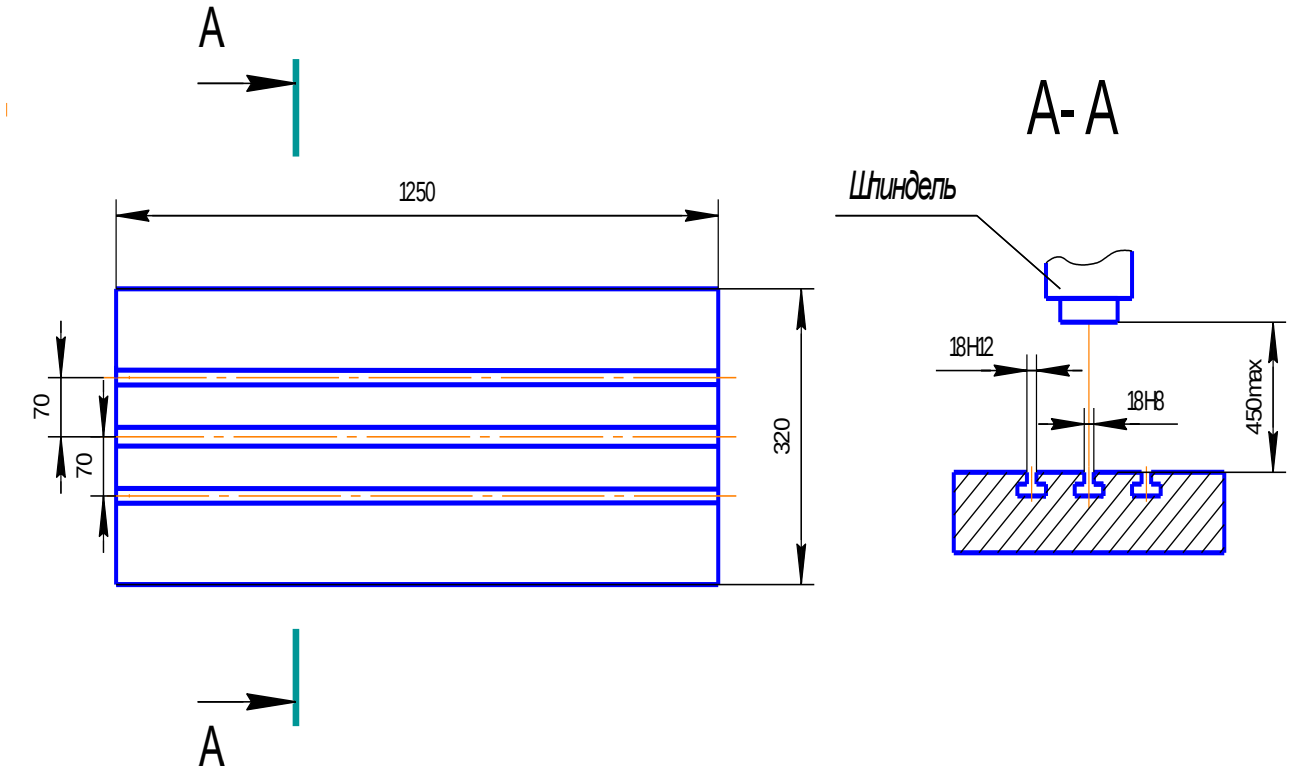


Рисунок 3.5 – Конструкция стола станка Hekkert FU 355

3.3Расчет режимов обработки поверхностей

Расчет режима обработки поверхности приведён в пункте 3.

3.4Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления

Принципиальная схема (рисунок 3.6) разработанного приспособления состоит из двух перемещающихся призм 1 и 2, представляющих собой зажимной механизм, приводимый в действие от пневмопривода 3, посредствам винтовой передачи 4. Деталь 5 в приспособление устанавливается в центрах 6 и 7. Центр 7 подвижен. Движение осуществляется по направляющим планкам 8. На 9 позиции изображен

шариковый фиксатор. Механизация приводных устройств к приспособлениям позволяет повысить производительность станков и облегчить труд рабочих при возможности регулирования скорости и потребной силы для выполнения того или другого элемента операции технологического процесса. Пневматические приводы приспособлений, отличаются быстротой действия, относительной простотой конструкции, легкостью и простотой управления, надежностью и стабильностью в работе.

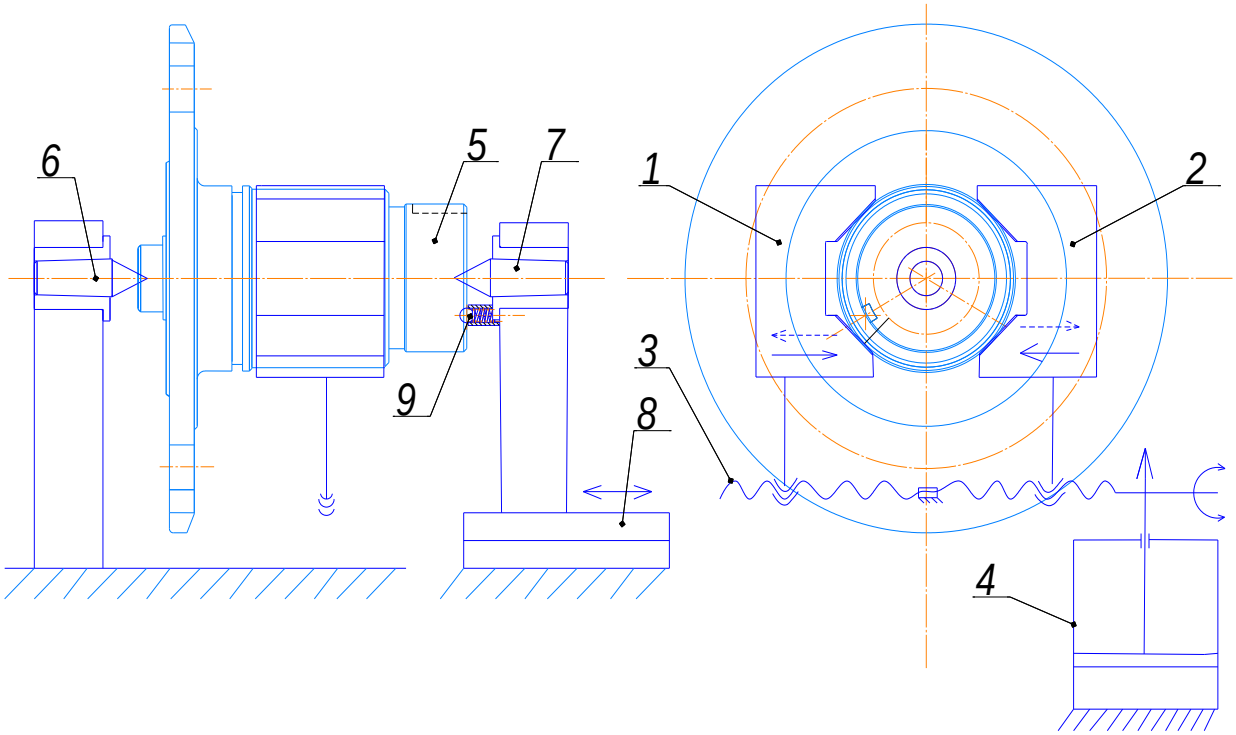


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема станочного приспособления
1,2- призмы; 3- Винт; 4- пневмопривод; 6,7- центра; 8- направляющие; 9- фиксатор.

3.5Расчет требуемой силы закрепления заготовки

Произведем расчет усилия закрепления обеспечивающего неотрывность детали, которую может вызвать сила резания. Схема для расчета изображена на (рисунке 3.7).

Как видно из схемы, на заготовку действует сила резания P_h, которая пытается сместить её вдоль оси. При движении фрезы заготовка упирается торцем в установочный элемент приспособления и не может быть смещена.

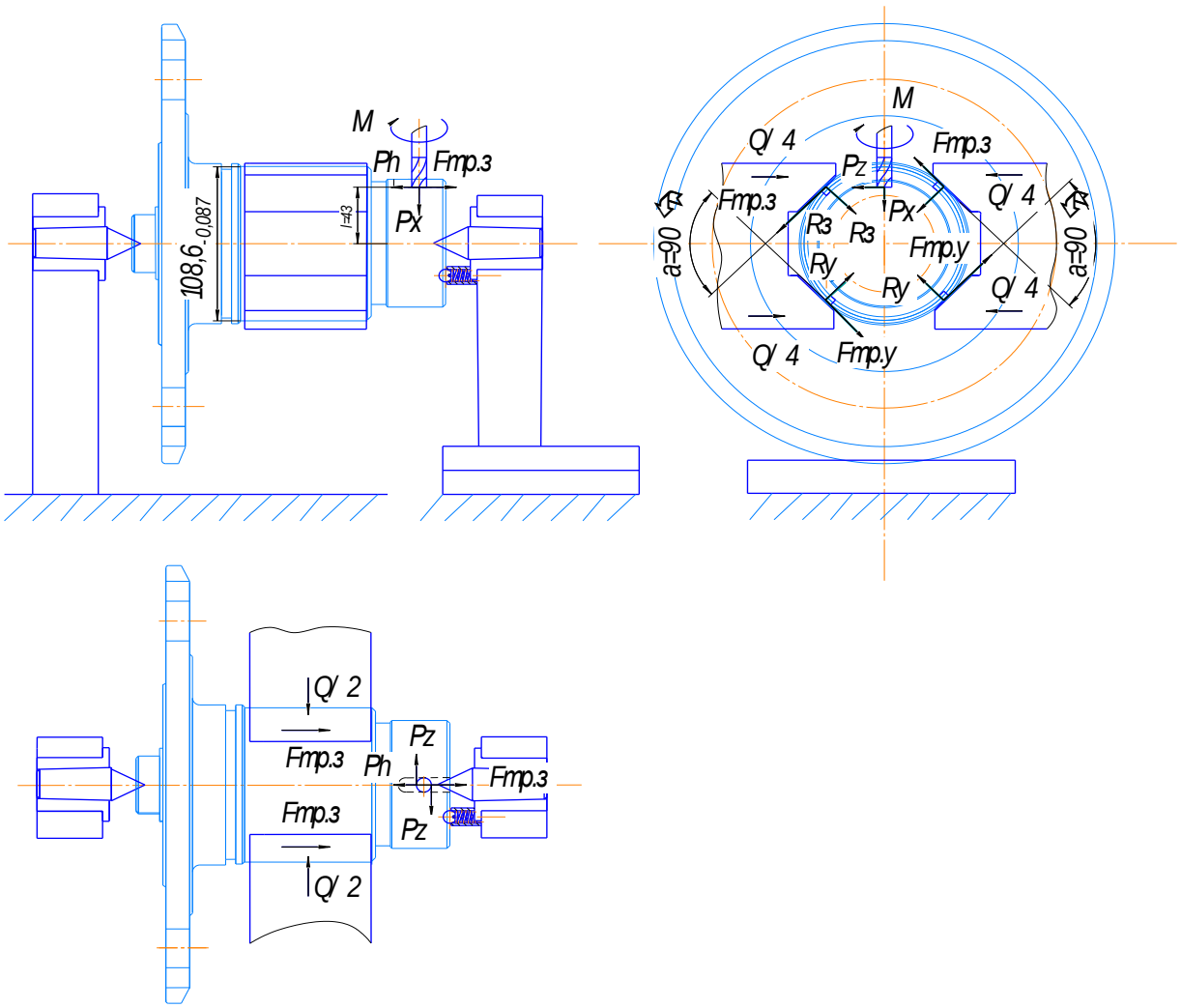


Рисунок 3.7 – Расчетная схема для составления уравнения равновесия

Также на заготовку действует крутящий момент М от составляющей силы резания P_Z , который при врезании фрезы пытается провернуть её в призмах вокруг оси, заготовка удерживается от проворота моментами от сил трения $F_{тр.у}$ и $F_{тр.з}$. Расчет силы закрепления Q будем выполнять в направлении проворота заготовки вокруг своей оси под действием момента М и вертикальной силой резания P_v.

Уравнение равновесия для обеспечения неподвижности детали под действием силы P_Z и при наличии жесткой связи зажимных элементов с установочным элементом в направлении P_Z запишем следующим образом:

$$K \cdot P_z \cdot l - 4 \cdot F_{тр.з} \cdot \frac{d}{2} = 0, \qquad (3.9)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н; P_z=123 Н (п.3.1,)

l– плечо составляющей силы резания P_z относительно оси обрабатываемой детали; *l* = 43мм;

d – наружный диаметр цилиндрической поверхности, по которой деталь устанавливается в призмах (определяет плечи сил трения) d = 90 мм.

$F_{тр}$ - сила трения в местах контакта заготовки с зажимными элементами приспособления.

С учетом того, что

$$F_{тр.з} = F_{тр.у} = f \cdot R \qquad (3.10)$$

где f - коэффициент трения по поверхностям контакта заготовки с элементами приспособления, принимаем по ([2], с.85 таблице 10), f = 0,16;

R- реакция со стороны зажимных элементов на заготовку.

К- коэффициент запаса закрепления;

Значение коэффициента запаса К определяется исходя из условий выполнения операции и способа закрепления заготовки в приспособлении на основании формулы ([2] стр. 85).

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \qquad (3.11)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, K_0=1.5 ([2] с. 85),

K_1 - коэффициент, учитывающий неравномерность припуска по обрабатываемой поверхности заготовки, что приводит к увеличению силы резания, K_1= 1,2 ; ([2], с. 85);

K_2- коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента ([2], с.85, таблица 9) , K_2=1,7;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей, K_3= 1,2; ([2], с.85);

K_4 - коэффициент, учитывающий непостоянство силы зажима, K_4=1; ([2] , с.85);

K_5 - коэффициент, учитывающий эргономику ручных зажимных элементов,

K_5=1; ([2], с.85);

K_6- коэффициент, учитываемый только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, K_6= 1, ([2], с.85).

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,67$$

Выполнив преобразования, получим формулу для определения силы закрепления:

$$Q_1 = \frac{KP_z l}{f\frac{d}{2}\left(\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}+1\right)}, \qquad (3.12)$$

Подставив численные значения в уравнение равновесия, определим Q_1

$$Q_1 = \frac{3,67\cdot 123\cdot 43}{0,16\cdot\frac{90}{2}\cdot\left(\frac{1}{\sin\frac{90}{2}}+1\right)} = 1117 \text{ Н},$$

Q_1 = 1117 Н.

Уравнение равновесия для обеспечения неподвижности детали под действием вертикальной силы P_v будет иметь вид:

$$K\cdot P_v - 4\cdot F_{тр} = 0, \qquad (3.13)$$

С учетом того, что $F_{тр} = f\cdot R$, уравнение равновесия примет вид:

$$K\cdot P_v - 4\cdot f\cdot R = 0,$$

По расчётной схеме определяются реакции $R_з$ и R_y, после подстановки в имеющиеся уравнения равновесия получим:

$$K\cdot P_v - 4\cdot\frac{Q\cdot f}{4\sin\frac{\alpha}{2}} = 0;$$

Подставив числовые значения, получим:

$$3,67\cdot 110,7 - 4\cdot\frac{Q\cdot 0,16}{4\sin\frac{90}{2}} = 0,$$

Q_2 = 1776 Н.

Получив, что $Q_2 > Q_1$, дальнейшие расчёты будем вести по усилию Q_2 = 1776 Н.

3.6Расчет основных параметров зажимного механизма и силового привода приспособления

Производим расчёт параметров пневмоцилиндра. По найденной величине силы закрепления определим требуемый крутящий момент на винте для выработки этой силы.

По формуле ([2] с. 85) рассчитаем диаметр винта

$$d = 1,4\sqrt{\frac{P_з}{\sigma_p}}, \qquad (3.14)$$

где d – диаметр винта, мм;

$P_З$ - сила закрепления, Н; $P_З$ = 1776Н;

σ_p -напряжение растяжения (сжатия) материала винта, МПа;

принимаем σ_p = 100 МПа.

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{1776}{100}} = 8,8 \text{ мм.}$$

Вычисленное значение округляется до ближайшего большего значения.

По ([2] с.86 таблице 11) принимаем резьбу М10.

Крутящий момент на винтовом зажиме находится по формуле

$$M = r_{cp} \cdot Q \cdot tg(\alpha + \rho), \tag{3.15}$$

где r_{cp} - средний радиус резьбы (r_{cp} =0,45d);

α - угол подъема витков резьбы ($\alpha = arctg \frac{s}{2\pi r_{cp}}$), ([2], с. 90, таблица 16);

ρ - угол трения в резьбе ($\rho = 10°30'$), ([2], с. 90, таблица 16);

d - наружный диаметр резьбы,

s - шаг резьбы.

Выполним расчет:

$$\alpha = arctg \frac{1,5}{2\pi \cdot 0,45 \cdot 10} = 3°23',$$

$$M = 6,3 \cdot 1776 \cdot tg(3°23' + 10°30') = 2692,4 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 2,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Таким образом, момент, который следует создать на винте призм для обеспечения силы закрепления 1776 Н, должен быть равен 2,7 Н·м.

Для закрепления заготовки пневмоцилиндр, при подаче сжатого воздуха вырабатывает исходную силу закрепления N. Эта сила передается через зубчатую рейку и создаёт крутящий момент $M_ш$ на шестерне, который определяется следующим образом:

$$M_ш = N \frac{d_н}{2}, \tag{3.16}$$

где $M_ш$ - крутящий момент на шестерне, Н·мм ;

N – исходная сила закрепления, Н;

$d_н$ - диаметр начальной окружности шестерни, мм, примем $d_н$ = 24 мм,

Определим силу N, подставив числовые значения в формулу (3.16)

$$N = \frac{2 \cdot 2692,4}{24} = 224 \text{ Н.}$$

Зная величину исходной толкающей силы N, которую должен вырабатывать цилиндр, можно определить диаметр его поршня D по формуле ([12], с. 115, формула (4.45)):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \qquad (3.17)$$

где η - коэффициент полезного действия пневмоцилиндра (η = 0,85),

p - давление воздуха, подаваемого в пневмоцилиндр (p=0,5 МПа).

Подставив числовые значения в формулу, получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 224}{3{,}14 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}85}} = 25{,}9 \text{ мм.}$$

Найденное значение диаметра поршня пневмоцилиндра приемлемо по габаритным размерам для рассматриваемой конструкции приспособления. На основании ([3], с. 205, таблица 6.1) выбирается ближайший стандартный пневмоцилиндр со следующими основными рабочими характеристиками:

- диаметр поршня D=35 мм,
- диаметр штока d= 12 мм,
- толкающая теоретическая сила на штоке 240 Н,
- тянущая теоретическая сила на штоке 200 Н,
- давление воздуха p=0,63 МПа.

Для проектируемого приспособления наиболее приемлем пнемоцилиндр (ГОСТ 15608-81) с креплением на переднем фланце.

При давлении 0,5 МПа такой пневмоцилиндр вырабатывает толкающую силу на штоке следующей величины:

$$N = \frac{3{,}14 \cdot 32^2}{4} 0{,}5 \cdot 0{,}85 = 342 \text{ Н},$$

при этом крутящий момент на шестерне будет равен:

$$M_ш = 342 \frac{24}{2} = 4{,}1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

а сила закрепления обрабатываемой детали в призмах:

$$Q = \frac{4100}{6{,}3 \cdot tg(3^\circ 23' + 10^\circ 30')} = 987 \text{ Н}.$$

3.7 Принцип работы спроектированного приспособления

Разработанное станочное приспособление КП15.02.08.331.01.02СБ предназначено для выполнения фрезерной операции.

В разработанном приспособлении заготовка базируется в центрах и по наружной цилиндрической поверхности.

Заготовка устанавливается торцом в неподвижный центр 13, поджимается подвижным центром 15**,** установленном на корпусе 5 приспособления. При подаче сжатого воздуха в пневмоцилиндр 1, подвижные призмы 6, установленные на губки 7 по направляющим 12 перемещаются и закрепляют

деталь. После закрепления производится фрезерование паза. При повороте распределительного крана 2 призмы 6 расходятся, происходит раскрепление детали. Деталь поворачивается в центрах 13 и 15 до срабатывания фиксатора 3 и опять переводится рукоятка распределительного крана 2 на подачу воздуха в пневмоцилиндр 1. Закрепляется деталь в призмах 6 и производится обработка второго паза. Затем в той же последовательности третьего. По завершении операции отводится подвижный центр 15 рукояткой 21 и снимается деталь с приспособления.

Для более удобного транспортирования приспособления предусмотрены четыре рым-болта 37.

Для базирования приспособления на столе станка предусмотрены призматические шпонки 45, прикрепленные к корпусу приспособления винтами 30. Крепление приспособления на столе станка осуществляется при помощи 4 болтов М16.

3.8 Расчет спроектированного приспособления на точность

Чтобы обработать деталь на станке, необходимо выдержать заданную точность размеров и формы поверхностей.

При построении технологического процесса и выборе оборудования и приспособлений необходимо учитывать возможность обеспечения заданной точности. Производим расчёт точности станочного приспособления. Для этого воспользуемся по ([1], с. 62, формула (1.19)) неравенством:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{др}}, \qquad (3.18)$$

$$\varepsilon_{\Sigma} \leq T_A,$$

где ε_{Σ} – суммарная погрешность по выполняемому операционному размеру, возникающая на данной технологической операции;

$\varepsilon_{\text{обр}}$ – погрешность, свойственная методу обработки на рассматриваемой операции, $\varepsilon_{\text{обр}}$=0,02 мм по ([1] с. 65 таблица 2.7);

$\varepsilon_{\text{н}}$ – погрешность настройки технологической системы на выполняемый размер (погрешность настройки), $\varepsilon_{\text{н}}$=0,15 мм по ([1] с. 68 таблица 2.9);

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность, связанная с фактическим расположением заготовки в приспособлении (погрешность приспособления);

$\varepsilon_{\text{др}}$ – другие погрешности, обусловленные факторами, независящими от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления.

$$\varepsilon_{др} = (0,05 - 0,1) \cdot T_A = (0,05 - 0,1) \cdot 0,87 \approx 0,065 мм$$

Определим расчетом допускаемую погрешность приспособления по выполняемому размеру по ([1] с. 63 формула 2.19)

$$\left[\varepsilon_{пр}\right] = T_A - (k_T \cdot \sqrt{\varepsilon^2{}_{обр} + \varepsilon^2{}_{др}} + \varepsilon_н) \qquad (3.19)$$

где $[\varepsilon_{пр}]$ – допустимая погрешность приспособления,

k_T - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния составляющих величин от нормального закона распределения, $k_T = 1{,}1$.

$$\left[\varepsilon_{пр}\right] = 0{,}87 - \left(1{,}1\sqrt{0{,}065^2 + 0{,}02^2} + 0{,}15\right) = 0{,}645 мм,$$

Определим расчетом ожидаемую погрешность приспособления по выполняемому размеру по [1] с. 69 формула (2.23)

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_{нб})^2 + \varepsilon_з{}^2} + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{изг}, \qquad (3.20)$$

где k_1 - коэффициент уменьшения погрешности вследствие того, что действительные размеры установочной поверхности редко равны предельным значениям, $k_1 = 0{,}8$;

$\varepsilon_{нб}$ – погрешность, вызванная несовмещением измерительной и технологической базы при установке детали в приспособление. Принимаем по([1] стр. 71-73 таблицы 2.10) $\varepsilon_{нб} = 0{,}01 мм$;

$\varepsilon_з$ – погрешность, возникающая в результате закрепления заготовки при ее закреплении в приспособлении. Принимаем по [1] стр. 71-73 таблицы 2.11 $\varepsilon_з = 0{,}24 мм$;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, обусловленная износом базирующих элементов приспособления. Принимаем $\varepsilon_{изн} = 0{,}05 мм$;

$\varepsilon_{изг}$ – погрешность, связанная с неточностью изготовления деталей приспособления и его сборки $\varepsilon_{изг} = 0{,}12 мм$

Подставим значения в формулу (3.20), определим погрешность приспособления

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{(0{,}8 \cdot 0{,}01)^2 + 0{,}24^2} + 0{,}05 + 0{,}12 = 0{,}410 мм$$

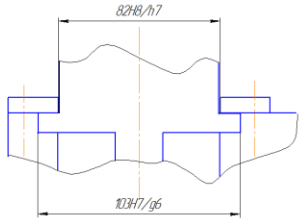
$$0{,}41 < 0{,}645$$

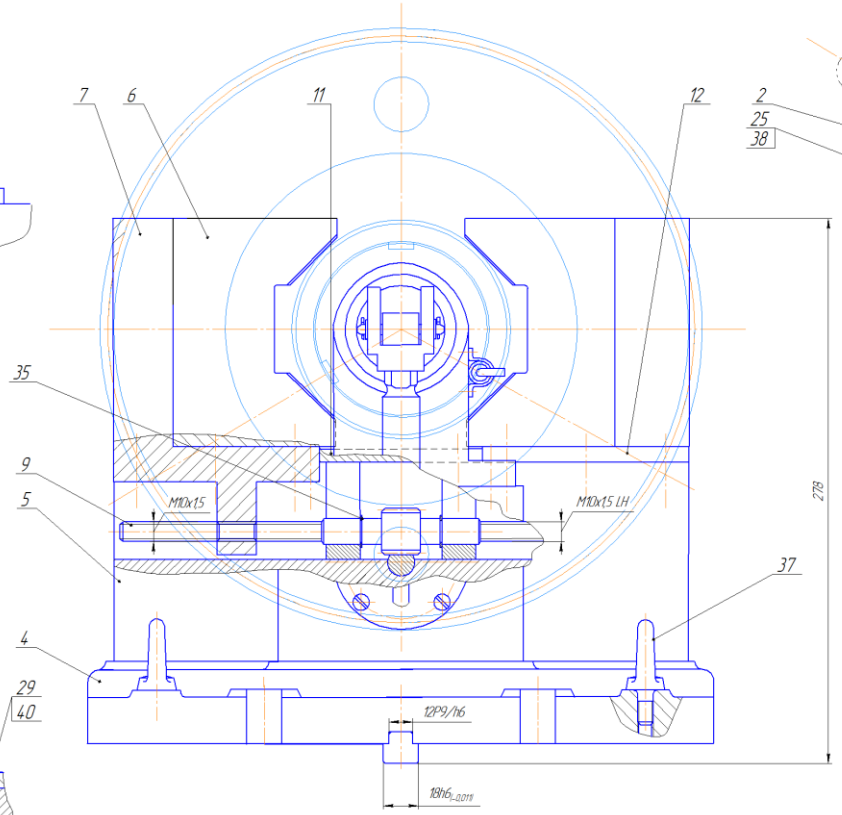
$\varepsilon_{пр} \le \left[\varepsilon_{пр}\right]$ - условие выполняется.

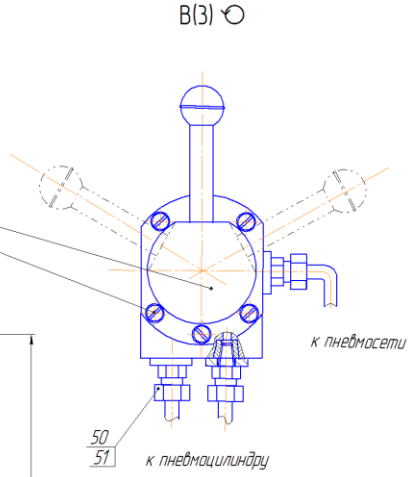
3.9 Выполнение сборочного чертежа приспособления

Заключительным этапом проектирования приспособления является выполнение сборочного чертежа, на котором отображается подробная компановка и все результаты расчетов. При выполнении сборочного чертежа необходимо назначить посадки, проставить размеры, привести технические и другие требования к изготовлению и сборке приспособления, указать позиции сборочных элементов и заполнить спецификацию.

КП15.02.08.312.01.02.СБ







Служебное назначение

Приспособление предназначено для выполнения фрезерной операции на вертикально-фрезерном станке модели FU-355 (операция 35 маршрутного технологического процесса ПП15.100.18.Т.08.03.01.02/2)

Размеры и допуски обеспечиваемые приспособлением

88-0,87

Технические характеристики

1. Сила закрепления заготовки 987 Н
2. Ход штока пневмоцилиндра 30 мм
3. Рабочее давление воздуха в пневмосети 0,63 МПа
4. Погрешность положения заготовки в приспособлении по размеру 88-0,87 не более 0,41 мм

Технические требования

1. * Размеры для справок
2. Деталь поз. 9 смазать смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-75

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП15.02.08.312.01.02.СБ			
Разраб.		Иванов И.И.			Приспособление Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Васина Т.В.				У	17	33	1:1
Т.контр.						Лист 1	Листов 3	
Н.контр.		Васина Т.В.				ГБОУ СПО ЛО ПТТ		
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

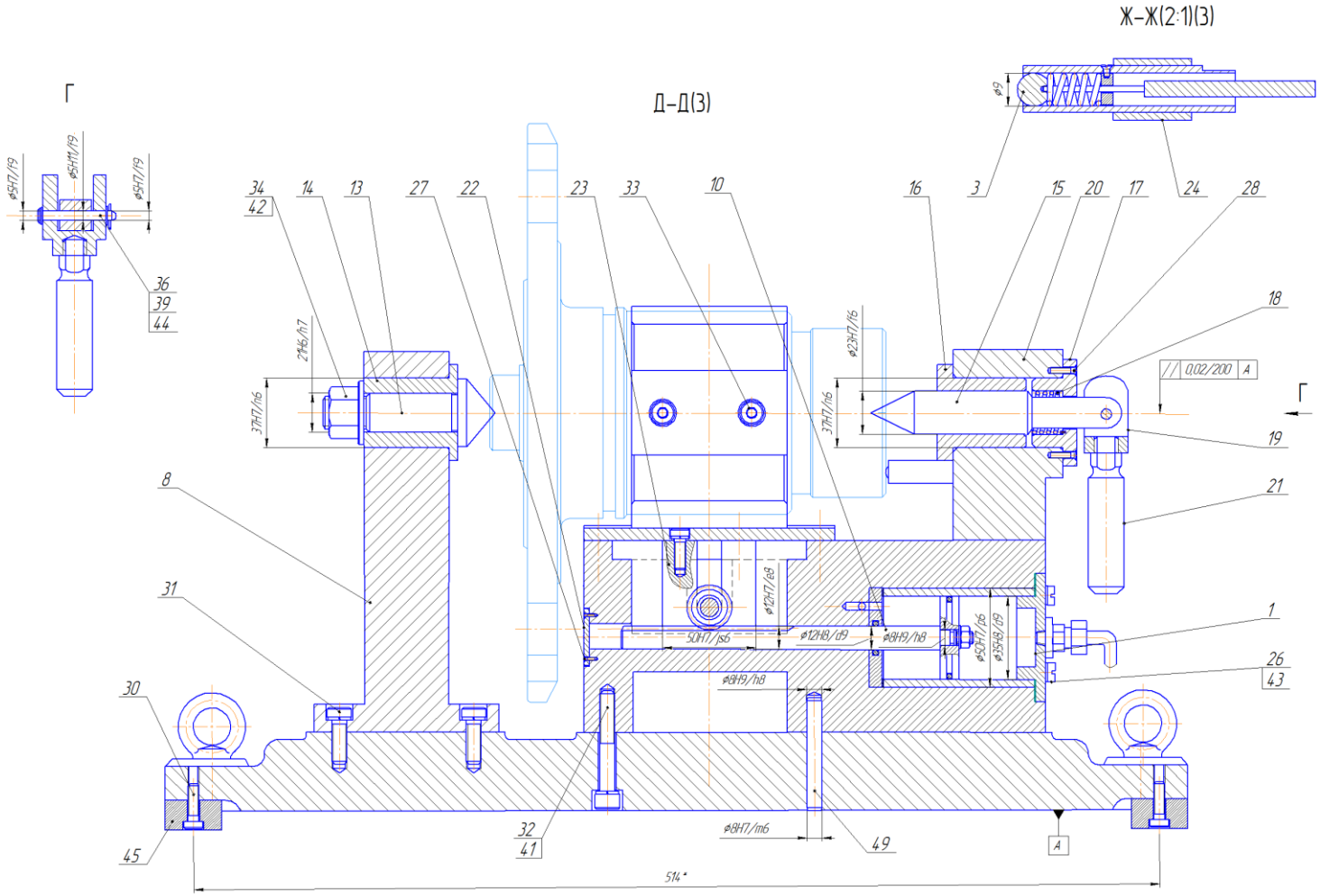
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

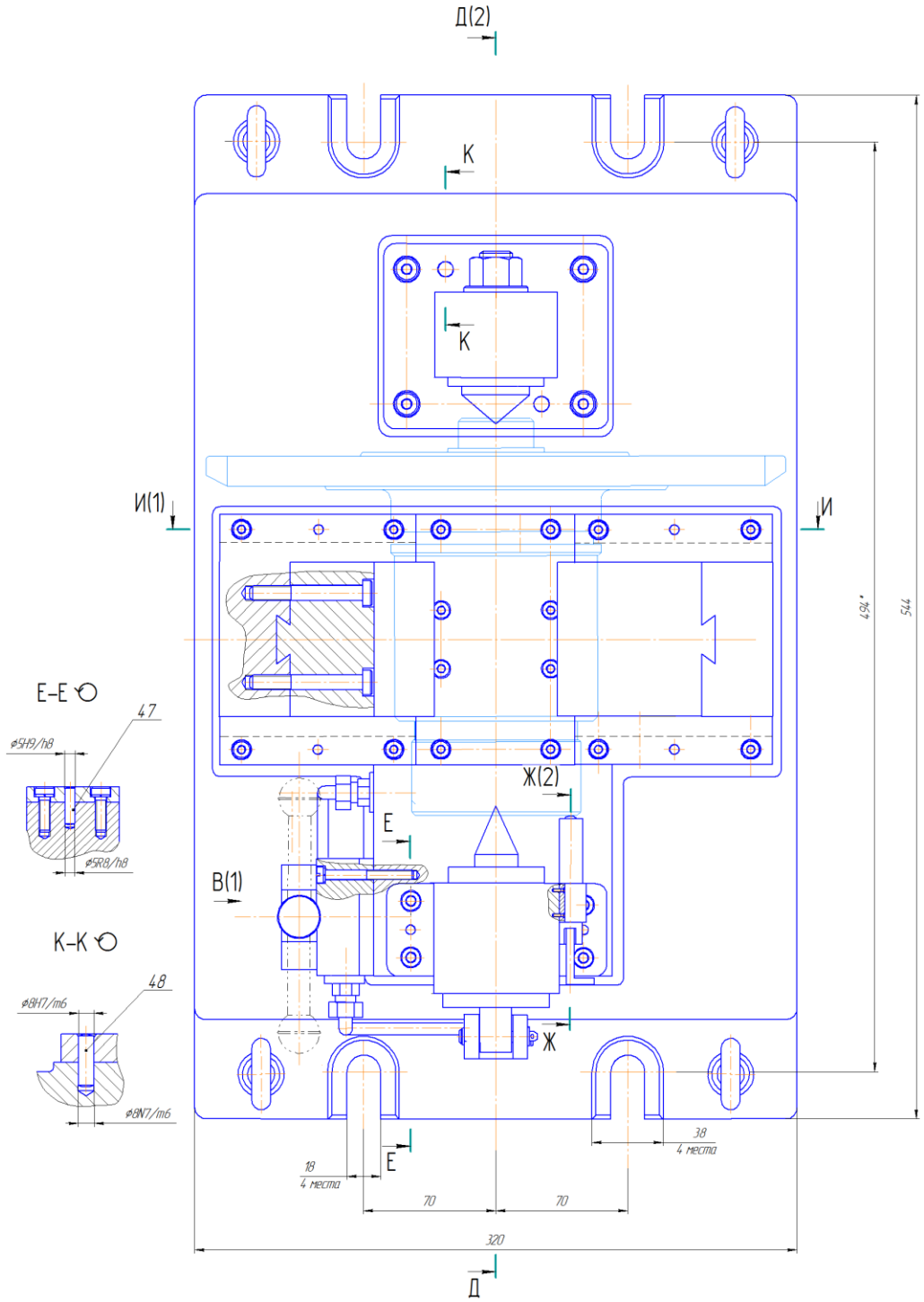
КПТ5.02.08.312.01.02.СБ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП15.02.08.312.01.02.СБ	Лист 2

Копировал Формат А1

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



КП15.02.08.312.01.02.СБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП15.02.08.312.01.02.СБ	Лист 3
					Копировал	Формат А1

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

4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96 ЕСКД на листах формата А4.

Поля: справа – 10мм, слева, сверху и снизу – 20 мм. Шрифт текста должен быть обычным Times New Roman, размер шрифта 14, интервал между строк – полуторный.

Все рисунки, таблицы и формулы должны быть пронумерованы, а в тексте обязательно должна быть ссылка на них. Обозначения в формулах должны быть расшифрованы и пояснены сразу после записи формулы.

Номера страниц устанавливают по середине нижнего колонтитула, первый титульный лист считается, но не нумеруется. Образец выполнения титульного листа представлен в приложении А.

Содержание курсового проекта должно соответствовать заданию. Завершает курсовой проект вывод о проделанной работе и полученных результатах. Так же следует привести список использованных источниках литературы.

Сборочный чертёж выполняется в соответствии с ГОСТ 2.109-73 на отдельном листе, формат которого выбирается в соответствии с габаритами проектируемого станочного приспособления. Рекомендуемый масштаб построения 1:1.

При выставлении оценки за выполнение курсового проекта принимается во внимание правильность выполнения, степень самостоятельной работы, соблюдение сроков сдачи, качество оформления и умение аргументировать свой выбор. При копировании чужих проектов, выставляется неудовлетворительная оценка.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. и доп. Л,, Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 2021. 656 с.

2. Основы конструирования станочных приспособлений в машиностроении. В.С.Корсаков. М., изд-во Машиностроение, 2022, 288 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах Т2. / Под. ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 5 изд. перераб. и доп. – М. Машиностроение-1, 2022 г. 944 с. ил.

4.Технологическая оснастка: учебник для студентов среднего проф. образования / Б.И.Черпаков –М. Академия, 2021г. – 288 с.

5. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебник для вузов /Тарабарин О.И., Абызов А.П., Ступко В.Б., 2020г.

6. Технологическая оснастка машиностроительных производств. Том 2: учебник / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин , 2022 г – 520с.

7. Технологическая оснастка. Лабораторнопрактические работы икурсовое прое-тирование: учебник для техникумов/ В.В. Ермолаев, -М. академия 2022 г., 320 с.

8. Основы металлорежущих станков: Учебное пособие для учащихся колледжа. – Минск: МГМК, 2022. – 44 с.

Приложение А

Пример выполнения титульного листа

Комитет общего и профессионального образования Ленинградской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Ленинградской области
«Подпорожский политехнический техникум»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА»

Специальность: 15.02.08 «Технология машиностроения»

Выполнил:
студент(ка) III курса группы № 331
Иванов Иван Иванович

Руководитель курсового проекта:
_____Т.В.Васина

Допущен к защите
«____»_____20__ г.

Начальник отдела по УР:
_____ И.Р. Тер-Абрамова

Дата защиты «__» _____ 20 __ г.

Оценка:_____

Подпорожье 2024

Приложение Б

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Ленинградской области
«Подпорожский политехнический техникум»

Утверждаю

Начальник отдела по УР

_____И.Р.Тер-Абрамова

«___»_____2024 г

ЗАДАНИЕ

НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Технологическая оснастка»

Студенту _____ Группа _____

Разработать сборочный чертеж станочного приспособления

для выполнения операции:

_____

Исходные данные на курсовой проект:

1. Чертеж детали _____
2. Тип производства _____

Примечание:

1) При компоновке приспособления соблюдать принцип совмещения баз детали на выполняемой операции. Измерительная и технологическая база должны совпадать.
2) Схему базирования и компоновку приспособления предварительно согласовать с руководителем курсового проекта.
3) Пояснительную записку выполнять в соответствии с ГОСТ 2.106-96 ЕСКД , сборочный чертёж выполнять в строгом соответствии с ГОСТ 2.109-73.
4) Содержание пояснительной записки должно соответствовать бланку задания.
5) Срок сдачи проекта в соответствии с учебным графиком.

Руководитель КП_____

Дата выдачи задания «_____» _____20__г.

Подпорожье 2024

Приложение Б

Содержание пояснительной записки

Титульный лист
Задание на курсовой проект
Содержание
Введение
1.Исходные данные для проектирования
2. Разработка схемы базирования заготовки
3. Расчет режимов обработки поверхностей
4. Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления
5. Расчет требуемой силы закрепления заготовки
6. Расчет основных параметров зажимного механизма и силового привода приспособления
7. Принцип работы спроектированного приспособления
8. Расчет спроектированного приспособления на точность
9. Выполнение сборочного чертежа приспособления
10. Вывод по проекту
Список использованной литературы

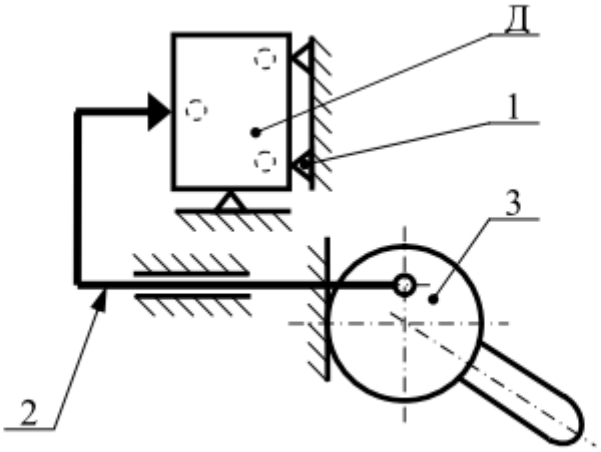
Приложение В

Рекомендуемые обозначения

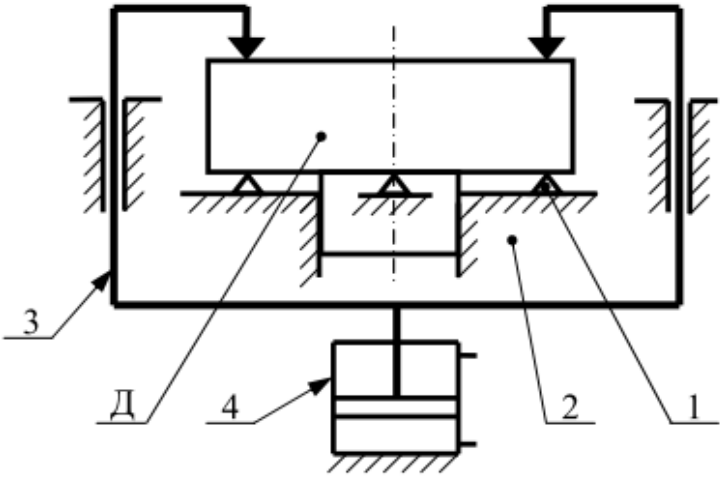
Q	требуемая сила закрепления заготовки в приспособлении
N	исходная сила, вырабатываемая силовым приводом для закрепления заготовки в приспособлении
R	реакция установочных поверхностей приспособления
G	сила тяжести заготовки
$F_{тр}$	сила трения
$F_{тр.у}$	сила трения в стыке заготовки с установочными элементами приспособления (трение по установочным элементам)
$F_{тр.з}$	сила трения в стыке заготовки с зажимными элементами приспособления (трение по зажимным элементам),
$M_{тр}$	момент сил трения
$M_{тр.у}$	момент сил трения в стыке заготовки с установочными элементами приспособления (момент трения по установочным элементам)
$M_{тр.з}$	момент сил трения в стыке заготовки с зажимными элементами приспособления (момент трения по зажимным элементам)
f	коэффициент трения
k	коэффициент запаса закрепления
η	коэффициент полезного действия
i	передаточное число зажимного механизма
l	плечи рычагов рычажных зажимов и прихватов
P_x, P_y, P_z	составляющие силы резания в виде проекций на оси системы координат
P_s, P_h, P_v, P_o	составляющие силы резания в соответствующих направлениях (сила резания в направлении подачи, горизонтальная, вертикальная и осевая силы резания)
M	крутящий момент
$M_{рез}$	момент сил резания
D, d	диаметральные размеры заготовки или установочных элементов приспособлений
ε	величина погрешности различного вида
δ, Δ	различные геометрические характеристики приспособлений.

Приложение Г

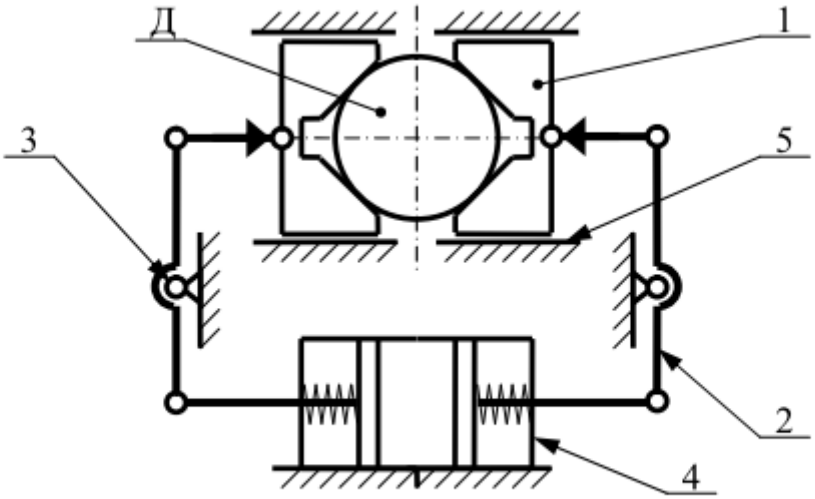
Разновидности зажимных и установочных элементов.



1 – установочные опоры; 2 – прихват; 3 – круглый эксцентрик; Д – заготовка



1 – установочные опоры; 2 – корпус; 3 – прихваты; 4 – пневмоцилиндр; Д – заготовка

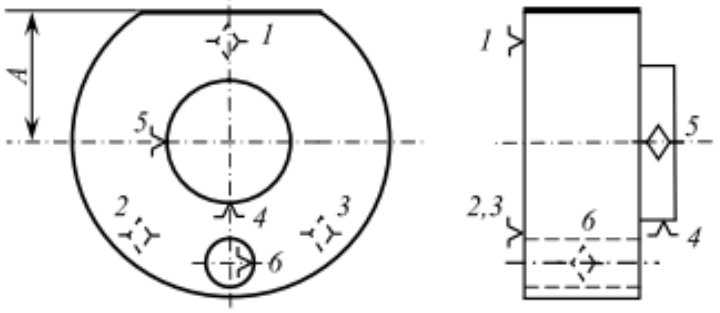
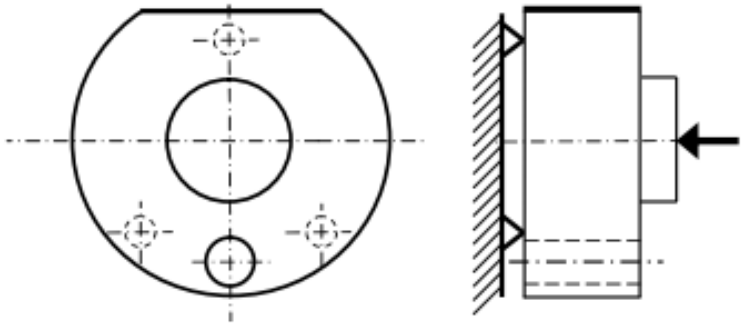
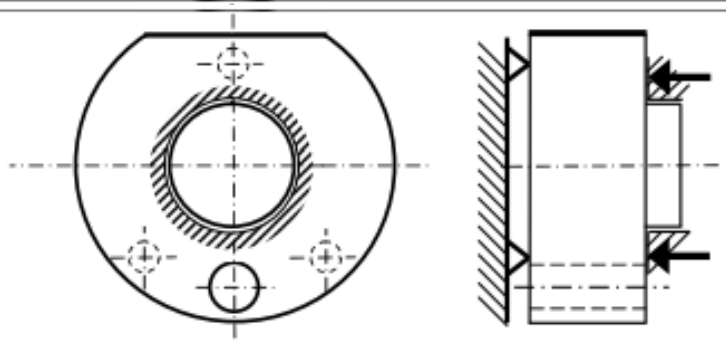


1 – центрирующие призмы; 2 – рычажный зажим; 3 – шарнирные опоры;
4 – пневмоцилиндр; 5 – корпус; Д – заготовка

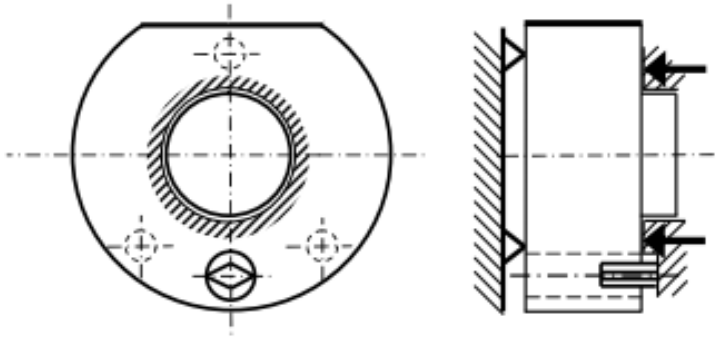
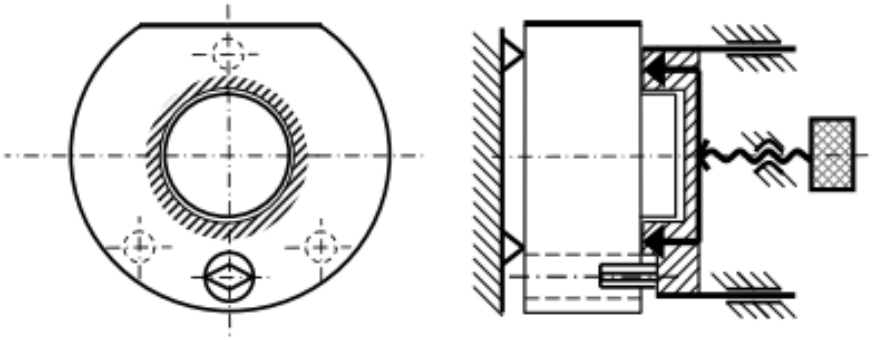
Примеры выполнения принципиальных схем станочных приспособлений

Пример выполнения компоновки приспособления

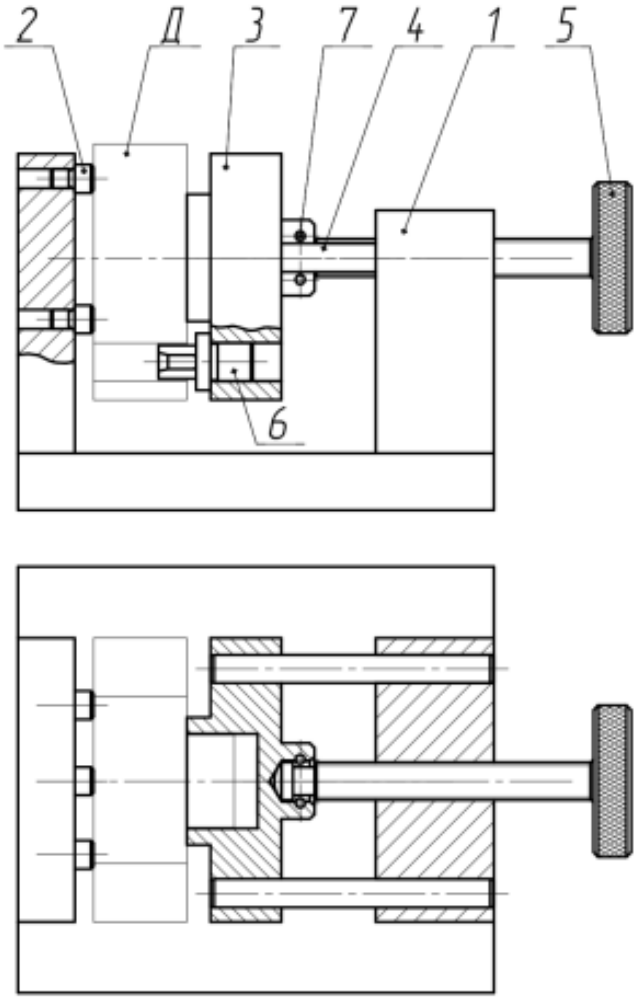
Таблица 1.1

Этапы	Схема и содержание этапа
Шаг 1 Схема базирования	 1, 2, 3 – технологическая установочная явная база; 4, 5 – технологическая двойная опорная явная база; 6 – технологичсекая опорная явная база
Шаг 2 Технологическая база 1	 Реализуем технологическую базу, лишающую наибольшего числа степеней свободы. В данном случае это установочная база 1, 2, 3. Так как установка осуществляется по плоскости, в качестве установочных элементов используем три опоры. Зажим удобней разместить с противоположной стороны заготовки. Он будет прижимать её к установочным элементам.
Шаг 3 Технологическая база 2	 Реализуем следующую, по количеству лишаемых степеней свободы, технологическую базу. Это двойная опорная база 4, 5. Она является явной, а базирование осуществляется по наружной цилиндрической поверхности, так как центрирование не требуется. Реализовать её можно за счет установки заготовки в какое-либо отверстие, например в отверстие зажимного элемента. В этом случае сила закрепления может быть распределена по кольцу.

Продолжение таблицы 1.1

Этапы	Схема и содержание этапа
Шаг 4 Технологическая база 3	 Реализуем оставшуюся технологическую базу – опорную явную 6. Она предполагает базирование по поверхности отверстия для угловой фиксации заготовки. Удобней всего реализовать данную базу за счет использования срезанного пальца. Он может быть размещен как со стороны установочного, так и со стороны зажимного элемента. Для удобства установки заготовки и изготовления приспособления палец лучше располагать со стороны зажимного элемента. Такое размещение способствует уменьшению погрешности расположения заготовки в приспособлении, т.к. в этом случае две технологические базы реализуются на одном элементе приспособления.
Шаг 5 Принципиальная схема	 После реализации всех технологических баз переходим к выбору зажимного механизма и разработке принципиальной схемы приспособления. Наиболее простым типом зажимного механизма является винтовой зажим. Винт вкручивается в резьбовое отверстие корпуса и воздействует на зажимной элемент, который прижимает заготовку к установочным элементам. Для того, чтобы зажимной элемент не менял свое угловое положение при закреплении и имел жесткую связь с корпусом используем два направляющих штифта. В качестве установочных элементов выбираем опоры с плоской головкой.

Окончание таблицы 1.1

Этапы	Схема и содержание этапа
Шаг 6 Схема установки (компоновка приспо-собления)	 1 – корпус; 2 – установочные элементы (опоры); 3 – зажимной элемент; 4 – направляющие штифты; 5 – винт; 6 – срезанный палец; 7 – фиксирующий штифт; Д – заготовка

Силы резания возникают при воздействии на заготовку режущего инструмента (рис. 2.2 и Приложение Е). По своей величине, направлению и точке приложения они являются переменными величинами.

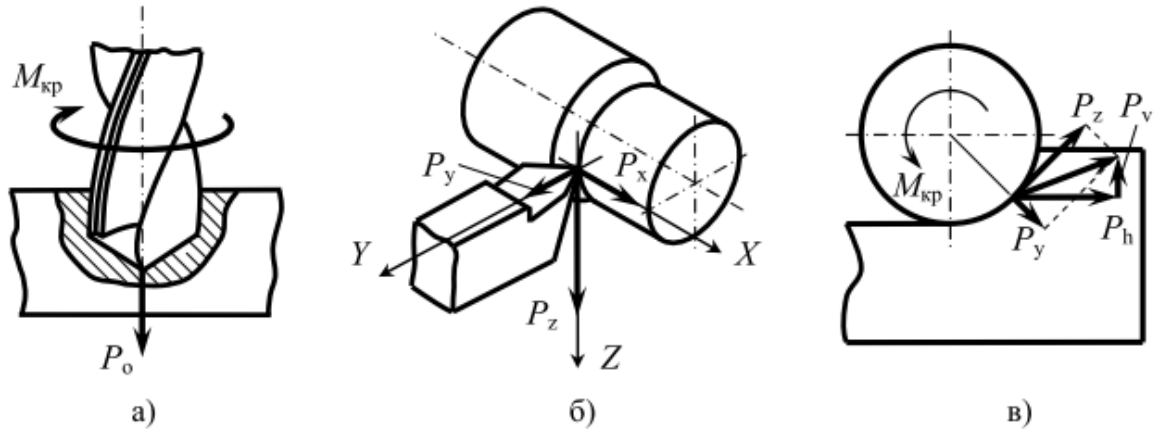


Рис. 2.2. Силы резания при сверлении (а), при точении (б) и при фрезеровании (в): P_o – осевая сила; P_x, P_y, P_z – составляющие силы резания в виде проекций на соответствующие оси системы координат; P_h – горизонтальная составляющая силы резания; P_v – вертикальная составляющая силы резания; $M_{кр}$ – крутящий момент сил резания

Пример №1. Определить требуемую силу закрепления заготовки в трехкулачковом патроне без упора при сверлении осевого отверстия. На заготовку со стороны сверла действует осевая сила $P_o = 420$ Н и момент резания $M_{рез} = 6$ Нм, коэффициент трения между кулачком патрона и заготовкой в осевом направлении $f_1 = 0{,}3$; в окружном $f_2 = 0{,}12$. Коэффициент запаса закрепления 2,2. Диаметр заготовки $D = 60$ мм.

Обозначим через Q требуемую силу закрепления на одном кулачке, через $F_{тр.1}$ и $F_{тр.2}$ – силы трения между кулачком и заготовкой в осевом и окружном направлении соответственно.

Представим расчетную схему (рис. 2.4) на которой укажем все силы действующие на заготовку.

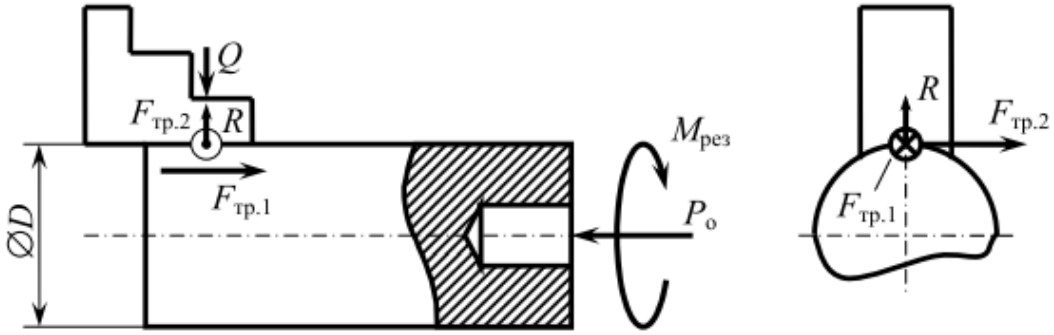


Рис. 2.4. Схема к определению силы закрепления заготовки

Как видно из рисунка, заготовка в трёхкулачковом патроне может перемещаться вдоль кулачков под действием силы резания $P_о$ и проворачиваться в кулачках под действием момента резания $M_{рез}$. Необходимо приложить такую силу зажима Q к каждому кулачку, чтобы заготовка оставалась неподвижной относительно патрона при выполнении операции.

Силы трения между кулачком и заготовкой определяем по формуле (2.5), при условии, что $R = Q$, тогда при перемещении $F_{тр.1} = f_1Q$, а при провертывании $F_{тр.2} = f_2Q$.

Определим величину силы закрепления по двум условиям – предотвращение сдвига заготовки вдоль оси патрона и предотвращение её провертывания вокруг этой оси в кулачках патрона.

1) Недопустимость перемещения заготовки вдоль оси патрона

Пользуясь принятыми обозначениями и учитывая, что у патрона три кулачка, составим уравнение равновесия сил в направлении действия силы $P_о$:

$$P_о \le 3F_{тр.1}.$$

Подставим в полученное уравнение выражение для $F_{тр.1}$ и введем коэффициент запаса закрепления k

$$kP_о \le 3f_1Q.$$

Окончательно получим

$$Q \ge \frac{kP_о}{3f_1}.$$

2) Недопустимость провертывания заготовки в кулачках патрона

Пользуясь принятыми обозначениями и учитывая, что у патрона три кулачка, составим уравнение равновесия моментов вокруг оси заготовки в направлении действия момента резания $M_{рез}$:

$$M_{рез} \le 3M_{тр},$$

где $M_{тр}$ – момент силы трения при провертывании заготовки. Определяется как сила трения $F_{тр.2}$ умноженная на соответствующее плечо:

$$M_{рез} \le 3F_{тр.2}\frac{D}{2},$$

где D – диаметр наружной цилиндрической поверхности заготовки на участке закрепления её в кулачках (рис. 2.4).

После подстановки выражения для $F_{тр.2}$ и введения коэффициента запаса закрепления k, уравнение примет вид

$$kM_{рез} \le 3f_2Q\frac{D}{2}.$$

Окончательно получим

$$Q \geq \frac{2kM_{\text{рез}}}{3f_2D}.$$

Выполняем расчет силы Q по двум полученным формулам

а) для предотвращения сдвига

$$Q_1 = \frac{kP_{\text{о}}}{3f_1} = \frac{2{,}2 \cdot 420}{3 \cdot 0{,}3} = 1027\,\text{Н};$$

а) для предотвращения проворота

$$Q_2 = \frac{2kM_{\text{рез}}}{3f_2D} = \frac{2 \cdot 2{,}2 \cdot 6}{3 \cdot 0{,}12 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = 1222\,\text{Н}.$$

Из полученных по двум условиям значений силы закрепления Q выбираем наибольшую в качестве требуемой силы, т. е. $Q = 1222$ Н для одного кулачка.

Пример №2. Для сверления отверстий в заготовке Д она устанавливается в кондукторе 1 и закрепляется при помощи быстросъемной шайбы 2 и тяги 3, которая соединена со штоком пневмоцилиндра 4 (рис. 2.5). Определить силу на штоке пневмоцилиндра, которую нужно создать для надежного закрепления заготовки, если $P_{\text{о}} = 62$ Н, $M_{\text{св}} = 50$ Нмм, диаметр сверла $d_{\text{св}} = 6$ мм, коэффициент запаса 2,5. Наружный диаметр заготовки $D = 100$ мм, диаметр установочного отверстия кондуктора $d = 40$ мм. Расстояние от оси отверстия до оси заготовки $r = 45$ мм.

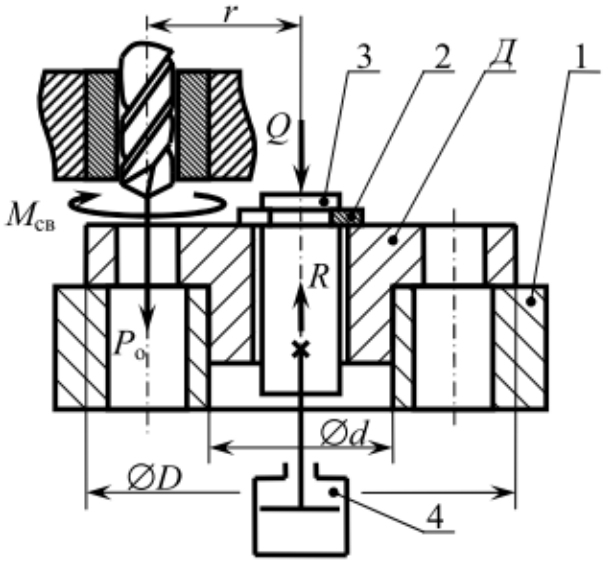


Рис. 2.5. Схема обработки заготовки в кондукторе:
1 – кондуктор; 2 – быстросъемная шайба; 3 – тяга; 4 – пневмоцилиндр; Д – заготовка

Из рисунка видно, что сила резания $P_о$ направлена в установочный элемент (в корпус приспособления), смещение заготовки в данном направлении невозможно. Исходя из этого, расчет силы закрепления будем проводить по условию непроворачиваемости заготовки в приспособлении по действием момента $M_{св}$:

$$kM \le M_{тр},$$

где M – момент, пытающийся провернуть заготовку вокруг своей оси, который определяется по известному моменту сверления и точке его приложения

$$M = \frac{M_{св}}{\frac{d_{св}}{2}} \cdot r = \frac{2M_{св}r}{d_{св}};$$

$M_{тр}$ – момент трения, удерживающий заготовку от проворота, в данном случае представляет собой момент трения по установочному элементу. Момент трения по зажимному элементу не учитываем, так как отсутствует жесткая связь его с корпусом приспособления. Момент трения по установочному элементу, который определяется как момент трения по кольцевой площадке (табл. 2.6):

$$M_{тр} = \frac{1}{3}Rf\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3}(Q + P_о)f\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.$$

С учетом приведенных выражений окончательно получаем

$$k\frac{2M_{св}r}{d_{св}} = \frac{1}{3}(Q + P_о)f\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.$$

Из записанного уравнения выражаем требуемую силу закрепления Q

$$Q = \frac{6kM_{св}r}{fd_{св}}\left(\frac{D^2 - d^2}{D^3 - d^3}\right) - P_о.$$

Подставляя заданные значения, получим:

$$Q = \frac{6 \cdot 2{,}5 \cdot 50 \cdot 45}{0{,}16 \cdot 6}\left(\frac{100^2 - 40^2}{100^3 - 40^3}\right) - 62 = 254\ H.$$

Таким образом, сила закрепления заготовки в приспособлении должна составлять 254 Н.

Пример №3. На рис. 2.6а показана заготовка, которая установлена в призме с углом α. Требуется получить формулу для определения требуемой силы закрепления Q, если на заготовку действует крутящий момент резания M, торцы заготовки свободны, а зажимной элемент жестко связан с корпусом приспособления.

В соответствии со схемой установки, заготовка контактирует наружной поверхностью с установочными поверхностями призмы с одной стороны, и с зажимным элементом с другой. Заготовка удерживается от проворота за счет сил трения, на торце заготовки сил трения нет.

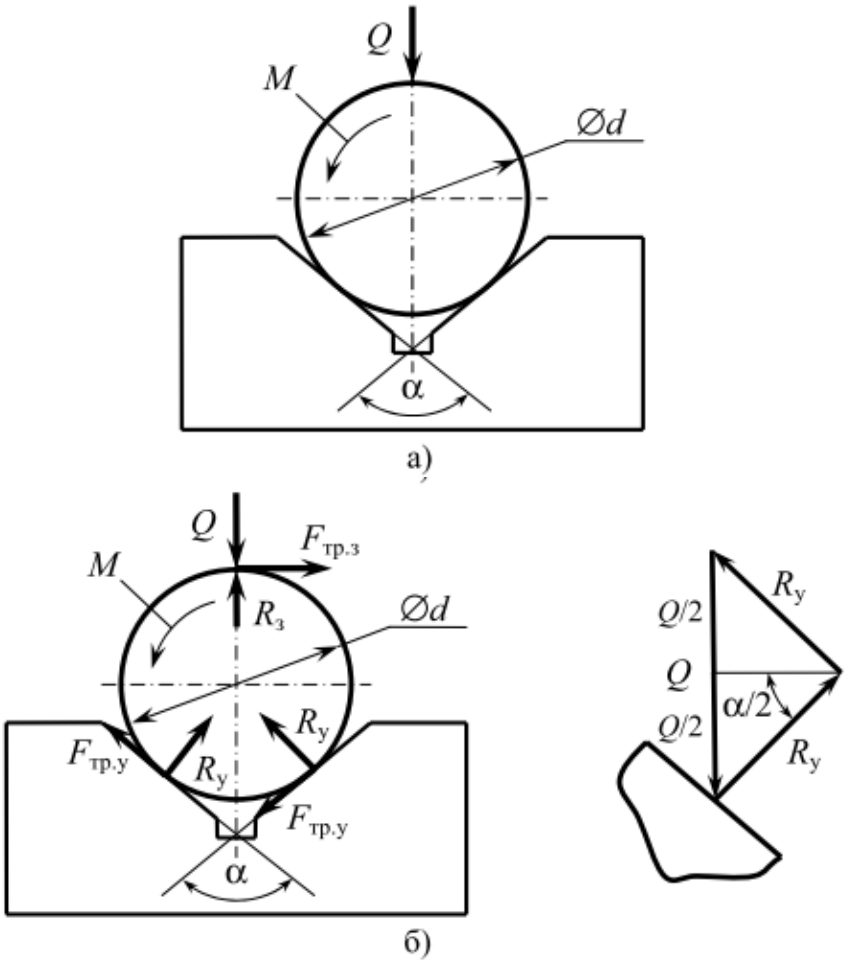


Рис. 2.6. Исходная (а) и расчетная (б) схемы по определению требуемой силы закрепления заготовки при её установке в призму: α – угол призмы; Q – сила закрепления; M – момент сил резания, действующий на заготовку; $R_у$ – реакция установочной поверхности призмы; $R_з$ – реакция поверхности зажимного элемента; $F_{тр.з}$ – сила трения по зажимному элементу; $F_{тр.у}$ – сила трения по установочному элементу

Чтобы определить требуемую силу закрепления необходимо получить уравнение равновесия, для чего составляем расчетную схему (рис. 2.6б). Уравнение равновесия будет иметь следующий вид

$$kM - 2F_{тр.у}\frac{d}{2} - F_{тр.з}\frac{d}{2} = 0,$$

$$kM - 2f_{\text{у}}R_{\text{у}}\frac{d}{2} - f_{\text{з}}R_{\text{з}}\frac{d}{2} = 0,$$

$$R_{\text{у}} = \frac{Q}{2}\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}, \qquad R_{\text{з}} = Q.$$

Следовательно

$$Q = \frac{kM}{f_{\text{у}}\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}\frac{d}{2} + f_{\text{з}}\frac{d}{2}} = \frac{2kM}{d\left(f_{\text{у}}\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} + f_{\text{з}}\right)},$$

где $f_{\text{у}}$, $f_{\text{з}}$ – коэффициенты трения по установочному и зажимному элементу, соответственно.

Если на заготовку вместо момента M действует сила P, направленная вдоль оси заготовки, то величину требуемой силы закрепления в этом случае можно определить по формуле

$$Q = \frac{kP}{f_{\text{у}}\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} + f_{\text{з}}}.$$

Если на заготовку действуют одновременно и сила P и момент M, то в качестве требуемой силы закрепления Q принимают наибольшую из двух расчетных.

Пример №4. Заготовка базируется на оправке с зазором и закрепляется с помощью прихвата (рис. 2.7). От проворота на оправке заготовка удерживается моментами трения по трем опорам и прихвату. Требуется получить формулу для определения требуемой силы закрепления.

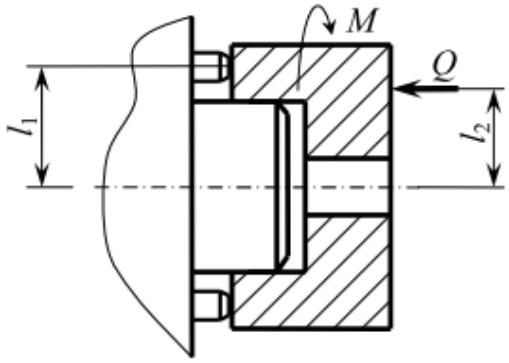


Рис. 2.7. Установка заготовки

Условие равновесия будет выражено следующим уравнением

$$kM - Qf_{\text{у}}l_1 - Qf_{\text{з}}l_2 = 0,$$

из которого может быть найдена требуемая сила закрепления

$$Q = \frac{kM}{f_{\text{у}}l_1 + f_{\text{з}}l_2}.$$

Силовые узлы

Силовые узлы применяются в станочных приспособлениях для выработки исходной силы закрепления N и удержания заготовки без использования мускульной силы рабочего. Силовые узлы позволяют повысить производительность и облегчить условия труда рабочего по установке и закреплению заготовок в приспособлении. Среди силовых узлов наибольшей популярностью пользуются пневмоцилиндры и гидроцилиндры. Эти силовые узлы приводятся в действие при подаче на них сжатого воздуха (для пневмоцилиндров) или масла (для гидроцилиндров) под постоянным давлением из пневмо- или гидросистемы. Различают цилиндры одностороннего и двустороннего действия. В цилиндрах одностороннего действия (рис. 2.11а) давление подается только в одну полость цилиндра, обратный ход реализуется за счет пружины. В цилиндрах двустороннего действия (рис. 2.11б) прямой и обратный ход штока осуществляется подачей давления, как в поршневую, так и в штоковую полость соответственно.

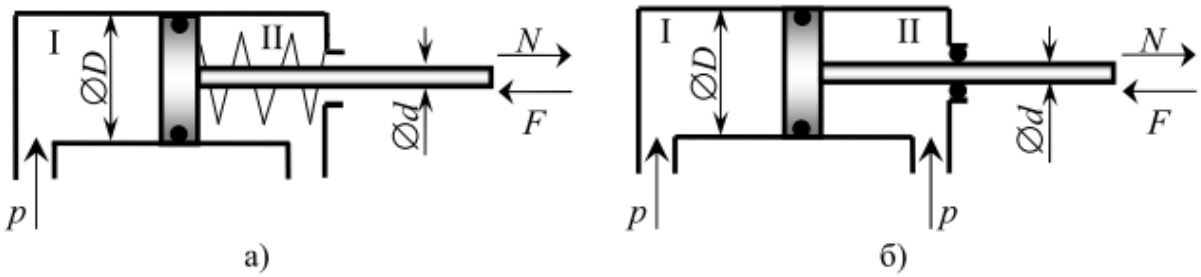


Рис. 2.11. Схема конструкции пневмо- и гидроцилиндров одностороннего (*а*) и двустороннего (*б*) действия:
D – диаметр цилиндра; d – диаметр штока;
N – толкающая сила на штоке; F – тянущая сила на штоке;
p – давление воздуха или масла подаваемых в цилиндры;
I – поршневая полость; II – штоковая полость

Для данных силовых узлов расчетные формулы будут следующими:

а) для цилиндров двустороннего действия:

$$N = \frac{\pi D^2}{4} p\eta, \qquad F = \frac{\pi\left(D^2 - d^2\right)}{4} p\eta, \qquad (2.11)$$

б) для цилиндров одностороннего действия с возвратной пружиной:

$$N = \frac{\pi D^2}{4} p\eta - q, \qquad F = q, \qquad (2.12)$$

где q – сила противодействия пружины (90 – 200 Н), η – коэффициент полезного действия цилиндра (0,85 – 0,9).

Кроме цилиндров применяют силовые приводы в виде диафрагменных пневмокамер, которые чаще всего выполняют в виде камер одностороннего действия и подразделяют на пневмокамеры с тарельчатой резинотканевой диафрагмой, с плоской резинотканевой диафрагмой, с плоской резиновой диафрагмой. Перемещение штока осуществляется за счет прогиба диафрагмы при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость пневмокамеры. Возврат штока и диафрагмы в исходное положение осуществляется за счет действия пружины (рис. 2.12).

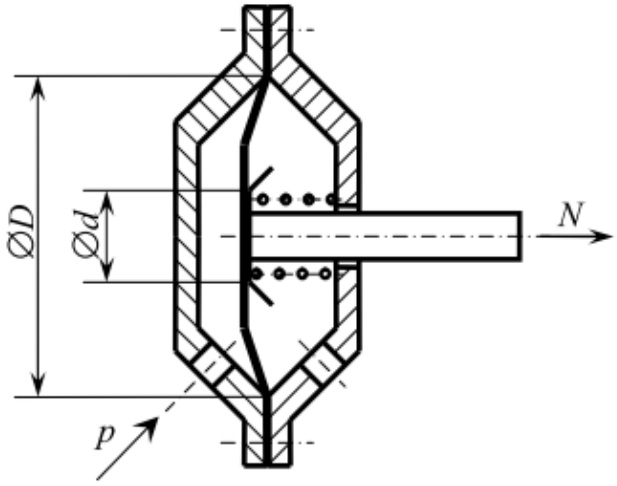


Рис. 2.12. Схема конструкции пневмокамеры одностороннего действия:
D – диаметр диафрагмы; d – диаметр опорного диска диафрагмы;
N – толкающая сила на штоке; p – давление воздуха, подаваемого в пневмокамеру

В пневмокамерах сила на штоке N меняется при перемещении штока от исходного положения в конечное. Оптимальная длина хода штока пневмокамеры, при котором сила N изменяется незначительно, зависит от расчетного диаметра диафрагмы, её толщины и материала. Расчет пневмокамер заключается в определении силы N на штоке и длину его рабочего хода. Для пневмокамер одностороннего действия используются следующие расчетные зависимости:

а) для тарельчатых и плоских резинотканевых диафрагм:

$$N = \frac{\pi}{16}(D+d)^2 p - q, \qquad N_L = \frac{0{,}75\pi}{16}(D+d)^2 p - q; \qquad (2.13)$$

б) для плоских резиновых диафрагм:

$$N = \frac{\pi}{4} d^2 p - q, \qquad N_L = \frac{0{,}9\pi}{4} d^2 p - q, \qquad (2.14)$$

где N – сила на штоке пневмокамеры в исходном положении; D – диаметр диафрагмы; d – диаметр опорного диска диафрагмы; p – давление сжатого воздуха; q – сила противодействия пружины (90 – 200 Н), N_L – си-

ла на штоке в положении закрепления L (для тарельчатых резинотканевых диафрагм $L = 0{,}3D$, для плоских резинотканевых диафрагм $L = 0{,}07D$, для плоских резиновых диафрагм $L = 0{,}22D$).

Формулы (2.11) – (2.14) часто используются для определения размеров поршня или штока пневмоцилиндров и пневмокамер. Такая задача часто возникает, когда известна требуемая величина силы на штоке силового узла, и надо определить его размеры. Причем полученные расчетные значения размеров цилиндров и камер должны быть округлены до ближайшего большего значения из стандартного ряда размеров (Приложение И).

В цеховых условиях сжатый воздух, необходимый для работы пневматических силовых приводов приспособлении обычно поступает на рабочие места из централизованной системы (пневмосети), включающей в себя: компрессорные станций с системой подготовки сжатого воздуха (фильтры, влагоотделители, лубрикаторы, регуляторы), распределители, пневмомагистрали и т. д. Возможно применение и индивидуальных систем обеспечения сжатым воздухом. Для подачи воздуха непосредственно в пневмоцилиндры приспособлений на рабочем месте, используются пневмокраны или распределители, которые могут входить в конструкцию приспособления или размещаться отдельно, например, на столе станка рядом с приспособлением, и подключаться к нему с помощью пневматических рукавов (трубок) с одной стороны, а с другой стороны – к пневмосети

Для гидравлических силовых приводов рабочей средой является масло, подача которого обычно осуществляется в индивидуальном порядке из гидросистемы соответствующего станка, в которую входят: маслонасос, фильтры, регуляторы, распределители, ёмкости (баки) для масла и т. д.

Во всех системах индивидуального обеспечения давление рабочей среды может быть задано любым в допустимом диапазоне значений с помощью регуляторов, в централизованных системах оно *стандартизовано*.

По конструкции силовые приводы могут быть встроенными, прикрепляемыми и агрегатированными.

Встроенными называются приводы, в которых полость под поршень или диафрагму создана непосредственно в корпусе приспособления. Этим достигается компактность при наименьшем количестве деталей, но такой привод не может быть полностью использован в других приспособлениях. Их широко применяют в конструкциях специальных и специализированных приспособлений, которые часто имеют литые корпуса.

Прикрепляемыми называются отдельно собранные узлы, прикрепляемые к приспособлению. Достоинство их в том, что они могут быть стандартными и использоваться на различных приспособлениях. Применяются в конструкциях сборных и переналаживаемых приспособлений.

Агрегатированными называют отдельные специальные силовые установки, укомплектованные воздухораспределительным устройством и закрепленные вне приспособления.

К силовым приводам предъявляют следующие требования:

– простота конструкции и управления,

– низкая стоимость,

– высокое быстродействие,

– надежность и стабильность работы,

– нечувствительность к изменению условий окружающей среды,

– малые габариты и масса,

– высокий коэффициент полезного действия,

– соблюдение требований по технике безопасности.

Использование силовых узлов позволяет решить две задачи: повысить производительность и облегчить условия труда рабочего по закреплению заготовок в приспособлении.

Служебное назначение

Приспособление предназначено для выполнения фрезерной операции на вертикально-фрезерном станке модели FU-355 (операция маршрутного технологического процесса КП15.02.08.312.01.02

Размеры и допуски обеспечиваемые приспособлением:

$88_{-0,87}$

Технические характеристики

1 Сила закрепления заготовки 987 Н
2 Ход штока пневмоцилиндра 30 мм
3 Рабочее давление воздуха в пневмосети 0,63 МПа
4 Погрешность положения заготовки в приспособлении по размеру $88_{-0,87}$ не более 0,41 мм

Технические требования

1 * Размеры для справок
2 Деталь поз. 9 смазать смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-75

Служебное назначение

Приспособление предназначено для выполнения операции фрезерования на вертикально-фрезерном станке модели 6Р13.

Размеры, обеспечиваемые приспособлением: $24_{-0,26}$.

Технические характеристики

1. Сила закрепления заготовки в приспособлении 10505 Н.
2. Ход штока пневмоцилиндра 10 мм.
3. Рабочее давление воздуха в пневмосети 0,5 МПа
4. Допускаемая погрешность положения заготовки в приспособлении: по размеру $24_{-0,26}$ не более 0,19 мм.

Технические требования

1. *Размер для справок
2. Деталь, позиция 5 смазать смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-75

Пример написания «Служебного назначения», «Технических характеристик» и «Технических требований» на сборочном чертеже.

В разделе «Служебное назначение» следует указать, какая технологическая операция осуществляется с использованием приспособления и на каком станке. Также рекомендуется привести номер операции и кодовое обозначение технологических карт соответствующего маршрутного технологического процесса. Указываются операционные размеры и допуски, обеспечиваемые приспособлением на операции.

В разделе «Технические характеристики» приводятся силовые характеристики приспособления (сила закрепления, давление рабочей среды, ход штока и т. п.), точностные характеристики приспособления (погрешность положения заготовки в приспособлении в направлении выдерживаемых операционных размеров и допусков).

В разделе «Технические требования» приводятся требования по настройке, регулировке и сборке приспособления, параметры, участвующие в точностных расчетах и другие требования (рис. 4.3).

Если над основной надписью недостаточно места для размещения всей необходимой информации, можно использовать место слева от неё.

Предпочтительные посадки и их применение

Предпочтительные посадки с зазором по ЕСДП	
H8/d9 H9/d9 H11/d11 H7/e8 H8/e8 H7/f7 H7/g6 H7/h6 H8/h7 H8/h8 H11/h11	
Предпочтительные посадки с натягом ЕСДП	
H7/js6, H7/k6, H7/n6, H7/p6, H7/r6, H7/s6, H8/s7, H8/u8,	
Рекомендации по выбору посадок	
H7/h6	Применяют в неподвижных соединениях при их частой разборке. Обеспечивают центрирование.
H8/h7	Используют для центрирующих поверхностей при пониженных требованиях к соосности.
H7/p6	Применяют при сравнительно небольших нагрузках
H7/r6 H7/s6 H8/s7	Используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках и с крепежными деталями при больших нагрузках.
H7/u7 H8/u8	Используют в соединениях без крепежных деталей при значительных нагрузках и с крепежными деталями при очень больших нагрузках.
H7/js6	Применяется для сопряжения стаканов подшипников с корпусами, небольших шкивов и ручных маховичков с валами.
H7/k6	Применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт с валами.
H7/n6	Посадка применяется для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, муфт, кривошипов с валами, для установки постоянных кондукторных втулок, штифтов и т. п.

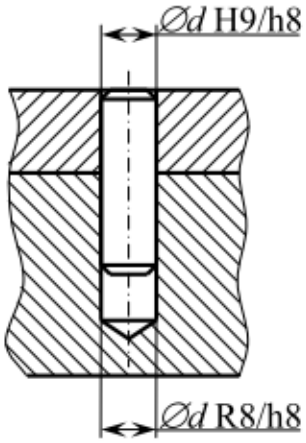
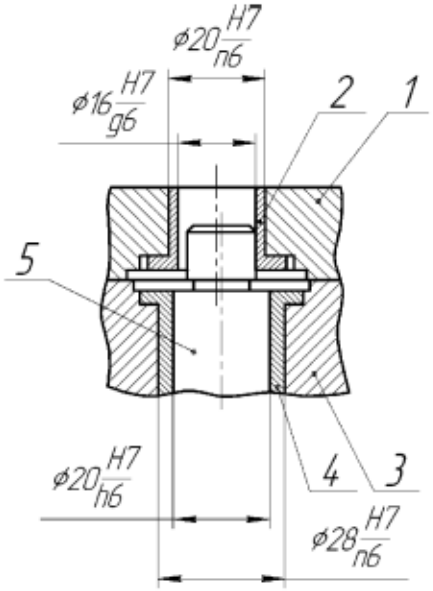
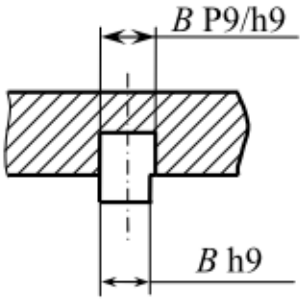
Рекомендуемые посадки в конструкции приспособлений

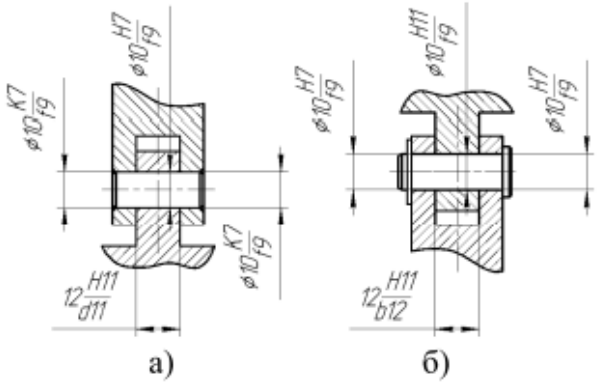
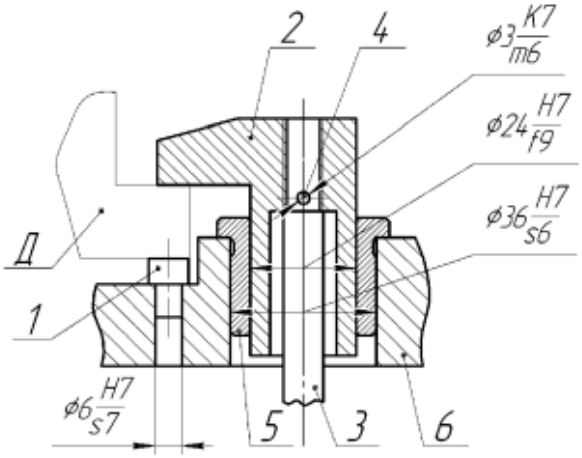
Назначение посадки	*Посадка*
Установка постоянных опор в отверстия корпуса приспособления	H7/s7
Установка постоянных пальцев в отверстия корпуса приспособления	H7/p6 H7/r6
Установка промежуточных втулок в отверстия корпуса	H7/n6
Установка сменных опор и пальцев в промежуточные втулки	H7/h6
Установка сменных опор в отверстия корпуса приспособления	H7/p6 H7/r6
Установка постоянных кондукторных втулок в отверстия корпуса приспособления	H7/n6
Установка сменных кондукторных втулок в промежуточные втулки корпуса приспособления	H7/m6
Установка быстросменных кондукторных втулок в промежуточные втулки корпуса приспособления	H7/h6
Установка быстросменных кондукторных втулок, подверженных интенсивному нагреву	H7/g6
Сопряжение отверстия кондукторной втулки со сверлом или зенкером	F7/n6
Сопряжение отверстия кондукторной втулки с разверткой	G7/n6
Сопряжение отверстия кондукторной втулки со сверлом, при высоких требованиях к точности расположения изготавливаемых отверстий (0,05 мм и точнее)	H7/n6
Сопряжение цилиндрического фиксатора с втулкой в поворотной части делительного устройства обычной точности	H7/g6
Сопряжение цилиндрического фиксатора с втулкой в поворотной части делительного устройства повышенной точности (в особо точных конструкциях зазор не более 0,01 мм)	H6/n5
Сопряжение цилиндрической части фиксатора с отверстием направляющей втулки	H7/g6 H7/h6
Сопряжение отверстия фиксатора с рабочим штифтом рукоятки делительного устройства	H7/h9
Установка направляющей втулки фиксатора в корпус приспособления	H7/n6
Установка втулок под фиксатор в поворотной части делительных устройств	H7/r6
Сопряжение рабочей поверхности установочных пальцев с отверстиями в заготовках	H7/g6 H7/f7 H8/f7

Продолжение таблицы

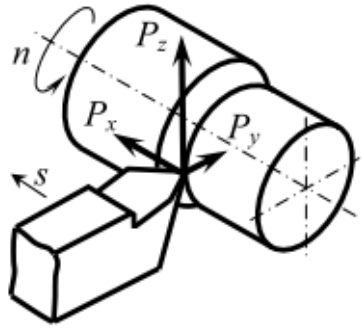
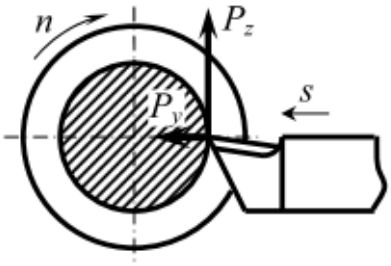
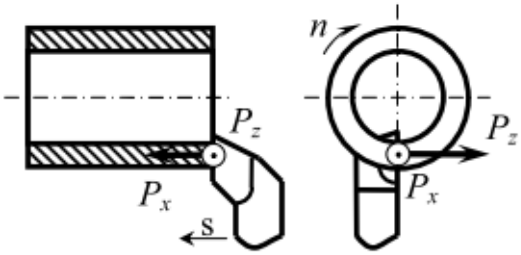
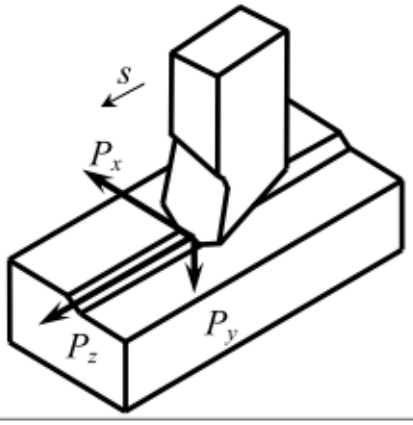
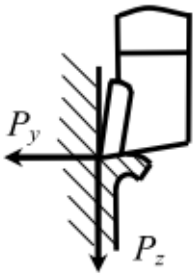
Назначение посадки	*Посадка*
Установка подвижных пальцев или опор в направляющие отверстия корпуса приспособления	H7/f7 H7/d8
Установка фиксирующего штифта в корпус	R8/h8 H7/m6
Установка деталей на фиксирующий штифт	H9/h8 H9/h9
Установка направляющих штифтов при сборке	K7/h6
Установка центрирующего пальца (для базирования на столе станка) в корпус приспособления	H7/s6 H8/s7
Сопряжение центрирующего пальца с отверстием стола станка при базировании приспособления	H8/h12
Установка круглых шпонок в отверстия корпуса	H7/p6
Сопряжение круглых шпонок с центральным пазом стола станка	H8/h6
Установка базирующих шпонок в пазы корпуса	P9/h9
Установка ручек и рукояток в корпусах и деталях зажимов	H7/p6
Установка деталей на вращающийся вал со шпонкой	H9/h7
Установка откидной шайбы на ось	H11/f9
Установка оси в отверстия откидных прихватов и рычагов	H7/f9
Установка неподвижных осей в опоры, ушки или вилки	K7/f9
Установка подвижных осей в опоры, ушки или вилки	H7/f9 H11/f9
Сопряжение поворотных рычагов (планок, прихватов) с прорезью вилок вдоль оси вращения	H11/b12
Сопряжение поворотных рычагов (планок, прихватов) со стенкою опорных ушек вдоль оси вращения	H11/d11 D11/d11
Установка направляющих втулок для подвижных деталей в корпус приспособления	H7/n6
Установка подвижных деталей (прихватов, штоков, тяг, толкателей и др.) в направляющие втулки корпуса	H7/g6 H8/h6 H8/h7
Установка плунжеров в отверстия корпусов	H7/f9 H7/h6
Установка вращающихся роликов на оси	E8/f9 H11/f9

Примеры обозначения некоторых посадок в соединениях деталей приспособления

Установка фиксирующих штифтов	Установка цилиндрического фиксатора в корпусе делительного устройства	Установка базирующей шпонки
 *d* – диаметр штифта	 1 – поворотная часть, 2 – втулка, 3 – корпус, 4 – направляющая втулка, 5– фиксатор	 *B* – ширина шпонки

Установка осей и посадки в шарнирных соединениях	Установка подвижной детали (прихвата) в направляющей втулке
 а) установка рычага на опорное ушко, с запрессовкой оси в отверстия рычага б) установка рычага в вилку со свободной осью	 1 – постоянная опора, 2 – Г-образный прихват, 3 – шпилька (шток), 4 – фиксирующий штифт, 5 – направляющая втулка, 6 – корпус

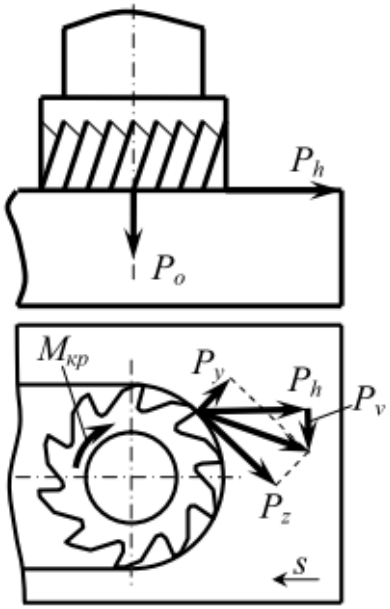
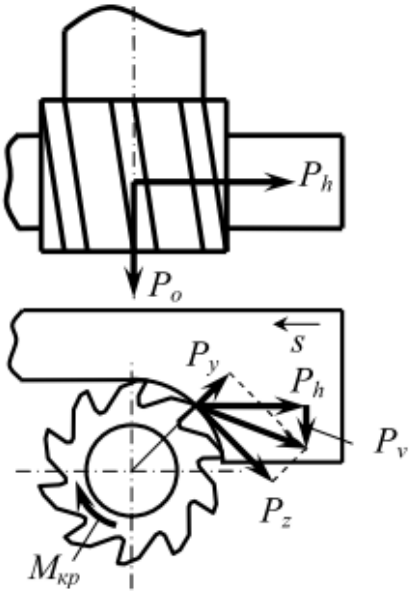
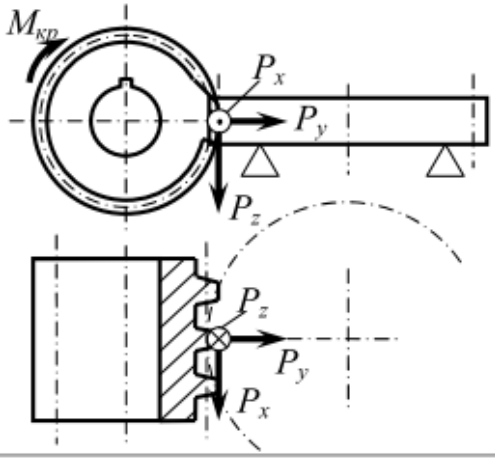
Силы, действующие на заготовку в процессе обработки

Метод обработки и силы, по которым следует проводить расчет	Схема резания
Обработка резцами	
Свободное точение (P_z – тангенциальная сила, касательная к поверхности резания; P_x – сила подачи, действующая параллельно оси заготовки; P_y – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки)	
Разрезание, отрезание, точение канавки резцом (P_x – сила подачи, действующая параллельно оси заготовки; P_y – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки)	
Точение трубы, подрезка торца резцом (P_z – тангенциальная сила, касательная к поверхности резания; P_x – сила подачи, действующая параллельно оси заготовки)	
Строгание (P_z – составляющая, параллельная направлению резания; P_x – составляющая силы резания, действующая в горизонтальном направлении и сдвигающая заготовку; P_y – составляющая силы резания, действующая в вертикальном направлении и прижимающая заготовку к столу)	
Долбление (P_z – составляющая, параллельная направлению резания; P_y – радиальная сила, перпендикулярная направлению резания)	

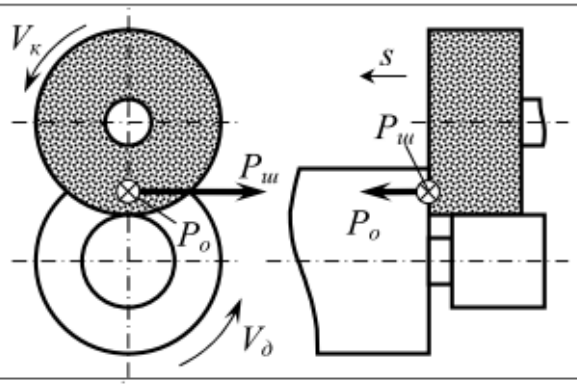
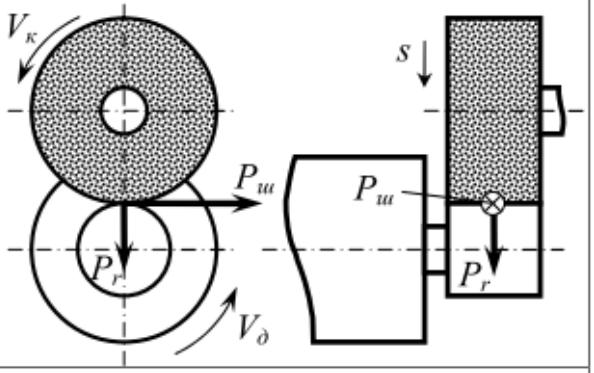
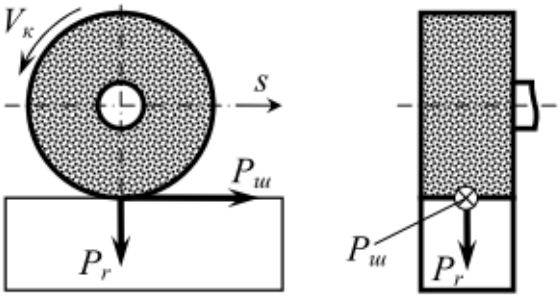
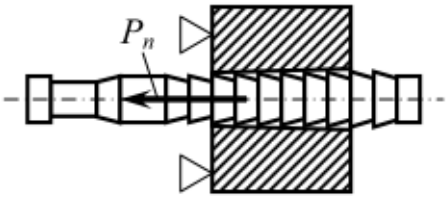
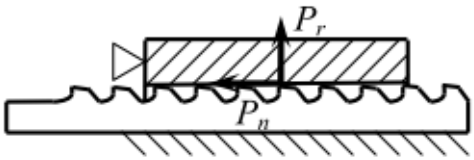
Продолжение

Метод обработки и силы, по которым следует проводить расчет	Схема резания
Обработка осевым мерным инструментом	
Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание (P_o – сила, действующая в направлении оси вращения сверла; P_z – тангенциальная сила, касательная к поверхности резания; P_y – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси отверстия обрабатываемой заготовки)	$M_{кр}$, P_o, P_z, P_y, P_y, P_z
Фрезерование	
Фрезерование (встречное) дисковой или цилиндрической прямозубой фрезой (P_h – горизонтальная составляющая, направлена навстречу подаче; P_v – вертикальная составляющая, обращена вверх, отрывает заготовку)	$M_{кр}$, P_z, P_v, P_h, P_y, s
Фрезерование (попутное) дисковой или цилиндрической прямозубой фрезой (P_h – горизонтальная составляющая, действует в направлении подачи; P_v – вертикальная составляющая, направлена вниз, прижимает заготовку)	$M_{кр}$, P_y, P_z, P_v, P_h, s
Фрезерование (попутное) цилиндрической фрезой с винтовым зубом (P_h – горизонтальная составляющая, действует в направлении подачи; P_v – вертикальная составляющая, направлена вниз, прижимает заготовку; P_o – сила, действующая в направлении оси вращения фрезы)	$M_{кр}$, P_o, P_h, P_v, s

Продолжение

Метод обработки и силы, по которым следует проводить расчет	Схема резания
Торцевое фрезерование (встречное) торцевой фрезой или торцевыми зубьями концевой фрезы, фрезерование шпоночной канавки по схеме спуска (P_h – горизонтальная составляющая, действует в направлении подачи; P_v – вертикальная составляющая, направлена вниз, прижимает заготовку; P_o – сила, действующая в направлении оси вращения фрезы)	
Фрезерование (встречное) боковыми зубьями концевой фрезы, фрезерование шпоночной канавки по предварительно просверленному отверстию (P_h – горизонтальная составляющая, действует в направлении подачи; P_v – вертикальная составляющая, направлена вниз, прижимает заготовку; P_o – сила, действующая в направлении оси вращения фрезы)	
Фрезерование зубьев червячной фрезой (P_z – тангенциальная сила, касательная к поверхности резания; P_x – сила подачи, действующая в направлении оси фрезы; P_y – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки)	

Окончание

Метод обработки и силы, по которым следует проводить расчет	Схема резания
Шлифование	
Шлифование торцов валов торцом шлифовального круга ($P_ш$ – сила шлифования; P_o – сила, действующая в направлении оси шлифовального круга)	
Врезное шлифование периферией круга цилиндрических поверхностей заготовки ($P_ш$ – сила шлифования; P_r – радиальная составляющая силы шлифования)	
Шлифование периферией круга плоских поверхностей заготовки ($P_ш$ – сила шлифования; P_r – радиальная составляющая силы шлифования)	
Протягивание	
Протягивание отверстия круглой протяжкой ($P_п$ – сила протягивания)	
Протягивание пазов шпоночной протяжкой ($P_п$ – сила протягивания; P_r – радиальная сила протягивания)	

* Указанные в таблице силы соответствуют по величине силам резания, действующим на инструмент, но противоположны им по направлению.

Обозначение основных элементов на принципиальных схемах ГОСТ 2.770-68

Элементы изделия	*Графическое обозначение*
Поверхности плит корпусов, пластин фундаментов и т. п.	
Валы, валики, оси, стержни, толкатели и т. п.	
Неподвижные звенья, стойки	
Направляющие и установочные отверстия корпусов	
Кинематические пары	
Вращающиеся кинематические пары	
Рычажные механизмы	
Подшипники	
Радиальный подшипник (любой)	
Упорный подшипник (любой)	
Радиальный подшипник скольжения	
Радиальный подшипник качения	
Радиально-упорный подшипник качения	

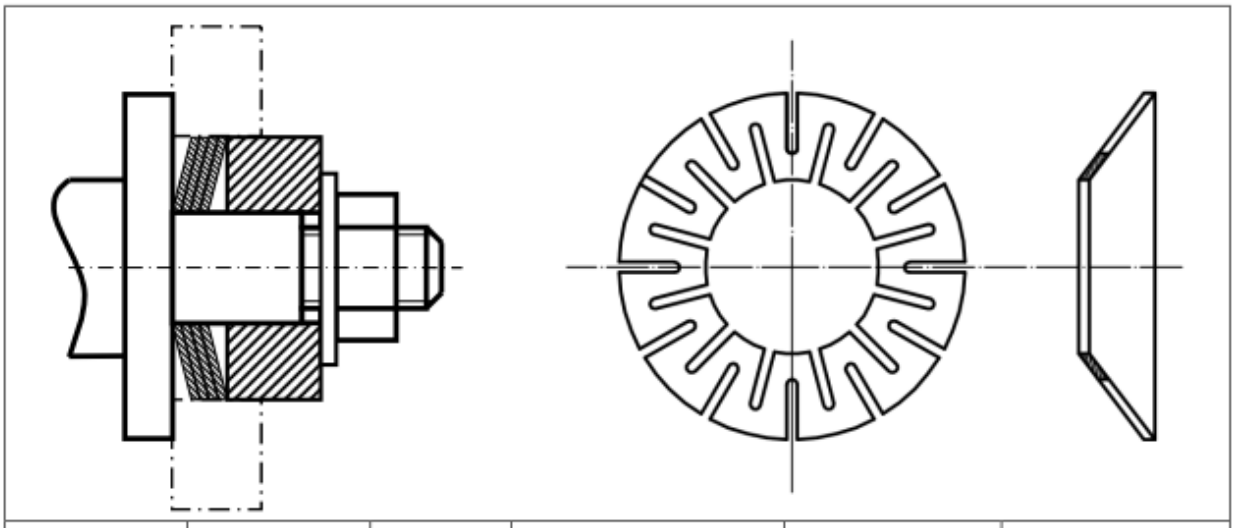
Продолжение

Элементы изделия	*Графическое обозначение*
Опоры	
Неподвижные опоры	
Подвижные опоры	
Зубчатые передачи	
Внешнее зубчатое зацепление	
Червячная передача	
Зубчато-реечные передачи	
Пружины	
Цилиндрическая пружина сжатия	
Цилиндрическая пружина растяжения	
Винт и гайка, преобразующие вращательное движение в поступательное	
Круглый эксцентрик с роликом и передаточным звеном	
Рукоятки на валу	

Окончание

Элементы изделия	*Графическое обозначение*
Силовые приводы	
Пневматический или гидравлический цилиндр двустороннего действия	
Пневматический или гидравлический цилиндр одностороннего действия	
Пневматическая камера с тарельчатой резинотканевой диафрагмой одностороннего действия	
Пневматическая камера с плоской резиновой диафрагмой двустороннего действия	
Патрон цанговый и цанговая оправка	
Патрон кулачковый	
Упорный центр	
Силовые зажимы и опоры (ГОСТ 3.1107-81)	
Одиночный зажим	
Двойной зажим	
Поводковый патрон	
Регулируемая (подводимая) опора	
Плавающая опора	

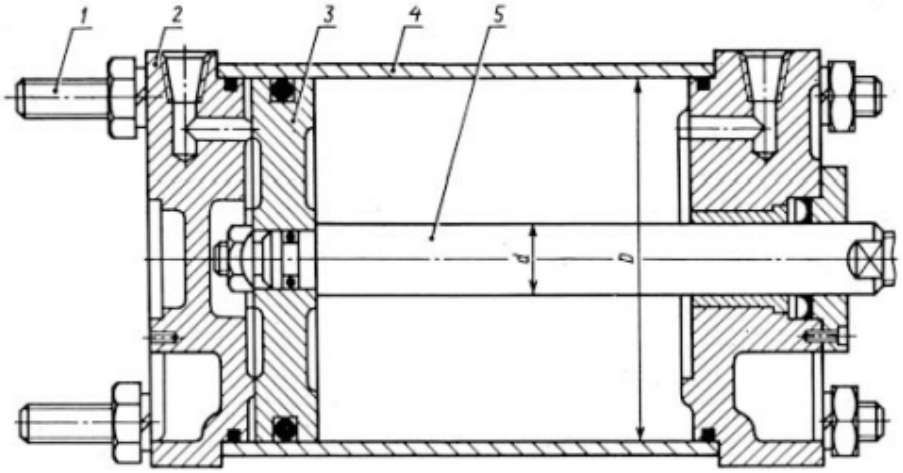
Характеристики тарельчатых пружин для разжимных оправок



Внутренний диаметр d, мм	*Наружный диаметр D, мм*	*Толщина S, мм*	*Наибольший крутящий момент, передаваемый одним элементом M, Нм*	*Требуемая осевая сила зажима Q, Н*	*Допустимое колебание диаметра зажимаемой заготовки*
Узкие пружины					
4 – 7	14 – 18	0,5	0,13 – 0,39	130 – 220	0,1
7 – 11	18 – 22	0,5	0,39 – 0,95	220 – 350	0,1
10 – 13	22 – 27	0,5	0,80 – 1,80	320 – 470	0,1
13 – 15	27 – 32	0,75	1,20 – 2,70	470 – 700	0,15
15 – 20	32 – 37	0,75	2,70 – 4,80	700 – 1000	0,15
20 – 25	37 – 42	0,75	4,80 – 7,50	1000 – 1200	0,15
25 – 30	42 – 47	0,75	7,50 – 10,80	1200 – 1400	0,15
30 – 35	47 – 52	0,75	10,80 – 14,70	1400 – 1700	0,15
35 – 45	52 – 57	0,75	14,70 – 19,00	1700 – 1900	0,15
40 – 45	57 – 62	0,75	19,00 – 24,00	1900 – 2100	0,15
45 – 50	62 – 67	0,75	24,00 – 30,00	2100 – 2400	0,15
50 – 55	67 – 70	0,75	30,00 – 36,00	2400 – 2600	0,15
Широкие пружины					
45 – 50	70 – 75	1,0	31,40 – 39,00	2850 – 3150	0,2
50 – 55	75 – 80	1,0	39,00 – 47,00	3150 – 3450	0,2
55 – 60	80 – 85	1,0	47,00 – 56,00	3450 – 3800	0,2
60 – 65	85 – 90	1,0	56,00 – 65,50	3800 – 4100	0,2
65 – 70	90 – 95	1,0	65,50 – 75,00	4100 – 4400	0,2
70 – 75	95 – 100	1,0	75,00 – 87,00	4400 – 4750	0,2
75 – 80	100 – 105	1,0	87,00 – 100,00	4750 – 5050	0,2
80 – 85	105 – 110	1,0	100,00 – 113,00	5050 – 5350	0,2
85 – 90	110 – 115	1,0	113,00 – 127,00	5350 – 5650	0,2
90 – 95	115 – 120	1,0	127,00 – 141,00	5650 – 6000	0,2
95 – 100	120 – 125	1,0	141,00 – 157,00	6000 – 6300	0,2
100 – 105	125 – 130	1,0	157,00 – 173,00	6300 – 6600	0,2

Параметры пневмо- и гидроцилиндров по ГОСТ 6540-68

Пневмоцилиндр двустороннего действия



1 – крепежные шпильки, 2 – крышка цилиндра, 3 – поршень, 4 – корпус цилиндра, 5 – шток

Диаметры цилиндров (поршней) D, мм

Основной ряд	*Дополнительный ряд*
10 12 16 20 25 32 40 50 63 80 100 125 160 200 250 320 400 500 630 800	36 45 56 70 90 110 140 180 220 280 360 450 560 710 900

Диаметры штоков d, мм

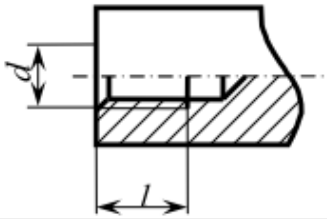
Основной ряд	*Дополнительный ряд*
4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40 50 63 80 100 125 160 200 250 320 400 500 630 800	14 18 22 28 36 45 56 70 90 110 140 180 220 280 360 450 560 710 900

Номинальные давления p, МПа

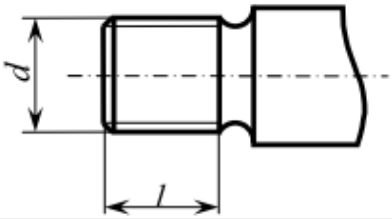
Для пневмоцилиндров	*Для гидроцилиндров*
0,63 1,0 1,6	0,63 1,0 1,6 2,5 6,3 10 16 20 25 32 40 50 63

Варианты исполнения штоков

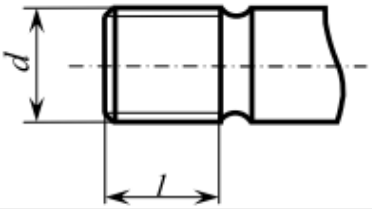
С внутренней резьбой



С наружной резьбой и уступом



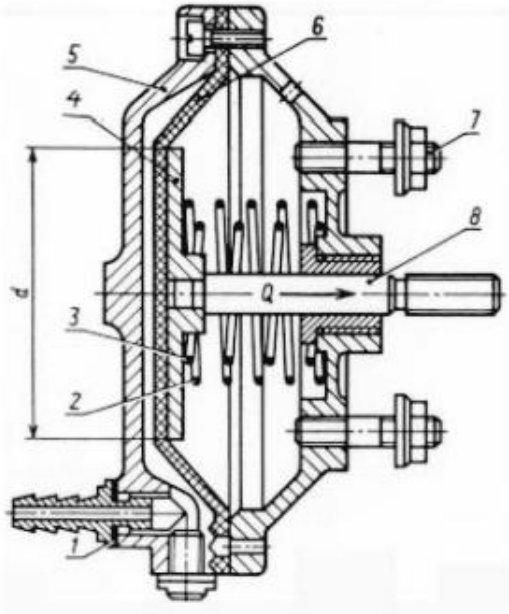
С наружной резьбой без уступа



Рекомендуемые номиналы резьбы
M3, M4, M5, M6, M8, M10, M12, M14, M16, M18, M20, M22, M24, M27, M30, M33, M36, M42, M48, M56, M64

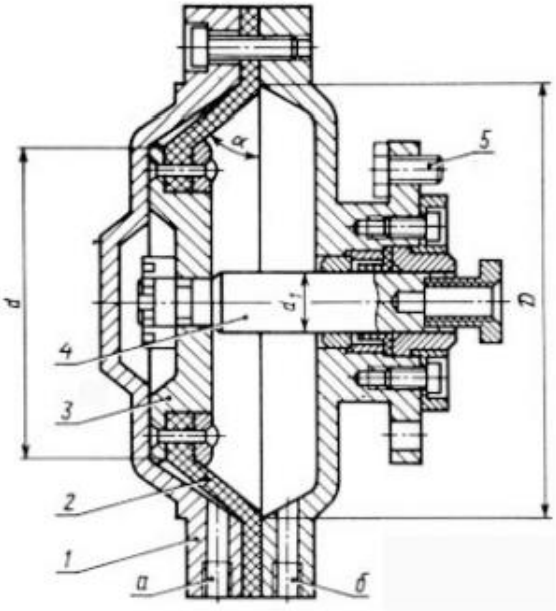
Параметры диафрагменных пневматических камер

Пневмокамера одностороннего действия



1 – штуцер, 2, 3 – пружины, 4 – опорный диск, 5 – корпус, 6– диафрагма, 7 – крепежные элементы, 8 – шток

Пневмокамера двустороннего действия



1 – корпус, 2 – диафрагма, 3 – диск, 4 – шток, 5 – крепежные элементы, а, б – отверстия для подвода воздуха

Наружный диаметр корпуса, мм		
175	200	230
Диаметр диафрагмы D, мм		
130	148	178
Диаметр опорной тарели, d, мм		
80	88	120
Ход штока l, мм		
30	35	40
Диаметр штока d_1, мм		
16	16	20
Наибольшая сила на штоке Q, Н		
2750	3250	6000