

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

\_\_\_\_\_ В. О. Залого

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ДИСКУ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО 54.01.90.67-07**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Д. В. Серeda

Керівник

І. М. Дегтярьов

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

## Реферат

Записка: страниц 64, рисунков 15, таблиц 14, приложений 3, источников 18.

Объект исследования – деталь «Диск разгрузочный».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Диска разгрузочного» позиции 54.01.90.67-07.

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 – токарная с ЧПУ и вертикально-фрезерная 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 исследуемой технологической операции.

Выполнен раздел охраны труда, а также разработан комплект технической документации.

**ДИСК РАЗГРУЗОЧНЫЙ, РЕЖИМ РЕЗАНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УСТАНОВ.**

## 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.....	11
3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик.....	14
4 Анализ технологичности конструкции детали .....	17
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	22
6 Анализ существующего технологического процесса.....	27
6.1 Расчет припусков на механическую обработку .....	27
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	29
6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков .....	34
6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	36
6.5 Расчет режимов резания .....	38
6.6 Техническое нормирование операций .....	46
7 Проектирование станочного приспособления .....	49
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	57
Выводы .....	62
Список использованных источников .....	63
Приложение А. Заводской чертёж детали .....	65
Приложение Б. Расчет припусков.....	66
Приложение В. Спецификации на станочное приспособление .....	67

					<b>ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ</b>							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления диска разгрузочного 54.01.90.67-07			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Середа</i>							Д	П	3	66	
<i>Пров.</i>	<i>Дегтярев</i>							<i>СумГУ, ТМЗ-41с</i>				
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>											
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>											

## Введение

В наше время роль машиностроения во многих отраслях народного хозяйства очень велика. В сельском хозяйстве, например, используют трактора, автомобили и другую сельхозтехнику, которую успешно производят на отечественных предприятиях. Продукция заводов Украины пользуется спросом как внутри страны, так и за рубежом.

В современном машиностроении для решения этих проблем особую роль отводят созданию и внедрению новой техники во всех отраслях, ускорению научно-технического прогресса страны. С переходом Украины на рыночные отношения резко возросла потребность народного хозяйства в качественной, надежной, конкурентоспособной продукции изготавливаемой машиностроением. Для получения качественной, конкурентоспособной продукции на предприятиях внедряются передовые технологии и высокопроизводительное, прогрессивное оборудование.

На машиностроительных предприятиях также выпускают продукцию для химической и нефтяной промышленности, в частности на ОАО СМНПО изготавливают центробежные насосы типа ЦНС. Эти насосы выпускаются как для потребления внутри страны так и на экспорт.

Центробежные насосы являются самым распространенным из всех типов насосов. Широкий диапазон подач (до десятков кубических метров в секунду) и напоров (несколько тысяч метров), высокая частота вращения, достигающая до десятков тысяч оборотов в минуту и высокий к.п.д. (80 – 85 %)

позволяют использовать их в различных отраслях народного хозяйства. Их используют в водоснабжении городов и поселков, промышленных предприятий и предприятий сельского хозяйства, в горнорудной промышленности для откачки грунтовых вод, на насосных станциях магистральных и оросительных каналов.

Ведущая роль центробежным насосам отводится на тепловых и атомных электрических станциях, где они применяются в качестве питательных насосов для подачи воды в паровой котел, конденсатных – для откачки сконденсировавшегося пара из конденсатора. Насосы типа ЦНС играют большую роль во многих отраслях народного хозяйства и наращивание их выпуска в связи с ростом потребности в них в дальнейшем просто необходимо. Таким образом, грамотно-построенная технология изготовления насосов типа ЦНС, а в частности технология изготовления конкретных деталей, а именно детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 является актуальной задачей для ее рассмотрения в дипломном проекте.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

## **1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации**

Деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07, предложенная для курсового проекта по специальности является одной из самых важных деталей насоса АНЦР 800-230-2.

Насос типа АНЦР 800-230-2 – центробежный, горизонтальный секционный, однокорпусной с односторонним расположением колес, подшипниками скольжения, автоматическим разгрузочным устройством (гидропятой) и концевыми уплотнениями вала торцевыми или сальниковыми.

Краткая характеристика:

- подача –230 ;
- напор - 800 м;
- порядковый номер модернизации - 2.

Насос может быть изготовлен и другой конструкции, где торцевое уплотнение заменено сальниковым АНЦР 800-230-2-01.

На насосах АНЦР 800-230-2 в основном сейчас используют торцевые уплотнения, которые при интенсивной работе и нагрузках, которые испытывает насос работают лучше нежели сальниковые уплотнения., хотя и сложнее в конструкции.

Насосы и агрегаты электронасосные типа АНЦР 800-230-2 предназначены для закачивания в нефтеносные пласты чистой воды и нефтепромысловых вод без содержания сероводорода. Насосы и агрегаты электронасосные типа АНЦР 800-230-2 предназначены для закачивания в нефтеносные пласты агрессивных нефтепромысловых вод, в том числе сероводородосодержащих.

Насосы изготавливаются в климатическом исполнении УХЛ, категории размещения 4 по ГОСТ 15150.

Насос АНЦР 800-230-2 относится к изделиям общего назначения (ИОН) вида 1 (восстанавливаемые) по ГОСТ 27.003.

Насосы изготавливаются в общепромышленном исполнении и могут устанавливаться в помещениях класса взрывоопасной зоны В-16 в соответствии с ПУЭ и ВСН – 8 – 73 (наличие сероводорода в пределах предельно допустимой концентрации).

Принцип действия насоса заключается в преобразовании получаемой от привода динамической энергии в потенциальную энергию давления, кинетическую энергию потока перекачиваемой жидкости за счет взаимодействия с жидкостью – рабочих колес ротора и направляющих аппаратов статора насоса.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

Агрегат состоит из насоса, двигателя, а привод от насоса к двигателю осуществляется от упругой муфты.

Конструкция насоса типа АНЦР 800-230-2 разработана с учетом создания на одной корпусной базе (корпусные детали, рабочие колеса и пр.) насосов с напорами 1900, 1775, 1650, 1525, 1422, 1275, 1150 и 1050 метров путем изменения количества ступеней.

Насос состоит из корпусной (статорной) и роторной частей. В насос входят такие основные узлы и детали (см. рисунок 1.1): входная 1 и напорная 2 крышки, корпус секций 3 с запрессованными в них направляющими аппаратами 4, резиновые кольца 5, рабочие колеса 6, вал ротора 7, маслоотбойные кольца 8, гидропята 9, штуцер 10, индикатора осевого сдвига 11, торцовое уплотнения вала 12 (в состав которого входит предложенная деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07), подшипники 13 и 14. Крышки входная и напорная отлиты из стали 25Л.

Входная и напорная крышки и секции насоса стягиваются шпильками М75х4. Шпильки уплотняются резиновыми кольцами 5. Проточная часть состоит из рабочих колес 6 и направляющих аппаратов 4. Ротор насоса состоит из вала 7, на котором насажены колеса рабочие, втулки, диск разгрузочный и кольца маслоотбойные 8.

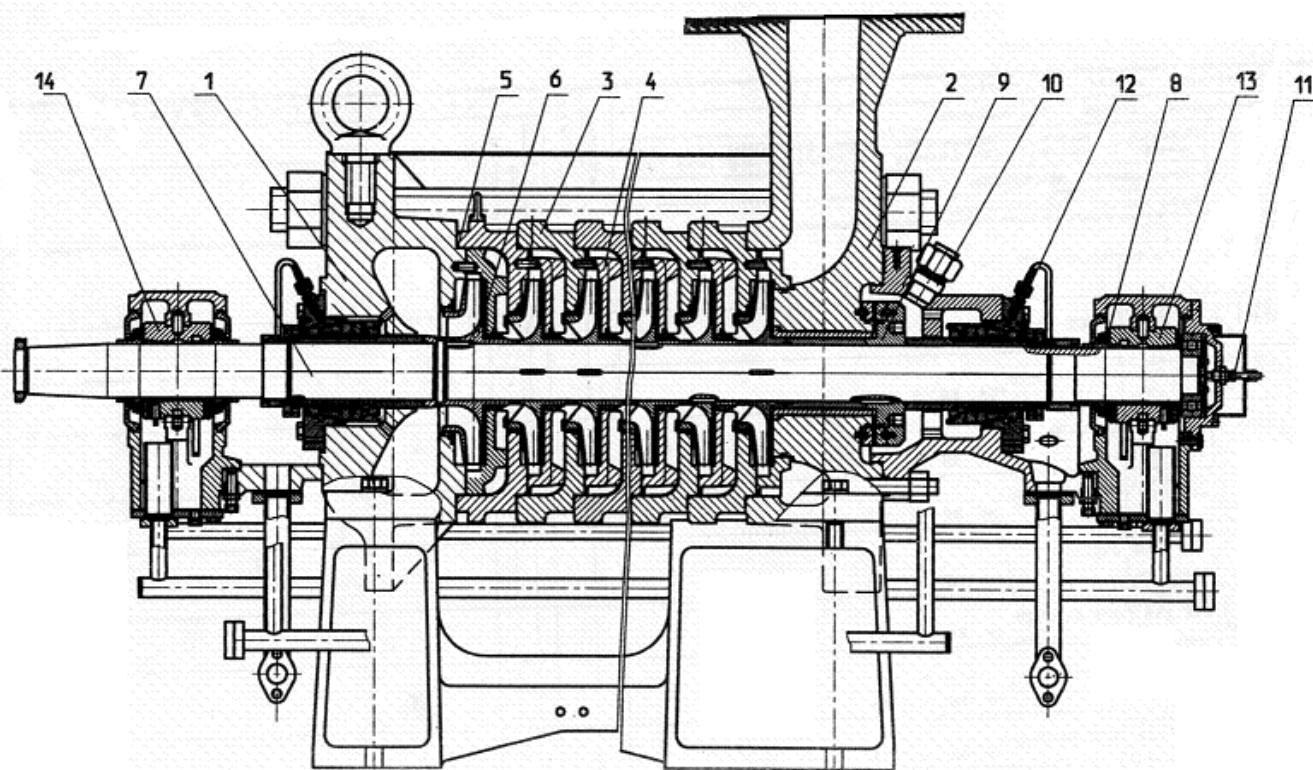


Рисунок 1.1 – Насос типа АНЦР 800-230-2

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Для разгрузки осевых сил, возникающих при работе насоса, служит автоматическое разгрузочное устройство - гидропята 9.

Для отвода протечек из гидропята имеется штуцер 10.

Для контроля осевого перемещения ротора (при износе деталей гидропята) предусмотрен индикатор осевого смещения 11.

Насос приводится во вращение через упругую пластинчатую муфту.

Приводами насосов типа АНЦР 800-230-2 служат синхронные электродвигатели серии СТД с разомкнутым или замкнутым циклом вентиляции, а также асинхронные электродвигатели серии 4АРМ или 4АЗМ.

Насос АНЦР 800-230-2 состоит из множества сборочных узлов. В него также входит узел «Уплотнение торцевое» куда в свою очередь входит предложенная для выполнения курсового проекта деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07.

Сборочный узел «Уплотнение торцевое» 185.30.00 СБ (на рисунке 1 поз. 12 (уплотнение вала)) предназначен для предотвращения утечки рабочей жидкости за пределы камеры насоса, а также для центрирования ротора относительно осей центральных отверстий корпуса насоса.

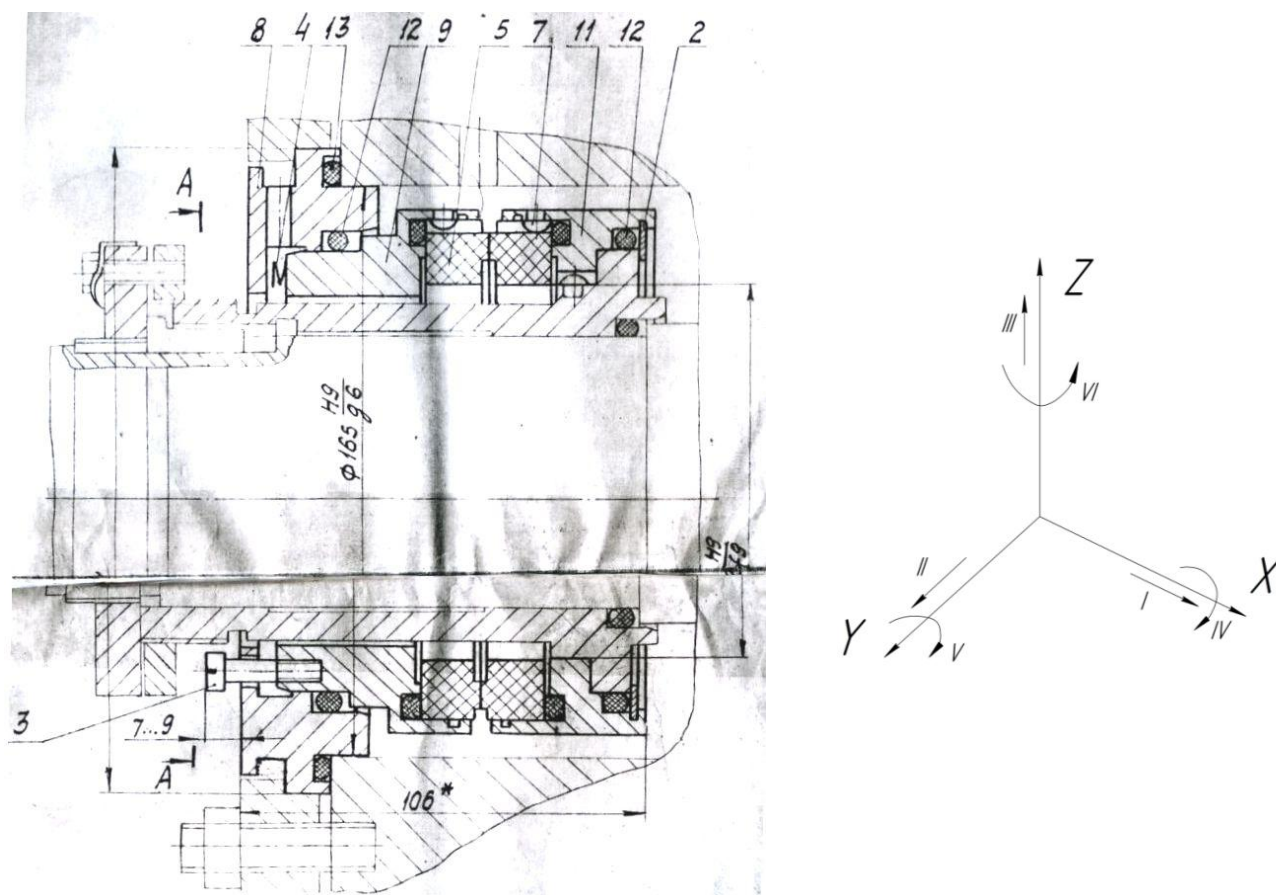


Рисунок 1.2 – Базирование узла «Уплотнение торцевое» в корпусе насоса

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

Количество уплотнений 2 штуки на насос. Уплотнение, находящееся с левой стороны насоса, крепится непосредственно к корпусу насоса, а правое крепится к правой крышке, которая в свою очередь крепится к насосу.

В конструкции торцевого уплотнения (рисунок 1.2) предусмотрена его промывка от кристаллов солей, образующихся при работе насоса, а также при остановке. Подвод воды для промывки уплотнения производится из всасывающего трубопровода. Рекомендуемый регламент промывки торцевого уплотнения – 2 раза в смену.

Торцевое уплотнение состоит из уплотнительных колец 5, стопорного кольца 2, корпуса 8, уплотнительных резиновых колец 12, 13, вращающейся обоймы 11, рубашки 9, штифтов 7, болтов регулировочных 3, пружины 4, кронштейнов 1 и крепежных болтов 10.

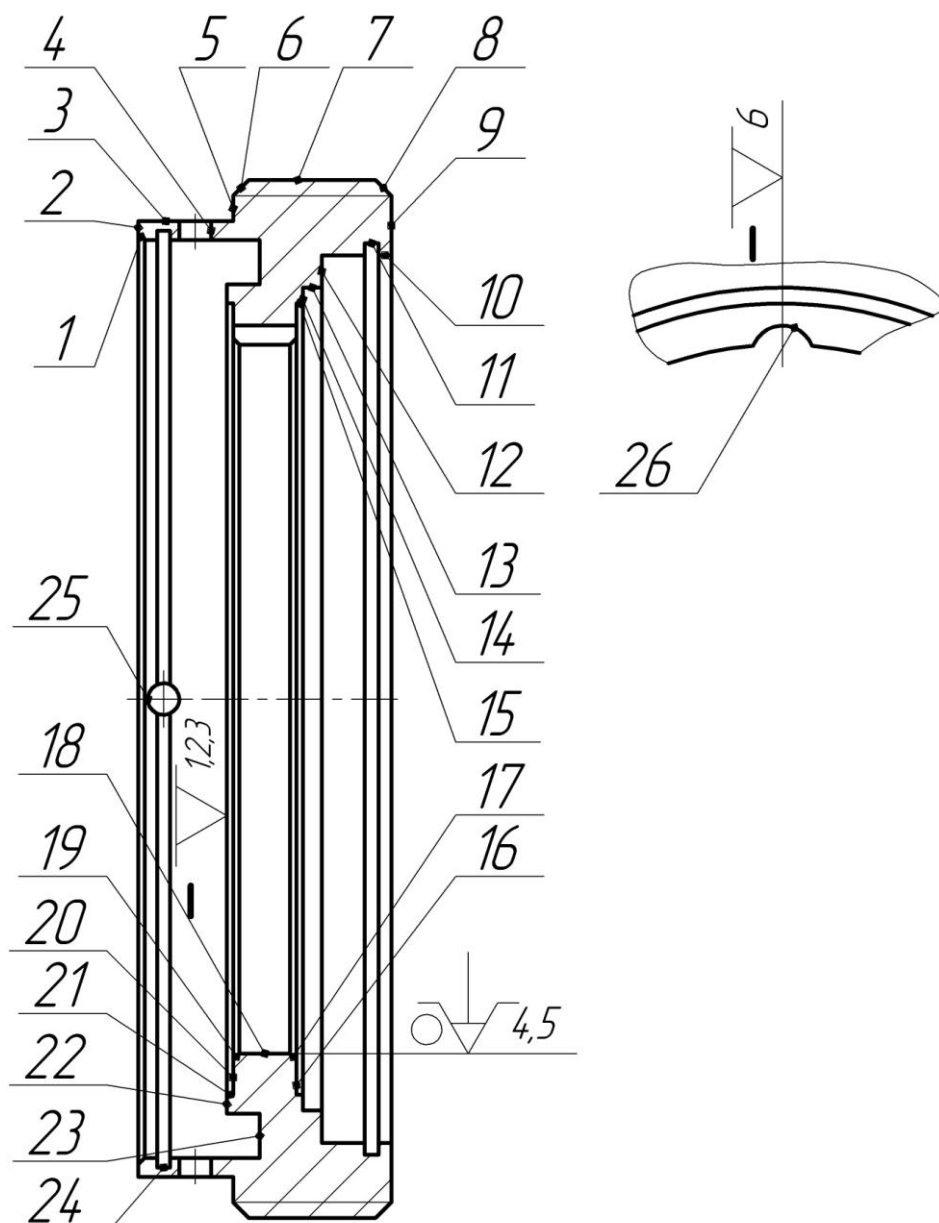


Рисунок 1.3 – Нумерация поверхностей детали



Деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 базируется в узле уплотнение торцовое по трем поверхностям детали - торцевой поверхности и цилиндрической поверхности, а также радиальному пазу. При этом деталь лишается 6-ти степеней свободы.

Таблица 1.1 – Матрица связей

Связь	Степень свободы
1,2,3	I, V, VI
5	II, III
6	IV

Таблица 1.2 – Матрица соответствий

	x	y	Z	
<i>l</i>	1	0	0	УБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	0	1	1	ДОБ
<i>α</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>α</i>		0	0	

Возникают следующие базы:

- установочная – поверхность 22, лишаящая деталь трех степеней свободы, а именно перемещения детали и узла в целом по оси X, и вращения по осям Y и Z;
- двойная опорная база – поверхность 18 (посадка Ø112H9/g8), которая лишает узел перемещений по осям Y и Z;
- опорная база в пазу 26, которая лишает вращения по оси X.

Далее рассмотрим классификацию поверхностей детали в виде таблицы.

Согласно технических требований к сборочной единице «Уплотнение торцовое» необходимо при сборке смочить чистой водой кольца поз. 5 и рабочие поверхности колец пары трения, а также подвергнуть узел гидравлическим испытаниям на стенде без вращения пробным давлением 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 5 мин и при частоте вращения 3600об/мин в течение 15 мин при рабочем давлении 3,1 МПа (31 кгс/см<sup>2</sup>).

В течение первых 5 минут работы давление перед уплотнением должно составлять 4,5 МПа (45 кгс/см<sup>2</sup>) с последующим увеличением его до рабочего. Утечка при этом не должна превышать 8,33 10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup>/с (0,3 л/ч).

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

Таблица 1.3 – Назначение поверхностей детали

№ пов.	База	Характеристика, назначение поверхности
22	ОКБ	По данной поверхности деталь базируется в осевом направлении
18	ОКБ	По данной поверхности деталь центрируется на валу (посадка)
26	ОКБ	По данной поверхности деталь лишается вращения
10, 11, 13, 24	ВКБ	По данным поверхностям базируются уплотнения и стопорные кольца
4, 25	ВКБ	По данным поверхностям базируются штифты
1,2,3,5,7,8,9, 12,14,15,16, 17,19,20, 21,23	ВП	Усі вказані поверхні призначені для зменшення маси, притуплення кромки (фаски) та окреслюють габарити деталі

Деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 входящая в изделие «Уплотнение торцовое» предназначена для размещения уплотнительных колец.

Деталь также предназначена для возможности перемещения аксиально – подвижной обоймы, которая имеет возможность перемещаться в отверстии детали благодаря посадке с зазором Ø112H9/g8.

Конструктивными особенностями детали можно считать я три канавки, (две внутренних и одна торцовая) с шероховатостью всех трех поверхностей канавок по критерию Ra в 1,6мкм. Такая шероховатость обусловлена размещением уплотнений. Также конструктивной особенностью являются паз под штифт, который имеет радиусный профиль.

Условия эксплуатации.

Деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 при работе в узле и в самом насосе не испытывает ударных и циклических нагрузок. Деталь непосредственно контактирует с водной средой. Деталь также своими поверхностями не контактирует с окружающей средой, но 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.

## 2 Анализ технических требований на изготовление детали

Данная деталь «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 относится к деталям типа фланцев, так как отношение  $l/d < 1$  ( $40/164 < 1$ ). 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 – коррозионнотойкая сталь 20Х13 ГОСТ 5632-88. Химический состав данной марки стали приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 20Х13 ГОСТ 5632-88

Химический состав, %																					
Fe	C	As	Al	B	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	N	Ni	No	P	S	Se	Si	Ti	V	W	Zn	Zr
Остальное	<0,2	-	-	-	-	13,0-14,0	<0,3	<2,0	-	-	-	-	<0,035	<0,020	-	<0,8	-	-	-	-	-

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 коррозионнотойких 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 Ø112Н9 имеет малый допуск и шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм потому, что данная поверхность является основной конструкторской базой для детали и допуск посадки, а следовательно и зазор, который влияет на точность центрирования должны быть как можно меньше, поэтому 9-й квалитет поверхности и шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм вполне обоснованы конструктором. Поверхность Ø130Н9 имеет такой допуск (0,1мм), шероховатость по критерию Ra 1,6мкм, а также допуск радиального биения 0,03мм относительно базы А (поверхности Ø112Н9) потому что эта поверхность является вспомогательной конструкторской базой детали с которой контактирует деталь аксиально – подвижная обойма, то есть

можно говорить, что данные требования к этой поверхности обоснованы конструктором.

Поверхность Ø164f9 с шероховатость по критерию Ra 1,6мкм не контактирует с другими деталями, но для необходимого гарантированного зазора требования к поверхности обоснованы.

На чертеже также имеется 2 торцовые поверхности, характеризующиеся размером 14 мм с шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм и допуском торцового биения 0,03 мм относительно базы относительно базы А. Эти поверхности выделяются среди других торцовых поверхностей такими особыми требованиями, потому что эти торцы – основная и вспомогательная конструкторские базы. Поэтому большое биение здесь недопустимо, так как это может привести к несоосности деталей в узле и выходе его из строя.

Также на чертеже имеются канавки: торцовая, характеризующаяся размером 7(+0,1;0) и внутренние кольцевые канавки, которые имеют допуски радиального и торцового биения 0,06 мм относительно базы А и шероховатость поверхностей по критерию Ra 1,6мкм. Это может быть обосновано тем, что эти поверхности являются вспомогательными конструкторскими базами, так как контактируют с уплотнительными кольцами, прилегание которых должно быть максимальным, чтобы соблюдалась герметичность, потому что высокие гребешки шероховатости могут пропускать жидкость, находящуюся под высоким давлением.

Остальные поверхности являются свободными, то есть изготавливаются с допуском 14-го качества.

На чертеже были обнаружены размеры с неуказанными полями допусков, а лишь с отклонениями. Это отклонение размера внутренних поверхностей Ø148(+0,5;0), Ø144(+0,5;0) которые по таблицам допусков и посадок находится между Н12 и Н13). Данные замечания можно отнести к недостаткам и недочетам в работе конструктора. Также Ø140,2(+0,1;0) может быть отнесен к полю допуска Н9, что однако не указано на чертеже.

Согласно техническим требованиям, которые указаны на чертеже детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 деталь должна изготавливаться из поковки второй группы Гр. II из стали 20Х13, твердостью до 197-248НВ по ГОСТ 25054–81. Согласно ГОСТ 25054 – 81 к поковкам второй группы предъявляются следующие правила приёма, а именно должен производиться контроль твердости пяти процентов поковки от партии, но выборка должна составлять не менее пяти поволоков. Поковки должны быть одной марки стали, прошедшие термическую обработку совместно. Правила приёма поволоков третьей группы: контроль твердости 100 % поволоков. Поковки должны быть одной марки стали совместно

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

прошедшие термическую обработку по одинаковому режиму. Данные требования к группам поковок предоставленные конструктором обоснованы тем, что деталь работает в агрегате ЦНС 240...2 и выход из строя детали приведет к поломке агрегата.

Вторым 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 H14, 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.

Третьим 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.

Четвертым 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.

Пятым пунктом указаны требования клеймить знак ОТК на бирке, что необходимо для последующих сборочных операций.

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.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

### 3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик

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,  $F_d = 4029$  часов.

Для расчета  $K_{з.о.}$  необходимо знать штучное время на выполнение механических операций. Данные о штучном времени изготовления детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 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:

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

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	$T_{ш-к},$ $T_{шт}$	$m_p$	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:

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

$n = 7$  - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ				

$$F_{\text{сум}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ мин.}$$

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

$$Z = \frac{T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{пар}}}{F_3 \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{22,14 \cdot 29}{476 \cdot 0,8} = 1,68$$

$$F_3 = \frac{F_{\text{сум}}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ мин.}$$

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

Число смен округляем до ближайшего целого значения:  $Z_{\text{пр}} = 2$ .

Тогда число деталей в партии:

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_3 \cdot Z_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{476 \cdot 2 \cdot 0,8}{22,14} = 35 \text{ шт.}$$

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

Мелкосерийный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Коэффициент закрепления операций 20-40.

Используется универсальное и специализированное и частично специальное оборудование. Широко применяются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, а также гибкие автоматизированные системы на основе станков с ЧПУ, связанных транспортирующими устройствами, управляемыми от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха, по предметно-замкнутым участкам.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16



#### 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 20X13 ГОСТ 5632-88, химический состав приведен выше в пункте 2. Материалом заменителем для этой стали есть сталь 30X13 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 в больших количествах. Данный материал является дефицитным по сравнению с конструкционными сталями (например сталь 45, сталь 40X).

Данная сталь высоколегированна хромом, 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 к нетехнологичным элементам можно отнести отверстия под штифты ØH9, которые необходимо выполнить на цилиндрической поверхности.

Следовательно по геометрическим формам поверхностей деталь является нетехнологичной.

- оценка технологичности по возможности увеличения количества поверхностей на детали, которые не подвергаются механической обработке.

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

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

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 «Обойма вращающаяся». В целом по простановке размеров деталь технологична, однако имеются некоторые замечания, а именно размеры глубины канавки 1 мм, который зависит от того на какую глубину будет расточено отверстие Ø140,2. Также трудность контроля размера ширины канавки 7(+0,1;0). Также недостатком при обработке на станке с ЧПУ (получение размеров на предварительно настроенном оборудовании) размерная цепь ширины и расстояния между внутренними канавками окажется сложной и при обработке возможная погрешность базирования может привести к возникновению выхода размеров за поле допуска, то есть появление брака. Данные размеры могут быть обеспечены на универсальных станках методом пробных ходов и промеров. Для достижения требуемой точности на станках с ЧПУ линейные размеры канавок необходимо напрямую связать либо с правым, а лучше с левым торцом детали.

Также на чертеже имеются размеры, предельные отклонения которых, а соответственно и допуска не соответствуют стандартным. Примеры таких размеров приведены в пункте 2. На чертеже имеются точные «классные» размеры: Ø112Н9, Ø130Н9, Ø145Н9, Ø164f9. Эти размеры требуют трех стадий обработки вместо одной – двух, что делает деталь нетехнологичной.

Также на чертеже имеются допуски расположения, а именно допуски радиального и торцового биения 0,03мм. Выдерживание этих допусков также несет дополнительную трудоемкость в обработку, что нетехнологично.

В технических требованиях указано, что заготовка для детали должна изготавливаться по требованиям II-й группы поковок, то есть эти поковки необходимо подвергать выборочному контролю твердости, что увеличивает

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

стоимость детали по сравнению с I-й группой поковок, которые не подвергаются контролю. Но в то же время конструктор не задал в технических требованиях изготавливать поковки IV-й или V-й группы, которые подвергаются 100% - му контролю и испытаниям на прочностные характеристики, образцы для которых необходимо предусмотреть при получении заготовки, что приведет к излишней массе, уменьшению коэффициента использования материала, а следовательно и к увеличению стоимости детали, что является нетехнологичным. Можно сделать вывод, что конструктор проставил II-ю группу поковок грамотно и сходя из служебного назначения детали и изделия. В целом требование чертежа изготавливать деталь из II-й группы поковок считаем технологичным.

- оценка технологичности по правильности обоснования принятых значений предельных отклонений.

Данная оценка проведена в анализе технических требований подробно со всеми обоснованиями в пункте 2. На основе этого можно сделать вывод, что деталь технологична по данному показателю.

- оценка по технологичности заготовки.

В условиях мелкосерийного производства способами получения заготовки исходя из технических требований чертежа детали могут быть либо поковка штампованная на КГШП либо поковка кованная на молотах. Поковка штампованная на КГШП имеет небольшие припуски и по форме напоминает форму будущей детали, поэтому обработка резанием при снятии небольших припусков может быть уменьшена. Поковка, получаемая свободной ковкой на молотах имеет большие припуски и напуски (например, на поверхность  $\varnothing 164$ ), это в свою очередь ведет к увеличению массы, а следовательно и существенного увеличения стоимости заготовки, так как материал сталь 20Х13 ГОСТ 5632-88 является дорогостоящим. Также этот материал плохо поддается механической обработке, а следовательно снятие больших припусков намного увеличит трудоемкость по сравнению со штамповкой на КГШП, что в свою очередь также увеличит себестоимость. Получение поковки на молотах выполняется универсальными инструментами, рабочими высокой квалификации (4-6 разряды), что также увеличивает себестоимость, а получение поковок на КГШП может выполняться рабочими 1-го или 2-го разрядов.

Единственным минусом получение поковки на КГШП является высокая стоимость изготовления специального штампа для получения заготовки, но технико-экономическое обоснование метода получения заготовки будет производиться в следующем этапе курсового проекта.

При условии обеспечения технологичности дальнейшей механической обработки более рациональным является получение заготовки на КГШП.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

Деталь является жесткой, так как отношение  $l/d < 1$  ( $40/164 < 1$ ) (более подробно в пункте 2). Деталь можно обрабатывать в универсальных приспособлениях, но это ведет к увеличению трудоемкости наладки, поэтому на некоторых операциях применим специальные приспособления. Доступ режущего инструмента при обработке на одношпиндельных станках одним инструментом при последовательной схеме обработке неограничен. При обработке комбинированными инструментами, а также обработке несколькими инструментами нескольких поверхностей могут возникнуть проблемы.

В целом же конструкция детали технологична и большего усовершенствования, чем это сделал конструктор без ущерба для служебного назначения детали и изделия, на данном этапе развития науки и техники предложить невозможно.

Количественный анализ технологичности детали.

Определение коэффициента использования материала:

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

где  $M$  – масса готовой детали,  $M = 1,6$  кг

$M_з$  – масса заготовки,  $M_з = 2,56$  кг

$$M_з = M \cdot K_p = 1,6 \cdot 1,6 = 2,56 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{им} = \frac{1,6}{2,56} = 0,625$$

Определение уровня технологичности конструкции по использованию материала:

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

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

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

Определяем коэффициент точности обработки:

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

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

где  $\Sigma n_i$  – число размеров соответствующего классу точности;  
Т – класс точности обработки.

$$\Sigma n_i = 7 + 5 + 14 = 26.$$

$$\Sigma T \cdot n_i = 7 \cdot 9 + 12 \cdot 5 + 14 \cdot 14 = 319.$$

$$K_m = 1 - \frac{26}{319} = 0,92 > 0,8.$$

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

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

где  $\Sigma n_{im}$  – число поверхностей соответствующего классу шероховатости

$$\Sigma \text{Ш} \cdot n_{im} = 1,6 \cdot 10 + 6,3 \cdot 16 = 116,8.$$

$$K_u = \frac{26}{116,8} = 0,22 < 0,32.$$

По этому показателю деталь технологична.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

## 5 Выбор и обоснование способа получения исходной 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.

Рассмотрим два варианта способов получения заготовки для детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07. Первым вариантом есть получение заготовки свободной ковкой на молотах, так как это производится в базовом технологическом процессе (при единичном производстве). Заготовка представляла собой кольцо с наружным диаметром  $190 \pm 5$  мм, внутренним диаметром  $80 \pm 5$  мм и толщиной  $50 \pm 3$  мм. Масса этой заготовки составляет 13 кг. После получения заготовки вводилась черновая обдирка заготовки с припуском 3-4 мм на токарной операции.

Вторым вариантом рассмотрим способ получения заготовки штамповкой на КГШП. Это более точный метод, при котором припуски минимальны, расход материала меньше, а следовательно он может оказаться экономически выгодным в условиях мелкосерийного производства, так как не потребуются черновая обдирка как это было в базовом технологическом процессе.

Рассчитаем размеры заготовки по второму варианту по ГОСТ 7505-89 и определим ее массу.

Ориентировочную расчетную массу поковки определяем по формуле:

$$G_{II} = m_o \cdot K_p, \quad (4.1)$$

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

$$G_{II} = 1,6 \cdot 1,6 = 2,56 \text{ кг}.$$

Класс точности - определяем по [3,] принимаем Т4.

Группа стали - определяем по [3] принимаем МЗ (в зависимости от химического состава).

Определяем расчетную массу описывающей фигуры по формуле:

$$G_{\phi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho, \quad (4.2)$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

где  $D = 164$  мм – диаметр фигуры;  
 $H = 40$  мм – высота фигуры;  
 $\rho = 0,00785$  г/мм<sup>3</sup> - плотность стали.

$$G\phi = \frac{\pi \cdot 164^2}{4} \cdot 40 \cdot 0,00785 = 6632 \text{ г} = 6,63 \text{ кг}$$

Определяем степень сложности из отношения  $G_{\Pi} / G_{\phi} = 2,56 / 6,63 = 0,38$ , что по [3] соответствует степени сложности С2.

Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская).

Исходный индекс по [3] - 16.

Основные припуски на сторону определяем по [3]:

- на диаметр  $d$  164 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2,2 мм;
- на диаметр  $D$  112 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2,0 мм;
- на диаметр  $d$  151 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2,2 мм;
- на диаметр  $D$  145 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2,2 мм;
- на диаметр  $D$  140 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2,2 мм;
- на линейный размер  $B$  12 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2 мм;
- на линейный размер  $H$  14 и шероховатость  $Ra$  1,6 мкм припуск 2 мм;
- на линейный размер  $L$  40 и шероховатость  $Ra$  6,3 мкм припуск 2 мм.

Выбираем дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение по поверхности разъема штампа – 0,3 мм [3];
- изогнутость и отклонение от плоскостности и прямолинейности – 0,6 мм [3];
- допускаемое отклонение от concentricности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки – 2 мм [3].

Штамповочные уклоны выбираем по [3]:

- по наружной поверхности  $5^\circ$ ;
- по внутренней поверхности  $7^\circ$ .

Определяем размеры поковки:

$$d164 + 2,2 \cdot 2 = 168,4 \text{ мм};$$

$$D112 - 2,0 \cdot 2 = 108 \text{ мм};$$

$$d151 + (2,2 + 0,3) \cdot 2 = 156 \text{ мм};$$

$$D145 - (2,2 + 0,3) \cdot 2 = 140 \text{ мм};$$

$$D140 - (2,2 + 0,3) \cdot 2 = 135 \text{ мм};$$

$$B12 + (2 + 0,6 + 0,3) \cdot 2 = 18,8 \text{ мм};$$

$$L40 + (2 + 0,6 + 0,3) \cdot 2 = 45,8 \text{ мм}.$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Масса заготовки была определена на ЭВМ с помощью программы КОМПАС – 3D V16, для чего была построена трехмерная модель заготовки и выбран материал. Масса заготовки составила 3,93 кг.

Определим себестоимости заготовок по обеим вариантам.

Расчет стоимости заготовки, получаемой свободной ковкой на молотах

Стоимость ковальной заготовки определяем по формуле:

$$S_{з\text{аг1}} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q_2 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \text{ грн} \quad [2] \quad (4.3)$$

где  $C_i = 8000 \text{ грн}$  - цена 1т заготовок;

$Q_2 = 13 \text{ кг}$  - масса заготовки по базовому технологическому процессу;

$k_T = 1$  - коэффициент зависящий от точности заготовки по ГОСТ 7505-74 (для нормальной точности);

$k_M = 1,79$  - коэффициент зависящий от марки материала (для стали 20Х13);

$k_C = 0,9$  - коэффициент зависящий от группы сложности (для второй группы сложности);

$k_B = 0,75$  - коэффициент зависящий от материала заготовки (для стали 20Х13);

$k_{II} = 1$  - коэффициент зависящий от объема производства заготовок;

$q = 1,6 \text{ кг}$  - масса готовой детали;

$S_{отх} = 500 \text{ грн}$  - цена 1т отходов.

$$S_{з\text{аг1}} = \left( \frac{8000}{1000} \cdot 13 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - (3 - 1,6) \cdot \frac{500}{1000} = 112,48 \approx 113 \text{ грн}.$$

$$K_{M1} = \frac{1,6}{13} = 0,12.$$

Расчет стоимости заготовки, получаемой штамповкой на КГШП

Стоимость штампованной заготовки определяем по формуле 4.3:

где  $C_i = 12000 \text{ грн}$  - цена 1т заготовок;

$Q_2 = 3,93 \text{ кг}$  - масса штампованной заготовки;

$k_T = 1$  - коэффициент зависящий от точности штампованной заготовки по ГОСТ 7505-74 (для нормальной точности);

$k_M = 1,79$  - коэффициент зависящий от марки материала (для стали 20Х13);

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24



$k_C = 0,9$  - коэффициент зависящий от группы сложности (для второй группы сложности);

$k_B = 0,8$  - коэффициент зависящий от материала заготовки (для стали 20X13);

$k_{II} = 1$  - коэффициент зависящий от объема производства заготовок.

$$S_{3AG2} = \left( \frac{12000}{1000} \cdot 3,93 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - \left( 3,93 - 1,6 \right) \cdot \frac{500}{1000} = 43,4 \approx 44 \text{ грн.}$$

$$K_{M2} = \frac{1,6}{3,93} = 0,407.$$

Сравнивая два варианта видно, что  $Q_2 < Q_1$ ,  $K_{M2} > K_{M1}$ ,  $S_{3AG2} < S_{3AG1}$ .

Расчеты показывают, что в данных условиях мелкосерийного производства наиболее выгодным будет использование поковки штампованной на КГШП в качестве исходной заготовки. Расчет стоимости черновой обдирки заготовки по первому варианту не проводим, так как это не повлияет на общий результат, а именно поковка штампованная все равно будет дешевле, чем поковка, ковванная свободной ковкой на молотах (разница в стоимости только увеличится).

Следовательно в качестве исходной заготовки для детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 принимаем поковку штампованную на КГШП.

Результаты предыдущих расчетов штампованной поковки сводим в таблицу 5.1 и определяем припуски фактические, а также определяем фактические размеры заготовки.

Таблица 5.1 - 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
Ø164	6,3	2,2	-	2,2	Ø168,4	Ø169	2,5
Ø112	1,6	2,0	-	2,0	Ø108	Ø108	2,0
Ø151	6,3	2,2	0,3	2,5	Ø156	Ø156	2,5
Ø145	1,6	2,2	0,3	2,5	Ø140	Ø140	2,5
Ø140	1,6	2,2	0,3	2,5	Ø135	Ø135	2,5
B12	1,6	2,0	0,9	2,9	18,8	19	3,5
L40	6,3	2,0	0,9	2,9	45,8	46	3,0

Определяем допуски на размеры поковки по [3]:

$$d169^{+2,4}_{-1,2}$$

$D108^{+1,6}_{-0,9}$

$d156^{+2,4}_{-1,2}$

$D140^{+1,6}_{-0,9}$

$D135^{+1,6}_{-0,9}$

$B19^{+1,2}_{-0,8}$

$L46^{+1,6}_{-0,9}$

Разработка технических требований к заготовке

1. Гр. II 20X13 197-248 НВ ГОСТ 25054 - 81.
  2. Поковка штампованная на КГШП ГОСТ 7505-89.
  3. Класс точности - Т4, группа стали - М3, степень сложности - С2, исходный индекс-16.
  4. Неуказанные радиусы закруглений - R 4...5 мм.
  5. Штамповочные уклоны - 5-7 .
  6. Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа - 1 мм.
  7. Допускаемые отклонение по изогнутости от плоскостности и прямолинейности не более 1,2 мм.
  8. Маркировать номер заказа, номер позиции ударным способом шрифтом 3...5 ГОСТ 2930 - 62.
  9. Шероховатость поверхностей поковки Ra 50 мкм.
- Эскиз заготовки приведен на рисунке 5.1

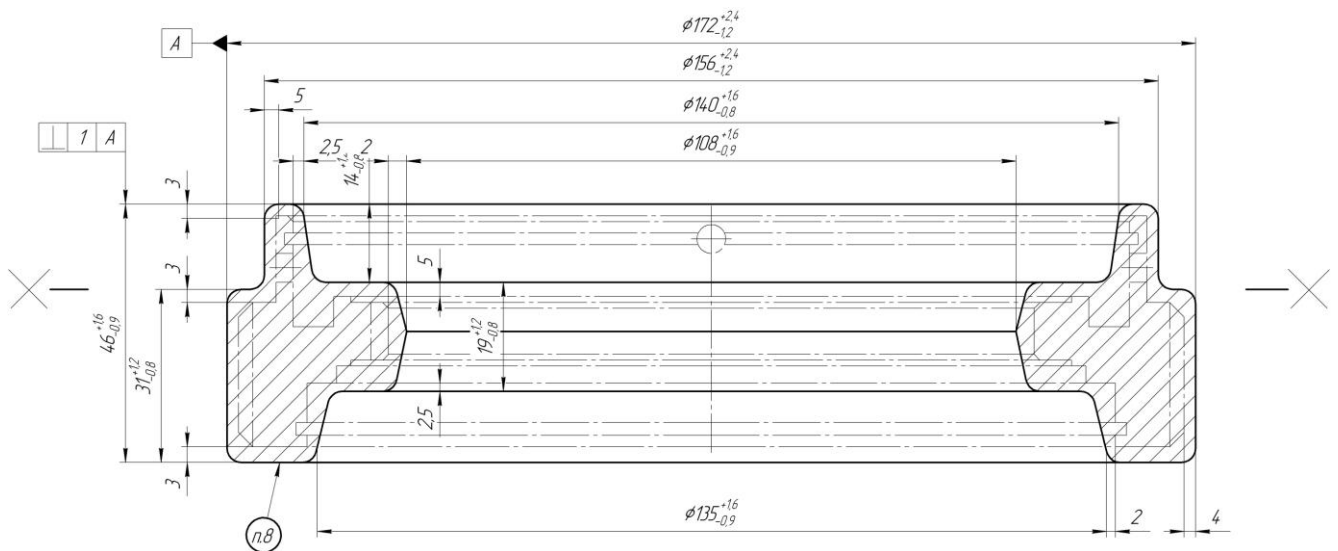


Рисунок 5.1 – Эскиз заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ

Лист

26

## 6 Анализ существующего технологического процесса

### 6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали Ø164f9 с шероховатостью 1,6 мкм по критерию Ra на ЭВМ согласно методическим указаниям.

Исходные данные.

Количество стадий обработки поверхности включительно с заготовительной – 4:

- черновое точение;
- получистовое точение;
- чистовое 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.

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:  $k_y = 0,06$ ;
- получистовое точение:  $k_y = 0,05$ ;
- чистовое точение:  $k_y = 0,04$ .

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

- 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  $E_y = 500 \text{ мкм}$  [4];
- для перехода получистовое точение  $E_y = 100 \text{ мкм}$ , а для перехода чистовое 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  $\text{Ø}164\text{f9}$

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. 14	-0,46	200	250	1118	500	200
Точение получистовое	кв. 12	-0,185	100	100	67	100	50
Точение чистовое	кв. 9	$\begin{matrix} -0,043 \\ -0,143 \end{matrix}$	25	25	45	0	0

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

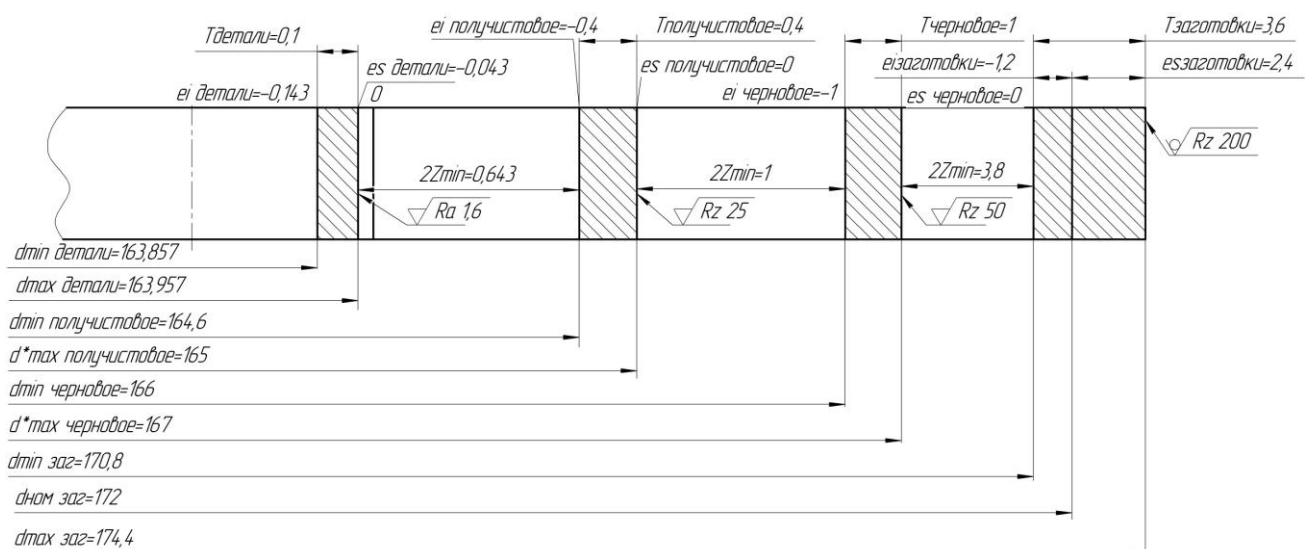


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для наружной цилиндрической поверхности  $\text{Ø}164\text{f9}(-0,043;-0,143)$

При сравнении припуска на поверхность  $\varnothing 164f9$  (-0,043;-0,143) рассчитанного аналитическим способом и припуска назначенного по ГОСТ 7505-89 можно отметить, что рассчитанный припуск на сторону 4 мм больше, 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.

## 6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления

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 задиров, наплывов, буртиков, остатков литниковой системы и т.д.);
- непосредственная размерная связь с обрабатываемой поверхностью, близкое расположение к обрабатываемой поверхности;
- отсутствие значимых деформаций и низкой жесткости базовых поверхностей;
- использование принципа постоянства баз;
- возможность простого и удобного закрепления заготовки.

Для рассмотрения в этом пункте дипломного проекта было принято три операции базового технологического процесса:

- операция 015 токарно – винторезная;
- операция 020 токарно – винторезная;
- операция 030 вертикально – фрезерная.

На 015 токарно-винторезной операции производится черновая обработка заготовки, а именно снимаются напуски и готовятся базы под последующую чистовую обработку. Обработка происходит за два установа. В базовом технологическом процессе обработка выполняется на универсальном станке. Операционный эскиз черновой обработки заготовки в базовом технологическом процессе приведен на рисунке 5.1.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

На данной операции заготовка на первом установе А закрепляется за наружную цилиндрическую поверхность (черновую базу) с упором в торец в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне, в расточенных кулачках на диаметр 180 мм. При этом возникают две базы: установочная на торце детали, которая лишает ее трех степеней свободы и двойная опорная база на цилиндрической поверхности, которая лишает деталь двух степеней свободы. На втором установе Б заготовка закрепляется за предварительно обработанную поверхность Ø166мм с упором в торец. Базирование аналогично. На операции производится обработка заготовки согласно эскизу. В качестве нововведения предлагается данную операцию выполнять на токарном станке с ЧПУ. Это обусловлено тем, что нет необходимости снимать большие напуски, так как заготовка – поковка штампованная на КГШП.

Припуски на заготовке по сравнению со свободной ковкой на молотах меньше в 3 раза, а значит, заготовка точнее и при обработке по программе не придется делать много холостых ходов, чтобы избежать аварии или поломки инструмента. Также нововведение заключается в том, что на данной операции будет происходить черновая и получистовая обработка детали (чистовая и отделочная обработки будут происходить на другом - чистовом станке, который будет снимать малые припуски и вследствие долгое время обеспечивать нам достижение высокой точности), а в базовом технологическом процессе получистовая обработка производилась вместе с чистовой и отделочной на универсальном станке. Нововведение уместно, так как в базовом варианте точность достигалась методом пробных ходов и промеров и зависела исключительно от квалификации рабочего, а в проектируемом технологическом процессе точность достигается на предварительно настроенном оборудовании методом автоматического получения размеров.

Базирование заготовки будет осуществляться, как и в базовом варианте, но на операции будут выдерживаться другие размеры (рисунок 7.2 и рисунок 7.3). 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.

На рисунке 5.2 (на установе Б) изображена размерная цепь, при реализации которой линейные размеры  $42(0;-0,62)$ ,  $11\pm 0,215$ ,  $14\pm 0,215$  будут иметь погрешности базирования. Погрешность базирования на все эти размеры будет равна допуску на размер 14 ( $+0,215;-0,215$ ), 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  $11\pm 0,125$   $\varepsilon_{\sigma_{11}} = T_{11} = 0,43 = T_{11} = 0,43$  мм – брака нет;

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ					

- для размера  $14 \pm 0,125 \varepsilon_{\phi 14} = T_{14} = 0,43 = T_{41} = 0,43$  мм – брака нет;
- для размера  $42(0;-0,62) \varepsilon_{\phi 42} = T_{14} + T_{15} = 0,43 + 0,43 = 0,86 > T_{42} = 0,62$  мм – на данном размере можем получить брак.

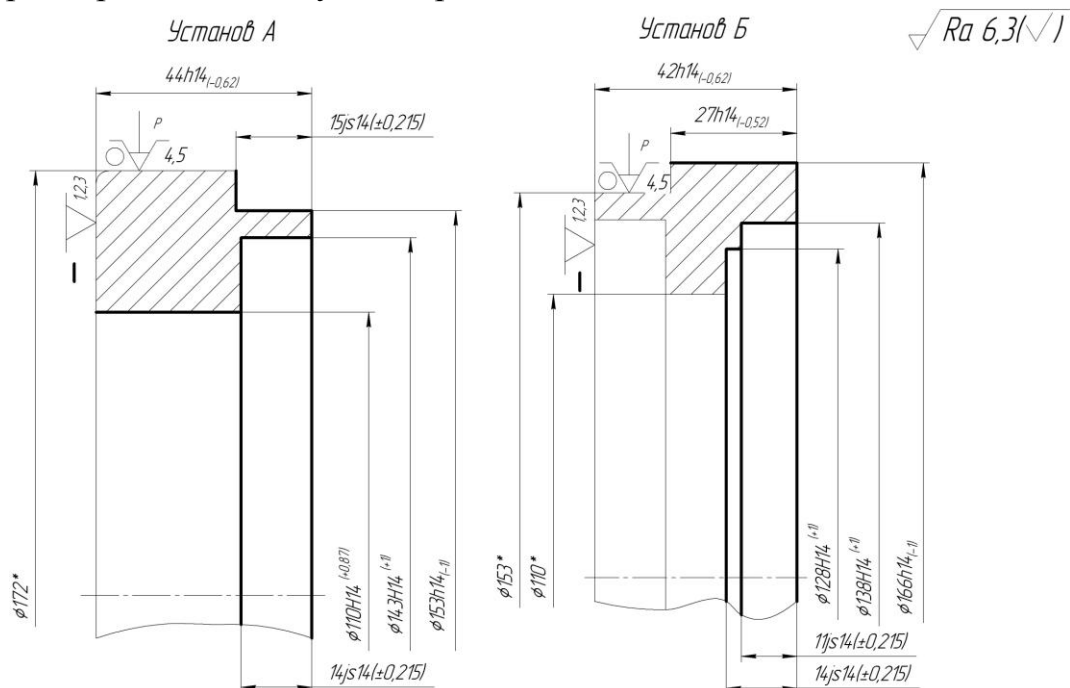


Рисунок 6.2 – Операционный эскиз черновой токарной операции базового технологического процесса

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

На рисунке 6.3 (на установе Б) размеры  $42(0;-0,62)$ ,  $11 \pm 0,215$ ,  $14 \pm 0,215$  не будут иметь погрешности базирования, так как технологическая и измерительная базы совпадают на одной поверхности (левом торце детали). Погрешность может возникнуть только от неточностей изготовления станка.

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:  $\text{Ø}153h14$ ,  $\text{Ø}138H14$ ,  $\text{Ø}128H14$ ,  $\text{Ø}110H14$ ,  $\text{Ø}143H14$ ,  $\text{Ø}166h14$ . На диаметральные размеры погрешность базирования не влияет, а их точность достигается за счет точности позиционирования узлов станка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

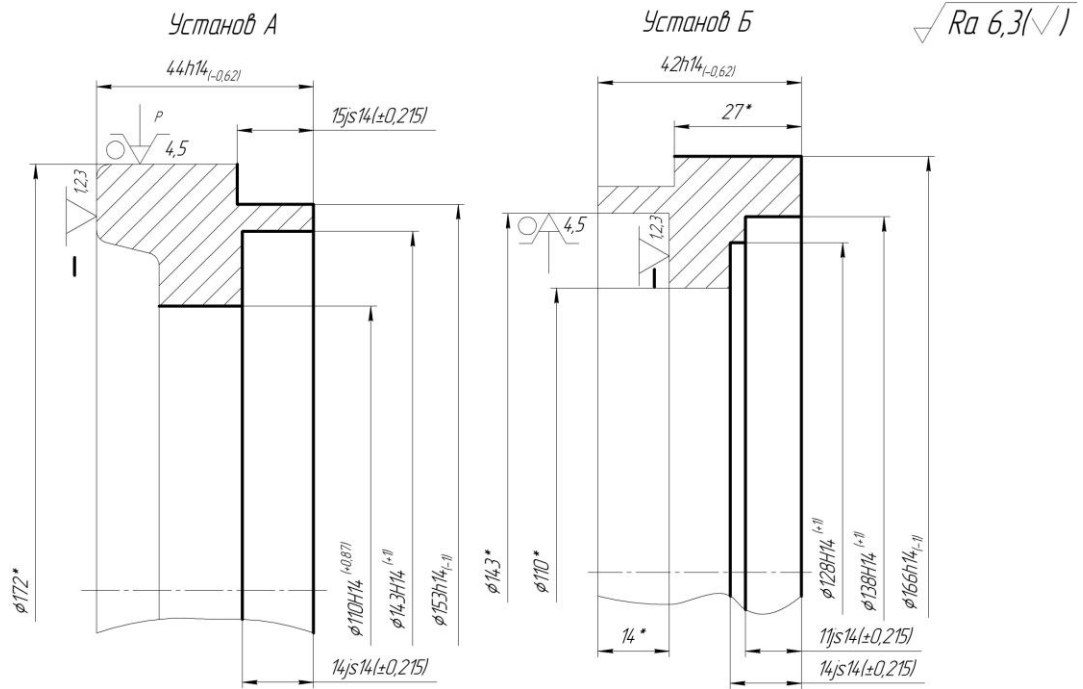


Рисунок 6.3 – Операционный эскиз токарной операции предлагаемого технологического процесса с первым вариантом простановки линейных размеров

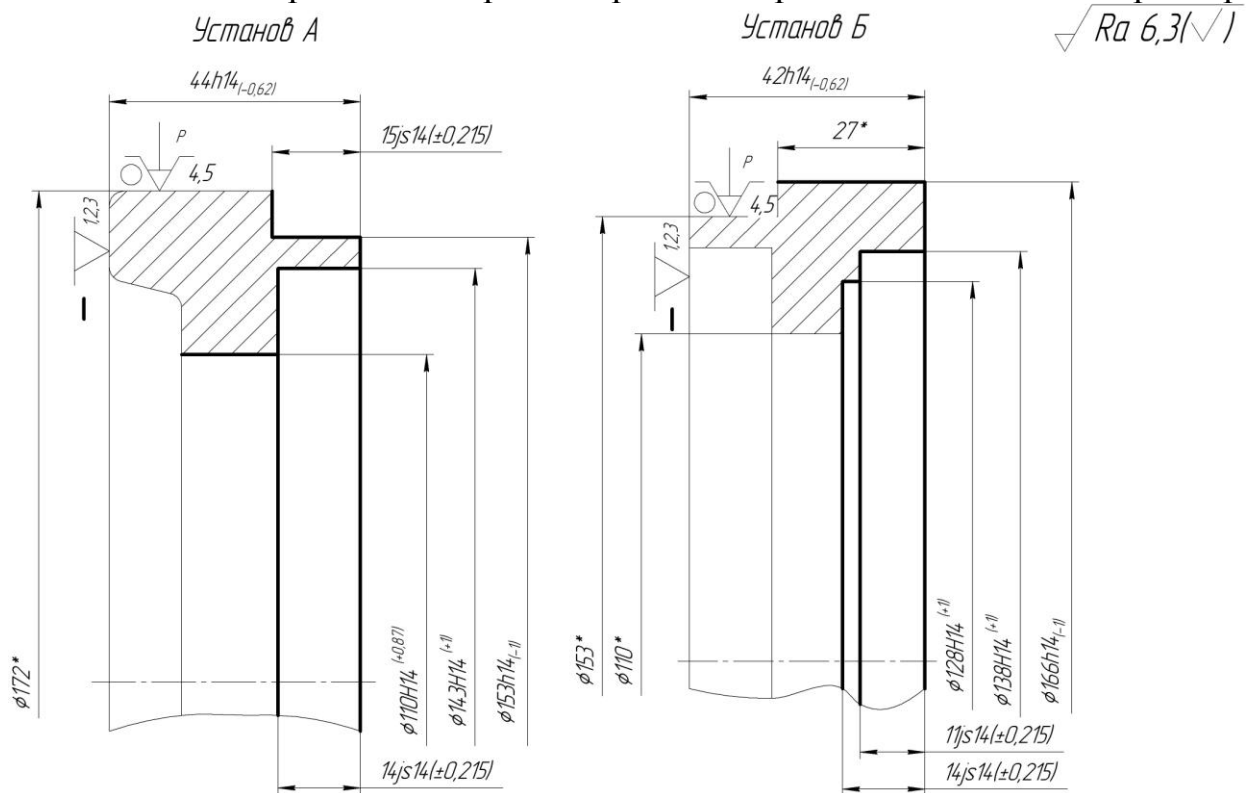


Рисунок 6.4 – Операционный эскиз токарной операции предлагаемого технологического процесса со вторым вариантом простановки линейных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ

Лист

32



Рассмотрим вертикально-фрезерную операцию 030. На данной операции согласно заводскому технологическому процессу производится обработка паза по разметке.

В качестве нововведения предлагается объединить механические и разметочные операции в одну операцию фрезерную, с использованием специального приспособления.

На вертикально – фрезерной операции базового технологического процесса выполняется фрезеровка паза на внутренней цилиндрической поверхности  $\text{Ø}112\text{H9}(+0,1;0)$ , глубиной 3мм, размеченной на предыдущей операции.

На данной операции заготовка закрепляется за наружную цилиндрическую поверхность  $\text{Ø}112(+0,1;0)$  с упором в торец в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне, который установлен в универсальном поворотном столе.

При этом возникают две базы: установочная на торце детали, которая лишает ее трех степеней свободы и двойная опорная база на цилиндрической поверхности, которая лишает деталь двух степеней свободы. Деталь в патроне устанавливалась по разметке.

Операционный эскиз данной операции приведен на рисунке 6.6.

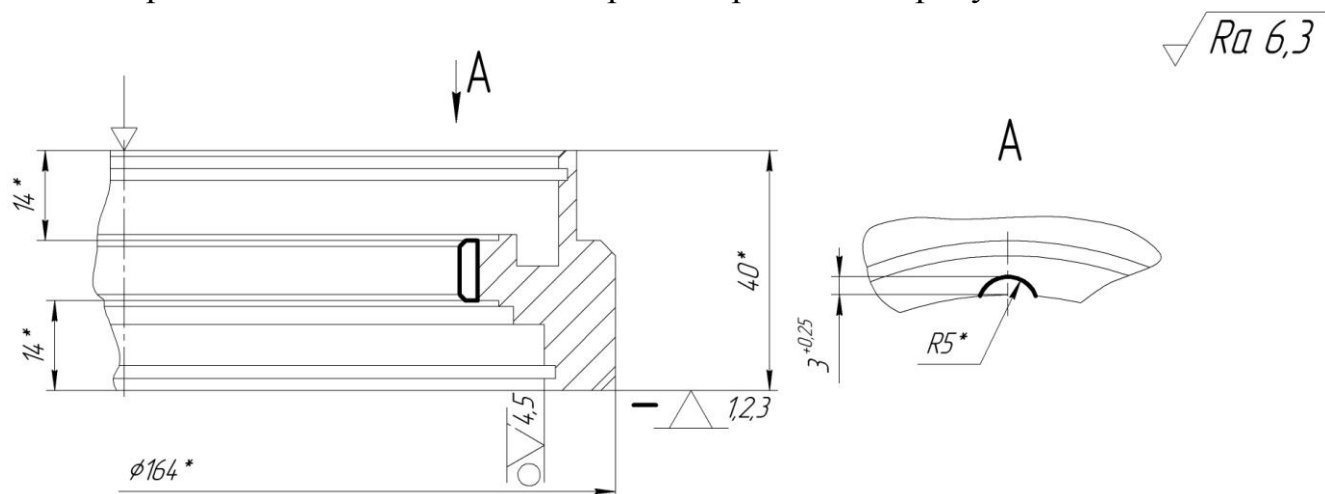


Рисунок 6.6 – Операционный эскиз вертикально – фрезерной операции

Вторым вариантом схемы базирования рассматриваем базирование детали по наружной цилиндрической поверхности  $\text{Ø}151$ , с упором в торец. Базирование и закрепление будет осуществляться в специальном приспособлении на столе станка. При этом базы будут аналогичны первому варианту. При таком базировании и закреплении необходимо будет учесть безопасную возможность подхода к зоне обработки. Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.7.

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ					

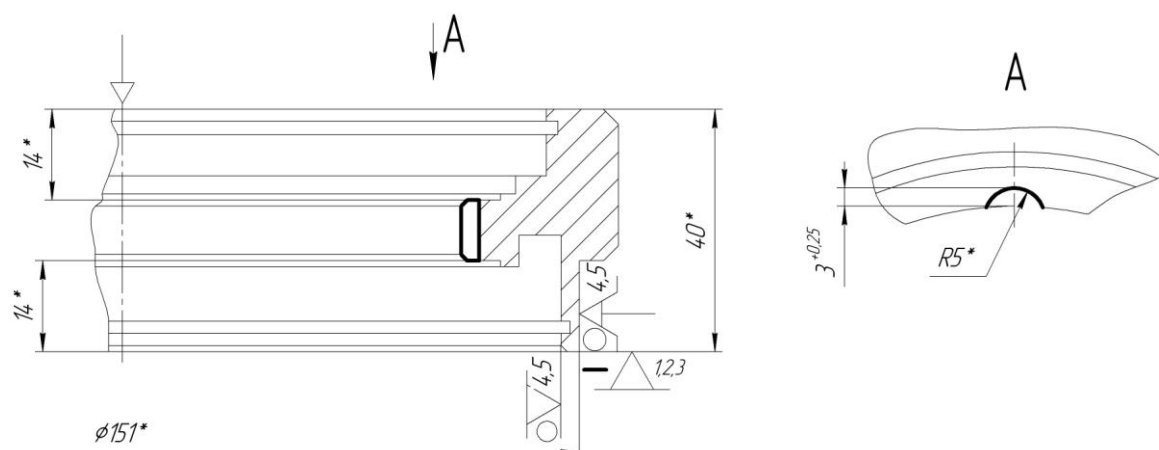


Рисунок 6.7 – Операционный эскиз второго варианта схемы базирования

Анализируя две схемы базирования детали по критерию удобства и надежности установки принимаем вариант установки на рис. 7.6. Определяем погрешность базирования, которая будет одинакова для двух вариантов.

- по первому варианту  $\varepsilon_{63} = T_{164} = 0,25 > T_{164} = 0,1$  мм - поэтому в первом варианте брака нет;

- по второму варианту  $\varepsilon_{63} = T_{151} = 0,25 < T_{151} = 0,4$  мм - поэтому во втором варианте возникнет брак.

Поэтому окончательно принимаем первый вариант схемы базирования.

### 6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков

Для операций 015 – токарная с ЧПУ предлагаем использовать токарный станок с ЧПУ модели 16P20Ф3, паспортные данные которого взяты из [4].

Мощность данного оборудования составляет 11кВт, что должно быть достаточно для совершения данных операций.

Подробные технические характеристики станка модели 16P20Ф3 приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 – Технические характеристики станка модели 16K20Ф3

Параметры	Значения параметров
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
- над станиной	480
- над суппортом	210
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие	

шпинделя, мм	55
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Шаг нарезаемой резьбы: - метрической, мм - дюймовой, число ниток на дюйм - модульной, модуль - питчевой, питч	До 10 – – –
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2000
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта, мм: - продольное - поперечное	750 270
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	11
Коэффициент полезного действия	0,85
Габаритные размеры: - длина - ширина - высота	3850 2100 1600
Масса, кг	5300

Для операции 030 – вертикально-фрезерная предлагаем использовать вертикально-фрезерный металлорежущий станок модели 6P12, паспортные данные которого были взяты из [4].

Таблица 6.4 –Техническая характеристика станка модели 6P12

Параметры	Значения параметров
Размеры рабочей поверхности стола, мм: - ширина - длинна	320 1000
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	750
Наибольшее перемещение стола, мм: - продольное - поперечное	600 250

- вертикальное	380
- угловое (шпиндельной головки), °	90
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 – 1600
Подача стола, мм/мин:	
- продольная и поперечная	12,5-1250
- вертикальная	12,5-1250
Перемещение гильзы со шпинделем, мм	100
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	35-435
Внутренний конус шпинделя	50
Габаритные размеры, мм:	
- длина	1705
- ширина	1650
- высота	2020
- масса, кг	3120
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Коэффициент полезного действия	0,9

Такие габариты рабочего пространства позволят установить специальное приспособление и беспрепятственно обработать заготовку с заданной точностью.

Станок также выбран в соответствии с рекомендациями по выбору оборудования в мелкосерийном производстве.

#### **6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов**

Для установки и закрепления детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07 на операции 015 в качестве приспособления используем специальное приспособление - трехкулачковый патрон с расточенными на Ø170мм и длину 30 мм кулачками. Патрон с пневматическим приводом. Трехкулачковый патрон был выбран, учитывая мелкосерийный тип производства. В данном приспособлении путем несложной переналадки могут обрабатываться детали подобные заданной (диски, фланцы с  $l/d < 1$ ).

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- резец проходной упорный MCLNR2525K12 из BK8 – для точения наружных поверхностей и подрезания торцов;
- резец расточной проходной упорный S25MCLNR из BK8 – для растачивания внутренних поверхностей и подрезания торцов.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ – 1 ТУ 38 – 101197 – 76 для возможности осуществления обработки с более высокими скоростями резания при обработке коррозионностойкой стали 20Х13 ГОСТ 5632-88.

Вспомогательные инструменты для данной операции не нужны так как все режущие инструменты непосредственно устанавливаются в резцедержатель станка.

Для контроля размеров на операции 015 – токарная с ЧПУ применяем универсальный шкальный мерительный инструмент, а именно штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166–89, применение которого обусловлено мелкосерийным типом производства. Одним инструментом можно проконтролировать все размеры.

Инструмент был подобран из условия, чтобы цена деления была меньше 0,33 наименьшего допуска размера на данной операции, контролируемого штангенциркулем. Цена деления штангенциркуля 0,1 мм, а третья часть допуска на контролируемый размер 0,143мм (размер 14(+0,215;-0,215) мм), что удовлетворяет условию.

Для установки и закрепления детали на операции 030 в качестве приспособления используем специальное приспособление, которое будет разрабатываться в дальнейшем.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- фреза концевая 2223-3385 ВК8 ГОСТ 23248-78 – для обработки паза.

Все поверхности на данной операции обрабатываются начерно (по 14-му качеству), поэтому, учитывая материал детали в соответствии с рекомендациями по выбору инструментального материала по [5] были приняты выше указанные инструментальные материалы с покрытием их рабочих частей нитридом титана TiN.

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ–1 ТУ38–101197–76 для возможности осуществления обработки с более высокими скоростями резания при обработке коррозионностойкой стали 20Х13 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.

Для контроля размеров на операции 030 применяем универсальный шкальный мерительный инструмент а именно штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–89, шаблон специальный для контроля радиуса.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

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

## 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 6.4.

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.8.

Исходные данные: на токарном с ЧПУ станке 16К20Ф3 обрабатывается деталь с двух установов начероно. Обрабатываемый материал – сталь 20Х13 с пределом прочности  $\sigma_B=520\text{МПа}$ , заготовка – поковка штампованная.

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.

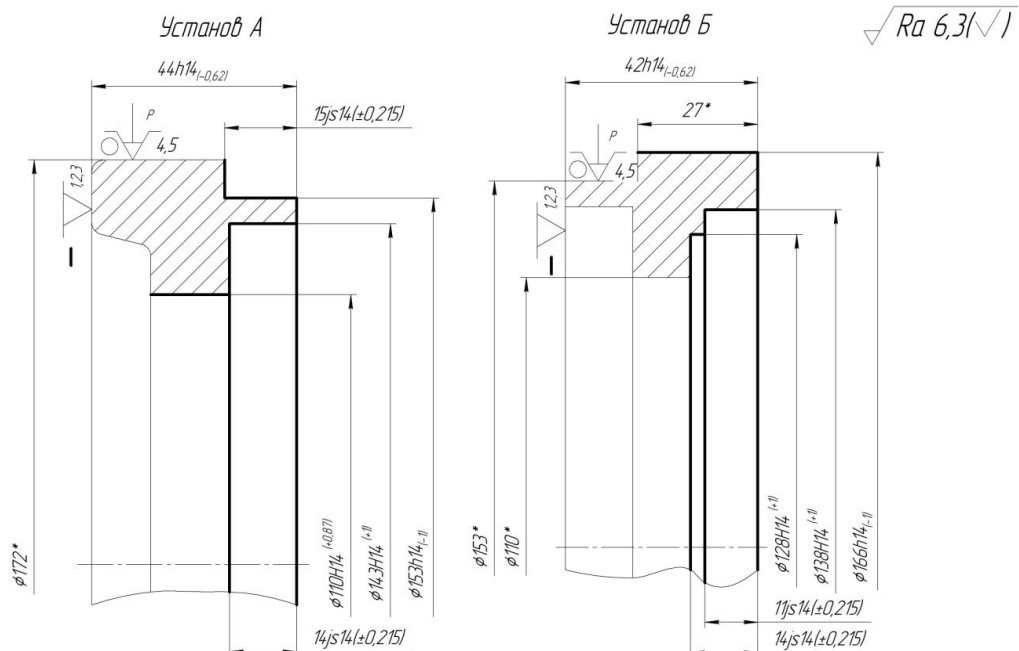


Рисунок 6.8 – Операционный эскиз на операцию 015

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ					

Глубина резания при подрезке торца  $t = 2$  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 20X13). Принятое значение подачи уменьшаем в 0,75 раза так как обработка ведется с ударами [4].

Следовательно подача при подрезке торца

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин,} \quad (6.6)$$

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;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (6.7)$$

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

$$K_{MV} = K_V \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_V}, \quad (6.8)$$

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 20X13 ГОСТ 5632-88.

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

$K_{ПВ} = 0,8$  - поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [4 с.263, таблица 5].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left( \frac{750}{520} \right)^{1,0} = 1,16$$

Определяем общий поправочный коэффициент  $K_V$  по формуле 8.7:

$$K_V = 1,16 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,927.$$

Определяем скорость резания по формуле 8.6:

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

$$V = \frac{215}{90^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,927 = 102 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102}{\pi \cdot 156} \approx 208 \text{ об/мин.} \quad (6.9)$$

где  $D=156$  мм – диаметр обрабатываемой заготовки.

Подачу  $S=0,6$  мм/об и частоту вращения шпинделя  $n=208$  об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Главная составляющая силы резания [4]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н,} \quad (6.10)$$

где  $C_p = 204$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 0$  - коэффициенты в формуле силы резания, зависящие от вида обработки, обрабатываемого материала, инструментального материала [4, с. 273];

$K_p$  - поправочный коэффициент на силу резания;

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (6.11)$$

где  $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_\epsilon}{750}\right)^n = 0,792$  - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [4];

$n = 0,75$  - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4];

$K_{\varphi P} = 0,89$ ;  $K_{\gamma P} = 1,1$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{rP} = 1,0$  - коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента [4];

$$K_p = 0,792 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,776;$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 102^0 \cdot 0,776 \approx 2700 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{2700 \cdot 102}{1020 \cdot 60} = 4,5 \text{ кВт.} \quad (6.12)$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40



Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо, чтобы  $N < N_{\text{штп}}$ ;  $N_{\text{штп}} = N_o \cdot \eta$ . Для станка 16P20Ф3  $N_{\text{штп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > N = 4,5 \text{ кВт}$ , следовательно, обработка возможна.

Определяем основное время  $T_o$  по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (6.13)$$

где  $L$  – длина рабочего хода инструмента;

$i = 1$  – число проходов.

$$L = l + l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}}, \quad (6.14)$$

где  $l = 8 \text{ мм}$  – длина торца;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 6 \text{ мм}$  – длина врезания и перебега [5].

$L = 8 + 6 = 14 \text{ мм}$ .

Определяем основное время  $T_o$  по формуле:

$$T_o = \frac{14 \cdot 1}{208 \cdot 0,6} = 0,16 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим расчет режимов резания на операции 030 – вертикально-фрезерная. Причем расчет режимов резания аналитическим методом производим на основной переход фрезерования паза по [4], и сводим в таблицу.

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.9.

Исходные данные: на вертикально-фрезерном станке производится фрезеровка паза на плоскости торца детали. Обрабатываемый материал – сталь 20Х13 с пределом прочности  $\sigma_B = 520 \text{ МПа}$ .

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

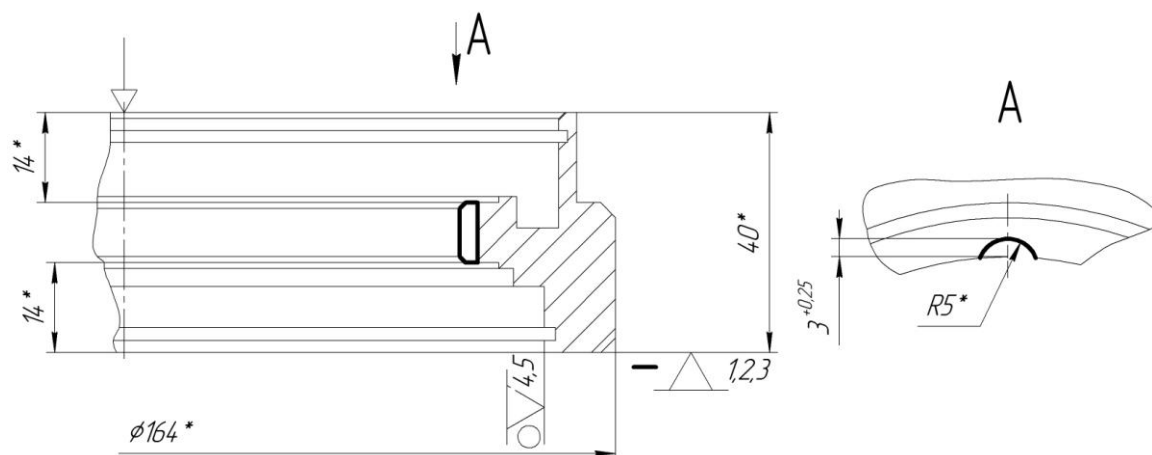


Рисунок 6.8 – Операционный эскиз на операцию 030

Расчет режимов резания при фрезеровании паза аналитическим методом.

Геометрические параметры фрезы:

- главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ ;
- число зубьев фрезы  $z=4$ ;
- материал фрезы – твердый сплав ВК8;
- диаметр фрезы  $d=10\text{мм}$ ;

Глубина резания  $t = 10\text{мм}$ .

Ширина фрезерования  $B=14\text{мм}$ .

Подача при фрезеровании:

$S_z = 0,02$  мм/зуб - табличная подача на зуб при черновой стадии обработки, зависящая от группы материала, диаметра фрезы и глубины резания [4];

Оборотная подача:

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (6.15)$$

$$S_0 = 0,02 \cdot 4 = 0,08 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания при фрезеровании:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (6.16)$$

где  $C_v = 108$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$q=0,2$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$y=0,3$  –коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$x=0,06$  –коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$u=0,3$  –коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$r=0,1$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$m=0,27$  – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$T=180$  мин – период стойкости фрезы при обработке коррозионностойкой стали 20X13 ГОСТ 5632-88 [4];

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

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (6.17)$$

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

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

$K_{IIV} = 1$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки [4].

Коэффициент  $K_{MV}$  определяем по формуле:

где  $n_v = 1,0$  - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости (для фрезерования) [4];

$$K_{MV} = 1 \cdot \left( \frac{750}{520} \right)^{1,0} = 1,16.$$

Определяем общий поправочный коэффициент  $K_v$  по формуле:

$$K_v = 1,16 \cdot 1 \cdot 1 = 1,16.$$

Определяем скорость резания  $V$  по формуле 8.21:

$$V = \frac{108 \cdot 10^{0,2}}{180^{0,27} \cdot 10^{0,06} \cdot 0,02^{0,3} \cdot 14^{0,3} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1,16 = 52,64 \text{ м/мин.}$$

Рассчитываем частоту вращения шпинделя для обеспечения допустимой скорости резания по формуле 8.9:

$$n = \frac{1000 \cdot 52,64}{3,14 \cdot 10} = 1630 \text{ об/мин.}$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Подачу  $S=0,08$  мм/об и частоту вращения шпинделя  $n=1630$  об/мин округляем к паспортным данным. То есть фактическая скорость резания при  $n=1600$  об/мин  $V=50,2$  м/мин.

Определяем силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (6.18)$$

где  $K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750}\right)^n = 0,792$  - коэффициент, учитывающий влияние качества

обрабатываемого материала на силовые зависимости [4];

$C_p=82$  - коэффициент в формуле силы резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$q=0,86$  - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$y=0,6$  - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$x=0,75$  - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$u=1$  - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$w=0,1$  - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

Определяем силу резания по формуле 8.25:

$$P_z = \frac{10 \cdot 80 \cdot 10^{0,75} \cdot 0,02^{0,6} \cdot 14^1 \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 1600^{0,1}} \cdot 0,792 = 573 \text{ Н.}$$

Наибольшая сила подачи стола станка 20000 Н, следовательно силы возникающие при обработке привод подач выдержит.

Мощность резания при фрезеровании:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{573 \cdot 50,2}{1020 \cdot 60} = 1,61 \text{ кВт}, \quad (6.19)$$

Мощность резания при фрезеровании не превышает мощности станка  $N = 1,61 < N_{CT} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$ , следовательно обработка возможна.

Определяем основное время  $T_0$  по формуле 8.13:

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$T_o = \frac{5 \cdot 1}{1600 \cdot 0,08} = 0,04 \text{ мин.}$$

Длину рабочего хода инструмента определяем по формуле:

$$L=3+2=5 \text{ мм.}$$

где  $l=3$  мм – длина паза;

$l_{\text{врез}}+l_{\text{пер}}=2$  мм – длина врезания и перебега [5].

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

Таблица 6.3 – 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 44	2	0,6	208	102	1	20	0,17	Аналитический
Точить поверхность Ø 153	1,5	0,6	208	102	1	17	0,14	Табличный
Подрезать торец в размер 15	1	0,6	188	102	1	22	0,2	Табличный
Расточить отверстие Ø143	1,5	0,5	227	102	1	16	0,13	Табличный
Подрезать торец в размер 14	1	0,5	227	102	1	20	0,17	Табличный
Расточить отверстие Ø110	2	0,5	295	102	1	18	0,11	Табличный
Установ Б								
Подрезать торец в размер 42	2	0,6	188	102	1	22	0,2	Табличный
Точить поверхность Ø 166	1,5	0,6	188	102	2	30	0,54	Табличный
Расточить отверстие Ø138	1	0,5	235	102	1	17	0,15	Табличный
Подрезать торец в размер 11	1	0,5	235	102	1	16	0,14	Табличный
Подрезать торец в размер 14	1	0,5	253	102	1	11	0,11	Табличный
Расточить отверстие Ø139	1	0,5	253	102	1	5	0,04	Табличный
Операция 030 – вертикально-фрезерная								
Фрезеровать паз	10	0,08	1600	50	1	5	0,04	Аналитический

## 6.6 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование 015 операции – токарная с ЧПУ производим согласно выбора из соответствующей литературы норм вспомогательного времени.

Целью данного нормирования является определение нормы штучно – калькуляционного времени на 015 операции.

Данные о режимах резания берем из предыдущего пункта.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах.  $T_0=2,24$  мин.

Вспомогательное время  $T_{в}$  на 015 операции определяем по формуле:

$$T_{в} = T_{в.уст} + T_{в.оп} + T_{в.изм}, \quad (6.15)$$

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

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

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

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

$T_{в.оп} = 0,7$  мин [6 с.79].

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

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

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = (\sum T_0 + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot (1 + a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.} / 100) \quad (6.16)$$

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.

$$T_{шт} = (2,24 + 3,3 \cdot 1,23) \cdot (1 + 8/100) = 5,73 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (6.17)$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

где  $n = 35$  штук – количество деталей в партии;

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

$T_{пз} = 4 + 9 + 2 + 2 + 2 + 0,8 \cdot 2 + 1 + 1 + 2,5 + 0,3 = 25,4$  мин [6];

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

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

2 – время на ознакомление с чертежом;

2 – время на прослушивание инструктажа мастера;

2 – время на наладку приспособления (смена кулачков);

0,8 - время на установку и снятие одного инструмента в револьверной головке;

1 – время на ввод программы с программносителя;

2,5 – время на привязку инструмента по осям X,Z.

0,3 – время на настройку подачи СОЖ.

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 5,73 + 25,4/35 = 6,46 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим нормирование операции 030 аналогично операции 015.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах.  $T_0 = 0,04$  мин.

Вспомогательное время  $T_v$  на 030 операции определяем по формуле:

где  $T_{v.уст} = 0,35$  мин [6];

$T_{v.оп} = 0,52$  мин [6];

$T_{v.изм} = 0,3$  мин,

$$T_v = 0,35 + 0,52 + 0,3 = 1,17 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

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

$K_{тв} = 1,23$ .

$T_{шт} = (0,04 + 1,17 \cdot 1,23) \cdot (1 + 14/100) = 1,33$  мин.

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле:

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

$T_{пз} = 4 + 8 + 2 + 2 + 3 + 0,2 + 1 + 1 + 0,5 + 0,3 = 21$  мин [6];

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

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

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

- 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 программоносителя;
  - 0,5 – время на привязку инструмента по осям X,Y,Z.
  - 0,3 – время на настройку подачи СОЖ.
- Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 1,33 + 21/35 = 1,93 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48



## 7 Проектирование станочного приспособления

Уточнение цели технологической операции.

На данной операции формируются диаметральные поверхности (черновая обработка), а именно  $\varnothing 153h14(0;-1)$ ,  $\varnothing 166h14(0;-1)$ ,  $\varnothing 110H14(+0,87;0)$ ,  $\varnothing 143H14(+1;0)$ ,  $\varnothing 128H14(+1;0)$ ,  $\varnothing 138H14(+1;0)$ , а также линейные размеры  $14js14(+0,215;-0,215)$ ,  $15js14(+0,215;-0,215)$ ,  $11js14(+0,215;-0,215)$ , согласно ГОСТ 25347-82.

Точность формы обрабатываемых поверхностей.

Погрешность формы цилиндрических поверхностей  $\varnothing 153$ ,  $\varnothing 166$ ,  $\varnothing 110$ ,  $\varnothing 143$ ,  $\varnothing 128$ ,  $\varnothing 138$  мм, характеризуются отклонением от круглости и цилиндричности ГОСТ 24642 – 81\* и нормируется по ГОСТ 24643 – 81.

Допуск цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения будет определяться как 30% от допуска на размер  $\varnothing 110H14(+0,87;0)$  мм (для размера с наименьшим допуском), что составит

$$T=0,3 \cdot 0,87=0,261 \text{ мм,}$$

принимаем 250 мкм, что соответствует 12-й степени точности по ГОСТ 24643 –81.

Точность расположения обрабатываемых поверхностей.

Рассмотрим допуск радиального биения контролируемой и базовой поверхности. Данный допуск будет определяться как часть (60%) от допуска на размер и составит

$$T=0,6 \cdot 0,87=0,522 \text{ мм,}$$

принимаем 500 мкм, что соответствует 14-й степени точности.

Степень шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Шероховатость большинства поверхностей составляет 6,3 мкм по критерию Ra.

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

На данную операцию заготовка поступает с черновыми необработанными базовыми поверхностями для обработки базы на установке А. На установке Б деталь закрепляется за обработанные поверхности. Масса заготовки – 3,93 кг. Материал – сталь 20Х13 ГОСТ 5632-88. Заготовка имеет цилиндрическую форму, вполне жесткая, обрабатываемость плохая (труднообрабатываемая сталь).

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

Анализ базовых поверхностей.

Отношение  $l/d=46/172<1$  говорит о том, что необходимо использовать установочную и двойную опорную технологические базы, так как именно они в большинстве случаев используются для базирования фланцев. Следовательно с учетом обработки максимального количества поверхностей с одного установка и подготовки чистовой базы под последующую обработку за установочную базу принимаем торец  $\varnothing 172/\varnothing 140$  мм, а в качестве двойной опорной базы  $\varnothing 172$  мм.

Точность формы базовых поверхностей.

Поскольку допуск цилиндричности и круглости не оговорен в технических требованиях на чертеже заготовки, то он может быть установлен в пределах допуска на размер, согласно ГОСТ 24643 – 81 по уровню относительной геометрической точности – А, допуск равен 30% от допуска на размер  $\varnothing 172 (+2,4;-1,2)$  мм, что составит

$$T=0,3 \cdot 3,6=1,08 \text{ мм,}$$

принимаем 1000 мкм, что соответствует 15-й степени точности по ГОСТ 24643 – 81.

Отклонение от плоскостности торца также не указывается на чертеже заготовки, то он может быть установлен в пределах допуска на размер, согласно ГОСТ 24643 – 81 по уровню относительной геометрической точности – А, допуск равен 60% от допуска на размер  $46(+1,6;-0,9)$  мм, что составит

$$T=0,6 \cdot 2,5=1,5 \text{ мм,}$$

принимаем 1200 мкм, что соответствует 16-й степени точности по ГОСТ 24643 – 81.

Точность расположения базовых поверхностей.

Рассмотрим допуск перпендикулярности, определяется так же как допуск плоскостности и следовательно равен 1200 мкм.

Шероховатость базовых поверхностей.

Так как поверхности предварительно не обработаны, то согласно технических требований чертежа заготовки шероховатость базовых поверхностей по критерию Ra составляет 50 мкм.

Определение условий в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектируемое приспособление.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

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

Заготовка будет обрабатываться на токарном с ЧПУ станке 16P20Ф3 с системой ЧПУ WL4T. Станок предназначен для обработки деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и легких металлов, а также других материалов. На станке может производиться как черновая так и чистовая обработка. Паспортные данные станка приведены в пункте 7.4.

Станок оборудован системой охлаждения. Образующаяся стружка удаляется рабочим при выключенном станке.

Приспособление должно обслуживаться станочником 3-го разряда.

Имеющийся на станке кожух с экраном не позволяет стружке и СОЖ разлетаться и попадать на рабочего.

Схема базирования и погрешность базирования рассматривалась в пункте 7.2. Схема базирования представленная на рисунке 7.3 учитывала основные правила выбора черновых баз и возможность наиболее производительного осуществления операции. Черновые базы также указаны на чертеже заготовки.

Для определения взаимного влияния поля возмущающих сил и поля уравнивающих сил построим графическую модель возмущающих сил во взаимосвязи с принятой схемой базирования и модель поля уравнивающих сил, создаваемых зажимным механизмом. Структура поля возмущающих сил приведена на рисунке 7.1.

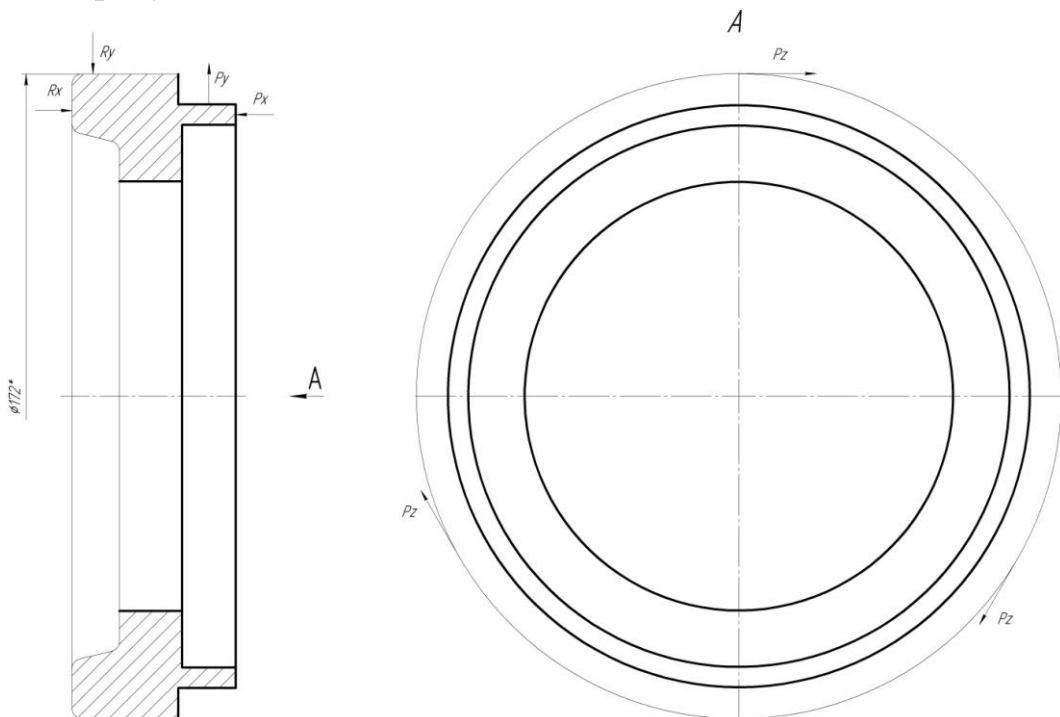


Рисунок 7.1 – Структура поля возмущающих сил на операцию 015

Из рисунка 7.1 видно, что момент, который создает сила резания  $P_z$  уравнивается моментом трения от реакции  $R_y$ . Сила  $R_y$  уравнивается также реакцией  $R_x$ , а сила  $R_x$  реакцией  $R_y$ , так как имеется упор в торец кулачков.

При данной схеме базирования следует признать рациональным применение трехкулачкового самоцентрирующегося рычажного патрона, который создает поле уравнивающих сил, представленное на рисунке 7.2.

Величину суммарного усилия закрепления необходимо считать из следующих условий:

При токарной обработке момент резания (Н·м) определяется из формулы:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d}{2}, \quad (7.1)$$

где  $P_z$  – сила резания при черновой обработке детали,  $P_z = 2700$  Н (пункт 6.5);  
 $d$  – наибольший диаметр при обработке,  $d = 172$  мм = 0,172 м.

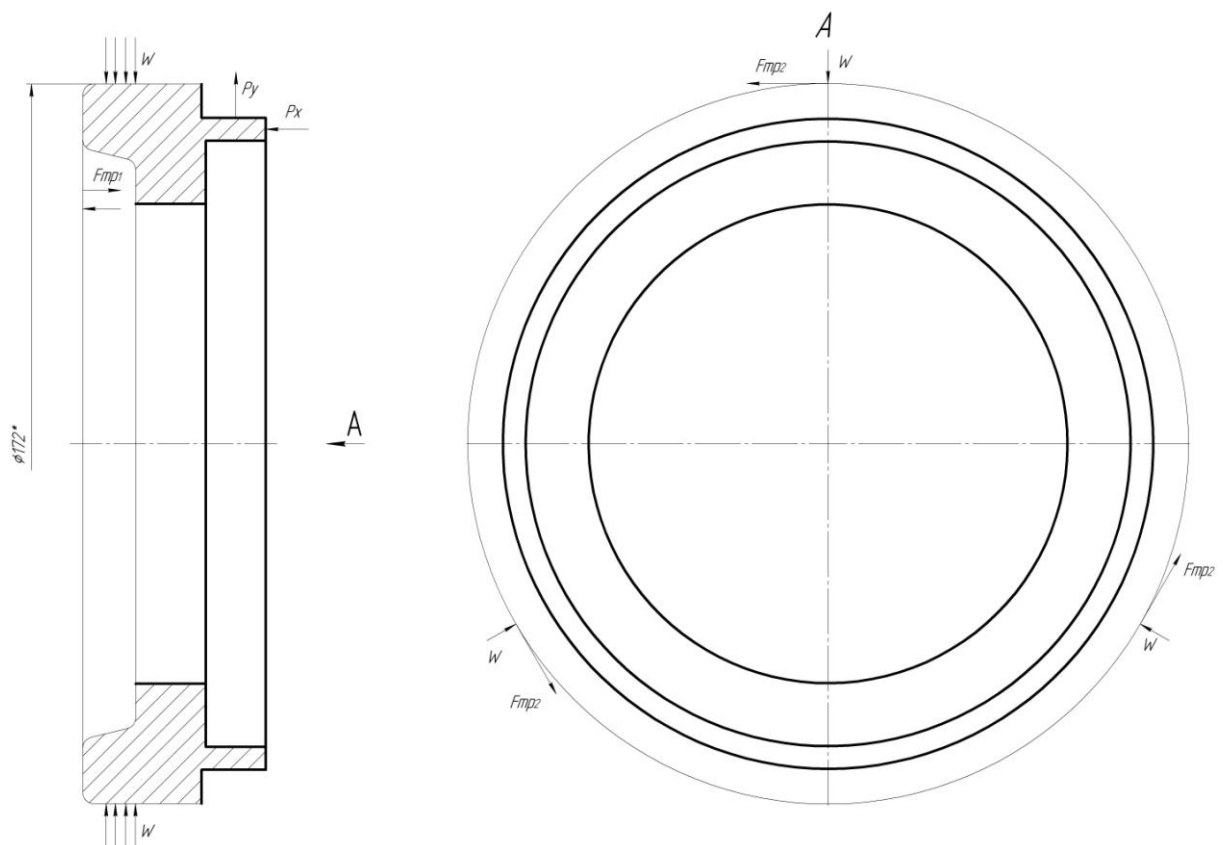


Рисунок 7.2 – Структура поля уравнивающих сил на операцию 015

$$M_p = \frac{2700 \cdot 0,172}{2} = 351 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Отсюда найдём радиальную силу закрепления (Н) принимающих кулачков патрона к заготовке:

$$W = \frac{K \cdot M_p}{f \cdot d}, \quad (7.2)$$

где К – коэффициент запаса;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.3)$$

где  $K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$K_2 = 1$  – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$  – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в зажимных механизмах;

$K_5 = 1$  – коэффициент, учитывающий эргономику ручных зажимных механизмов;

$K_6 = 1$  – коэффициент, учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

$$K = 1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,3 \times 1 \times 1 = 2,5;$$

$d$  – посадочный диаметр кулачков,  $d = 0,0172$  м;

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,35$ .

$$W = \frac{2,5 \cdot 351}{0,35 \cdot 0,172} = 9642 \text{ Н.}$$

Обоснование выбора привода.

Для реализации раскрепления и закрепления заготовки при данной схеме рационально выбрать пневмоцилиндр двухстороннего действия с диаметром поршня, определяемым по формуле [4]:

Зная необходимое усилие на штоке для закрепления, рассчитываем диаметр цилиндра:

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot P \cdot \eta}}, \quad (7.4)$$

где  $P$  – давление сжатого воздуха [ $P=0,4 \text{ МН/м}^2 (4 \text{ кгс/см}^2)$ ];  
 $\eta$  – к.п.д., учитывающий потери в пневмоцилиндре,  $\eta=0,85$

$$D = \sqrt{\frac{9642}{0,785 \cdot 4 \cdot 0,85}} = 197,15 \text{ см}$$

Принимаем стандартный диаметр цилиндра  $D=200 \text{ мм}$ , тогда действительная сила закрепления равна:

$$Q = D^2 \cdot 0,785 \cdot P \cdot \eta = 20^2 \cdot 0,785 \cdot 6,3 \cdot 0,85 = 9656 \text{ Н}.$$

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 токарной с ЧПУ операции к расчетным параметрам следует отнести наиболее жесткие допуски на операционном эскизе (рисунок 6.3) – допуск радиального биения отверстия  $\text{Ø}110\text{H}14$ . Его значение по расчету равно 0,5 мм. В нашем случае к расчётным параметрам следует отнести точность взаимного расположения основных и вспомогательных конструкторских баз приспособления, а именно: радиальное биение посадочной поверхности патрона.

Определим радиальное биение кулачков патрона по отношению к шпинделю по формуле [9]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{\left( K_{T1} \cdot \varepsilon_{\sigma} \right)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + \left( K_{T2} \cdot \omega \right)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.5)$$

где  $T$  - допуск радиального биения отверстия  $\text{Ø}110\text{H}14$   $T=0,5 \text{ мм} = 500 \text{ мкм}$ ;  
 $K_T$  - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих, принимаем  $K_T=1,2$ ;

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ					

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

$\varepsilon_{\delta}$  - погрешность базирования заготовки, которая в данном случае будет равна нулю так как на диаметральные размеры влияет лишь точность позиционирования узлов станка.

$$\varepsilon_{\delta} = 0 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{\gamma}$  - погрешность закрепления заготовки, т.к. привод механизированный и погрешность закрепления будет постоянной, то учитываем ее один раз при настройке станка, принимаем  $\varepsilon_{\gamma}=0$ ;

$$\varepsilon_{\gamma} = 10 \text{ мкм} - \text{ погрешность установки патрона в шпинделе станка;}$$

$\varepsilon_n = 0$  – погрешность перекоса инструмента, в данном случае отсутствует, т.к. нет направляющих элементов приспособления.

$\varepsilon_u$  – погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов; в данном случае имеем равномерный износ кулачков  $\varepsilon_u = 0$ ;

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

■ средняя экономическая точность обработки, ■ = 870 мкм для 14 квалитета точности;

$\varepsilon_{noz}$  - погрешность позиционирования станка. Из паспорта станка 16P20Ф3, на котором будет производиться обработка  $\varepsilon_{noz} = 50$  мкм.

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

$$\varepsilon_{пр} = 500 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{0,85^2 \cdot 0^2 + 0^2 \cdot 10^2 + 0^2 \cdot 0^2 + 0,6^2 \cdot 870^2 + 50^2} = 500 \cdot 355,8 = 144,2 \text{ мкм}$$

По ГОСТ 24643-81 принимаем ближайшее меньшее значение допуска радиального биения кулачков патрона относительно шпинделя станка равное 120 мкм. Данное требование принято потому, что именно эта погрешность будет оказывать наибольшее влияние на точность обработки, а именно выдерживания в заданных пределах допуска радиального биения поверхности.

Следовательно, на чертеже приспособления указываем как техническое требование, что допуск радиального биения кулачков патрона относительно шпинделя станка равно 120 мкм.

Описание устройства и принципа действия приспособления.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Приспособление в сборке должно удовлетворять техническим требованиям чертежа общего вида и обеспечивать качественную обработку заготовки по заданным размерам.

Приспособление состоит из корпуса в котором смонтирован пневмоцилиндр. При подаче сжатого воздуха в правую полость происходит закрепление заготовки. Подача воздуха осуществляется через трехходовой распределительный кран. При подаче сжатого воздуха в левую полость происходит раскрепление заготовки.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56



## 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

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

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 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

Отдельные баллоны со сжатыми газами хранятся 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 ventиль.

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. Ventиль не должен пропускать газ, когда он закрыт, резьбы должны быть чистыми, без заусенцев и вмятин. Если ventиль 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 ventиль 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.

Ventиль газового баллона следует открывать плавно, без рывков, соблюдая меры. Лицо, глаза, открытые части тела не следует держать в плоскости, проходящей перпендикулярно к месту подкладывания накидной гайки редуктора с вентиляем 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 чистый	Зеленый	Зеленый

Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	Есть
Нефтегаз	Серая	Нафтогаз	Красный	Есть
Бутан	Красная	Бутан	Белый	Есть
Водород	Темно-зеленая	Водород	Красный	Есть
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	Есть
Гелий	Коричневая	Гелий	Белый	Есть
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	Есть
Кислород медицинский	Голубая	Кислород медицинский	Есть	Есть
Фреон 11	Алюминиевая	Фреон 11	Черный	Синий
Фреон 12	Алюминиевая	Фреон 12	Черный	Есть
Фреон 13	Алюминиевая	Фреон 13	Черный	2 красные
Фреон 22	Алюминиевая	Фреон 22	Черный	2 желтые
Все другие горючие газы	Красная	Наименование газа	Белый	Есть
Все остальные негорючие газы	Черная	Наименование газа	Желтый	Есть

Выключите подачу газа в линию следует после закрытия вентиля баллона. В противном случае между редуктором и запорным устройством вентиля баллона будет храниться газ высокого давления, при откручивании гайки редуктор (при отсоединении баллона) может поразить глаза и лицо работника.

В одном складском помещении хранить баллоны с кислородом и горючими газами запрещается

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками должны храниться в вертикальном положении, а баллоны, без башмаков - в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах

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

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

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.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

## **Выводы**

Тема дипломного проекта – анализ технологической операции изготовления детали «Диск разгрузочный» 54.01.90.67-07.

В ходе выполнения был выполнен следующий объем работ.

При анализе служебного назначения были отражены основные технические характеристики и назначение машины. Что касается самой детали, то был проведен анализ всех ее поверхностей, а также функций, исполняемых ими.

При анализе технических требований мы описали свойства стали 20Х13, а также были проанализировали требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором, их соответствие общепринятым стандартам.

Был определен тип производства — мелкосерийный — и определена партия запуска  $n = 35$  штук.

В качестве заготовки была принята штамповка на КГШП, так как она более экономически выгодная, чем свободная ковка.

Во время выполнения работы был проанализирован заводской технологический процесс изготовления детали и внесены изменения направленные на его усовершенствование, а именно изменена последовательность операций, заменено универсальное оборудование на оборудование с ЧПУ, также подробно рассмотрены токарная и фрезерная с ЧПУ операции, рассчитаны режимы резания для них и выполнено техническое нормирование.

Спроектировано станочное приспособление для токарной операции, которое позволяет быстро и надежно закреплять заготовку.

Также выполнен комплект технологической документации.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

## 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.

14. Євтухов В. Г. Методичні вказівки до практичної роботи "Вибір засобів вимірювання та його обґрунтування" з дисципліни "Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв" для студентів спеціальності 7.090202 та 8.090202 "Технологія машинобудування" денної та заочної форм навчання [Текст] : / В. Г. Євтухов. – Суми, Вид-во СумДУ, 2008. – 20 с.

15. Чумаков Г. С. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу "Проектирование контрольно-измерительных приспособлений" для студентов специальностей 12.01 "Технология машиностроения" [Текст] : / Г. С. Чумаков.– Харьков, ХПИ , 1990. – 56 с.

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

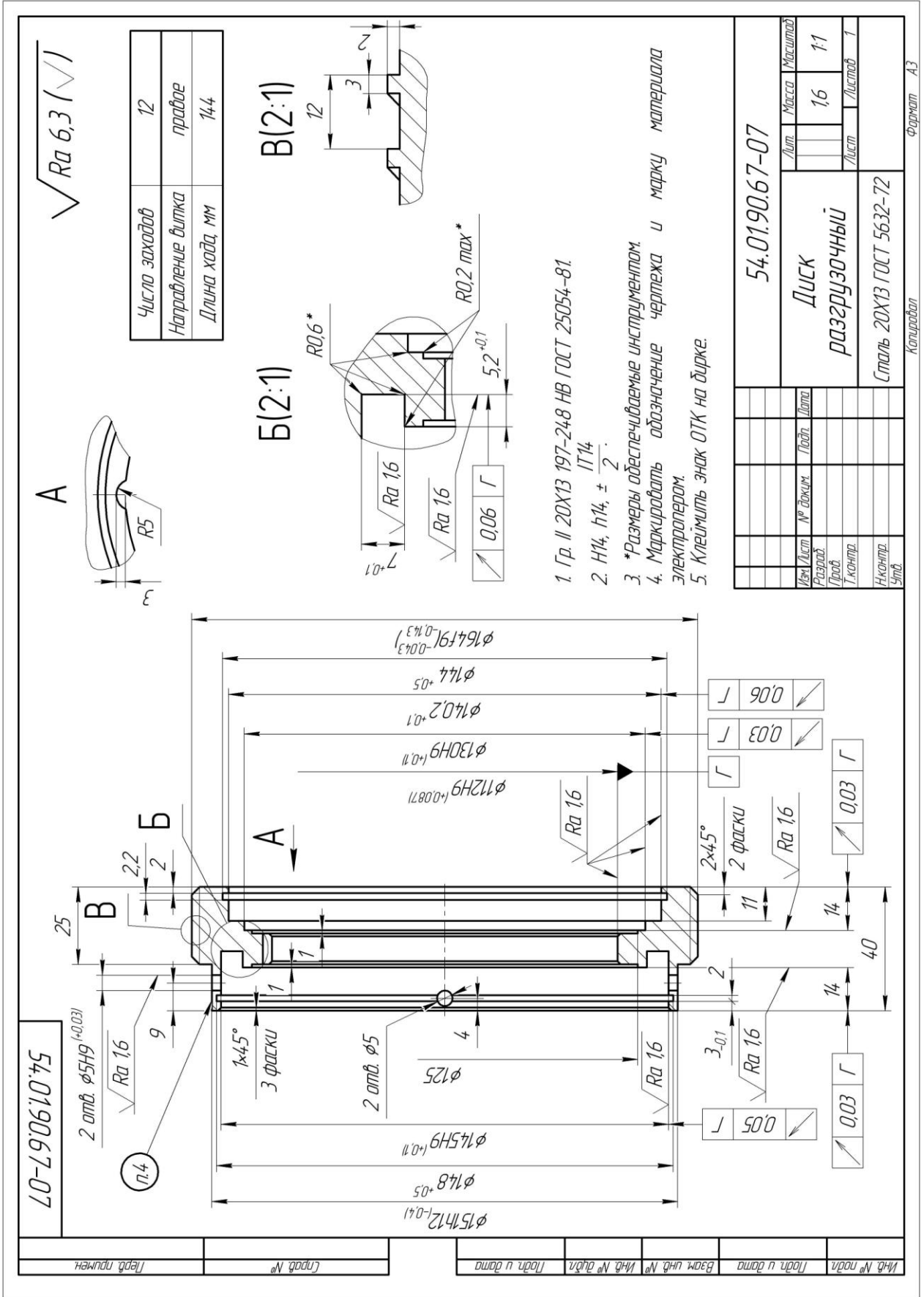
17. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

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.

					ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64



# Приложение А. Заводской чертёж детали



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ

Лист

65

## Приложение Б. Расчет припусков

### РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

25.05.2019

Расчет выполнен для Sereda группа - ТМз-41с

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая  $\phi$  164-0.043  
-0.143

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Пределные отклонения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шероховатость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон р (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр. Ез (i)
Поковка ковкой	ГОСТ 7062-90	+2.400 -1.200	-	-	-	-	-
Chernovay	квалитет 14 0 -1.000	0 -1.000	250	1000	2119	500	500
Polychistovay	квалитет 12 0 -0.400	0 -0.400	125	240	127	200	100
Chistovay	квалитет 9 -0.043 -0.143	-0.043 -0.143	20	125	105	0	0

#### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм	расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм				
				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.		
-	-	171.832	172	172	+2.400 -1.200	170.8	174.4	-	-	-
968	1968	166.925	167	167	0 -1.000	166	167	1400	1340	1430
145	1875	164.945	165	165	0 -0.400	164.6	165.0	270	900	1055
50	655	164	164	164	-0.043 -0.143	163.857	163.957	145	170	373

К О Н Е Ц   Р А С Ч Е Т А

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТМЗ 14050171 - 00 ПЗ

Лист

66

**Приложение В. Спецификации на станочное приспособление**

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
										Формат	Зона	Поз.
							<i>Документация</i>					
							<i>Сборочные единицы</i>					
Справ. №	A1					ТМЗ 14050171-07.00.00 СБ	Сборочный чертеж	1				
	A4	1				ТМЗ 14050171-07.01.00	Воздухоприемник	1				
	A4	2				ТМЗ 14050171-07.02.00	Пневмоцилиндр	1				
							<i>Детали</i>					
	A4	3				ТМЗ 14050171-07.00.01	Шток	1				
	A3	4				ТМЗ 14050171-07.00.02	Фланец	1				
	A3	5				ТМЗ 14050171-07.00.03	Корпус	1				
	A3	6				ТМЗ 14050171-07.00.04	Рычаг	3				
	A4	7				ТМЗ 14050171-07.00.05	Планшайба	1				
	A3	8				ТМЗ 14050171-07.00.06	Втулка	1				
	A4	9				ТМЗ 14050171-07.00.07	Винт	3				
	A4	10				ТМЗ 14050171-07.00.08	Планка	3				
	A3	11				ТМЗ 14050171-07.00.09	Кулачок	3				
	A4	12				ТМЗ 14050171-07.00.10	Ось	3				
A3	13				ТМЗ 14050171-07.00.11	Ползун	3					
A4	14				ТМЗ 14050171-07.00.12	Шпонка	2					
A4	15				ТМЗ 14050171-07.00.13	Пружина	3					
						<b>ТМЗ 14050171-07.00.00</b>						
Инв. № подл.	Разраб.	Середа				<b>Патрон токарный</b>	Лит.	Лист	Листов			
	Проб.	Дегтярев					Д\П	1	2			
	Н.контр.	Денисенко					<b>СумГУ, гр.ТМЗ-41с</b>					
	Утв.	Залого										
						<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		20		Болт М8-8д х 22 ГОСТ 15589-70	4	
		21		Винт В.МЗ-6дх10 ГОСТ 17474-80	3	
				Винты ГОСТ 11738-84		
		22		М6-6дх25	2	
		23		М8-6дх25	2	
		24		М12-6дх40	9	
		25		М20-6дх120	3	
		26		Гайка М12 х 15-6Н.04 ГОСТ 15521-70	3	
		27		Гайка М56х2-6Н.11 ГОСТ 11871-88	1	
				Шайбы ГОСТ 10450-78		
		28		А 8.31	4	
		29		А 12.31	3	
		30		Шайба 2 Н.56.31 ГОСТ 11872-89	1	
		31		Шпилька М12х15-60 ГОСТ 22042-76	3	

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

TM3 14050171-07.00.00

Лист  
2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

TM3 14050171 - 00 ПЗ

Лист

68