

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

\_\_\_\_\_ В. О. Залога

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ФЛАНЦЯ УПОРНОГО 455.101.57-01**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

К. О. Каракай

Керівник

Б. А. Ступін

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

## Реферат

Записка: страниц 82, рисунков 16, таблиц 21, приложений 3, источников 18.

Объект исследования – деталь «Фланец упорный».

Цель работы – проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец упорный» позиции 455.101.57-01.

В данной работе проанализированы служебное назначение машины, узла и детали; технические требования, предъявляемые к детали, ее технологичность и способ получения заготовки.

В работе разработана операционная технология для двух операций технологического процесса – 015 – токарная с ЧПУ и 025 – комплексная с ЧПУ. Так же для этих операций рассчитаны режимы резания и произведено нормирование времени. Выбраны станочные приспособления, режущий и мерительный инструмент для обработки данной детали на исследуемых технологических операциях.

Выполнен раздел охраны труда, который посвящен сосудам под давлением, так как в цехах это является важным.

Разработан комплект технической документации.

**ФЛАНЕЦ УПОРНЫЙ, НАСОС, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ.**

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.....	5
2 Анализ технических требований на изготовление детали.....	12
3 Определения типа производства и организационных условий работы.....	16
4 Анализ технологичности конструкции детали .....	20
5 Выбор способа получения заготовки .....	26
6 Анализ существующего технологического процесса.....	30
6.1 Расчет припусков на механическую обработку .....	30
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления за-готовки.....	32
6.3 Обоснование выбора металлорежущего станка.....	40
6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	42
6.5 Расчет режимов резания .....	44
6.6 Техническое нормирование операции .....	53
7 Проектирование станочного приспособления .....	57
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	71
Выводы .....	76
Список использованных источников .....	77
Приложение А. Заводской чертеж детали .....	84
Приложение Б. Расчет припусков.....	85
Приложение В. Спецификация на приспособление .....	86

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления фланца упорного 455.101.57-01	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Каракай</i>						2	85
<i>Пров.</i>	<i>Ступин</i>					<i>СумГУ, ТМЗ-41с</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>							
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>							















МПа ( $45 \text{ кгс/см}^2$ ) в течение 5 мин и при частоте вращения 3000об/мин в течение 15 мин при рабочем давлении 3,1 МПа ( $31 \text{ кгс/см}^2$ ).

В течение первых 5 минут работы давление перед уплотнением должно составлять 0,5 МПа ( $5 \text{ кгс/см}^2$ ) с последующим увеличением его до рабочего. Утечка при этом не должна превышать  $8,33 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  (0,3 л/ч).

Более подробно сборочная единица «Уплотнение торцовое» изображена на сборочном чертеже (приложение Б) и детали сборочного узла указаны в спецификациях.

Деталь «Фланец упорный» 455.101.57-01 входящая в изделие «Уплотнение торцовое» предназначена для крепления всего сборочного узла к корпусу насоса при помощи шести болтов М16-6gx55.56.019 ГОСТ 7798 – 70, базирование в корпусе насоса происходит по посадке  $\varnothing 180\text{H}7/\text{g}6$ . Также деталь предназначена для крепления штуцера при помощи резьбового соединения М14 - 7Н/6g для промывки всего торцового уплотнения. Для возможности осуществления промывки на детали имеется отверстие под углом и канавка.

Деталь предназначена для размещения уплотнительных колец.

Деталь также предназначена для возможности перемещения аксиально – подвижной обоймы, которая имеет возможность перемещаться в отверстии детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 благодаря посадке с зазором  $\varnothing 146\text{H}7/\text{g}6$ .

«Фланец упорный» также предназначен для возможности стопорения в осевом направлении детали 12 – «Втулка» при помощи «Монтажной скобы» 14 и двух болтов М6 – 6g x 12.56.019 ГОСТ 7798 – 70 (поз. 26 (приложение В)), которые непосредственно вкручиваются в «Фланец упорный» 455.101.57-01 фиксируя скобу и тем самым стопоря втулку.

Конструктивными особенностями детали можно считать лыску под углом  $25^\circ$  к оси детали, а также ступенчатое отверстие на этой лыске, которое при правильном изготовлении должно попадать в канавку 14 (рисунок 1.3), необходимую для осуществления возможности промывки уплотнения. Также особенностью данной детали в том, что имеются три канавки, (две внутренних и одна торцовая) с шероховатостью всех трех поверхностей канавок по критерию Ra в 1,6 мкм. Такая шероховатость обусловлена размещением уплотнений. Также конструктивной особенностью являются 4 шипа на левом торце, в которых имеется по одному отверстию  $\varnothing 1,5 \text{ мм}$ .

Условия эксплуатации.

Деталь при работе в узле и в самом насосе не испытывает ударных и циклических нагрузок. Нагрузки воспринимают лишь некоторые резьбовые поверхности, которые нагружаются в основном за счет сил затяжки. Деталь

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

непосредственно контактирует с водной средой. Деталь также своими поверхностями контактирует и с окружающей средой, может быть подвержена ударно – механическому воздействию при установке, сборке или транспортировке.

Деталь и изделие, также как и насос эксплуатируется в помещениях в умеренных условиях в диапазоне температур от +5 до +35°C.

Сама деталь и изделие при работе шума не создают, но агрегат – насос и двигатель создают шум в 50-60 Дб.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

## 2 Анализ технических требований на изготовление детали

Данная деталь «Фланец упорный» 455.101.57-01 относится к деталям типа фланцев, так как отношение  $l/d < 1$  ( $69/260 < 1$ ). Деталь сама по себе является жесткой, так как имеет довольно большую толщину стенок в районе поверхностей закрепления, то есть не будет деформироваться под действием сил закрепления (например, в трехкулачковом патроне). Вследствие того, что деталь жесткая можно использовать более интенсивные режимы обработки на черновых операциях.

Материал детали – коррозионностойкая сталь 08X18H10T ГОСТ 5632-88. Химический состав данной марки стали приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 08X18H10T ГОСТ 5632-88

Химический состав, %																
Fe	C	As	Al	B	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	N	Ni	No	P, S	Se	Si	Ti
Остальное	<0,08	-	-	-	-	17,0-19,0	<0.3	<2,0	-	-	9,0-11,0	-	<0.035	-	<0,8	0,6 – 0,80

Данный материал был выбран конструктором не случайно, а закономерно, так как деталь в процессе работы контактирует некоторыми своими поверхностями с водной средой и поэтому не должна поддаваться коррозии. Хотя применение коррозионностойких материалов и увеличивает цену детали, в конечном счете, но их применение с точки зрения нормальной и безотказной работы всего насоса необходимо.

На чертеже детали имеются точные поверхности с высоким требованием к шероховатости и допусками расположения. Поверхность  $\varnothing 180g6$  имеет малый допуск и шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм потому, что данная поверхность является основной конструкторской базой для всей сборочной единицы «Уплотнение торцовое» и допуск посадки, а следовательно и зазор, который влияет на точность центрирования узла должны быть как можно меньше, поэтому 6-й квалитет поверхности и шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм вполне обоснованы конструктором. Поверхность  $\varnothing 146H7$  имеет такой допуск (0,04 мм), шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм, а также допуск радиального биения 0,03 мм относительно базы A (поверхности  $\varnothing 180g6$ ) потому что эта поверхность является вспомогательной конструкторской базой детали с которой контактирует деталь аксиально – подвижная обойма (поз. 10 рисунок 1.2), то есть можно говорить, что данные требования к этой поверхности обоснованы конструктором.

																	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата													

ТМЗ 16510077-00.ПЗ



На чертеже были обнаружены размеры с неуказанными полями допусков, а лишь с отклонениями. Это отклонение размера внутренней поверхности  $\varnothing 155^{(-0,1)}$ , которое по таблицам допусков и посадок соответствует предельному отклонению Н9. Так же отклонение размера поверхности торцевой канавки  $\varnothing 195^{(+0,15)}$ , которого стандартного по таблицам допусков и посадок для данного размера нет (поле допуска находится между Н9 и Н10). Данные замечания можно отнести к недостаткам и недочетам в работе конструктора.

Согласно техническим требованиям, которые указаны на чертеже детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 деталь должна изготавливаться из поковки второй группы Гр. II из стали 08Х18Н10Т, твердостью до 179НВ по ГОСТ 25054 – 81, но также указано, что допускается замена на поковку третьей группы Гр. III из стали 12Х18Н10Т, твердостью до 179НВ по ГОСТ 25054 – 81. Поковка третьей группы обойдется производству дороже, нежели поковка второй группы, так как к поковке третьей группы предъявляются более жесткие требования к контролю на заготовительной операции, (наименьшие требования предъявляются к поковкам первой группы, которые используются в основном для малоответственных деталей). Согласно ГОСТ 25054 – 81 к поковкам второй группы предъявляются следующие правила приема, а именно должен производиться контроль твердости пяти процентов поковок от партии, но выборка должна составлять не менее пяти поковок. Поковки должны быть одной марки стали, прошедшие термическую обработку совместно. Правила приема поковок третьей группы: контроль твердости 100 % поковок. Поковки должны быть одной марки стали совместно прошедшие термическую обработку по одинаковому режиму. Данные требования к группам поковок проставленные конструктором обоснованы тем, что деталь работает в агрегате ЦНС 240...2 и выход из строя детали приведет к поломке агрегата.

Таким образом, наличие материала заменителя удобно с экономической точки зрения и в меньшей степени приводит к простоему производства, в случае отсутствия материала детали, предложенного конструктором (если имеется материал заменитель).

Третьим пунктом в технических требованиях указано, что неуказанные предельные отклонения размеров на чертеже детали необходимо обрабатывать с точностью 14 – го качества. Все отверстия или охватываемые поверхности с полем допуска Н14, все валы или охватываемые поверхности с полем допуска h14, а все линейные размеры с допуском 14 – го качества и полем допуска симметричным в обе стороны относительно номинального размера.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Четвертым пунктом технических требований указано, что размеры со знаком \* обеспечиваются инструментом, то есть зависят от размеров и параметров самого инструмента, а именно это различного рода радиуса в канавках.

Пятым пунктом указана необходимость маркировать деталь, а именно маркировать обозначение чертежа и марку материала. Также на самом чертеже указано место маркировки, и обозначение, что деталь нужно клеймить ударным способом.

В целом же чертеж выполнен со всеми требованиями ЕСКД, за исключением некоторых неточностей указанных выше. На чертеже достаточно видов и разрезов для представления формы детали и возможности ее изготовления, также указаны все размеры.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

### 3 Определения типа производства и организационных условий работы

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$ , который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течении месяца, к числу рабочих мест.

Производим расчет  $K_{з.о.}$ , согласно [3].

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделий  $N = 300$  штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

Действительный годовой фонд работы оборудования,  $F_{д} = 4029$  часов.

Для расчета  $K_{з.о.}$  необходимо знать штучное время на выполнение механических операций. Данные о штучном времени изготовления детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 на механические операции возьмем из базового технологического процесса.

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин
015	Токарно - винторезная	20
020	Токарно - винторезная	50
030	Вертикально - фрезерная	20
035	Радиально - сверлильная	15
040	Радиально - сверлильная	15
050	Вертикально - фрезерная	20
055	Радиально - сверлильная	15

Зная штучное время, затраченное на каждую операцию, определяем количество станков по формуле:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{д} \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

где  $N$  - годовая программа выпуска изделий, шт;

$T_{шт}$  - штучное время;



$F_d$  - действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{з,н}$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования, по (3, с.20)

$$\eta_{з,н} = 0,8$$

Таблица 3.2 - Нормирование операций

№ операции	Наименование операции	$T_{шт-к}, T_{шт}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
015	Токарно - винторезная	20	0,031	1	0,031	25,78
020	Токарно - винторезная	50	0,077	1	0,077	10,31
030	Вертикально - фрезерная	20	0,031	1	0,031	25,78
035	Радиально - сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
040	Радиально - сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
050	Вертикально - фрезерная	20	0,031	1	0,031	25,78
055	Радиально - сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
$\Sigma$	-	155	-	7	-	190,81

Коэффициент закрепления операции подсчитываем по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.2)$$

Таким образом коэффициент закрепления операции равен:

$K_{з.о.} = \frac{190,81}{7} = 27,26 \approx 27$ , что соответствует мелкосерийному типу производства, так как  $K_{з.о.}$  входит в пределы  $20 < 27 < 40$ .

Определяем форму организации производства.

Определяем партию запуска по формуле [3 с. 23]:

$$n = Na/254, \quad (3.3)$$

где  $a = 24$  – периодичность запуска в днях (выбрана по рекомендациям [3]).

$n = 300 \cdot 24 / 254 = 28,3$ , принимаем партию запуска 29 штук.

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ					

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ш-к}}{n} = \frac{155}{7} = 22,14 \text{ мин.}$$

$n = 7$  - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

$$F_{сут} = \frac{60 \cdot F_o}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ мин.}$$

Корректируем размер партии за счет определения числа смен на изготовления всей партии:

$$З = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_з \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{22,14 \cdot 29}{476 \cdot 0,8} = 1,68$$

$$F_з = \frac{F_{сут}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ мин.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Число смен округляем до ближайшего целого значения:  $З_{пр} = 2$ .

Тогда число деталей в партии:  $N_{пар} = \frac{F_з \cdot З_{пр} \cdot \eta_{з.н.}}{T_{cp}} = \frac{476 \cdot 2 \cdot 0,8}{22,14} = 35 \text{ шт.}$

Так как рассчитанный тип производства мелкосерийный, то выбираем форму организации работ - групповую.

Эта форма организации работ характерна для мелкосерийного и среднесерийного типов производства. Заготовки обрабатываются небольшими партиями, время обработки не согласованно.

Мелкосерийное производство, которое является подвидом (низшей формой) серийного производства, которое в свою очередь является основным типом современного машиностроительного производства, а предприятия этого типа выпускают в настоящее время 70% всей продукции машиностроения страны. Это производство характеризуется такими показателями, а именно, заготовки, применяемые в мелкосерийном производстве в основномковка и литье в песчано-глинистые формы (редко точное литье и штамповка). Заготовки по форме приблизительно напоминают форму будущей детали (ее контуры). Оборудование используется универсальное и специализированное. В основном используют универсальные станки, также широко используются станки с ЧПУ. В мелкосерийном производстве применяется групповая форма организации производства. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха. Технологическая оснастка в основном универсальная, большое распространение имеет универсально- сборная,

переналаживаемая технологическая оснастка позволяет существенно повысить коэффициент оснащенности производства.

Режущий инструмент применяют как стандартный, так и специальный, который используется в случае невозможности обработки стандартным инструментом различных поверхностей большой номенклатуры и различной конструкции деталей. Мерительный инструмент также применяют как стандартный, так и специально изготовленный под заказ в инструментальном цехе предприятия. Преимущественно применяют шкальный инструмент в некоторых случаях шаблоны и калибры.

Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже чем в единичном. Наряду с рабочими высокой квалификации, работающими на сложных универсальных станках, а также наладчиками используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

#### 4 Анализ технологичности конструкции детали

Оценка технологичности детали по качественным показателям включает в себя:

- оценка по технологичности материала, из которого изготовлена деталь. Данная деталь изготовлена из коррозионностойкой стали марки 08X18H10T ГОСТ 5632-88, химический состав приведен выше в пункте 2. Материалом заменителем для этой стали есть сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-88, которая близка к исходному материалу по химическому составу и физико-механическим свойствам.

Стоимость данного материала высокая, так как сталь легированная такими дорогими материалами как хром, никель в больших количествах, а также титаном. Данный материал является дефицитным по сравнению с конструкционными сталями (например сталь 45, сталь 40X).

Данная сталь высоколегированна никелем, хромом и титаном, а поэтому плохо поддается обработке резанием и поэтому относится к труднообрабатываемым сталям. Так как сталь труднообрабатываемая, то это ведет к необходимости использовать пониженные режимы резания, что является нетехнологичным. Изменить материал на более прочный и более легкий не представляется возможным, так как это приведет к необоснованному увеличению себестоимости либо к тому что деталь не сможет выполнять свои функции в изделии. Так как материал детали дорогой и труднообрабатываемый, то можно сделать вывод, что по данному показателю она нетехнологична.

- оценка по технологичности геометрических форм поверхностей.

На детали все поверхности простые, которые можно обработать как стандартным так и несложным специальным инструментом. На чертеже имеются такие нетехнологичные конструктивные элементы как канавки: внутренние кольцевые и торцевая канавка с низкой шероховатостью, требующие двух стадий обработки. Также нетехнологичным элементом является лыска со ступенчатым отверстием под углом  $25^\circ$  к оси детали, а также четыре нежестких выступа на торце шириной 9 мм, в которых имеются отверстия малого диаметра 1,5 мм. Эти нетехнологичные конструктивные элементы изображены на рисунках 4.1 – 4.5.

Также к нетехнологичным элементам можно отнести резьбовые отверстия, сделанные не на проход, хотя и имеющие возможность выхода метчика.

Следовательно по геометрическим формам поверхностей деталь является нетехнологичной.

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



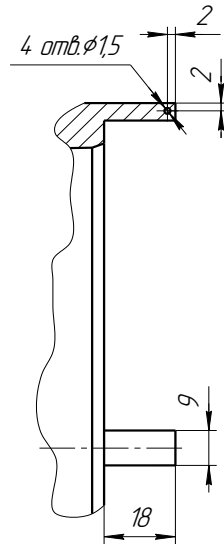


Рисунок 4.5 – Эскиз четырех нежестких выступов с отверстиями Ø1,5мм

По этому показателю деталь является нетехнологичной, так как абсолютно все поверхности на детали обрабатываются, а следовательно увеличить количество поверхностей, которые не обрабатываются или сделать какие то поверхности необрабатываемыми мы не можем исходя из служебного назначения детали и тех размеров и той точности, которые задал конструктор на чертеже.

- оценка технологичности по возможности изменения формы детали, которая позволяла бы выбрать самый выгодный раскрой материала и возможности использования отходов для изготовления других деталей.

Заготовку для данной детали можно получать двумя методами, а именно свободной ковкой на молотах или штамповкой на КГШП (исходя из конфигурации детали). В обоих случаях заготовка имеет прошитое отверстие, следовательно использовать кусок заготовки из отверстия, который получился бы при сверлении сверлами для кольцевого сверления, невозможно. Все что будет оставаться после обработки этой заготовки это стружка, которая в последствии уйдет на переплавку. Следовательно по данному показателю деталь нетехнологична.

- оценка технологичности конструкции по простановке размеров.

Базовой информацией для оценки технологичности конструкции по данному пункту является чертеж детали «Фланец упорный» 455.101.57-01. В целом по простановке размеров деталь технологична, однако имеются некоторые замечания, а именно простановка длины резьбы - размера 10, который зависит от того на какую глубину будет рассверлено отверстие Ø15 мм, а также от угла заточки сверла. Также трудность контроля размера 10, проставленного к концу фаски, характеризующего переход с диаметра 180 к диаметру 178. Также

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		







$$K_{им} = \frac{M}{M_3}, \quad (4.1)$$

где  $M$  – масса готовой детали,  $M = 10$  кг  
 $M_3$  – масса заготовки,  $M_3 = 16$  кг

$$M_3 = M \cdot K_p = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{им} = \frac{10}{16} = 0,625$$

Определение уровня технологичности конструкции по использованию материала:

$$K_{ум} = \frac{K_{б\text{ им}}}{K_{им}}, \quad (4.3)$$

где  $K_{б\text{ им}}$  – базовый коэффициент использования материала,  $K_{б\text{ им}} = 0,3$  (по данным предприятия, на котором изготавливалась деталь);

$$K_{ум} = \frac{0,3}{0,625} = 0,49.$$

Определяем коэффициент точности обработки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.4)$$

где  $\sum n_i$  – число размеров соответствующего классу точности;  
 $T$  – класс точности обработки.

$$\sum n_i = 1 + 7 + 2 + 2 + 30 + 3 + 1 = 46.$$

$$\sum T \cdot n_i = 6 \cdot 1 + 7 \cdot 7 + 9 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 30 + 15 \cdot 3 + 16 \cdot 1 = 578.$$

$$K_m = 1 - \frac{46}{578} = 0,92 > 0,8.$$

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

$$K_u = \frac{1}{\text{Ш}_{cp}} = \frac{\sum n_{им}}{\sum \text{Ш} \cdot n_{им}}, \quad (4.5)$$

где  $\sum n_{им}$  – число поверхностей соответствующего классу шероховатости

$$\sum \text{Ш} \cdot n_{им} = 1,6 \cdot 9 + 3,2 \cdot 3 + 6,3 \cdot 34 = 238,2.$$

$$K_u = \frac{46}{238,2} = 0,19 < 0,32.$$

По этому показателю деталь технологична.

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ						

## 5 Выбор способа получения заготовки

Основным условием рациональной технологии есть максимальное приближение формы и размеров заготовки к форме готовой детали, поэтому проектирование заготовки является одним из важнейших этапов построения технологического процесса.

Предварительно расчет возможных способов получения заготовки для детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 производится на ЭВМ.

В программу ЭВМ вводятся следующие исходные данные:

- форма детали – тело вращения;
- материал детали – коррозионно – жаростойкая сталь 08X18H10T ГОСТ 5632-88;
- производственная программа – 300 штук;
- масса детали – 10 кг;
- диаметр, ширина – 260 мм;
- группа сложности поковки – 2 группа;
- группа сложности штамповки - 2 группа;
- профиль проката – круг.

После ввода исходных данных ЭВМ их обрабатывает и выдает ориентировочный результат, а именно способ получения заготовки и ориентировочную стоимость поковки.

После ввода данных машина выдала способ получения заготовки - штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Ориентировочная стоимость поковки 81, 31 гривны. Следовательно принимаем способ получения заготовки – поковка штампованная на КГШП (распечатка приведена в приложении Г).

Расчет поковки производим руководствуясь ГОСТ 7505 – 89:

Ориентировочную расчетную массу поковки определяем по формуле:

$$G_{II} = m_0 \cdot K_p, \quad (2)$$

где  $K_p = 1,6$  – коэффициент для определения ориентировочной массы поковки [3, с.31, приложение 3] определен в зависимости от конфигурации детали (деталь типа фланца, шестерни);

$$G_{II} = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ кг}$$

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Класс точности - определяем по [3, с. 28, приложение 1] принимаем Т4.

Группа стали - определяем по [3, с. 7, таблица 1] принимаем МЗ (в зависимости от химсостава).

Определяем расчетную массу описывающей фигуры по формуле:

$$G_{\phi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho, \quad (3)$$

где  $D = 260$  мм – диаметр фигуры;

$H = 69$  мм – высота фигуры;

$\rho = 0,00785$  г/мм<sup>3</sup> - плотность стали.

$$G_{\phi} = \frac{\pi \cdot 260^2}{4} \cdot 69 \cdot 0,00785 = 28743 \quad G = 28,743 \text{ кг}$$

Определяем степень сложности из отношения  $G_{\Pi} / G_{\phi} = 16 / 28,743 = 0,557$ , что по [3, с. 29, приложение 2] соответствует степени сложности С2.

Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская).

Исходный индекс по [3, с. 10, таблица 2] - 16.

Основные припуски на сторону определяем по [3, с. 12, таблица 3]:

- на диаметр  $d$  260 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2,6 мм;
- на диаметр  $D$  125 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2,2 мм;
- на диаметр  $d$  180 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 3 мм;
- на диаметр  $D$  146 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2,7 мм;
- на диаметр  $D$  169 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2,4 мм;
- на линейный размер  $B$  51 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2 мм;
- на линейный размер  $H$  35 и шероховатость  $Ra$  3,2 мкм припуск 2 мм;
- на линейный размер  $L$  69 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2 мм.

Выбираем дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение по поверхности разъема штампа – 0,4 мм [3, с. 14, таблица 3];
- изогнутость и отклонение от плоскостности и прямолинейности – 0,6 мм [3, с. 14, таблица 3];

- допускаемое отклонение от concentричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки – 2 мм [3, с. 23, таблица 12].

Штамповочные уклоны выбираем по [3, с. 26, таблица 18]:

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- по наружной поверхности 5°;
- по внутренней поверхности 7°.

Определяем размеры поковки:

$$d260 + 2,6 \cdot 2 = 265,2 \text{ мм};$$

$$D125 - 2,2 \cdot 2 = 120,6 \text{ мм};$$

$$d180 + (3 + 0,4) \cdot 2 = 186,8 \text{ мм};$$

$$D146 - (2,7 + 0,4) \cdot 2 = 139,8 \text{ мм};$$

$$D169 - 2,4 \cdot 2 = 164,2 \text{ мм};$$

$$B51 + (2 + 0,6) \cdot 2 = 57,2 \text{ мм};$$

$$H35 + (2 + 0,6) \cdot 2 = 40,2 \text{ мм};$$

$$L69 + (2 + 0,6) \cdot 2 = 74,2 \text{ мм}.$$

Масса заготовки была определена на ЭВМ с помощью программы КОМПАС – 3D V16, для чего была построена трехмерная модель заготовки и выбран материал.

Результаты расчетов сводим в таблицу 2 и определяем припуски фактические, а также определяем фактические размеры заготовки.

Таблица 5.2 - Результаты расчета припусков и допусков заготовки

Размер детали	Чистота поверхности по критерию Ra, мкм	Основной припуск	Дополнительный припуск	Общий припуск	Расчетный размер заготовки	Принимаемый размер заготовки	Припуск фактический
Ø260	6,3	2,6	-	2,6	Ø265,2	Ø265	2,5
Ø125	6,3	2,2	-	2,2	Ø120,6	Ø121	2,0
Ø180	1,6	3,0	0,4	3,4	Ø186,8	Ø187	3,5
Ø146	1,6	2,7	0,4	3,1	Ø139,8	Ø140	3,0
Ø169	6,3	2,4	-	2,4	Ø164,2	Ø164	2,5
B51	6,3	2,0	0,6	2,6	57,2	57	3,0
H35	3,2	2,0	0,6	2,6	40,2	40	2,5
L69	6,3	2,0	0,6	2,6	74,2	74	2,5

Определяем допуски на размеры поковки по [3, с. 17, табл. 8]:

$$d265^{+3,3}_{-1,7}$$

$$D121^{+2,7}_{-1,3}$$

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## 6 Анализ существующего технологического процесса

### 6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали Ø180g6 с шероховатостью 1,6 мкм по критерию Ra на ЭВМ согласно методическим указаниям.

Исходные данные.

Количество стадий обработки поверхности включительно с заготовительной – 5:

- черновое точение;
- получистовое точение;
- чистовое точение;
- тонкое точение.

Выбор элементов припусков по переходам.

Высоту микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя T выбираем:

а) для заготовки Rz=200мкм, T=250мкм [4];

б) по переходам [4]

- черновое точение Rz=100мкм, T=100мкм;
- получистовое точение Rz=50мкм, T=50мкм;
- чистовое точение Rz=25мкм, T=25мкм.

Рассчитываем пространственное отклонение формы  $\rho_{заг}$ :

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.1)$$

где  $\rho_{см} = 1000$  – величина смещения, мкм [3];

$\rho_{кор} = 500$  – величина коробления, мкм [4].

$$\rho_{заг} = \sqrt{1000^2 + 500^2} = 1118 \text{ мкм.}$$

Определение пространственных отклонений на каждой из операций маршрута вычисляются по формуле:

$$\rho_i = \rho_{заг} \cdot K_y, \quad (6.2)$$

где  $\rho_{заг}$  – пространственное отклонение формы заготовки, мкм;

$K_y$  - коэффициент уточнения (выбирается для каждой стадии) [3];

- черновое точение:  $K_y = 0,06$ ;

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- получистовое точение:  $k_y=0,05$ ;

- чистовое точение:  $k_y=0,04$ .

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

- черновое точение:  $\rho_{\text{чер}} = 1118 \cdot 0,06 = 67 \text{ мкм}$ ;

- получистовое точение:  $\rho_{\text{п/ч}} = 1118 \cdot 0,05 = 56 \text{ мкм}$ ;

- чистовое точение:  $\rho_{\text{чист}} = 1118 \cdot 0,04 = 45 \text{ мкм}$ .

Погрешность установки на стадии обработки:

- для перехода черновое точение  $E_y = 100 \text{ мкм}$  [4];

- для перехода получистовое точение  $E_y = 0 \text{ мкм}$ , так как этот переход выполняется без переустановки на токарной черновой операции;

- для перехода чистовое точение  $E_y = 100 \text{ мкм}$  [4];

- для перехода отделочное точение  $E_y = 0 \text{ мкм}$ , так как этот переход выполняется без переустановки на токарной чистовой операции.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчетов припусков  $\varnothing 180g6$

Наименование перехода	Обознач. точности	Предел отклон.	Элементы припуска, мкм				
			$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon_6$	$\epsilon_3$
Обработка давлением	T4	$\begin{matrix} +3 \\ -1,5 \end{matrix}$	-	-	-	-	-
Точение черновое	кв. 12	-0,46	200	250	1118	100	160
Точение получистовое	кв. 10	-0,185	100	100	67	0	0
Точение чистовое	кв. 8	-0,072	50	50	56	100	160
Точение тонкое	кв. 6	$\begin{matrix} -0,014 \\ -0,039 \end{matrix}$	25	25	45	0	0

Исходные данные вводим в программу на ЭВМ, которая производит расчет припусков и межоперационных размеров и производит распечатку (приложение В). На основе этой распечатки строим схему расположения припусков и допусков (рисунок 6.1), которую также размещаем и на чертеже заготовки.

При сравнении припуска на поверхность  $\varnothing 180g6(-0,014;-0,039)$  рассчитанного аналитическим способом и припуска назначенного по ГОСТ 7505-89 можно отметить, что рассчитанный припуск на сторону 3,35 мм

меньше, нежели назначенный 3,5 мм. Но эти значения незначительно отличаются между собой, поэтому можно говорить о том, что назначение припусков на все остальные поверхности с помощью ГОСТа незначительно завысило массу заготовки.

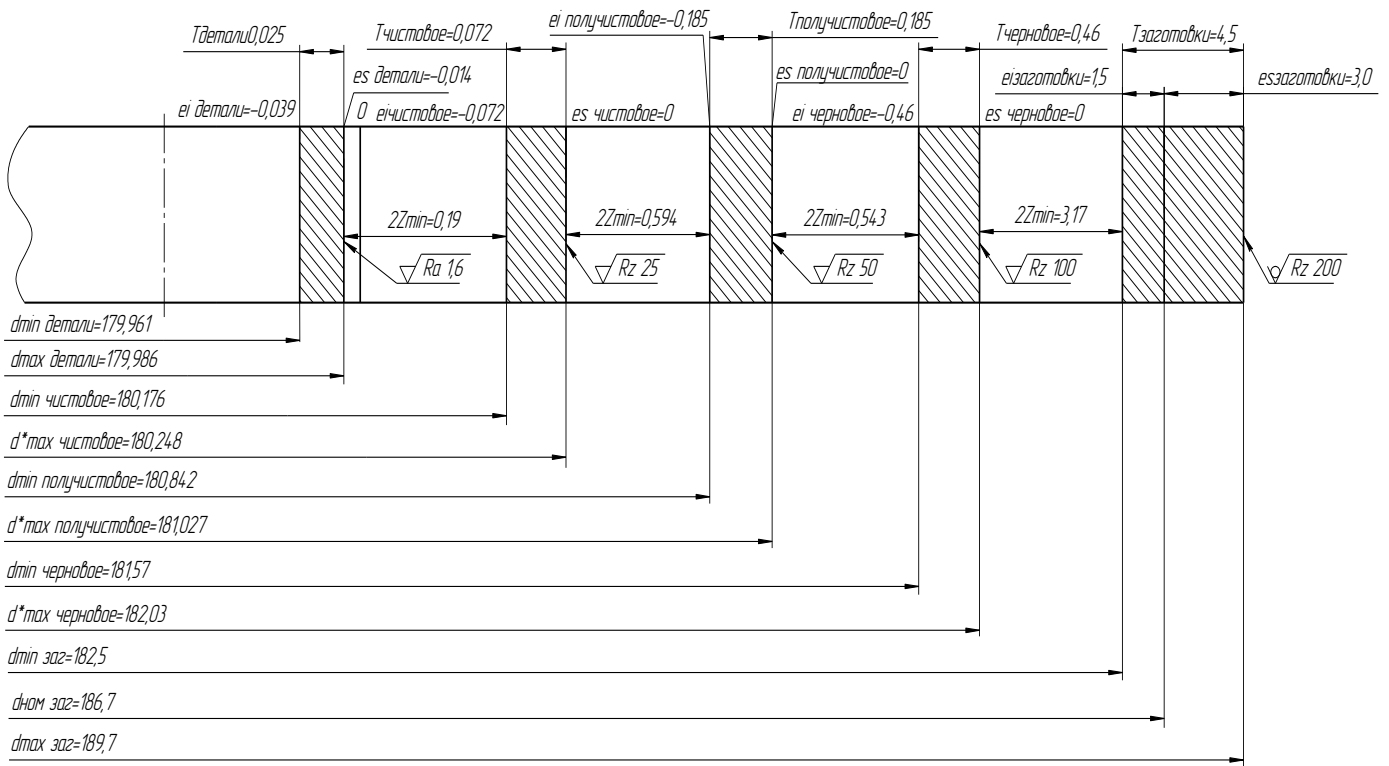


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для наружной цилиндрической поверхности  $\varnothing 180g6(-0,014;-0,039)$

## 6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления заготовки

Качество изготовления детали в большой степени зависит от правильности установки и закрепления заготовки на станке. Установка состоит из базирования, т.е. ориентации заготовки относительно исполнительных органов станка, инструмента или траектории его перемещения, и закрепления, т.е. приложения сил к заготовке для фиксации положения заготовки, достигнутого при базировании.

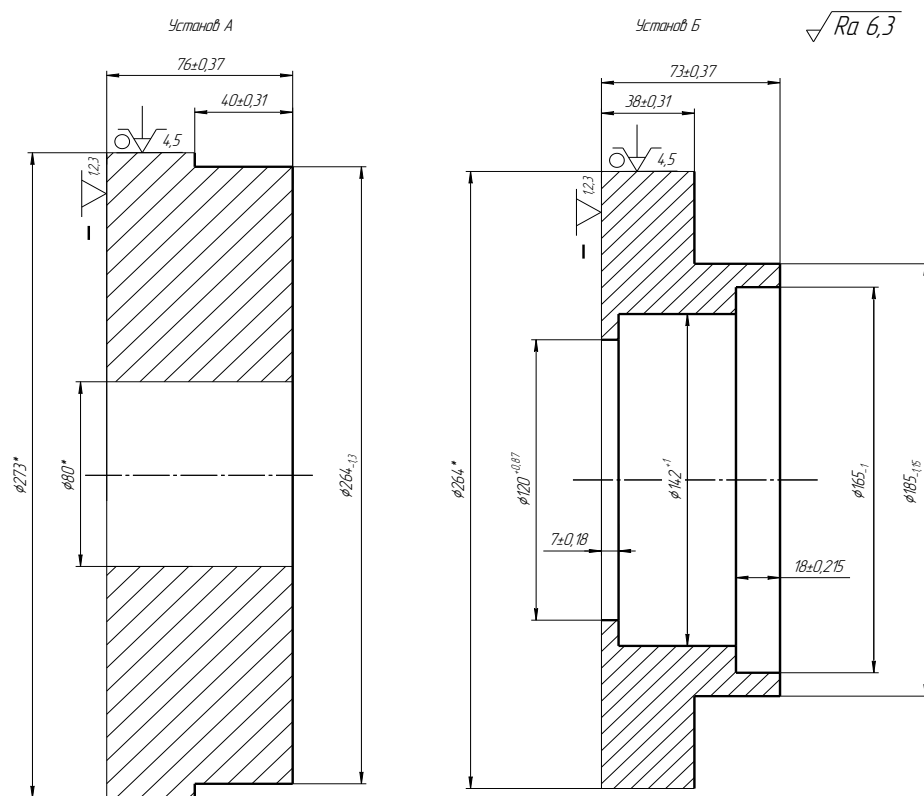
Поверхность, используемая для базирования, должна соответствовать следующим требованиям:

- большие размеры, геометрически правильная форма;
- низкая шероховатость поверхности (без задиrow, наплывов, буртиков, остатков литниковой системы и т.д.);
- непосредственная размерная связь с обрабатываемой поверхностью, близкое расположение к обрабатываемой поверхности;





Базирование заготовки будет осуществляться, как и в базовом варианте, но на операции будут выдерживаться другие размеры (рисунок 6.2 и рисунок 6.3). Базирование изменять в данном варианте нерационально, так что проанализируем два возможных варианта размерных цепей, которые возникнут на операции при простановке размеров технологом на операционном эскизе.



\* Размеры для справок.

Рисунок 6.2 – Операционный эскиз черновой токарной операции базового технологического процесса

На рисунке 6.2 (на установе Б) изображена размерная цепь, при реализации которой линейные размеры  $17 \pm 0,215$ ,  $32 \pm 0,31$ ,  $64 \pm 0,37$  будут иметь погрешности базирования. Погрешность базирования на все эти размеры будет равна допуску на размер 69 ( $0; -0,74$ ), так как технологическая (левый торец) и измерительная (правый торец) базы не совпадают. При таком базировании на некоторые размеры будет возникать брак, так как:

- для размера  $17 \pm 0,125$   $\varepsilon_{\delta 17} = T_{69} = 0,74 > T_{17} = 0,43$  мм – получаем брак;
- для размера  $32 \pm 0,31$   $\varepsilon_{\delta 32} = T_{69} = 0,74 > T_{32} = 0,62$  мм – получаем брак;
- для размера  $64 \pm 0,37$   $\varepsilon_{\delta 64} = T_{69} = 0,74 = T_{64} = 0,74$  мм – на данном размере можем получить брак, а можем и нет (если не учитывать погрешность закрепления).

Так как два размера выходят за пределы поля допуска, то данный вариант простановки размеров на операционном эскизе может привести к браку, что недопустимо.

На рисунке 7.3 (на установке Б) размеры  $5(0;-0,3)$ ,  $36(0;-0,62)$ ,  $37(0;-0,62)$ ,  $52(0;-0,74)$ ,  $69(0;-0,74)$  не будут иметь погрешности базирования, так как технологическая и измерительная базы совпадают на одной поверхности (левом торце детали).

Поэтому второй вариант и принимаем для простановки размеров на операционной карте и карте наладки.

На данной операции также помимо указанных выше линейных размеров будут выполняться и диаметральные размеры:  $\varnothing 260h12$ ,  $\varnothing 125H14$ ,  $\varnothing 143H10$ ,  $\varnothing 153H14$ ,  $\varnothing 167H14$ ,  $\varnothing 181,1h10$ . На диаметральные размеры погрешность базирования не влияет, а их точность достигается за счет точности позиционирования узлов станка.

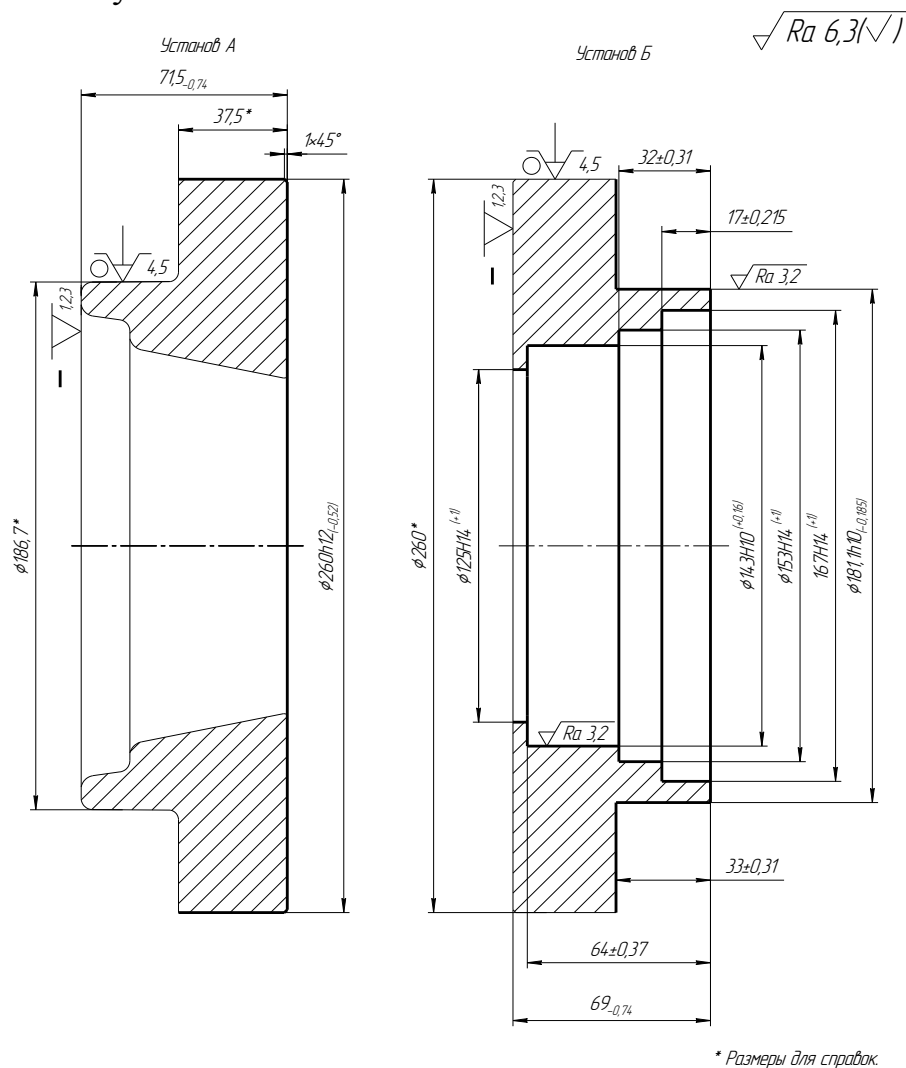


Рисунок 6.3 – Операционный эскиз токарной операции предлагаемого технологического процесса с первым вариантом простановки линейных размеров

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ





На вертикально – сверильной операции базового технологического процесса выполняется сверление отверстий на торце детали, которые были размечены на предыдущей операции.

Вторым вариантом схемы базирования можно рассматривать базирование детали по внутренней цилиндрической поверхности  $\varnothing 146H7$ . При этом деталь может быть установлена в патроне с обратными кулачками. Патрон также будет установлен в делительной головке. При этом возникают базы - установочная на торце детали, которая лишает ее трех степеней свободы и двойная опорная база на цилиндрической поверхности, которая лишает деталь двух степеней свободы. Операционный эскиз изображен на рисунке 7.7.

Третьим вариантом схемы базирования рассматриваем базирование детали по внутренней цилиндрической поверхности  $\varnothing 146H7$ , с упором в торец. Базирование и закрепление будет осуществляться в специальном приспособлении на столе станка. При этом базы будут аналогичны первому и второму вариантам. Поворот детали, относительно шпинделя будет осуществляться за счет поворота стола станка на необходимый угол. При таком базировании и закреплении необходимо будет учесть безопасную возможность подхода к зоне обработки. Для станка с ЧПУ это замечание может быть реализовано путем анализа габаритных размеров приспособления, которые необходимо учесть при составлении управляющей программы. Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.6.

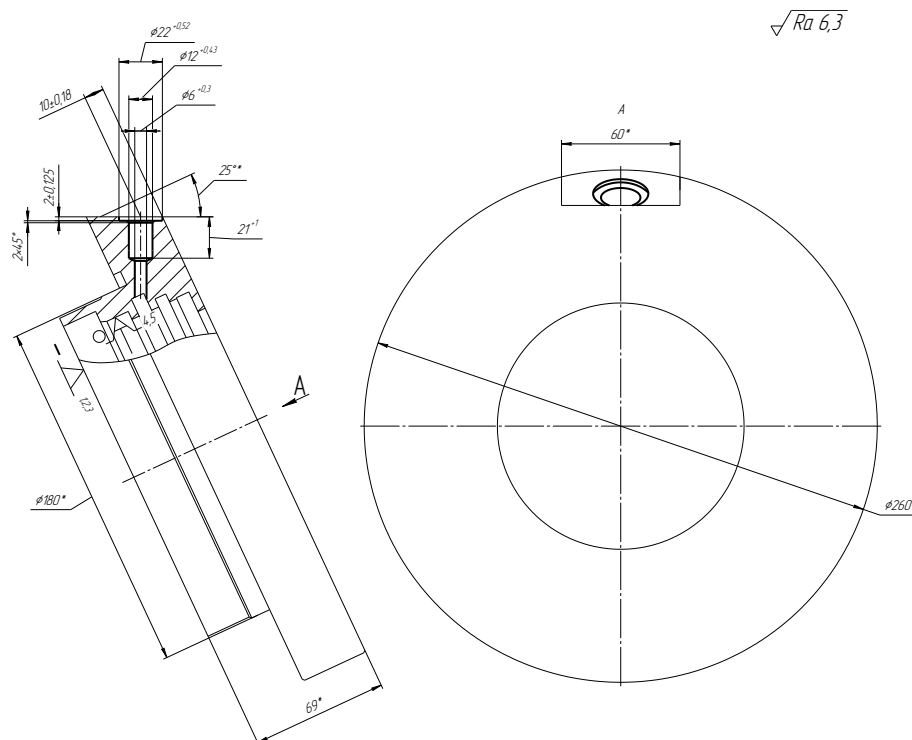


Рисунок 6.6 – Операционный эскиз второго варианта схемы базирования

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Анализируя три схемы базирования детали по критерию автоматического достижения точности, то есть на настроенном станке с ЧПУ, необходимо определить погрешности базирования, которые возникают при механической обработке.

При анализе всех выполняемых на операции размеров оказалось, что погрешность базирования будет влиять лишь на размер  $10 \pm 0,18$  мм.

Определим погрешности базирования во всех трех случаях.

- по первому варианту  $\varepsilon_{610} = T_{69} = 0,74 > T_{10} = 0,36$  мм - поэтому в первом варианте получаем брак;

- по второму варианту  $\varepsilon_{610} = T_{69} = 0,74 > T_{10} = 0,36$  мм - поэтому во втором варианте получаем брак;

- по третьему варианту  $\varepsilon_{610} = T_4 = 0,3 < T_{10} = 0,36$  мм - поэтому в третьем варианте брака нет.

Допуск на размер 69, который выполняется по 14 – му качеству согласно чертежу равен 0,74 мм.

Поэтому окончательно принимаем третий вариант схемы базирования.

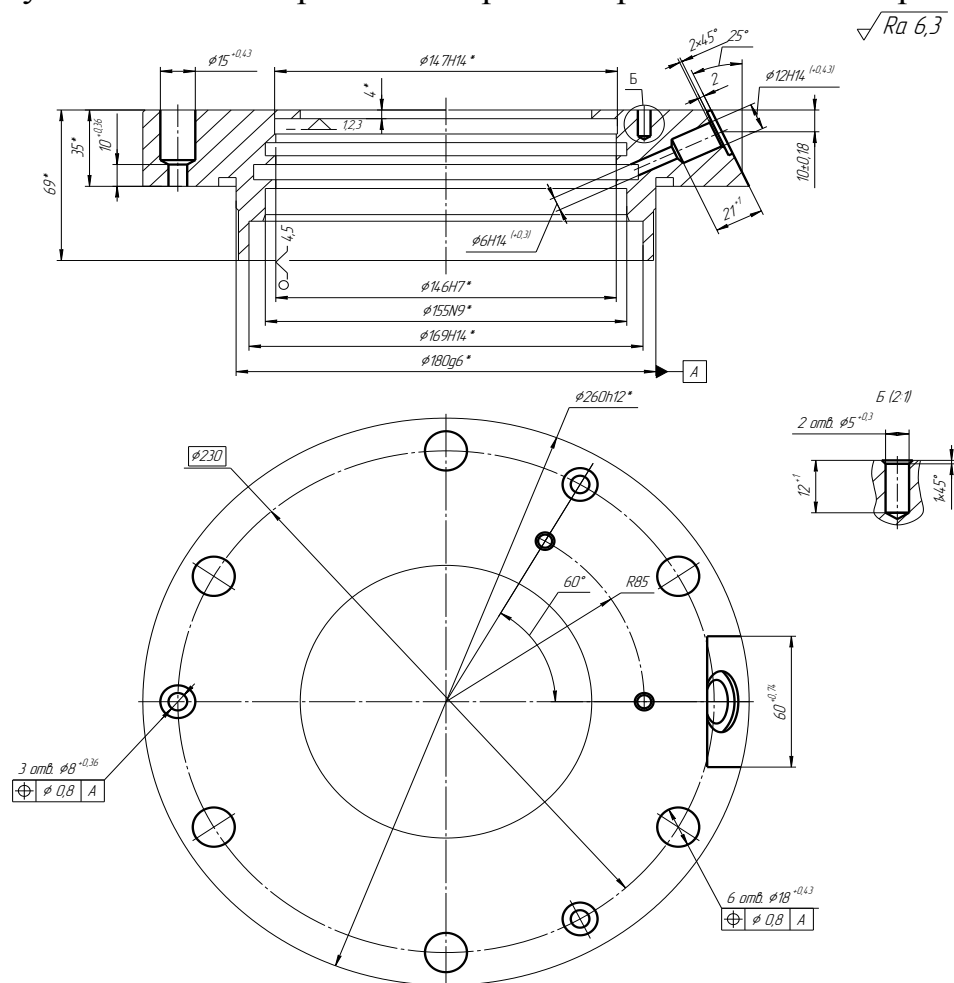


Рисунок 6.7 – Операционный эскиз третьего варианта схемы базирования.

### 6.3 Обоснование выбора металлорежущего станка

Металлорежущий станок выбирается исходя из требований к качеству поверхности, которую необходимо получить, необходимой мощности двигателей, габаритов, типа производства, количества инструментов на данной операции.

Для операций 015 и 020 – токарная с ЧПУ предлагаем использовать токарный станок с ЧПУ модели 16Р30Ф3, паспортные данные которого взяты из [4].

При выборе данного оборудования, учитывая технологические методы обработки поверхностей на данной операции (на операции производится точение наружных поверхностей и расточка ступенчатого отверстия) пришли к выводу, что данный станок вполне пригоден для осуществления заданных операций (черновой и чистовой токарной обработки).

Мощность данного оборудования составляет 22кВт, что должно быть достаточно для совершения данных операций.

Также удобно использования данного станка с точки зрения того, что частота вращения шпинделя (6,3 – 1250 об/мин) и привод подач (продольных - 1-2000 мм/мин, а поперечных 1-600 мм/мин) на нем имеют бесступенчатое регулирование, что удобно при назначении режимов резания, так как нет необходимости округлять расчетное значение подачи и частоты вращения к фактическим по станку. Подробные технические характеристики станка модели 16Р30Ф3 приведены в таблице 6.2

Для операции 030 – комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ предлагаем использовать многоцелевой металлорежущий станок модели ИР320ПМФ4, паспортные данные которого были взяты из [4 с. 26].

При выборе данного оборудования учитывая технологические методы обработки поверхностей на данной операции (на операции производится фрезеровка лыски и сверление ступенчатого отверстия) пришли к выводу, что данный станок вполне пригоден для осуществления заданной операции.

Мощность данного оборудования составляет 7,5кВт, что должно быть достаточно для совершения данной операции.

Также удобно использования данного станка с точки зрения того, что частота вращения шпинделя (13 – 5000 об/мин) и привод подач (1-3200 мм/мин) на нем имеют бесступенчатое регулирование, что удобно при назначении режимов резания (нет необходимости округлять расчетное значение подачи и частоты вращения к фактическим по станку).

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		



Таблица 6.2 – Технические характеристики станка модели 16Р30Ф3

Параметры	Значения параметров
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: - над станиной - над суппортом	630 320
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	70
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1400
Шаг нарезаемой резьбы: - метрической, мм - дюймовой, число ниток на дюйм - модульной, модуль - питчевой, питч	До 10 – – –
Частота вращения шпинделя, об/мин	6,3 – 1250
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта, мм: - продольное - поперечное	1250 370
Подача суппорта, мм/мин: - продольная - поперечная	1 – 1200 1 – 600
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин: - продольного - поперечного	4800 2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	22
Коэффициент полезного действия	0,85
Габаритные размеры: - длина - ширина - высота	4350 2200 1600
Масса, кг	6300

Габариты рабочего пространства ИР320ПМФ4 вполне удовлетворяют условиям данной операции, а именно:

- размеры рабочей поверхности стола, которые равны 320x320 мм;
- наибольшее поперечное перемещение стола - 400 мм;
- вертикальное перемещение шпиндельной головки – 360 мм;
- расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола 0 – 400 мм;
- расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола 35-435 мм.





более высокими скоростями резания при обработке коррозионностойкой стали 08X18H10T ГОСТ 5632-88.

Для данной операции также предусматриваем вспомогательные инструменты (оправки и переходные втулки для крепления режущих инструментов в шпинделе станка), а именно патрон 191113050 ТУ2-035-986-85, оправка 6222-0112 ГОСТ 26538-85, втулка переходная 6100-0204 ГОСТ 13508-85.

Для контроля размеров на операции 030 – координатно-расточная применяем универсальный шкальный мерительный инструмент а именно штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, угломер ГОСТ 5378-88 для контроля углового размера фаски и предельные калибры для контроля отверстия Ø6 Н14, и калибр – пробки 8133-0906 Н14 П-ПР ГОСТ 14810-69, 8133-0906 Н14П-НЕ ГОСТ 14811-69.

Применение данных инструментов экономически обосновано в мелкосерийном производстве, так как они универсальные (кроме калибр - пробок) и позволяют проконтролировать размеры всего предела измерения с одинаковой точностью. То есть можно контролировать различные размеры из предела измерения штангенциркуля.

Инструменты также были подобраны из условия, чтобы цена деления была меньше 0,33 наименьшего допуска размера на данной операции, контролируемого штангенциркулем. Цена деления штангенциркуля 0,05 мм, а третья часть допуска на контролируемый размер 0,1 мм (размер 5(+0,3;0) мм), что удовлетворяет условию.

Применение калибр – пробок обусловлено тем, что подход к зоне измерения диаметра штангенциркулем невозможен.

## 6.5 Расчет режимов резания

В данном пункте производим расчет режимов резания на операцию 015 –токарная с ЧПУ. Расчет режимов резания аналитическим методом производим на переход – подрезка правого торца на установе А по [4], а на остальные переходы операции режимы резания назначаем табличным способом и сводим в таблицу 8.4.

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.4.

Исходные данные: на токарном с ЧПУ станке 16Р30Ф3 обрабатывается деталь с двух установов начероно и получисто. Обрабатываемый материал – сталь 08X18H10T с пределом прочности  $\sigma_B$ –520МПа, заготовка – поковка штампованная.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Геометрические параметры реза:

- главный угол в плане  $\varphi = 93^\circ$ ;
- вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 7^\circ$ ;
- угол при вершине  $\varepsilon = 80^\circ$
- материал реза – твердый сплав ВК8.

Глубина резания при подрезке торца  $t = 2,5$  мм.

Подача:  $S = 0,8 - 1,3$  мм/об [4], принимаем меньшее значение подачи  $S = 0,8$  мм/об - по рекомендациям исходя из марки обрабатываемого материала (коррозионностойкая сталь 08X18H10T). Принятое значение подачи уменьшаем в 0,75 раза так как обработка ведется с ударами [4].

Следовательно подача при подрезке торца

$$S = 0,8 * 0,75 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания при подрезке торца определяем по формулам [4]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин,} \quad (6.3)$$

где  $T = 90$  мин – стойкость инструмента;

$C_v = 215$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – коэффициенты в формуле скорости резания, зависящие от вида обработки, обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (6.4)$$

где  $K_{MV}$  - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал [4];

$$K_{MV} = K_v \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}, \quad (6.5)$$

где  $K_v = 1$  - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости [4];

$n_v = 1,0$  - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4];

$\sigma_s = 520 \text{ МПа}$  - предел прочности стали 08X18H10T ГОСТ 5632-88.

$K_{ИВ} = 1,0$  - поправочный коэффициент на инструментальный материал [4];

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{2700 \cdot 102}{1020 \cdot 60} = 4,5 \text{ кВт.} \quad (6.9)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо, чтобы  $N < N_{\text{штп}}$ ;  $N_{\text{штп}} = N_\phi \cdot \eta$ . Для станка 16Р30Ф3  $N_{\text{штп}} = 22 \cdot 0,85 = 18,7 \text{ кВт} > N = 4,5 \text{ кВт}$ , следовательно, обработка возможна.

Определяем основное время  $T_o$  по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (6.10)$$

где  $L$  – длина рабочего хода инструмента;

$i = 1$  – число проходов.

$$L = l + l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}}, \quad (6.11)$$

где  $l = 72$  мм - длина торца;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 8$  мм – длина врезания и перебега [5].

$L = 72 + 8 = 80$  мм.

Определяем основное время  $T_o$  по формуле 6.10:

$$T_o = \frac{80 \cdot 1}{122 \cdot 0,6} = 1,09 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим расчет режимов резания на операции 030 – комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ. Причем расчет режимов резания аналитическим методом производим на основной переход сверления отверстия  $\phi 6$  Н14 мм по [4], а на остальные переходы операции режимы рассчитываем по таблицам [5].

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.7.

Расчет режимов резания аналитическим методом на сверления отверстия  $\phi 6$  Н14 мм.

Геометрические параметры сверла:

- главный угол в плане  $\varphi = 60^\circ$ ;
- форма заточки сверла – нормальная;
- материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5;
- диаметр сверла  $d = 6$  мм.

Глубина резания при сверлении:

$$t = 0,5 \cdot D, \quad (6.12)$$

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

где  $D = 6$  мм – диаметр отверстия.

$t = 0,5 \cdot 6 = 3$  мм

Подача при сверлении:

$$S = S_T \cdot K_{IS}, \quad (6.13)$$

где  $S_T = 0,15$  мм/об – табличная подача [4 с.277, таблица 25];

$K_{IS} = 0,75$  – поправочный коэффициент, который учитывает отношение длины к диаметру обрабатываемого отверстия [4 с.277].

$S = 0,15 \cdot 0,75 = 0,11$  мм/об.

Скорость резания при сверлении:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (6.14)$$

где  $C_v = 3,5$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала и наличия охлаждения [4 с.278, таблица 28];

$q=0,5$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала и наличия охлаждения [4 с.278, таблица 28];

$y=0,45$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала и наличия охлаждения [4 с.278, таблица 28];

$m=0,12$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала и наличия охлаждения [4 с.278, таблица 28];

$T=8$  мин – период стойкости сверла при обработке коррозионностойкой стали 08X18H10T ГОСТ 5632-88 [4 с.279, таблица 30];

$K_V$  – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (6.15)$$

где  $K_{MV} = 0,72$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал [4 с.263, таблица 6];

$K_{IV} = 0,3$  – поправочный коэффициент на инструментальный материал [4 с.263, таблица 6];

$K_{IV} = 0,6$  – поправочный коэффициент, учитывающий глубину сверления (при  $l=8D$ ) по [4 с.280, таблица 31].

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ					



$$K_{MV} = K_V \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_V}, \quad (6.16)$$

где  $K_V = 1$  - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости [4 с.262, таблица 2];

$n_V = -0,9$  - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4 с.262, таблица 2];

$\sigma_s = 520 \text{ МПа}$  - предел прочности стали 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-88.

$$K_{MV} = 1 \cdot \left( \frac{750}{520} \right)^{-0,9} = 0,72$$

Определяем общий поправочный коэффициент  $K_V$  по формуле 7:

$$K_V = 0,72 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,13$$

Определяем скорость резания  $V$  по формуле 6:

$$V = \frac{3,5 \cdot 6^{0,5}}{8^{0,12} \cdot 0,11^{0,45}} \cdot 0,13 = 2,34 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем частоту вращения шпинделя для обеспечения допустимой скорости резания по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (6.17)$$

где  $d = 6$  мм – диаметр сверла (или другого инструмента с вращательным главным движением).

$$n = \frac{1000 \cdot 2,34}{3,14 \cdot 6} = 124 \text{ об/мин}$$

Подачу  $S = 0,11$  мм/об и частоту вращения шпинделя  $n = 124$  об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Сила резания при сверлении:

$$P_O = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (6.18)$$

где  $K_p = K_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [4 с.264, таблица 9];

$C_p = 143$  - коэффициент в формуле силы резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4 с.281, таблица 32];

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n, \quad (6.19)$$

где  $n = 0,75$  - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4 с.264, таблица 9];

$$K_{MP} = \left( \frac{520}{750} \right)^{0,75} = 0,76$$

Определяем осевую силу резания по формуле 10:

$$P_O = 10 \cdot 143 \cdot 6^{0,5} \cdot 0,11^{0,45} \cdot 0,76 = 986 \text{ Н}$$

Наибольшая сила подачи стола станка 4000000 Н, следовательно силы возникающие при обработке привод подач выдержит.

Крутящий момент при сверлении:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \quad (6.20)$$

где  $C_M = 0,041$  - коэффициент в формуле крутящего момента, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4 с.281, таблица 32];

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 6^{0,5} \cdot 0,11^{0,45} \cdot 0,76 = 0,283 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Мощность резания при сверлении:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (6.21)$$

$$N = \frac{0,283 \cdot 124}{9750} = 0,0036 \text{ кВт}$$

Мощность резания при сверлении не превышает мощности станка  $N = 0,0036 < N_{ст} = 7,5$  кВт, следовательно обработка возможна.

Расчет режимов резания на остальные переходы на данной операции производим табличным методом по [5].

Расчет режимов резания при фрезеровании лыски табличным методом.

Геометрические параметры фрезы:

- главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ ;
- число зубьев фрезы  $z=12$ ;
- материал фрезы – быстрорежущая сталь P6M5;
- диаметр фрезы  $d=50$  мм

Глубина резания  $t = 7$  мм.

Подача при фрезеровании:



$K_{VB} = 0,9$  - поправочный коэффициент, зависящий от отношения фактической ширины фрезерования к диаметру фрезы [5 с. 193];

$K_{VT} = 1$  - поправочный коэффициент, зависящий от периода стойкости инструмента [5 с. 193];

$K_{VP} = 1,25$  - поправочный коэффициент, зависящий от наличия износостойкого покрытия [5 с. 193];

$K_{VЖ} = 1$  - поправочный коэффициент, зависящий от наличия охлаждения [5];

$K_{VO} = 0,85$  - поправочный коэффициент, зависящий от группы обрабатываемости материала [5 с. 194].

$$V = 301 \cdot 1,2 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,85 = 46,63 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем частоту вращения шпинделя для обеспечения допустимой скорости резания по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 46,63}{3,14 \cdot 50} = 297 \text{ об/мин}$$

Подачу  $S = 0,624$  мм/об и частоту вращения шпинделя  $n = 297$  об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Таблица 6.4 – Сводная таблица режимов резания

Номер и текст перехода	Параметры режимов обработки					L, мм	То, мин	Вид режима
	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	i			
Операция 015 – токарная с ЧПУ								
Установ А								
Подрезать торец в размер 71,5	2,5	0,6	122	102	1	80	1,09	Аналитический
Точить поверхность Ø 260	2,5	0,6	122	102	1	46	0,62	Табличный
Точить фаску 1x45°	1	0,6	125	102	1	5	0,07	Табличный
Установ Б								
Подрезать торец Ø181,1/Ø167	2,5	0,6	174	102	1	20	0,19	Табличный
Подрезать торец Ø260/Ø181,1	1,5	0,6	125	102	1	40	0,54	Табличный
Точить поверхность Ø 181,1	2	0,6	174	102	2	37	0,71	Табличный
Расточить отверстие Ø169	1,5	0,5	195	102	1	20	0,21	Табличный
Подрезать торец Ø153/Ø169	1,5	0,5	195	102	1	15	0,15	Табличный
Расточить отверстие Ø153	2,5	0,5	212	102	3	17	0,48	Табличный
Подрезать торец Ø143/Ø153	1	0,5	212	102	1	15	0,14	Табличный



$$\Sigma T_0 = 1,09 + 0,62 + 0,07 + 0,19 + 0,54 + 0,71 + 0,21 + 0,15 + 0,48 + 0,14 + 1,59 + 0,1 + 0,08 = 5,97 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время  $T_v$  на 015 операции определяем по формуле:

$$T_v = T_{v.уст} + T_{v.оп} + T_{v.изм}, \quad (6.25)$$

где  $T_{v.уст}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{v.оп}$  – вспомогательное время связанное с операцией;

$T_{v.изм}$  – вспомогательное время на измерения.

$T_{v.уст} = 0,65$  мин (на одном установе) [6 с.53].

$T_{v.оп} = 0,7$  мин [6 с.79].

$T_{v.изм} = 0,18 + 0,045 + 0,08 + 0,08 + 0,14 + 0,13 + 0,09 + 0,11 + 0,11 + 0,11 + 0,045 + 0,08 + 0,1 = 1,3$  мин,

где 0,18 – время на измерение поверхности  $\varnothing 260h12$  штангенциркулем [6];

0,045 – время для контроля фаски [6];

0,08 – время на измерение размера 37,5(0;-0,62) штангенциркулем [6];

0,08 – время на измерение размера 36(0;-0,62) штангенциркулем [6];

0,14 – время на измерение размера 69(0;-0,74) штангенциркулем [6];

0,13 – время на измерение поверхности  $\varnothing 181,1h10$  штангенциркулем [6];

0,09 – время на измерение отверстия  $\varnothing 125H14$  штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия  $\varnothing 143H10$  штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия  $\varnothing 153H14$  штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия  $\varnothing 167H14$  штангенциркулем [6];

0,045 – время на измерение размера 5(0;-0,3) штангенциркулем [6];

0,08 – время на измерение размера 37(0;-0,62) штангенциркулем [6];

0,1 – время на измерение размера 52(0;-0,74) штангенциркулем [6];

$$T_v = 0,65 \cdot 2 + 1,3 + 0,7 = 3,3 \text{ мин.}$$

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = (\Sigma T_0 + T_v \cdot K_{тв}) \cdot (1 + a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.} / 100) \quad (6.26)$$

где  $a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.}$  – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, которое равно 8% [6];

$K_{тв} = 1,23$  – поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей и серийности производства.

$$T_{шт} = (5,97 + 3,3 \cdot 1,23) \cdot (1 + 8/100) = 10,83 \text{ мин.}$$

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		



0,07 – время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø15H14 мм штангенциркулем [6];

0,07 – время на измерение диаметра отверстия Ø18H14 мм штангенциркулем [6];

0,04 – время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø5H14 мм штангенциркулем [6].

$$T_{\text{в}} = 0,35 + 2,5 + 1,32 = 4,17 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле 6.24:

где  $a_{\text{огр.}} + a_{\text{тех.}} + a_{\text{отл}} = 14\%$  [6];

$K_{\text{тв}} = 1,23$ .

$$T_{\text{шт}} = (7,97 + 4,17 \cdot 1,23) \cdot (1 + 14/100) = 14,93 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле 6.25:

где  $T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время, мин.

$$T_{\text{пз}} = 4 + 10 + 2 + 2 + 3 + 0,2 + 1 + 1 + 3,5 + 0,3 = 27 \text{ мин [6];}$$

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

10 – время на получения режущего, мерительного и вспомогательного инструмента в инструментальной кладовой;

2 – время на ознакомление с чертежом;

2 – время на прослушивание инструктажа мастера;

3 – время на наладку, установку и выверку приспособления на станке;

0,2 – время на перемещение стола в зону удобную для наладки;

1 - время на установку и снятие инструментального блока в магазине;

1 – время на ввод программы с программносителя;

3,5 – время на привязку инструмента по осям X, Y, Z.

0,3 – время на настройку подачи СОЖ.

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{\text{шк}} = 14,93 + 27/19 = 16,35 \text{ мин.}$$

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		



## 7 Проектирование станочного приспособления

Обоснование необходимости создания приспособления. Выбор системы приспособления.

В настоящее время заготовка обрабатывается на универсальном оборудовании в трехкулачковом патроне (установленном на делительную головку) с ручным приводом. Применение специального приспособления с механизированным приводом позволит снизить трудоемкость обработки, повысить стабильность точностных параметров операции. Ориентировочно в заданных условиях следует признать наиболее рациональной систему неразборных специальных приспособлений (НСП) [8].

Данная операция координатно-расточная с ЧПУ выполняется на координатно-расточном станке модели ОС 1000.

Уточнение цели технологической операции.

На данной операции должны формироваться следующие размеры: отверстия диаметром  $\varnothing 6$  мм, отверстие  $\varnothing 12,5$  мм, глубиной  $21(+1;0)$ , отверстие  $\varnothing 22$  и глубиной 2 мм, фаска  $2 \times 45^\circ$ , лыска под углом  $25^\circ$  к цилиндрической поверхности, шириной 60 мм, также на операции выполняется 6 отверстий  $\varnothing 18$  мм, три ступенчатых отверстия  $\varnothing 15/ \varnothing 8,5$  мм, два отверстия  $\varnothing 5$  мм и глубиной  $12(+1;0)$  мм, а также фаски в этих отверстиях  $1 \times 45^\circ$ . Также на операции должен выдерживаться размер 10 мм, а еще и угловой размер между отверстиями  $\varnothing 5$  мм, который равен  $60^\circ$ .

Отверстие сквозное  $\varnothing 6$  мм является свободным размером, а значит в соответствии с техническими требованиями на изготовлении детали, допуск берем по 14 качеству точности [10].

$$T_{\varnothing 6} = 300 \text{ мкм}$$

На все диаметры отверстий в соответствии с техническими требованиями на изготовлении детали, допуск берем по 14 качеству точности [10].

- на диаметр 12,5

$$T_{\varnothing 12,5} = 430 \text{ мкм}$$

- на диаметр 22

$$T_{\varnothing 22} = 520 \text{ мкм}$$

- на 6 отверстий диаметром 18 мм

$$T_{\varnothing 18} = 430 \text{ мкм}$$

- на 3 отверстия диаметром 8,5 мм

$$T_{\varnothing 8,5} = 360 \text{ мкм}$$

- на 3 отверстия диаметром 15 мм

$$T_{\varnothing 15} = 430 \text{ мкм}$$

- на 2 отверстия диаметром 5 мм

$$T_{\varnothing 5} = 300 \text{ мкм}$$

Линейный размер лыски 60мм задан свободным, а значит его допуск по 14 квалитету точности [10].

$$T_{60} = 740 \text{ мкм}$$

На чертеже рекомендуется простановка таких отклонений заданного размера  $60(+0,74;0)$

Глубина отверстия  $\varnothing 22$  мм, которая равна 2 мм также свободный размер, а значит его допуск по 14-му квалитету точности [10]:

$$T_2 = 250 \text{ мкм}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями  $2\pm 0,125$ .

Свободные размеры остальных поверхностей и допуски на них проставляем аналогично предыдущим линейным размерам:

- размер 10, определяющий положение отверстия относительно торца детали

$$T_{10} = 360 \text{ мкм}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями  $10\pm 0,18$ .

- размер 10, показывающий длину 3-х отверстий  $\varnothing 8,5$  (в которых позже будет нарезана резьба):

$$T_{10} = 360 \text{ мкм}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями  $10\pm 0,18$ .

- размер 2, который задает величину фаски  $2 \times 45^\circ$ :

$$T_2 = 250 \text{ мкм}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями  $2\pm 0,125$ .

- размер 1, который задает величину фаски  $1 \times 45^\circ$ .

$$T_1 = 140 \text{ мкм}$$

$1\pm 0,07$ .

- размер R 85, который задает положение 2-х отверстий.

$$T_{85} = 870 \text{ мкм}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями  $85\pm 0,435$ .

Угловые размеры, а именно угол наклона лыски  $25^\circ$  к оси детали, а также угловые размеры фасок  $1 \times 45^\circ$  и  $2 \times 45^\circ$ , а также угловой размер  $60^\circ$ , соответствуют  $\pm AT16/2$  ГОСТ 8908-81 (так как предельные отклонения на чертеже на них не

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

заданы) и все они ограничиваются предельными отклонениями, а именно  $25 \pm 1^\circ$ ,  $60 \pm 1^\circ$ ,  $45 \pm 1^\circ$  [10].

На чертеже также имеются размеры, которые заданы предельными отклонениями, и допусками, которые не соответствуют стандартным, а именно:

- глубина отверстия  $\varnothing 12,5$ , которая равна  $21(+1;0)$

$$T_{21} = 1000 \text{ мкм}$$

Значение допуска не соответствует стандартному: для IT15 допуск равен 840 мкм, а для IT16 допуск равен 1300 мкм.

Поскольку мы не имеем право брать более грубый допуск, чем тот, что назначил конструктор, то стандартное значение допуска будет равняться по [10]

$$T_{21} = 840 \text{ мкм.}$$

Размер с предельными отклонениями  $21(+0,84;0)$

- глубина отверстия  $\varnothing 5$ , которая равна  $12(+1;0)$

$$T_{12} = 1000 \text{ мкм}$$

Аналогично варианту приведенному выше:

IT15 – допуск 700 мкм;

IT16 – допуск 1100 мкм.

Принимаем  $T_{12} = 700$  мкм.

На чертеже проставим размер с предельными отклонениями  $12(+0,7;0)$ .

Точность формы обрабатываемых поверхностей.

Погрешность формы цилиндрических поверхностей отверстий  $\varnothing 5$ ,  $\varnothing 6$ ,  $\varnothing 8,5$ ,  $\varnothing 12,5$ ,  $\varnothing 15$ ,  $\varnothing 18$ ,  $\varnothing 22$  мм, характеризуются отклонением от круглости и цилиндричности ГОСТ 24642 – 81\* и нормируется по ГОСТ 24643 – 81 [10].

Поскольку рассматриваемые поверхности на чертеже не содержат допусков формы, то для уровня геометрической точности А (нормальная точность) неуказанные допуски цилиндричности и круглости принимаем ориентировочно в пределах 30% от допуска на диаметр

$$T_{/o/ \varnothing 5} = 0,3 \cdot 300 = 90 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 6} = 0,3 \cdot 300 = 90 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 8,5} = 0,3 \cdot 360 = 108 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 12,5} = 0,3 \cdot 430 = 129 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 15} = 0,3 \cdot 430 = 129 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 18} = 0,3 \cdot 430 = 129 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/ \varnothing 22} = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм}$$

Согласно [10] принимаем ближайшее стандартное значение допусков круглости и цилиндричности:

$$T_{/o/ \varnothing 5} = 100 \text{ мкм,}$$

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/o/\varnothing 6} = 100 \text{ мкм},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/o/\varnothing 8,5} = 100 \text{ мкм},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/o/\varnothing 12,5} = 120 \text{ мкм},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/o/\varnothing 15} = 120 \text{ мкм},$$

что соответствует 13-й степени точности (тоже и для отверстия  $\varnothing 18$  мм);

$$T_{/o/\varnothing 22} = 160 \text{ мкм},$$

что соответствует 13-й степени точности;

Погрешность формы торца отверстия  $\varnothing 22$  характеризуется отклонением от плоскостности ГОСТ 24642 – 81\* и нормируется по ГОСТ 24643 – 81. Поскольку на чертеже допуск формы не задан, то для уровня геометрической точности А неуказанный допуск плоскостности берем ориентировочно в пределах 60% от допуска номинального большего размера торцевой поверхности ( $\varnothing 22$ ).

Расчетное значение допуска плоскостности будет равняться

$$T_{\square \varnothing 22} = 0,6 \cdot 520 = 312 \text{ мкм}$$

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T_{\square \varnothing 22} = 250 \text{ мкм},$$

что соответствует 15-й степени точности.

Погрешность формы плоскости лыски, а именно допуск плоскостности определяем аналогично приведенной выше последовательности.

$$T_{\square 60} = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм}.$$

Ближайшее значение по [10]

$$T_{\square 60} = 400 \text{ мкм},$$

что соответствует 15-й степени точности.

Точность расположения обрабатываемых поверхностей.

На чертеже заданы два позиционных допуска, которые составляют 0,8 мм относительно базы А. Первый – допуск расположения трех ступенчатых отверстий  $\varnothing 15/\varnothing 8,5$  на окружности  $\varnothing 230$ . Второй – допуск расположения шести отверстий  $\varnothing 18$  мм на окружности  $\varnothing 230$ . Этот допуск является стандартным [10] который соответствует 13-й степени точности.

Расположение двух отверстий  $\varnothing 5$  мм задается радиусом от центра детали и зависит от допуска на радиус R85 и допуска на угол  $60^\circ$ .

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей, которая указана на чертеже, имеет значения 6,3 мкм по критерию Ra.

Выяснение количественных и качественных данных о заготовке, поступающей на операцию.

На данную операцию заготовка поступает с окончательно обработанными базовыми поверхностями. Масса заготовки – 10,45 кг. Материал – сталь 08X18H10T ГОСТ 5632-88. Заготовка имеет цилиндрическую форму, вполне жесткая, обрабатываемость плохая (труднообрабатываемая сталь).

Анализ базовых поверхностей.

Конструкция приспособления будет предполагать базирование заготовки по торцу и по внутренней цилиндрической поверхности Ø146H7.

Согласно чертежа отверстие Ø146 обрабатывается по IT7. Согласно [10] находим значение допуска:  $T_{\varnothing 146} = 40$  мкм.

Это означает, что диаметр отверстия выполнен с параметрами Ø146H7(+0,04;0). Длина отверстия  $32 \pm 0,31$  мм. Отношение  $l/d \ll 1$ , что свидетельствует о возможности использования отверстия как двойной опорной базы.

Точность формы базовых поверхностей.

Погрешность формы цилиндрической поверхности Ø146H7 характеризуется отклонением от круглости и цилиндричности (ГОСТ 24642 – 81\*) и нормируется по ГОСТ 24643 – 81 [10].

Поскольку допуск цилиндричности и круглости не указан в технических требованиях и на чертеже детали, то он может быть установлен в пределах допуска на размер:

$$T_{/o/\varnothing 146} = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мкм.}$$

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска цилиндричности и круглости:

$$T_{/o/\varnothing 146} = 12 \text{ мкм.}$$

что соответствует 6-й степени точности.

Погрешность формы торца Ø147(+1;0) характеризуется отклонением от плоскостности. Поскольку допуск плоскостности не указывается, то это значит, что он входит в состав допуска на номинальный размер. Расчетное значение допуска на плоскостности:

$$T_{\square \varnothing 147} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ мкм}$$

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T_{\square \varnothing 147} = 600 \text{ мкм},$$

что соответствует 15-й степени точности.

Точность расположения базовых поверхностей.

Рассмотрим возможные погрешности по радиальному биению  $\varnothing 146H7$  и биению торца. На чертеже радиальное биение отверстия  $\varnothing 146H7$  составляет 30 мкм. Согласно [10] выбираем стандартный допуск

$$T_{\uparrow \varnothing 146} = 30 \text{ мкм},$$

что соответствует 6-й степени точности.

Допуск торцевого биения торца  $\varnothing 147$  на чертеже не указан, поэтому берем их такими, что равны 60% от допуска на соответствующий размер:

$$T_{\uparrow \varnothing 147} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ мкм},$$

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска торцевого биения:

$$T_{\uparrow \varnothing 147} = 600 \text{ мкм},$$

что соответствует 14-й степени точности.

Шероховатость базовых поверхностей.

Шероховатость поверхности, указанная на чертеже для диаметра  $\varnothing 146H7$  соответствует по критерию Ra 1,6 мкм. Для торцевой поверхности, характеризуемой диаметром  $\varnothing 147H14(+1;0)$  шероховатость по критерию Ra 6,3 мкм. Это соответствует требованиям по точности, что предъявляются к базовым поверхностям. Торец хотя и имеет шероховатость Ra 6,3 мкм, но для достижения требуемой точности на данной операции этого достаточно.

В проектируемом приспособлении планируется обрабатывать заготовки с базовыми поверхностями именно такими или в пределах  $\pm 10$  мм размеров с указанными параметрами точности. Другими словами, адаптивные свойства установочных элементов приспособления должны находиться в пределах допусков указанных размеров.

Определение условий в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектируемое приспособление.

Годовая программа выпуска определена в 300 деталей. Такая программа с учетом трудоемкости предполагает мелкосерийный тип производства. Но проектирование данного приспособление производится в учебных целях.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Заготовка будет обрабатываться на координатно-расточном станке ОС1000 с системой ЧПУ WL4M. Станок предназначен для обработки деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и легких металлов, а также других материалов. Наряду с фрезерными операциями на станке можно производить точное сверление, растачивание, зенкерование и развертывание отверстий. Паспортные данные станка приведены в пункте 7.3.

Обработка на данной операции осуществляется сверлами, фрезой, цековкой и зенковкой. Приспособление должно обслуживаться станочником 3-го разряда.

Составление перечня реализуемых функций.

0. Перемещение и предварительная ориентация заготовки.

1. Базирование заготовки.

2. Закрепление заготовки.

3. Базирование приспособление на станке.

4. Закрепление приспособления на станке.

5. Подвод и отвод энергоносителя.

6. Образование исходной силы для закрепления.

7. Управление энергоносителем.

8. Объединение функциональных узлов (корпус).

9. Обработка поверхностей: сверление отверстия диаметром Ø6 мм, отверстие Ø12,5 мм, глубиной 21(+1;0), цекование отверстия Ø22 и глубиной 2 мм, зенкование фаски 2x45°, фрезерование лыски под углом 25° к цилиндрической поверхности, шириной 60 мм, также на операции выполняется сверление 6-ти отверстий Ø18 мм, трех ступенчатых отверстий Ø15/ Ø8,5 мм, двух отверстий Ø5 мм и глубиной 12(+1;0) мм, а также зенкование фасок в этих отверстиях 1x45°.

10. Поворот стола на угол 75°.

11. Создание безопасных условий труда.

Исходя из условий реализации этих функций и требования к результатам их реализации, осуществляем поиск прототипов из накопленного фонда технических решений. Предпочтение отдаем апробированным практикой стандартным техническим носителям функций.

Поверхность плоская, характеризуемая диаметром Ø147Н14\* является достаточной по площади, чтобы разместить три опорные точки, которые необходимы для создания установочной базы.

Кроме этого, применение этой поверхности как базовой не препятствует допуску инструментов к обрабатываемым поверхностям.

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Торцевая плоская поверхность  $\text{Ø}147\text{H}14^*$ , принятая в качестве главной базовой, лишает заготовку трех степеней свободы, то есть является установочной базой.

Выбор двойной-опорной базовой поверхности.

На функции двойной-опорной базы могут претендовать три внутренние цилиндрические поверхности  $\text{Ø}155\text{N}9^*$ ,  $\text{Ø}169\text{H}14^*$  и  $\text{Ø}146\text{H}7^*$ . Из всех этих поверхностей предпочтение отдаем поверхности  $\text{Ø}146\text{H}7^*$  так как при изготовлении оправки допуск посадки  $\text{Ø}146\text{H}7/\text{h}6^*$  будет наименьшим из всех остальных вариантов (так как они изготовлены по более грубым квалитетам), а значит и точность центрирования будет наивысшей.

Точность центрирования важна для достижения такого требования как позиционный допуск расположения шести отверстий  $\text{Ø}18$  мм и трех отверстий  $\text{Ø}15/\text{Ø}8,5$ , который равен 0,8 мм на диаметре 230. Определим максимальный зазор посадки  $\text{Ø}147\text{H}7/\text{h}6$ .

Допуски на размеры:  $T \text{Ø}147\text{H}7 = 0,04$  мм;  $T \text{Ø}146\text{h}6 = 0,025$  мм.

Размеры с отклонениями:  $\text{Ø}147\text{H}7(+0,04); \text{Ø}146\text{h}6(-0,025)$ .

Максимальный зазор  $S_{\text{max}} = 147,04 - 146,975 = 0,065$  мм.

Точность центрирования даже при максимальном зазоре очень высокая, следовательно, при точном позиционировании рабочего органа станка позиционный допуск будет выдержан. Позиционный допуск хоть и задан к базе А – поверхность  $\text{Ø}180\text{g}6^*$ , но так как поверхности  $\text{Ø}180\text{g}6^*$  и  $\text{Ø}146\text{H}7^*$  были обработаны на токарной операции на одном установе, то при базировании за  $\text{Ø}146\text{H}7^*$  допуск будет выдержан относительно поверхности  $\text{Ø}146\text{H}7^*$  так же и как относительно поверхности  $\text{Ø}180\text{g}6^*$  - следовательно требование конструктора обеспечится.

Поверхность  $\text{Ø}146\text{H}7^*$  достаточно чисто обработанная, а именно 1,6 мкм по критерию Ra.

Диаметральные размеры отверстий будут обеспечиваться инструментом, которым они будут выполняться.

Разработка и обоснование схемы закрепления.

Анализ структуры полей возмущающих сил.

Для определения взаимного влияния поля возмущающих сил и поля уравновешивающих сил построим графическую модель возмущающих сил во взаимосвязи с принятой схемой базирования и модель поля уравновешивающих

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		



сил, создаваемых зажимным механизмом. Структура поля возмущающих сил приведена на рисунке 7.1.

Анализ структуры полей уравнивающих сил.

Схема закрепления реализуется прижимом (быстросменной шайбой), которой заготовка закрепляется сверху. Рассмотрим действие сил зажима, построив структуру полей уравнивающих сил и показав образующиеся силовые потоки. Структура ПУС приведена на рисунке 7.2.

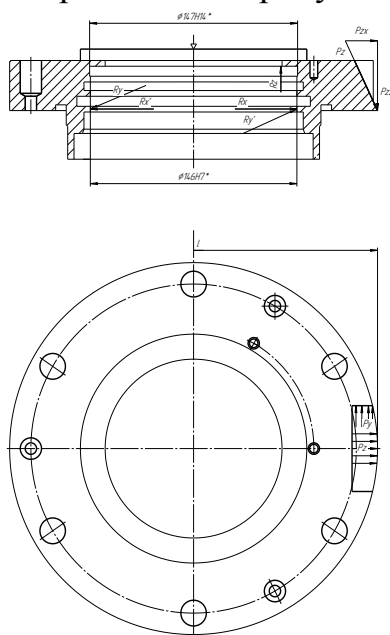


Рисунок 7.1 – Структура поля возмущающих сил

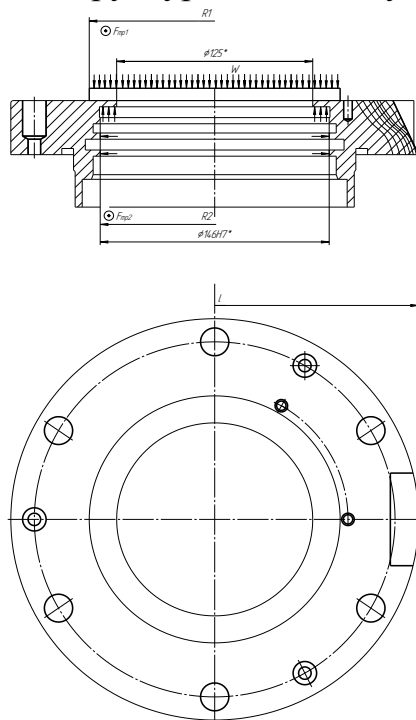


Рисунок 7.2 – Структура поля уравнивающих сил.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист

Из рисунка 7.1 видно, что сила резания  $P_z$  раскладывается на составляющие  $P_{zz}$  и  $P_{zx}$ . Составляющая силы  $P_z$   $P_{zx}$  уравнивается реакцией  $R_y$  или  $R_y'$ , а также реакцией  $R_x$  или  $R_x'$ . Составляющая от силы  $P_z$   $P_{zz}$  уравнивается реакцией  $R_z$ . Сила  $P_z$  действующая на сторону лыски создает вращающий момент  $M$ , который и должен компенсироваться моментом от сил трения  $F_{тр1}$  – трение по плоскости шайбы – деталь и  $F_{тр2}$  – трение по плоскости торца стакана – деталь.  
 $M = l \cdot P_y$ .

Расчет сил закрепления.

Рассчитаем коэффициент запаса по формуле 9.3:

где  $k_0$  – коэффициент гарантированного запаса.  $k_0=1,5$ ;

$k_1$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях ( $k_1=1,1$ );

$k_2$  - коэффициент характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента ( $k_2=1,7$ );

$k_3$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании ( $k_3=1$ );

$k_4$  - коэффициент характеризующий постоянство силы закрепления зажимного механизма ( $k_4=1,2$ );

$k_5$  - коэффициент характеризующий эргономику ручных ЗМ ( $k_5=1$ );

$k_6$  - коэффициент учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку,

$$K = 1,5 \times 1,1 \times 1,7 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,1 = 3,366.$$

Определим силу резания  $P_y$  из отношения

$$P_y = 0,4 \cdot P_z \quad (7.1)$$

где  $P_z = 1573$  Н – сила резания при фрезеровании, определенная в пункте 6.5.

$$P_y = 0,4 \cdot 1573 = 629 \text{ Н}$$

Из рисунка 7.1 составим уравнение моментов сил и определим силу закрепления  $W$ .

Силы трения  $F_{тр1}$  и  $F_{тр2}$  будут действовать на среднем диаметре опорных плоскостей. Запишем условие  $M_{тр} > M$

Преобразуем  $M_{тр} = K \cdot l \cdot P_y$  (из рисунка 7.1)

$$F_{мп1} \times \left( \frac{R_1 + \frac{125}{2}}{2} \right) + F_{мп2} \times \left( \frac{R_2 + \frac{125}{2}}{2} \right) = K \cdot l \cdot P_y$$

$$W \times f_1 \left( \frac{R_1 + \frac{125}{2}}{2} \right) + W \times f_2 \times \left( \frac{R_2 + \frac{125}{2}}{2} \right) = K \times l \times P_y$$

$$R_1 = \frac{D_m}{2} = \frac{160}{2} = 80 \text{ мм},$$

где  $D_m$  - наружный диаметр быстросменной шайбы

$$R_2 = 146/2 = 73 \text{ мм}$$

$$l = 260/2 = 130 \text{ мм}$$

$f_1 = f_2 = 0,25$  – коэффициенты трения по плоскостям шайбы – деталь и деталь-торец стакана соответственно.

Выразим силу закрепления  $W$

$$W = \frac{K \times l \times P_y}{f \times \left( \left( R_1 + \frac{125}{2} \right) + \left( R_2 + \frac{125}{2} \right) \right)} = \frac{2 \times 3,366 \times 130 \times 629}{0,25 \times (80 + 62,5) + (73 + 62,5)} = 7618 \text{ Н}.$$

Обоснование выбора привода.

Для раскрепления достаточно хода 5-10 мм, следовательно, рационально выбрать тарельчатую резинотканевую пневмокамеру одностороннего действия с диаметром диафрагмы, определяемым по формуле [4]:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{7618}{0,4}} = 155,9 \text{ мм} \quad (7.2)$$

где  $p=0,4$  МПа – давление воздуха в сети.

Принимаем по ГОСТ ближайший больший диаметр  $D=160$  мм.

Фактическая сила закрепления

$$W_\phi = \frac{D^2 \times p}{1,13^2} = \frac{160^2 \times 0,4}{1,13^2} = 8020 \text{ Н}.$$

$W_\phi > W$  - деталь будет надежно закреплена при обработке.

Точностные расчеты приспособления.

С информационной точки зрения расчеты допусков на изготовление элементов приспособления представляют собой преобразование информации о точности обработки поверхностей детали на данной операции в точностные требования к приспособлению.

Прежде чем приступить к расчету точности, определим расчетные параметры, которые в большей мере влияют на достижение заданных допусков обрабатываемой детали. При обработке заданной детали на координатно-

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

расточной с ЧПУ операции к расчетным параметрам следует отнести наиболее жестким допуском на чертеже является позиционный допуск расположения 6-ти отверстий Ø18 и трех отверстий Ø18/Ø8,5. Его значение по чертежу равно 0,8 мм на диаметре 230 мм относительно базы А – поверхности Ø180g6\*.

Деталь базируется на данной операции по поверхности Ø146H7\*, но так как поверхности Ø180g6\* и Ø146H7\* обрабатывались на токарной операции на одном установе, то и позиционный допуск 0,8 мм на диаметре 230 мм относительно базы А будет равносильен такому же допуску относительно технологической базы – поверхности Ø146H7\*, то есть можно говорить о том что технологическая и измерительная базы косвенно совпадают.

Определим допустимую погрешность на параллельность верхнего торца стакана к установочной поверхности плиты по формуле 9.5:

где  $T$  - позиционный допуск расположения  $T=0,8\text{мм}=800\text{ мкм}$ ;

$K_T$  - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих, принимаем  $K_T=1,2$ ;

$K_{T1}$  - коэффициент, который учитывает некоторое уменьшение предельного значения погрешности базирования, принимаемый во внимание, когда погрешность базирования не равна нулю, в данном случае  $K_{T1}=0,85$ ;

$\varepsilon_6$  - погрешность базирования заготовки, которая в данном случае будет равна максимальному зазору между оправкой и отверстием детали.

$$\varepsilon_6 = S_{\max} = 147,04 - 146,975 = 0,065 \text{ мм} = 65 \text{ мкм}.$$

$\varepsilon_3$  - погрешность закрепления заготовки, так как привод механизированный и погрешность закрепления будет постоянной, то учитываем ее один раз при настройке станка, принимаем  $\varepsilon_3=0$ ;

$\varepsilon_y$  - погрешность установки приспособления на станке, учитывает зазоры между установочными элементами приспособления и посадочными элементами станка (шпонками). Приспособление устанавливается на стол по двум шпонкам по посадке 16H9/h9.

$\varepsilon_y$  на длине  $l$ , которая равна диаметру, на котором расположены обрабатываемые отверстия Ø230 мм определяется по формуле [9]:

$$\varepsilon_y = \frac{S \cdot l}{L}, \quad (7.3)$$

где  $l=230\text{ мм}$ ;

$S$  – максимальный зазор в шпоночном соединении  $S=16,043-15,957=0,086\text{ мм}=86\text{ мкм}$  (предельные отклонения посадки взяты по [10]);

$L=366\text{мм}$  – расстояние между шпонками (взято из предварительной компоновки приспособления).

$$\varepsilon_y = \frac{0,084 \cdot 230}{366} = 0,054 \text{ мм} = 54 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_n$  - погрешность перекося инструмента. Обработка будет вестись спиральными сверлами соответствующего диаметра, но перед этим отверстия по технологическому процессу зацентруют центровочным сверлом, чтобы исключить (или во всяком случае минимизировать) увод сверла). То есть погрешность перекося  $\varepsilon_n = 0$ .

$\varepsilon_u$  - погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов приспособления. Величина износа зависит от программы выпуска деталей и форму установочной поверхности.

Погрешность износа установочных элементов приспособления определяем по формуле [9, с 40]:

$$\varepsilon_u = \beta_2 \cdot N, \quad (7.4)$$

где  $\beta_2 = 0,001$  - постоянный коэффициент, взят по рекомендациям [9];

$N$  - число контактов заготовки с опорой. Годовой выпуск деталей  $N_r = 300$  шт. Приспособление предполагается эксплуатировать без ремонта и замены некоторых установочных элементов 2 года, поэтому  $N = N_r \cdot n = 300 \cdot 2 = 600$  штук.

$$\varepsilon_u = 0,001 \cdot 600 = 0,6 \text{ мм} = 600 \text{ мкм.}$$

$K_{T2}$  - коэффициент, учитывающий вероятность появления погрешности обработки, принимаем по рекомендациям [9]  $K_{T2} = 0,6$ ;

$\omega$  - средняя экономическая точность обработки, по [9] при сверлении отверстий средняя экономическая точность - 12 квалитет. Следовательно в расчетах принимаем допуск на наибольший диаметр обрабатываемого отверстия по 12-му квалитету т.е. для отверстия  $\text{Ø}18\text{H}12$   $\omega = 180$  мкм;

$\varepsilon_{noz}$  - погрешность позиционирования станка. Из паспорта станка OC1000, на котором будет производится обработка  $\varepsilon_{noz} = 50$  мкм.

Производим расчет допустимой погрешности приспособления, которую нельзя превысить при изготовлении его деталей и их сборке.

$$\varepsilon_{np} = 800 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 65)^2 + 0^2 + 54^2 + 0^2 + 600^2 + (0,6 \cdot 180)^2 + 50^2} = 800 - 739,8 = 60,2 \text{ мкм}$$

По ГОСТ 24643-81 принимаем меньшее ближайшее значение допуска параллельности торцевой поверхности стакана к основания плиты. Данное требование, а именно параллельность двух поверхностей принято потому, что

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ				

именно эта погрешность будет оказывать наибольшее влияние на точность обработки, а именно выдерживания в заданных пределах позиционного допуска.

Ближайшее стандартное значение допуска параллельности по [10] 60 мкм для диапазона размеров 100-160 мм, в который входит размер Ø146 – плоскость торца, соответствует 9-й степени точности.

Следовательно, на чертеже приспособления проставляем допуск параллельности торца стакана к основанию плиты равный 0,06мм.

Расчет на прочность.

Рассчитываем на прочность резьбу штока. По конструктивным соображениям и предварительной компоновке приспособления примем резьбу на штоке M12x1,75-6g. Сила на штоке W=7618 Н, материал винта – Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутренний диаметр резьбы рассчитывается по формуле:

$$d_B = d_n - 0,541P \cdot 2 \quad (7.5)$$

где  $d_n$  – наружный диаметр резьбы;

P – шаг резьбы.

$$d_g = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,1065 \text{ мм}$$

Минимальная площадь поперечного сечения резьбы рассчитывается по формуле:

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (7.6)$$

где  $d_B$  – внутренний диаметр резьбы.

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi \cdot 10,1065^2}{4} = 80,22 \text{ мм}^2$$

Предел текучести для Стали 40 равен 300 МПа.

Допускаемые напряжения растяжения определяется по формуле:

$$\sigma_P \leq 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.7)$$

то есть  $\sigma_P \leq 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа}$ .

Запишем условие прочности на растяжение:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\min \text{рез}}} \leq \sigma_P \quad (7.8)$$

$$\sigma_P = \frac{7618}{80,22} = 95 < 150 \text{ МПа} \text{ – следовательно прочность штока обеспечивается,}$$

так как прочность обеспечивается даже в его минимальном сечении (на резьбовом участке).

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

Тема: «Безопасность труда при эксплуатации систем работающих под давлением».

В химической промышленности также широко используются сжатые воздух и газы. Сжатый воздух получают при помощи компрессорных установок. Газы содержатся в сжатом или сжиженном состоянии в газовых баллонах под большим давлением.

Емкости, работающие под большим давлением, и компрессорные установки в процессе эксплуатации составляют для таких работников опасность в связи с возможностью взрывов и разрушений, а также от струй, утечка из них, под давлением. Что происходит из-за нарушения правил безопасности труда, эксплуатации, неисправности контрольно-измерительных приборов, низкое качество материалов, из которых изготовлены емкости.

Мощность взрывов сосудов, наполненных сжатым газом, достаточное, чтобы частично разрушить стены домов.

Работа с сосудами, работающими под давлением, определяется "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением". Они распространяются на сосуды, работающие под давлением выше 48 кПа, на цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 60 °. Которые превышает 48 кПа, на баллоны, предназначенные для перевозки и сохранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением выше 27 кПа.

Правила распространяются на сосуды и баллоны вместимостью ниже 0,05 м<sup>3</sup> и на те, в которых произведение вместимости (в метрах кубических) на рабочее давление составляет не более 100 Па, а также на машины, не представляющие собой самостоятельных двигателей воздушные колпаки насосов, амортизационные стойки шасси, гидроаккумуляторы и др..

Емкости, работающие под давлением изготавливаются на предприятиях, имеющих на это разрешение органов. Сосудик должен поставляться заводом-изготовителем заказчику с паспортом и инструкцией монтажу и эксплуатации.

На сосудике на видном месте должна быть прикреплена заводом-изготовителем металлическая пластинка с нанесенными клеймением паспортными данными:

- наименование завода-изготовителя;
- год изготовления;
- рабочее давление;
- допустимая температура стенок сосуда

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ					

Правила:

- порядок расследования аварий и несчастных случаев;
- требования к конструкции сосудов и материалов из которых они изготавливаются;
- правила изготовления и монтажа сосудов, арматуры и контрольно-измерительных приборов и предохранительных установок;
- правила регистрации и технического освидетельствования сосудов, их строения, обслуживание и др.

Сосудики компрессорные, на которые распространяются правила, должны быть к пуску зарегистрированы в госнадзоре. Порядок регистрации сосудиков, работающих под давлением, устанавливается теми же.

Инспектор госнадзора выдает разрешение на пуск в работу сосудиков, после их регистрации и технического осмотра. Разрешение на пуск в работу сосудов, не подлежат регистрации в органах, выдается лицом, назначенным приказом по предприятию, для осуществления за ними и на основании результатов технического осмотра. Разрешение записывается в паспорт и книгу учета и освидетельствования сосудов.

При осмотре обнаружены трещины, разрывы, коррозия, раковины, дефекты сварки и др.

Компрессорные установки сжатого воздуха представляют опасность взрыва и разрушения при перегреве стенок цилиндров из-за низкой температуры сжатого воздуха, повышение давления в воздухопроводах или воздушных аккумуляторах и образования в сжатом воздухе взрывоопасных смесей из-за попадания в него масел, пали.

На компрессорной установке к работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по соответствующей программе и имеющие удостоверение на право ее обслуживания. Для безопасной работы компрессорных и установки необходимо каждой смены контролировать расход масла, проверять исправность предохранительных клапанов, манометров, термометров. При внезапном прекращении подачи воды для охлаждения, с появлением запаха гари или дыма, при увеличении вибрации компрессора его следует немедленно остановить до устранения неполадок.

Эксплуатация баллонов со сжатым или сжиженным газом тогда безопасна, когда они обеспечиваются применением мер безопасности. Каждый баллон газа, в котором он хранится, а также надписи на нем и резьбы на штуцерах окрашиваются в определенный цвет. Окрас баллонов и нанесение надписей осуществляются заводы-изготовители и ремонтные предприятия (табл. 8.1).

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Отдельные баллоны со сжатыми газами храниться вне помещений в специально оборудованных металлических шкафах, где отсутствует возможность их нагрева солнечными лучами, отопительными и нагрев боров.

Когда баллоны хранятся, их закрепляют во избежание их падения или столкновения

Баллоны транспортируют только с помощью специальных носилок перекачивать баллоны запрещает потому что это неизбежно приводит к толчкам, ударам корпуса баллона и вентиля, что, в свою очередь, может вызвать разрушение корпуса баллона или произвольное утечки сжатого газа через поврежденный вентиль.

В помещении затратный баллон закрепляется специальными хомутами. Каждый баллон имеет предохранительный колпак вентиля. Прежде чем подключать газовую линию к вентилю, необходимо убедиться (внешним осмотром) в его исправности. Герметичность газовой линии, редуктора и вентиля проверяют мыльным раствором. Вентиль не должен пропускать газ, когда он закрыт, резьбы должны быть чистыми, без заусенцев и вмятин. Если вентиль пропускает газ, баллон из помещения немедленно выносят и с помощью специального ключа для вентиля закрывают его. Ударять металлическими предметами (молотками, зубилами) по воротка вентиля категорически запрещается. Если вентиль продолжает пропускать газ, баллон ремонтируют только в специальной мастерской. Использование такого баллона недопустимо.

В газовую линию сжатые газы из баллонов подаются исключительно через редуктор с манометром, который контролирует низкое давление.

Вентиль газового баллона следует открывать плавно, без рывков, соблюдая меры. Лицо, глаза, открытые части тела не следует держать в плоскости, проходящей перпендикулярно к месту подкладки накидной гайки редуктора с вентилем баллона, так как струя газа через неплотности соединения, высокое давление может нанести травму лица и очей.

Таблица 8. 1 - Цветовое маркировки газовых баллонов

Газ	Краска для баллонов	Надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	Есть
Аргон чистый	Серая	Аргон	Зеленый	Зелены



В процессе погрузки, разгрузки, транспортировки и хранения баллонов следует применять меры, предотвращающие падение, повреждение и столкновения баллонов.

При работе с кислородной техникой работник должен иметь чистую одежду, обезжиривать руки и пользоваться чистым обезжиренным инструментом. При работе с жидким и газообразным кислородом следует избегать насыщения им одежды и волос, так как это может вызвать их внезапное воспаление при приближении к огню (примерно через 50 минут после окончания работы с кислородом опасность воспаления исчезает).

Учитывая повышенную опасность к обслуживанию систем, работающих под давлением, допускаются лица, достигшие 21-летнего возраста, прошедшие медицинское обследование, обучение по утвержденной программе, аттестованные и имеющие удостоверение на обслуживание соответствующего оборудования (сосуды, аппарата). Подготовка таких работников осуществляется в учебных заведениях (профессионально-технических училищах, учебно-курсовых комбинатах), которые получили в установленном порядке разрешение Госгорпромнадзора на проведение такого обучения.

Администрация предприятия обязана содержать системы, работающие под давлением в исправном состоянии, обеспечивающем безопасность их обслуживания и надежность работы. На предприятиях должны быть разработки, утвержденные, вывешены на рабочих местах и выданы под расписку обслуживающему персоналу инструкции по безопасному обслуживанию таких систем.

На предприятиях в установленном порядке назначается лицо, на которое возлагается ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию, работающих под давлением.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

## Выводы

В ходе выполнения дипломного проекта были выполнены следующие пункты:

- произведен анализ служебного назначения агрегата – центробежного секционного насоса ЦСН 240-1900-2Т, узла агрегата –уплотнения торцового и детали – «Фланец упорный» 455.101.57-01. Кроме того выполнено описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.

- произведен анализ технических требований на изготовление детали «Фланец упорный» 455.101.57-01, где проанализирован материал детали, точность размеров и шероховатости, предъявляемая к детали.

- определен тип производства – мелкосерийный (при годовом выпуске деталей 300 штук) и организационные условия работы. Кроме этого, был определен такт производства, который составил 29 штук.

- произведен выбор метода получения заготовки и разработан чертеж согласно ГОСТ. Выбран метод получения заготовки – штамповка на КГШП. В результате расчетов получили заготовку с минимальными припусками, степень сложности С2, группой стали М3, исходным индексом 16 и классом точности Т4. Также разработаны технические требования.

- произведен анализ технологической операции технологического процесса. Для анализа была взяты две операции 015 – токарная с ЧПУ и 030 – комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ. По сравнению с базовым технологическим процессом операция осуществляется на одном станке – ИР320ПМФ4 (оснащенном системой ЧПУ, в отличие от станков в базовом технологическом процессе). Это дает возможность сократить количество оборудования, производственной площади и времени на механическую обработку, а так же дает возможность исключить разметку.

Выполнен расчет режимов резания. Для сверления отверстия диаметром 6 мм режимы резания рассчитаны аналитическим способом, а для остальных переходов – табличным способом.

Кроме того, была проанализирована схема базирования заготовки. В результате принято закрепить деталь в специальное приспособление.

Также в работе выполнен раздел охраны труда касающейся пожарной безопасности предприятий.

Выполнен комплект технологической документации КТП.

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Список использованных источников

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. - 256 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.
4. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.
8. Колев Н. С. Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.
9. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.
10. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.
11. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля [Текст] : Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с.
12. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.
13. Цейтлин Я. М. Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

14. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.

15. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.

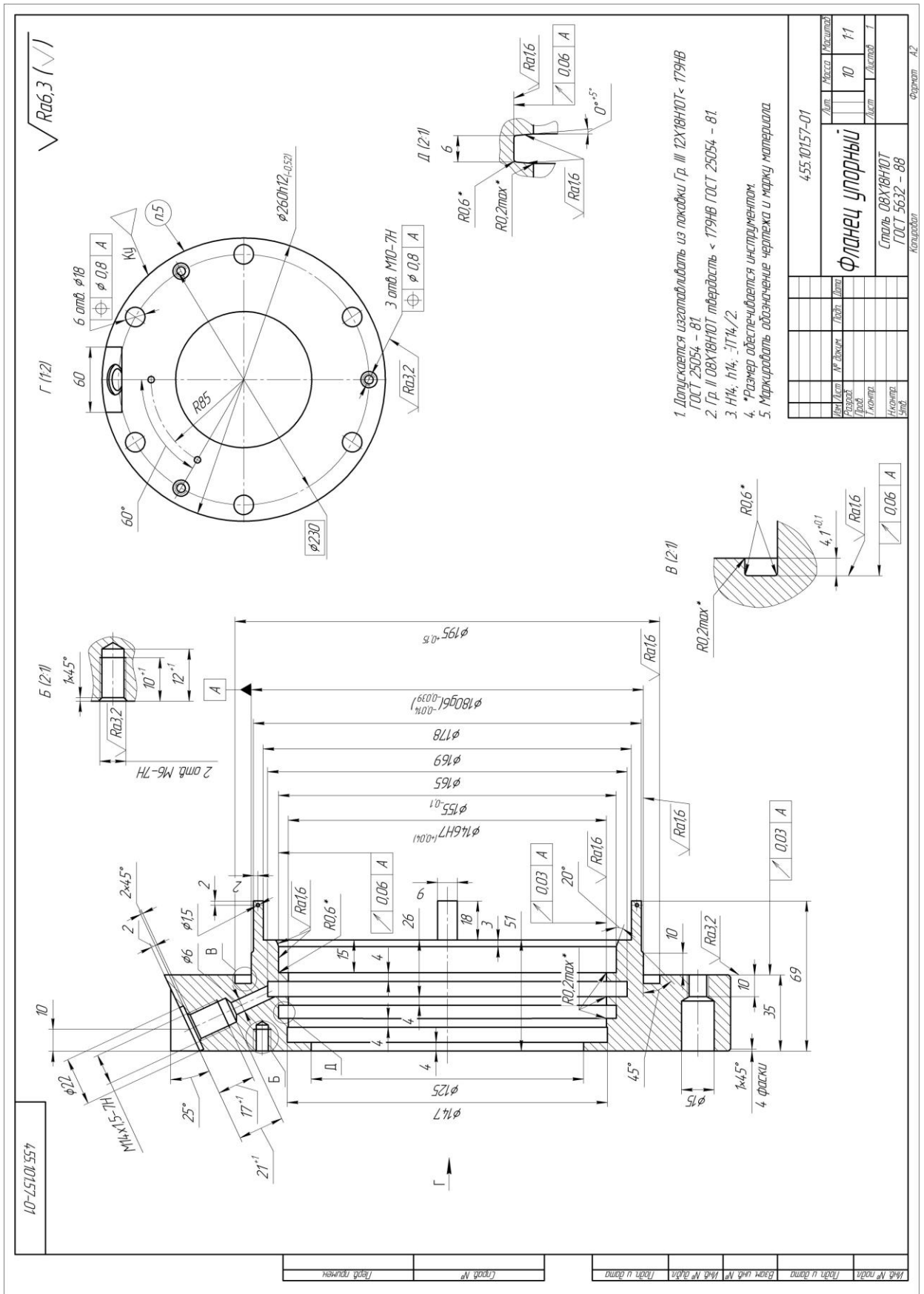
16. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.

17. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

18. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

					<i>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

# Приложение А. Заводской чертеж детали



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист

## Приложение Б. Расчет припусков

### РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

27.05.2019

Расчет выполнен для Каракай группа - ТМз-41с

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая  $\phi$  180-0.043  
-0.143

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Предел-ные откло-нения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шерохо-ватость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр. Ез (i)
Поковка ковкой	ГОСТ 7062-90	+2.400 -1.200	-	-	-	-	-
Chernovay	квалитет 12 0 -1.000	0 -1.000	250	1000	2119	500	500
Polychistovay	квалитет 8 0 -0.400	0 -0.400	125	240	127	200	100
Chistovay	квалитет 6 -0.043 -0.143	-0.043 -0.143	20	125	105	0	0

#### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчет-ный размер, мм	расчет-ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	184.832	185	185	+2.400 -1.200	183.8	187.4	-	-	-
968	1968	182.925	183	183	0 -1.000	182	183	1400	1340	1430
145	1875	181.945	181	181	0 -0.400	180.6	181.0	270	900	1055
50	655	180	180	180	-0.043 -0.143	179.857	179.957	145	170	373

К О Н Е Ц   Р А С Ч Е Т А

					<b>ТМЗ 16510077-00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## Приложение В. Спецификация на приспособление

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документация</u>				
		A1			ТМЗ 16510077-07-00.00 СБ	Сборочный чертёж				
						<u>Сборочные единицы</u>				
				1	ТМЗ 16510077-07-01.00	Пневмораспределитель ГОСТ 1856 - 80*	1			
						<u>Детали</u>				
		Б4		2	ТМЗ 16510077-07-00.02	Корпус	1			
		Б4		3	ТМЗ 16510077-07-00.03	Стакан	1			
		Б4		4	ТМЗ 16510077-07-00.04	Крышка нижняя	1			
		Б4		5	ТМЗ 16510077-07-00.05	Шайба специальная	1			
		Б4		6	ТМЗ 16510077-07-00.06	Шток	1			
		Б4		11	ТМЗ 16510077-07-00.11	Шайба быстросменная	1			
		Б4		16	ТМЗ 16510077-07-00.16	Крышка верхняя	1			
		Б4		19	ТМЗ 16510077-07-00.19	Прокладка специальная	1			
						<u>Стандартные изделия</u>				
				7		Шайба - 12.01.05 ГОСТ 11371-78	1			
				8		Диафрагма резинотканевая ГОСТ 9887 - 70	1			
				9		Пружина 7039-2324 ГОСТ 13165-67	1			
				10		Гайка М12-7Н ГОСТ 5915 - 80*	1			
				12		Болт М10-8dх40 ГОСТ 7798 - 70	4			
					ТМЗ 16510077-07-00.00					
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					Разраб.	Каракай				
					Проб.	Ступин				
					Нконтр.	Денисенко				
					Утв.	Залого				
					Приспособление для сверления			Лит.	Лист	Листов
									1	2
								СумГУ, гр.ТМЗ-4 1к		

Копировал

Формат А4

					ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание
		13		Болт М8-8дх20 ГОСТ 7798-70	13	
		14		Шайба - 8.01.05 ГОСТ 11371-78	14	
		15		Гайка М8-7Н ГОСТ 5915 - 80*	7	
		17		Кольцо СТ 28-17-3,5 ГОСТ 288-72	2	
		18		Рым - болт М10 ГОСТ 4751 - 73	2	
		20		Штуцер ГОСТ 1776 - 74	1	
		22		Хомут стальной ГОСТ 196-80	1	
		23		Винт М8-6дх30 ГОСТ 11738 - 72	2	
		24		Шпонка 16х16х30 ГОСТ 23360 - 80	2	
				<u>Материалы</u>		
		21		Металлоручкав Р1-Ц-Х-4х400 ГОСТ 3575 - 75	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-07-00.00	Лист 2
------	------	----------	-------	------	-----------------------	-----------

Копировал

Формат

A4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16510077-00.ПЗ	Лист
------	------	----------	-------	------	--------------------	------