

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ»

Набережночелнинский филиал
Кафедра КТМП

Контрольная работа

по дисциплине: «Технологическая оснастка»
на тему: «Проектирование маршрутной технологии
и технологической оснастки на деталь - вал»

КР.111424.32.000.ПЗ.

Выполнил: студент гр.23301

Хабиров А.А.

Проверил: д.т.н.

Панкратов Д.Л.

Набережные Челны

2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	стр. 3
1. Технические характеристики детали	стр.4
1.1. Описание материала	стр.5
1.2. Классификация рабочих поверхностей	стр.5
2. Проектирование маршрутной технологии	стр.7
3. Проектирование технологической оснастки	стр.8
3.1. Выбор способа базирования детали	стр.8
3.2. Разработка специальной схемы приспособления	стр.8
3.3. Расчет режимов резания	стр.9
3.4. Расчет сил резания при фрезеровании	стр.10
3.5. Расчет коэффициента надежности закрепления детали	стр.10
3.6. Расчет сил зажима	стр.10
3.7. Определение тягового усилия Q	стр.12
3.8. Расчет точности обработки	стр.13
3.9. Описание конструкции и работы приспособления	стр.14
Список использованной литературы	стр.15

					КР.1114.24.32.000.ПЗ			
					Контрольная работа	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист							1:1
Разраб.	Хабилов А.А.							
Провер.	Панкратов Д.Л.							
Т. Контр.						Лист2	Листов	15
Реценз.						НЧФ КНИТУ-КАИ		
Н. Контр.						гр. 23301		
Утв.	Панкратов Д.Л.							

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении заданные формы и размеры деталей с требуемой точностью их параметров и необходимости качеством поверхностного слоя обеспечивается в основном путём механической обработки.

Для выполнения механической обработки любой детали необходимы:

- Технологическое оборудование – металлорежущие станки;
- Технологическая оснастка, включающая в себя:
 - Режущие и вспомогательные инструменты;
 - Приспособления для установки и закрепления обрабатываемых деталей;
 - контрольно-измерительные средства.

Применение приспособлений позволяет:

- устранить разметку заготовок перед обработкой; возвысить её точность;
- увеличить производительность труда на операции;
- снизить себестоимость продукции;
- облегчить условия и обеспечить её безопасность;
- расширить технологические возможности оборудования;
- применить технически обоснованные нормы времени и стратить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технического прогресса, требует создания конструкций приспособлений, методов их расчёта, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства.

В моём проекте проектируется приспособление для фрезерования шпоночного паза детали «вал». Я анализирую базирование заготовки приспособления, рассчитываю погрешность закрепления, возвожу выбор оборудования и техоснастки для разработки шпоночного паза, рассчитываю режимы резания и экономическую эффективность разработанного мною спецприспособления на обработку детали с партией 3000 в год.

					КР.1114.24.32.000.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТАЛИ

Вал – геометрическое тело цилиндрической формы, которое в виду своих конструктивных особенностей, может передавать движение другим частям механизма.

Главное отличие вала от оси является то, что вал осуществляет передачу вращающего момента от одной детали к другой, а ось является опорной деталью, не передающей вращения.

На валах устанавливаются шкивы, зубчатые колеса, звездочки и другие детали вращения. Как и у осей у валов существуют разновидности, это могут быть трансмиссионные валы, коренные валы, шпиндели. По геометрическим параметрам валы подразделяются на следующие формы: прямые валы, гибкие и коленчатые валы.

Гладкие цилиндрические валы и оси могут быть ступенчатыми или гладкими, однако при их конструировании следует минимизировать число ступеней или по возможности обходиться без них.

Детали, собираемые на валу или оси должны свободно устанавливаться к своей посадочной поверхности и располагаться как можно ближе к опорам для повышения жёсткости кинематической конструкции. Поверхность валов и осей подвергают термической обработке с целью упрочнения и повышения несущей способности.

При вращении валы подвергаются циклически изменяемым напряжениям при работе механизма. На работоспособность деталей вращения влияет сопротивление усталости и прочностные характеристики. Из практики установлено, что в основном разрушение валов и осей происходит из-за усталости используемого материала, подвергающегося воздействию крутящих и изгибающих моментов возникающих при работе скоростных машин.

1.1. Описание материала

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

КР.111424.32.000.ПЗ.

Химический состав в % материала 45X
ГОСТ 4543-71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.41 - 0.49	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8 - 1.1	до 0.3

Технологические свойства материала 45X.

Свариваемость:	трудносвариваемая.
Флокеночувствительность:	чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	склонна.

Механические свойства при T=20°C материала 45X.

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
	мм		МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	
Прутки, ГОСТ 4543-71	Ø 25		1030	835	9	45	490	Закалка 840°C, масло. Отпуск 520°C, вода.

Твердость 45X после отжига, ГОСТ 4543-71	HB 10 ⁻¹ = 229 МПа
Твердость 45X, Прутки горячекатан. ГОСТ 10702-78	HB 10 ⁻¹ = 179 МПа

Физические свойства материала 45X.

T	E 10 ⁻⁶	α 10 ⁻⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.06			7820		
100		12.8				
200		13				
300		13.7				
T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁻⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹

1.2. Классификация рабочих поверхностей

Любая деталь, создаваемая конструктором, предназначена выполнять соответствующее служебное назначение посредством ее поверхностей. Следовательно, каждая ее поверхность предназначена выполнять определенную служебную функцию.

Анализ деталей различных изделий показывает, что независимо от того, в какие изделия входит деталь, она предназначена или непосредственно участвовать в рабочем процессе, осуществляемом изделием, или выполнять роль базовой детали для монтажа на ней других деталей. Таким образом, признак служебного назначения позволяет классифицировать все детали

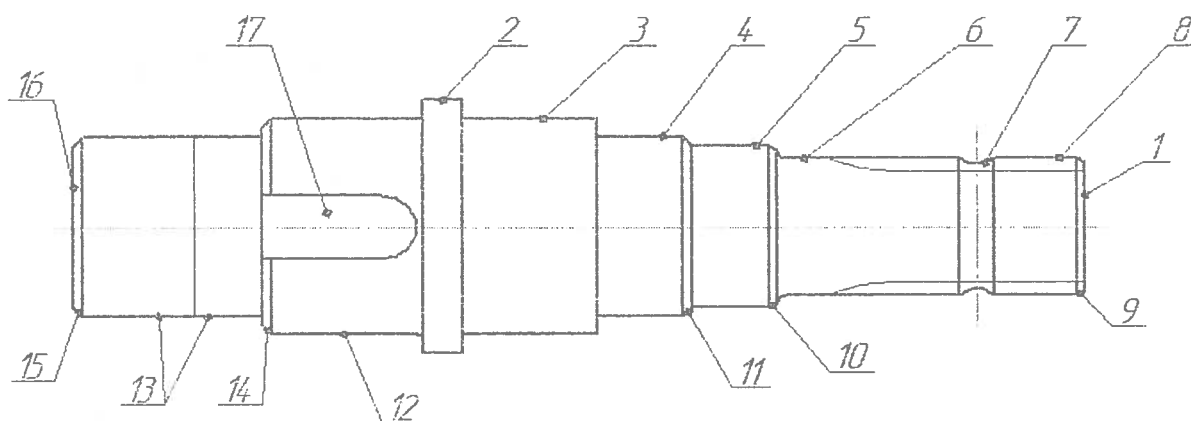
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

КР.1114.24.32.000.ПЗ

Лист

5

(независимо от их конструктивного и геометрического оформления, материала, массы) на детали: базовые; участвующие в рабочем процессе; выполняющие роль базовых и одновременно участвующих в рабочем процессе.



Классификация рабочих поверхностей вала:

1. Плоская торцевая поверхность $\varnothing 38$ Ra 20.
2. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 70$ без обработки.
3. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 60$ Ra 20.
4. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 50$ Ra 1,25.
5. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 45$ Ra 0,63.
6. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 38$ Ra 2,5.
7. Сферическая поверхность R6,5 Ra 20.
8. Шлицевая поверхность D-8x31x38f7x6d9 Ra 5,0, Ra 10,0
9. Коническая поверхность 2x30° Ra 20.
10. Коническая поверхность 2x30° Ra 20.
11. Коническая поверхность 2,5x45° Ra 20.
12. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 60$ Ra 2,5.
13. Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 50$ Ra 1,25.
14. Коническая поверхность 2,5x45° Ra 20.
15. Коническая поверхность 2,5x45° Ra 20.
16. Плоская торцевая поверхность $\varnothing 50$ Ra 20.
17. Паз 18x4,6x40 Ra 5,0.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

6

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Проектирование маршрутной технологии представляет собой решение задачи проектирования технологического процесса в целом и сводится к установлению порядка операций с указанием режима и необходимого оборудования для ее проведения.

Проектирование маршрутной технологии для корпусных, базовых и других трудоемких деталей, обрабатываемых на поточных линиях, должно осуществляться на каждое наименование детали в отдельности.

При маршрутной технологии, предложенной К. Т. Кошкиным, разрабатывается технологический процесс на устранение определенного сочетания дефектов и наивыгоднейшую последовательность выполнения технологических операций, при кратчайшем маршруте прохождения деталей по цехам и участкам. При этом возрастают значение и роль способа восстановления деталей, так как содержание маршрута определяется именно способом восстановления. Так как детали автомобиля имеют разнообразные дефекты, устраняемые различными способами, то и сочетание дефектов в подавляющем большинстве случаев не может быть охвачено одним маршрутом, с одним технологическим процессом. Очевидно, что для каждого сочетания дефектов (каждого маршрута) необходим свой технологический процесс.

Учитывая рекомендации в справочниках и виды поверхностей с требуемой к ним шероховатостью составим маршрутную карту нашей детали – вала (см. приложение – «Маршрутная карта»).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КР.111424.32.000.ПЗ.

Лист

7

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

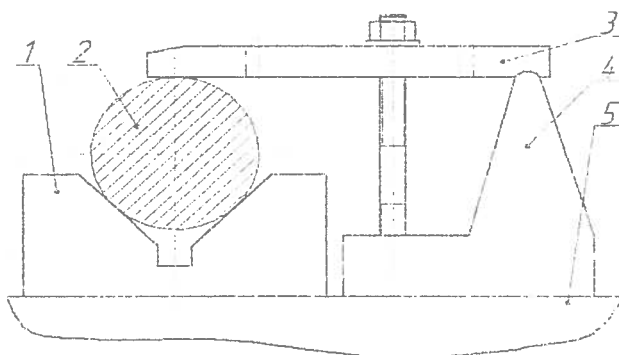
3.1. Выбор способа базирования детали

В любой технологической операции требуется полная ориентация детали, то есть число опор и их расположение должно быть таким, чтобы не возникало сдвигов или вращения заготовки относительно трех координатных осей. В этом случае заготовка лишается всех степеней свободы и положение ее баз в пространстве является определенным. Число опор, на которые устанавливают деталь, должно быть равно шести или максимально возможным для базирования обрабатываемой детали; их взаимное расположение должно обеспечить устойчивую установку детали в приспособлении.

Для фрезерования деталь будем базировать на широкой сдвоенной призме, которая будет закреплена на плите. Шлицевой конец детали будет удерживать специальный упор с пазом для шлица для эффективного противодействия проворачиванию заготовки вокруг своей оси. Заготовку зажимаем двумя прижимными планками, которые приводятся в действие винтами и гайками ручным способом.

3.2 Разработка специальной схемы приспособления

При анализе технологической операции было установлено, что при выбранной схеме базирования и закрепления заготовка устанавливается на призмы, базируется на цилиндрическую поверхность. Сверху поджимается прижимом, имеющим призматическую форму.



Заготовка закрепляется ручным винтовым зажимом. На рисунке – схема приспособления: 1-сдвоенная призма; 2-заготовка; 3-прижимная планка; 4-стойка; 5-стол станка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

8

3.3 Расчет режимов резания

Глубина резания:

$$t = 4,6 \text{ мм.}$$

Рекомендуемая подача на зуб:

$$S_z = 0,01 \text{ мм/зуб.}$$

Среднее значение стойкости инструмента:

$$T_p = 80 \text{ мин.}$$

$$D_{\text{фрезы}} = 200 \text{ мм.}$$

$$Z_{\text{фрезы}} = 2$$

Табличная скорость резания:

$$v_{\text{табл}} = 19 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 18} = 336 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Станок обеспечивает число оборотов:

$$n = 315 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 315}{1000} = 17,8 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

Расчетная минутная подача:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,01 \cdot 2 \cdot 315 = 6,3 \frac{\text{мм}}{\text{мин.}}$$

Проверочные расчеты на мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = E \frac{v \cdot b \cdot z}{1000} k_1 k_2 = 0,17 \frac{17,8 \cdot 18 \cdot 2}{1000} \cdot 1 \cdot 1 = 0,109 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ив}} = 7,5 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ив}} \cdot \eta.$$

$$0,109 \leq 7,5 \text{ кВт.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

9

3.4 Расчет сил резания при фрезеровании

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^k \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_p.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4,6^{0,86} \cdot 0,01^{0,72} \cdot 18^1 \cdot 2}{18^{0,86} \cdot 315^0} \cdot 1 = 276 \text{ Н.}$$

$$P_x = 0,8P_z = 220,8 \text{ Н.}$$

$$P_y = 0,75P_z = 207 \text{ Н.}$$

3.5 Расчет коэффициента надежности закрепления детали

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \text{ где:}$$

$K_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса.

$K_1=1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

$K_2=1,8$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента.

$K_3=1,2$ – коэффициент, учитывающий изменение сил резания при обработке прерывистых поверхностей.

$K_4=1,0$ – коэффициент, учитывающий непостоянство сил при зацеплении.

$K_5=1,0$ – коэффициент, учитывающий непостоянство сил зажимных устройств.

$K_6=1,0$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контактов плоских базовых поверхностей.

$$K = 1,5 \times 1 \times 1,8 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 = 3,24.$$

3.6 Расчет сил зажима

На практике расчет сил зажима обрабатываемой заготовки производится в двух основных случаях:

1. При использовании имеющихся универсальных и переналаживаемых приспособлений с зажимными устройствами, развивающими определенную силу зажима.

2. При конструировании новых приспособлений.

В первом случае расчет сил зажима носит проверочный характер. При этом рассчитанная из условий обработки необходимая сила зажима должна быть меньше или равна той силе, которую развивает зажимное устройство используемого приспособления. Если это условие не соблюдается, то изменяют режим обработки с целью уменьшения необходимой силы зажима и производят проверочный расчет. Решение может производиться и в обратном порядке. Тогда по известной силе зажима имеющегося приспособления определяют допустимые силы резания и задают условия обработки.

При конструировании новых приспособлений расчет сил зажима может быть сведен к решению задачи статики на равновесие заготовки под действием приложенных к ней внешних сил. Все внешние силы условно делятся на возмущающие и уравнивающие заготовку. Возмущающие силы приводят к смещению заготовки из положения, установленного при ее базировании. К ним относятся:

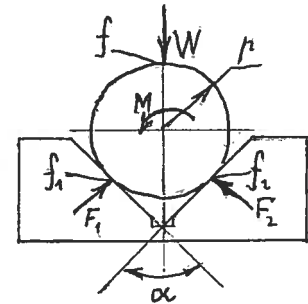
- составляющие силы резания,
- объемные силы (вес заготовки, центробежные силы и силы инерции).

Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку во взаимно перпендикулярном направлении. Силе резания P противодействуют силы трения между нижней базовой плоскостью заготовки и опорными штырями приспособления и между верхней плоскостью заготовки и зажимными элементами. При этом требуемая сила зажима:

$$W = \frac{KM_7}{\frac{f_1 r + f_2 r}{\sin(45^\circ)} \approx \frac{\alpha}{2}}$$

$f_1 = f_2 = 0.8$. — коэффициенты трения.

$$W_{\text{поп}} = \frac{3,24 \cdot 276 \cdot 10^{-3}}{\frac{0,8 \cdot 0,03 + 0,8 \cdot 0,03}{0,707}} = 26,35 \text{ Н.}$$



Сила зажима действующая относительно продольно действующей силы резания:

$$W_{\text{пр}} = \mu P_z = 0,8 \cdot 276 = 220,8.$$

Выбираем наибольшую силу зажима и умножаем на коэффициент надежности

$$W = W_{\text{пр}} \cdot K = 276 \cdot 3,24 = 894 \text{ Н.}$$

3.7 Определение тягового усилия Q.

Сила создаваемая резьбовым зажимом:

$$W = \frac{QL}{r_{cp} \cdot \lg(\alpha + \varphi_{np}) + 0.67 fr}$$

Q — искомая сила на ключе резьбового зажима, прикладываемая рабочим, н; W — требуемая сила зажима винтом, н; L — расстояние от оси винта до точки приложения сил Q, мм, d — номинальный наружный диаметр резьбы, мм; r_{cp} — средний радиус резьбы винта (можно принимать $r_{cp} = 0,45d$), мм; $\alpha = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$ — угол подъема витка резьбы; для создания условия самоторможения резьбового зажима $\alpha \leq 6^\circ 30'$; $\lg \alpha = \frac{S}{2\pi r_{cp}}$; φ — приведенный угол трения в резьбовой паре ($\varphi \approx 6^\circ 40'$); $\lg \varphi_{np} = \frac{f}{\cos \beta}$; $f = 0,1 \dots 0,15$ — коэффициент трения при плоском контакте двух сопрягаемых деталей (на нижнем торце гайки или винта); r — радиус цилиндрической части нижнего конца винта, мм.

Исходный размер винта берем М8. Найдём из приведенной формулы силу зажима:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

12

$$Q = \frac{W(r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0.67 f_r)}{L};$$

$$Q = \frac{894(3,6 \cdot \operatorname{tg}(3,3^\circ + 6,7^\circ) + 0,67 \cdot 0,12 \cdot 4)}{6} = 142,4 \text{ Н.}$$

Таким образом, сила, действующая при зажиме непосредственно на гайку:

$$Q = 142,4 \text{ Н.}$$

3.8 Расчет точности обработки

Приспособление устанавливается на стол станка и выверяется по техническим требованиям:

- отклонение от параллельности оси контрольного валика, установленного в призму, относительно поверхности стола станка не более 0,005 мм;

- отклонение от перпендикулярности оси контрольного валика, установленного в призму, относительно поверхности направляющей шпонки 0,01 мм.

$$\delta_{\Sigma} = K \times \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{np}^2 + \delta_{оп}^2 + \delta_{баз}^2 + \delta_3^2 + \delta_{и}^2 + \delta_{ри}^2 + \delta_d^2 + \delta_{из}^2},$$

где $K = 1,2$ - коэффициент зависящий от случайных погрешностей;

$\delta_c = 0$ - погрешность станка в ненагруженном состоянии вызываемая погрешностями изготовления и сборки, мм;

$\delta_{np} = 0,005$ - погрешность расположения на станке посадочных поверхностей, мм;

$\delta_{оп} = 0,01$ - погрешность расположения опорных поверхностей относительно посадочных поверхностей приспособления, мм;

$\delta_{баз}$ - погрешность базирования заготовки в приспособлении, мм;

$\delta_3 = 0$ - погрешность вызываемая закреплением заготовки, мм;

$\delta_{и} = 0$ - погрешность изготовления инструмента, мм;

$\delta_{ри} = 0$ - погрешность расположения инструмента на станке, мм;

$\delta_d = 0$ - погрешность вызываемая деформацией при обработке, под действием сил резания, мм;

$\delta_{из} = 0$ - погрешность вызываемая износом инструмента, мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

13

$$\delta_{\text{баз}} = \frac{ITd_1}{2} \left(\frac{1}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \right) ;$$

где $ITd_1 = 0,016$ - допуск на размер, мм; α - угол призмы, град.

$$\delta_{\text{баз}} = \frac{0,016}{2} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot \sin 45^\circ} \right) = 0,006$$

$$\delta_{\Sigma} = 1,2 \times \sqrt{0,005^2 + 0,01^2 + 0,006^2} \approx 0,015 \text{ мм.}$$

Необходимо выполнить условие:

$$\delta_{\Sigma} \leq a,$$

где $a = 0,043$ - допуск на паза, мм

$$0,043 \text{ мм} \geq 0,015 \text{ мм}$$

Условие выполняется.

3.9 Описание конструкции и работы приспособления

Конструкция приспособления изображена на чертеже. Данное приспособление базируется на стол фрезерного станка, базирясь по центральному Т-образному пазу и крепится на столе при помощи привертных болтов. На основании приспособления крепятся опорные призмы при помощи винтов и штифтов. Гидроцилиндр устанавливается с помощью болта и пружинной шайбы, в шток гидроцилиндра вкручивается тяга, которая фиксируется гайкой.

В поршневую полость гидроцилиндра подается масло, которое перемещает поршень со штоком вверх, тем самым тяга перемещается вверх и поворачивает рычаг относительно оси, при этом заготовка закрепляется рычагом. Раскрепляется заготовка подачей в штоковую полость гидроцилиндра масла, который перемещает поршень со штоком вниз, тем самым тяга перемещается вниз и происходит раскрепление заготовки.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

КР.1114.24.32.000.ПЗ.

Лист

14

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога - машиностроителя. Т2 под ред. А.Г. Косиловой и др. - М.: Машиностроение, 1985 г. 496 с., ил.
2. Станочные приспособления: Справочник. В 2х томах. - Т1 под ред. Б.Н. Вардашкина и др., 1984, 592с., ил.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов и др. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с., ил.

Маршрутная карта