МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

| | 3ATB | ЕРДЖУЮ |
|----------|------------|---------------|
| | Завіду | вач кафедри |
| техн | ології ма | шинобудування |
| верс | татів та і | нструментів |
| | | В. О. Залога |
| « | » | _ 2019 p. |

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ФЛАНЦЯ УПОРНОГО 455.101.57-01

Бакалаврська кваліфікаційна робота Напрям підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка (Технології машинобудування)

СтудентК. О. КаракайКерівникБ. А. СтупінНормоконтрольЮ. О. Денисенко

Реферат

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

Объект исследования – деталь «Фланец упорный».

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

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

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

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

Разработан комплект технической документации.

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

Содержание

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

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | | | | | |
|-------|-------|-----------|-------|------|---------------------------|-------------------|----------|-------|---------|--|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |
| Разра | аб. | Каракай | | | Проектирование | Лит | | Лист | Листов | |
| Пров | | Ступин | | | Проектирование | | | 2 | 85 | |
| Реце | 43. | | | | технологического процесса | | | | | |
| Н. Ка | онтр. | Денисенко | | | изготовления фланца | | $C\iota$ | νмΓУ, | ТМз-41с | |
| Утв. | | Залога | | | упорного 455.101.57-01 | 3,2 0 , 11/13 /11 | | | | |

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. Перед отечественным машиностроением стоят такие проблемы как: качество, производительность труда, улучшение труда.

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 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, доходящая 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 «Фланец упорный» 455.101.57-01 является актуальной задачей для ее рассмотрения в дипломном проекте.

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

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

Деталь «Фланец упорный» 455.101.57-01 является одной из самых важных деталей насоса ЦНС 240-1900-2Т ТУ У 3.19-05747991-95.

Насос типа ЦНС 240 – 1900 – 2Т ТУ У 3.19 – 05747991 – центробежный, горизонтальный секционный, однокорпусной с односторонним расположением колес, подшипниками скольжения, автоматическим разгрузочным устройством (гидропятой) и концевыми уплотнениями вала торцевыми или сальниковыми. Краткая характеристика:

- подача $-240 M^3/4$;
- напор 1900 м;
- порядковый номер модернизации 2;
- торцовое уплотнение в конструкции насоса Т.

Насос может быть изготовлен и другой конструкции, где торцевое уплотнение заменено сальниковым ЦНС 240 - 1900 - 2C - M ТУ 26 - 06 - 1438-85.

На насосах ЦНС 240...-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 ЦНС 240...-2 предназначены для закачивания в нефтеносные пласты чистой воды и нефтепромысловых вод без содержания сероводорода. Насосы и агрегаты электронасосные типа ЦНС 240...- 2М 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 ЦНС 240 - 1900 - 2Т ТУ У 3.19 - 05747991-95 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 B-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.

Лист

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

Конструкция насоса типа ЦНС 240 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 «Фланец упорный» 455.101.57-01), подшипники 13 и 14. Крышки входная и напорная отлиты из стали 25Л.

Входная и напорная крышки и секции насоса стягиваются шпильками M75х4. 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.

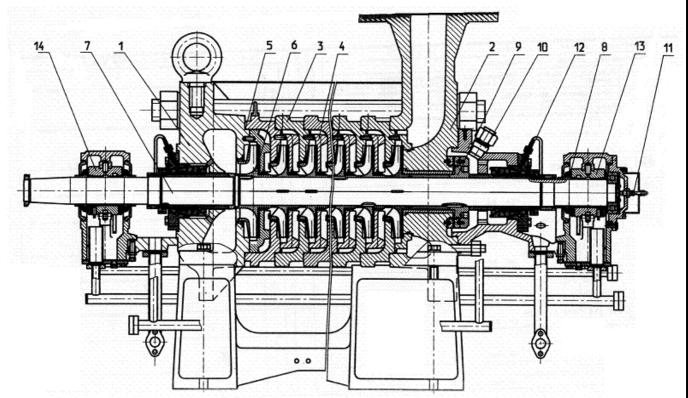


Рисунок 1.1 – Насос центробежный ЦНС 240 – 1900 – 2Т ТУ У 3.19–05747991–95 Опорами ротора служат подшипники скольжения 13 и 14 с принудительной смазкой.

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

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

Для отвода протечек из гидропяты имеется штуцер 10.

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

Насос приводится во вращение через упругую пластинчатую муфту.

Приводами насосов типа ЦНС 240 служат синхронные электродвигатели серии СТД с разомкнутым или замкнутым циклом вентиляции, а также асинхронные электродвигатели серии 4APM или 4A3M.

Насос ЦНС 240 – 1900 – 2Т ТУ У 3.19 – 05747991–95 состоит из множества сборочных узлов. В него также входит узел «Уплотнение торцевое» куда в свою очередь входит предложенная для выполнения дипломного проекта деталь «Фланец упорный» 455.101.57-01.

Сборочный узел «Уплотнение торцевое» ДН 1106-110.10.00 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.

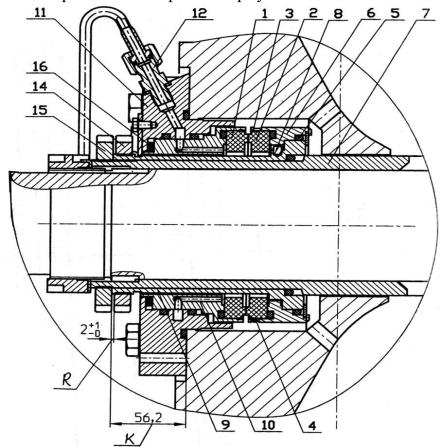


Рисунок 1.2 – Уплотнение торцовое

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

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 торцового 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 торцового уплотнения – 2 раза в смену.

Торцевое уплотнение состоит из уплотнительных колец 1 и 2, стопорной пружины 3, поводка 4, уплотнительных резиновых колец 5, вращающейся обоймы 6, рубашки 7, штифта 8, втулки 9, обоймы аксиально – подвижной 10, корпуса 11, штуцера промывки уплотнения 12, гаек регулировочных 14 и 15, пружины 16.

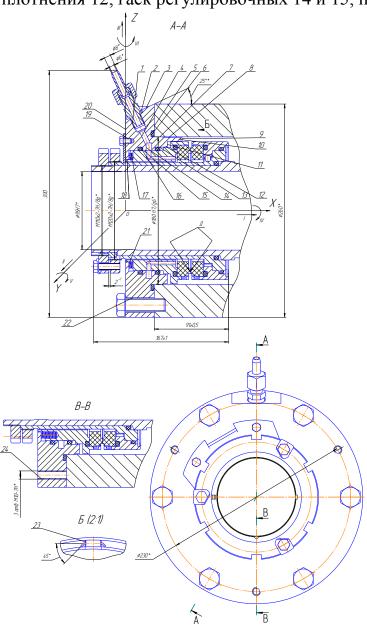


Рисунок 1.3 – Базирование узла «Уплотнение торцовое» в корпусе насоса

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

Узел уплотнение торцовое базируется (рисунок 1.3) в корпусе насоса по двум поверхностям предложенной детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 - торцевой поверхности 5 и цилиндрической поверхности 7. Закрепление всего узла в корпусе насоса также происходит через контакт с поверхностью 20 детали. Поворота вокруг оси X узел лишается при помощи поверхности 22, которая контактирует с одним из шести болтов. При этом деталь лишается 6-ти степеней свободы. Возникают следующие базы:

- установочная поверхность 5, лишающая 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 7 (посадка Ø180H7/g6), которая лишает узел перемещений по осям Y и Z;
 - опорная база в отверстии 22, которая лишает вращения по оси X.

Данные поверхности 5 и 7 являются основными конструкторскими базами для узла «Уплотнение торцовое».

Закрепление детали происходит винтами, которые вкручиваются в корпус насоса, контактируя с поверхностью 20.

Поверхности 6, 13, 16 является вспомогательными конструкторскими базами, так как с этими поверхностями контактируют уплотнения.

Поверхность 2 - вспомогательная конструкторская база, так как с этой поверхностью контактирует уплотнение штуцера.

Поверхность 1 - вспомогательная конструкторская база, так как с этой поверхностью по резьбовой посадке контактирует штуцер.

Поверхность 19 - вспомогательная конструкторская база, так как с этой поверхностью по резьбовой посадке контактирует винт.

Поверхность 21 является вспомогательной конструкторской базой, так как с этой поверхностью контактируют пружины.

Поверхность 10 - вспомогательная конструкторская база, так как с этой поверхностью контактирует стопорная проволока.

Остальные поверхности детали, изображенные на рисунке 1.3 являются свободными поверхностями, которые не контактируют с поверхностями других деталей, а необходимы для изготовления, возможности подачи жидкости для промывки уплотнения (поверхности 4 и 14).

Согласно технических требований к сборочной единице «Уплотнение торцовое» необходимо при сборке смочить чистой водой кольца поз. 10, 23, 25 и рабочие поверхности Д колец пары трения (приложение Б), а также подвергнуть узел гидравлическим испытаниям на стенде без вращения пробным давлением 4,5

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

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

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

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

Деталь «Фланец упорный» 455.101.57-01 входящая в изделие «Уплотнение торцовое» предназначена для крепления всего сборочного узла к корпусу насоса при помощи шести болтов М16-6gx55.56.019 ГОСТ 7798 — 70, базирование в корпусе насоса происходит по посадке Ø 180H7/g6. Также деталь предназначена для крепления штуцера при помощи резьбового соединения М14 - 7H/6g для промывки всего торцового уплотнения. Для возможности осуществления промывки на детали имеется отверстие под углом и канавка.

Деталь предназначена для размещения уплотнительных колец.

Деталь также предназначена для возможности перемещения аксиально – подвижной обоймы, которая имеет возможность перемещаться в отверстии детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 благодаря посадке с зазором Ø 146H7/g6.

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

Конструктивными особенностями детали можно считать лыску под углом 25° к оси детали, а также ступенчатое отверстие на этой лыске, которое при правильном изготовлении должно попадать в канавку 14 (рисунок 1.3), необходимую для осуществления возможности промывки уплотнения. Также особенность данной детали в том, что имеются три канавки, (две внутренних и одна торцовая) с шероховатостью всех трех поверхностей канавок по критерию Ra в 1,6 мкм. Такая шероховатость обусловлена размещением уплотнений. Также конструктивной особенностью являются 4 шипа на левом торце, в которых имеется по одному отверстию Ø1,5 мм.

Условия эксплуатации.

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

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

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

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

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

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

2 Анализ технических требований на изготовление детали

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

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

Химический состав, % Fe \mathbf{C} Al Co Cr Cu Mn Mo N Ni P, S Si Ti As В Se Оста-<0.08 17.0-< 0.3 <2,0 9.0-< 0.035 <0.8 0,6 льное 19,0 11,0 0,80

Таблица 2.1 – Химический состав стали 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-88

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

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

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | Ли |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 11113 10210077 00.113 | |

Поверхность $\emptyset 155^{(_{-0,1})}$ с шероховатость по критерию Ra 1,6 мкм и допуском радиального биения 0,06 мм относительно базы A контактирует с уплотнением, являясь вспомогательной конструкторской базой и поэтому требования к поверхности обоснованы.

На чертеже также имеется торцовая поверхность, характеризуемая размером 35 мм с шероховатость по критерию Ra 3,2 мкм и допуском торцового биения 0,03 мм относительно базы относительно базы A. Эта поверхность выделяется среди других торцовых поверхностей такими особыми требованиями, потому что этот торец — основная конструкторская база узла. По этому торцу происходит контакт детали с торцом корпуса насоса, поэтому большое биение здесь недопустимо, так как это может привести к несоосности узла «Уплотнение торцовое» и отверстия корпуса насоса.

Также на чертеже имеются канавки: торцовая, характеризуемая размером $4.1^{\binom{+0.1}{1}}$ и внутренняя кольцевая канавка (вид Д на чертеже детали), которые имеют допуски радиального и торцового биения 0.06 мм относительно базы А и шероховатость поверхностей по критерию Ra 1.6 мкм. Это может быть обоснованно тем, что эти поверхности являются вспомогательными конструкторскими базами, так как контактируют с уплотнительными кольцами, прилегание которых должно может быть максимальным, чтобы соблюдалась герметичность, потому что высокие гребешки шероховатости могут пропускать жидкость, находящуюся под высоким давлением.

Еще на виде Г чертежа детали указаны два позиционных допуска расположения отверстий, относительно мнимой окружности Ø 230: первый – позиционный допуск расположения шести отверстий Ø 18 мм, который равен 0,8 мм относительно базы А и второй - позиционный допуск расположения трех отверстий М10 – 7H, который также равен 0,8 мм, относительно базы А. Оба эти допуска не слишком малые, но они все же должны выдерживаться при изготовлении для возможности осуществления сборки, так как это предусмотрел конструктор.

Шероховатость внутреннего диаметра резьбы (3 отверстия M10 - 7H и 2 отверстия M6 - 7H) по критерию Ra=3,2 мкм получается за счет высокой шероховатости режущих кромок режущего инструмента — метчика, то есть можно говорить, что данная шероховатость вполне обеспечивается инструментом и конструктор не завысил данные требования.

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

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

На чертеже были обнаружены размеры с неуказанными полями допусков, а лишь с отклонениями. Это отклонение размера внутренней поверхности \emptyset $155^{\binom{1}{-0,1}}$, которое то таблицам допусков и посадок соответствует предельному отклонению N9. Так же отклонение размера поверхности торцевой канавки \emptyset $195^{\binom{+0,15}{}}$, которого стандартного по таблицам допусков и посадок для данного размера нет (поле допуска находится между H9 и H10). Данные замечания можно отнести к недостаткам и недочетам в работе конструктора.

Согласно техническим требованиям, которые указаны детали«Фланец упорный» 455.101.57-01 деталь должна изготавливаться из поковки второй группы Гр. II из стали 08Х18Н10Т, твердостью до 179НВ ГОСТ 25054 – 81, но также указанно, что допускается замена на поковку третей группы Гр. III из стали 12X18H10T, твердостью до 179HB по ГОСТ 25054 – 81. Поковка третей группы обойдется производству дороже, нежели поковка второй группы, так как к поковке третей группы предъявляются более жесткие требования к контролю на заготовительной операции, (наименьшие требования предъявляются к поковкам первой группы, которые используются в основном для малоответственных деталей). Согласно ГОСТ 25054 – 81 к поковкам второй следующие правила предъявляются приёма, должен производится контроль твердости пяти процентов поковок от партии, но выборка должна составлять не менее пяти поковок. Поковки должны быть одной марки стали, прошедшие термическую обработку совместно. Правила приёма поковок третей группы: контроль твердости 100 % поковок. Поковки должны быть одной марки стали совместно прошедшие термическую обработку по одинаковому режиму. Данные требования к группам поковок проставленные конструктором обоснованы тем, что деталь работает в агрегате ЦНС 240...2 и выход из строя детали приведет к поломке агрегата.

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

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

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

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

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

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

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

3 Определения типа производства и организационных условий работы

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{\text{3.0.}}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течении месяца, к числу рабочих мест.

Производим расчет $K_{3.0.}$, согласно [3].

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделий N = 300 штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

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

Для расчета $K_{3.0.}$ необходимо знать штучное время на выполнение механических операций. Данные о штучном времени изготовления детали «Фланец упорный» 455.101.57-01 на механические операции возьмем из базового технологического процесса.

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

| No | Наименование операции | $T_{\mathit{ШT}}$, мин |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| операции | | |
| 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:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{uum}}{60 \cdot F_{\mathcal{I}} \cdot \eta_{3.H.}}, \tag{3.1}$$

где N - годовая программа выпуска изделий, шт;

 T_{um} - штучное время;

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

 $F_{\mathbb{Z}}$ - действительный годовой фонд времени, ч;

 $\eta_{\scriptscriptstyle 3,H}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, по (3, c.20) $\eta_{\scriptscriptstyle 3,H}=0,\!8$

Таблица 3.2 - Нормирование операций

| No | | T_{III-K} | | Ъ | | |
|-----------|-------------------------|---------------------|---------|---|--------------------------------|--------|
| операции | Наименование операции | $T_{I\!I\!I\!I\!I}$ | m_{p} | P | $\eta_{_{\mathfrak{z}.\phi.}}$ | О |
| 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 |
| $\sum_{}$ | - | 155 | - | 7 | - | 190,81 |

Коэффициент закрепления операции подсчитываем по формуле:

$$K_{3.0.} = \frac{\sum O}{\sum P}$$
 (3.2)

Таким образом коэффициент закрепления операции равен:

$$K_{\scriptscriptstyle 3.O.}=\frac{190,\!81}{7}=27,\!26\approx27$$
 , что соответствует мелкосерийному типу производства, так как $^{K_{\scriptscriptstyle 3.o.}}$ входит в пределы $20{<}27{<}40.$

Определяем форму организации производства.

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

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

где а =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:

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

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{III-K}}{n} = \frac{155}{7} = 22,14$$
 MUH.

n=7 - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

$$F_{cym} = \frac{60 \cdot F_{o}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952_{\text{MWH}}.$$

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

$$3 = \frac{T_{cp} \cdot N_{nap}}{F_{_3} \cdot \eta_{_{_{3.H.}}}} = \frac{22,14 \cdot 29}{476 \cdot 0,8} = 1,68$$
 .
$$F_{_3} = \frac{F_{cym}}{2} = \frac{952}{2} = 476$$
 мин.

 $\eta_{_{\scriptscriptstyle 3.H.}}$ = 0,8 - нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Число смен округляем до ближайшего целого значения: $3_{np} = 2$.

Тогда число деталей в партии:
$$N_{nap} = \frac{F_{_3} \cdot 3_{_{np}} \cdot \eta_{_{_{3.H.}}}}{T_{_{cp}}} = \frac{476 \cdot 2 \cdot 0.8}{22.14} = 35 \text{ шт.}$$

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

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

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

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

переналаживаемая технологическая оснастка позволяет существенно повысить коэффициент оснащенности производства.

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

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

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

4 Анализ технологичности конструкции детали

Оценка технологичности детали по качественным показателям включает в себя:

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

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

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

- оценка по технологичности геометрических форм поверхностей.

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

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

Следовательно по геометрическим формам поверхностей деталь является нетехнологичной.

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

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

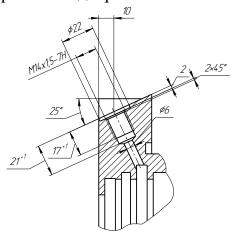


Рисунок 4.1 – Эскиз лыски со ступенчатым отверстием

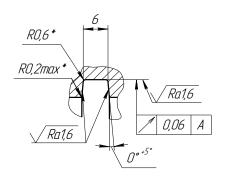


Рисунок 4.2 – Эскиз кольцевой канавки с низкой шероховатостью

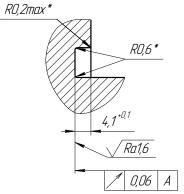


Рисунок 4.3 – Эскиз торцевой канавки с низкой шероховатостью

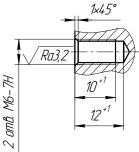


Рисунок 4.4 – Эскиз резьбового отверстия

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

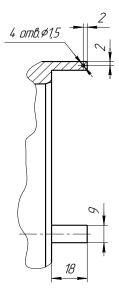


Рисунок 4.5 – Эскиз четырех нежестких выступов с отверстиями Ø1,5мм

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

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

Заготовку для данной детали можно получать двумя методами, а именно ковкой на молотах или штамповкой на КГШП 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 переплавку. Следовательно данному ПО показателю деталь нетехнологична.

- оценка технологичности конструкции по простановке размеров.

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

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

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: Ø180g6, Ø146H7, Ø155N9(0;-0,1), Ø195(0;+0,15). Эти размеры, особенно первые два требуют трех - четырех стадий обработки вместо одной – двух, что делает деталь нетехнологичной.

Также на чертеже имеются допуски расположения, а именно допуски радиального и торцового биения 0,03мм, а также позиционный допуск расположения 6-ти отверстий на диаметре 230мм, который равен 0,8мм. Выдерживание этих допусков также несет дополнительную трудоемкость в обработку, что нетехнологично.

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

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

В условиях мелкосерийного производства способами получения заготовки исходя из технических требований чертежа детали могут быть либо поковка на КГШП либо поковка кованная на молотах. Поковка штампованная 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 Ø180), это в свою очередь ведет к увеличению массы, а следовательно и существенного увеличения стоимости заготовки, так как материал сталь 08Х18Н10Т 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 выполнятся 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 производится в следующем этапе курсового проекта.

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

Деталь является жесткой, так как отношение 1/d<1 (69/260<1) (более в пункте 2). Деталь ОНЖОМ 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 последовательной схеме обработке неограничен. При обработке при обработке несколькими комбинированными инструментами, a также 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:

| | | | | | TM3 16510 |
|------|------|----------|-------|------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | |

$$K_{HM} = \frac{M}{M_3},\tag{4.1}$$

где М – масса готовой детали, М =10 кг

 M_3 – масса заготовки, M_3 = 16 кг

$$M_3=M\cdot Kp = 10\cdot 1,6=16 \text{ K}\Gamma$$
 (4.2)
 $K_{HM} = \frac{10}{16} = 0,625$

Определение уровня технологичности конструкции по использованию материала:

$$K_{yM} = \frac{K_{\sigma MM}}{K_{MM}},\tag{4.3}$$

где $K_{6 \text{ им}}$ — базовый коэффициент использования материала, $K_{6 \text{ им}}$ = 0,3 (по данным предприятия, на котором изготавливалась деталь);

$$K_{yM} = \frac{0.3}{0.625} = 0.49$$
.

Определяем коэффициент точности обработки:

$$K_{m} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_{i}}{\sum T \cdot n_{i}}$$
 (4.4)

где Σ n_i – число размеров соответствующего классу точности; T – класс точности обработки.

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

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

$$K_m = 1 - \frac{46}{578} = 0.92 > 0.8.$$

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

$$K_{u} = \frac{1}{III_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum III \cdot n_{im}}, \qquad (4.5)$$

где Σ $n_{im}-$ число поверхностей соответствующего классу шероховатости

$$\sum III \cdot n_{im} = 1,6 \cdot 9 + 3,2 \cdot 3 + 6,3 \cdot 34 = 238,2.$$

$$K_{uu} = \frac{46}{238.2} = 0,19 < 0,32$$
.

По этому показателю деталь технологична.

| | | | | | | Ŀ |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|---|
| | | | | | $TM3\ 16510077\text{-}00.\Pi 3$ | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

5 Выбор способа получения заготовки

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

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

В программу ЭВМ вводятся следующие исходные данные:

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

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

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

Расчет поковки производим руководствуясь ГОСТ 7505 – 89: Ориентировочную расчетную массу поковки определяем по формуле:

$$G_{\Pi} = m_{\delta} \cdot Kp \,, \tag{2}$$

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

$$G_{II} = 10 \cdot 1,6 = 16 \kappa 2$$

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

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

Группа стали - определяем по [3, с. 7, таблица 1] принимаем М3 (в зависимости от химсостава).

Определяем расчетную массу описывающей фигуры по формуле:

$$G\phi = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho \tag{3}$$

где D=260 мм — диаметр фигуры; H=69 мм — высота фигуры; $\rho=0{,}00785$ $^{2}/_{\it MM}^{\it M}$ - плотность стали.

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

Определяем степень сложности из отношения $G_{\Pi}/G_{\Phi} = 16/28,743 = 0,557$, что по [3, с. 29, приложение 2] соответствует степени сложности C2.

Конфигурация поверхности разъема штампа — Π (плоская). Исходный индекс по [3, с. 10, таблица 2] - 16.

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

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

Выбираем дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение по поверхности разъема штампа -0.4 мм [3, с. 14, таблица 3];
- изогнутость и отклонение от плоскостности и прямолинейности -0.6 мм [3, с. 14, таблица 3];
- допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки -2 мм [3, с. 23, таблица 12].

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

| | | | | | | Ŀ |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|---|
| | | | | | $TM3\ 16510077\text{-}00.\Pi 3$ | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

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

Определяем размеры поковки:

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

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

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

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

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

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

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

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

Масса заготовки была определена на 9BM с помощью программы $KOM\Pi AC-3D$ V16, для чего была построена трехмерная модель заготовки и выбран материал.

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

Таблица 5.2 - Результаты расчета припусков и допусков заготовки

| Размер | Чистота | Основной | Дополн | Общий | Расчетный | Принимаем | Припуск |
|--------|----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|
| детали | поверхно | припуск | ительн | припуск | размер | ый размер | фактиче |
| | сти по | | ый | | заготовки | заготовки | ский |
| | критерию | | припуск | | | | |
| | Ra, мкм | | | | | | |
| Ø260 | 6,3 | 2,6 | - | 2,6 | Ø265,2 | Ø265 | 2,5 |
| Ø125 | 6,3 | 2,2 | - | 2,2 | Ø120,6 | Ø121 | 2,0 |
| Ø180 | 1,6 | 3,0 | 0,4 | 3,4 | Ø186,8 | Ø187 | 3,5 |
| Ø146 | 1,6 | 2,7 | 0,4 | 3,1 | Ø139,8 | Ø140 | 3,0 |
| Ø169 | 6,3 | 2,4 | - | 2,4 | Ø164,2 | Ø164 | 2,5 |
| B51 | 6,3 | 2,0 | 0,6 | 2,6 | 57,2 | 57 | 3,0 |
| H35 | 3,2 | 2,0 | 0,6 | 2,6 | 40,2 | 40 | 2,5 |
| L69 | 6,3 | 2,0 | 0,6 | 2,6 | 74,2 | 74 | 2,5 |

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

$$d\,265^{\,+3,3}_{\,-1,7}$$

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

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

 $d187_{-1,5}^{+3,0}$ $D140_{-1,3}^{+2,7}$ $D164_{-1,5}^{+3,0}$ $B57_{-1,2}^{+2,4}$ $H40_{-1,1}^{+2,1}$ $L74_{-1,2}^{+2,4}$

Технические требования к заготовке:

- 1. Гр. II 08X18H10T твердость 179 HB 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 25 мкм.

Эскиз заготовки приведен на рисунке 5.1

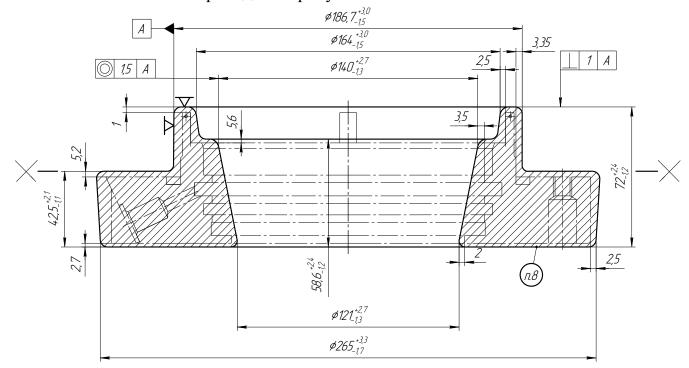


Рисунок 5.1 – Эскиз заготовки

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

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

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

Исходные данные.

Количество стадий обработки поверхности включительно о заготовительной -5:

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

Выбор элементов припусков по переходам.

Высоту микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя Т выбираем:

- а) для заготовки Rz=200мкм, T=250мкм [4];
- б) по переходам [4]
- черновое точение Rz=100мкм, T=100мкм;
- получистовое точение Rz=50мкм, T=50мкм;
- чистовое точение Rz=25мкм, T=25мкм.

Рассчитываем пространственное отклонение формы рзаг:

$$\rho_{3az} = \sqrt{\rho^2 c_M + \rho^2 \kappa o p} \tag{6.1}$$

где $\rho_{cm} = 1000$ — величина смещения, мкм [3]; $\rho_{KOD} = 500$ — величина коробления, мкм [4].

$$\rho_{3ar} = \sqrt{1000^2 + 500^2} = 1118 \text{ MKM}.$$

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

$$\rho i = \rho_{3ar} \cdot \kappa_y,$$
 (6.2)

где ρ_{3ar} – пространственное отклонение формы заготовки, мкм; ку - коэффициент уточнения (выбирается для каждой стадии) [3]:

черновое точение: ку=0,06;

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

- получистовое точение: ку=0,05;
- чистовое точение: ку=0,04.

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

- черновое точение: $\rho_{\text{чер}} = 1118.0,06 = 67 \text{мкм};$
- получистовое точение: $\rho_{\Pi/\Psi} = 1118 \cdot 0,05 = 56$ мкм;
- чистовое точение: $\rho_{\text{чист}} = 1118.0,04 = 45 \text{мкм}$.

Погрешность установки на стадии обработки:

- для перехода черновое точение Ey=100 мкм [4];
- для перехода получистовое точение Ey=0 мкм, так как этот переход выполняется без переустановки на токарной черновой операции;
 - для перехода чистовое точение Ey=100 мкм [4];
- для перехода отделочное точение Ey=0 мкм, так как этот переход выполняется без переустановки на токарной чистовой операции.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчетов припусков Ø180g6

| Наименование | Обознач. | Предел | | Элемент | ъ припу | ска, мкм | | |
|--------------|----------|---------|-------|---------|---------|----------------|-----------------|--|
| перехода | точности | отклон. | R_z | T | ρ | ϵ_{6} | \mathcal{E}_3 | |
| Обработка | T4 | +3 | _ | 1 | _ | _ | | |
| давлением | 17 | -1,5 | | _ | _ | _ | _ | |
| Точение | кв. 12 | -0,46 | 200 | 250 | 1118 | 100 | 160 | |
| черновое | KB. 12 | -0,+0 | 200 | 230 | 1110 | 100 | 100 | |
| Точение | кв.10 | -0,185 | 100 | 100 | 67 | 0 | 0 | |
| получистовое | KD.10 | -0,103 | 100 | 100 | 07 | U | U | |
| Точение | кв.8 | -0,072 | 50 | 50 | 56 | 100 | 160 | |
| чистовое | KB.O | 0,072 | 30 | 30 | 30 | 100 | 100 | |
| Точение | кв.б | -0,014 | 25 | 25 | 45 | 0 | 0 | |
| тонкое | KD.U | -0,039 | 23 | 23 | 73 | U | <u> </u> | |

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

При сравнении припуска на поверхность Ø180g6(-0,014;-0,039) рассчитанного аналитическим способом и припуска назначенного по ГОСТ 7505-89 можно отметить, что рассчитанный припуск на сторону 3,35 мм

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

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

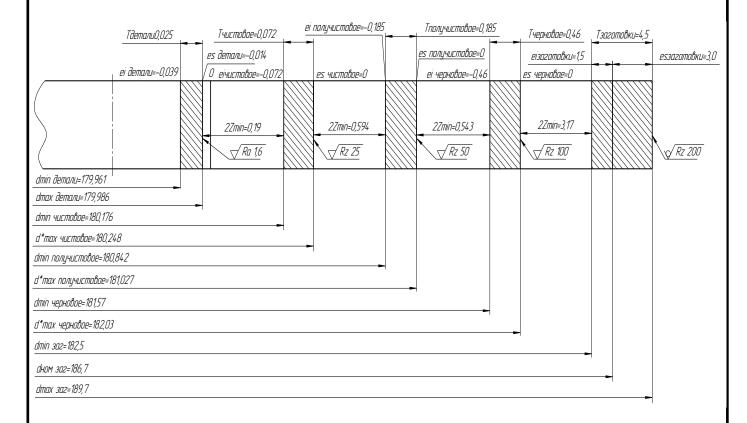


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для наружной цилиндрической поверхности Ø180g6(-0,014;-0,039)

6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления за-готовки

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;

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

- отсутствие значимых деформаций и низкой жесткости базовых поверхностей;
 - использование принципа постоянства баз;
 - возможность простого и удобного закрепления заготовки.

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

- операция 015 токарно винторезная;
- операция 040 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.

На данной операции заготовка на первом установе А закрепляется за наружную цилиндрическую поверхность Ø273мм (черновую базу) с упором в торец в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне, в расточенных кулачках на диаметр 280 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 Ø264мм 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 получистовая обработка производилась вместе с чистовой и отделочной на универсальном станке. Нововведение уместно, так как в базовом варианте методом пробных ходов и промеров и точность достигалась исключительно от квалификации рабочего, а в проектируемом технологическом процессе точность достигается на предварительно настроенном оборудовании методом автоматического получения размеров.

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

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

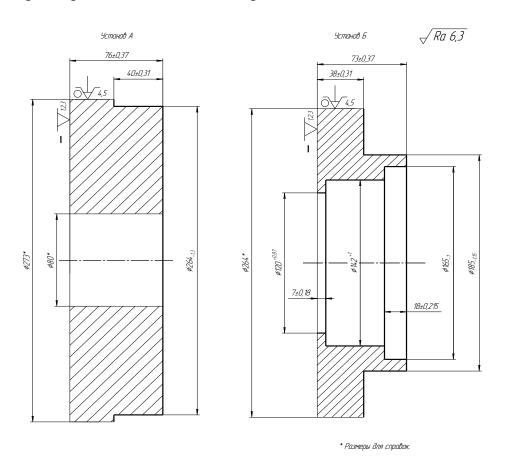


Рисунок 6.2 – Операционный эскиз черновой токарной операции базового технологического процесса

На рисунке 6.2 (на установе Б) изображена размерная цепь, при реализации которой линейные размеры 17 ± 0.215 , 32 ± 0.31 , 64 ± 0.37 будут иметь погрешности базирования. Погрешность базирования на все эти размеры будет равна допуску на размер 69 (0;-0,74), так как технологическая (левый торец) и измерительная (правый торец) базы не совпадают. При таком базировании на некоторые размеры будет возникать брак, так как:

- для размера $17\pm0,125\,\varepsilon_{617}=T_{69}=0,74>T_{17}=0,43$ мм получаем брак;
- для размера $32\pm0,31$ $\varepsilon_{_{632}}$ = $T_{_{69}}$ = 0,74 > $T_{_{32}}$ = 0,62 мм получаем брак;
- для размера $64\pm0,37$ $\varepsilon_{664}=T_{69}=0,74=T_{64}=0,74$ мм на данном размере можем получить брак, а можем и нет (если не учитывать погрешность закрепления).

| | | | | | TM3 165 |
|------|------|----------|-------|------|---------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | |

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

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

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

На данной операции также помимо указанных выше линейных размеров будут выполнятся и диаметральные размеры: Ø260h12, Ø125H14, Ø143H10, Ø153H14, Ø167H14, Ø181,1h10. На диаметральные размеры погрешность базирования не влияет, а их точность достигается за счет точности позиционирования узлов станка.

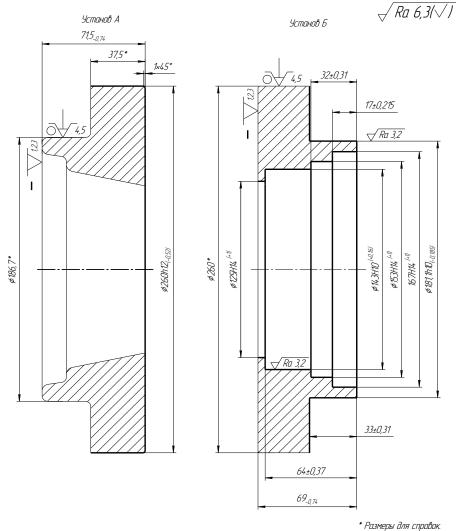


Рисунок 6.3 – Операционный эскиз токарной операции предлагаемого технологического процесса с первым вариантом простановки линейных размеров

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

Анализ операции 040 – вертикально - фрезерная базового технологического процесса.

Рассмотрим вертикально-фрезерную операцию 040. На данной операции согласно заводскому технологическому процессу производится обработка лыски под углом 25° к оси детали по разметке.

На поверхности лыске имеется ступенчатое отверстие, которое в базовом технологическом процессе обрабатывается на радиально – сверлильной операции, которая также производится по разметке. Также по разметке на универсальном станке (на отдельной операции) производится и сверление шести отверстий Ø18мм с позиционным допуском 0,8мм относительно базы A, сверление трех отверстий Ø8мм с позиционным допуском 0,8мм относительно базы A и сверление двух отверстий Ø5 расположенных на радиусе R85 относительно центра детали.

В качестве нововведения предлагается объединить три механические операции и три разметочные операции в одну операцию – координатнорасточную с ЧПУ.

На вертикально — фрезерной операции базового технологического процесса выполняется фрезеровка лыски под углом 25° на наружной цилиндрической поверхности Ø260h12(0;-0,52), шириной 60мм, размеченной на предыдущей операции.

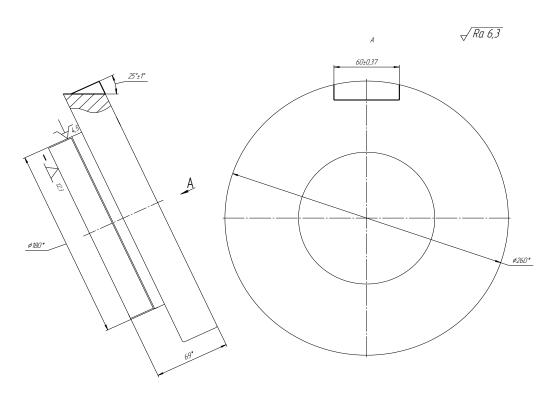


Рисунок 6.4 – Операционный эскиз вертикально – фрезерной операции

| | | | | TM3 16510077-00.Π3 | J |
|---------|-------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Ли | ст № докум. | Подп. | Дата | | |

На данной операции заготовка закрепляется за наружную цилиндрическую поверхность Ø180g6(-0,014;-0,039) с упором в торец в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне, который установлен в универсальной лимбовой делительной головке УЛДГ 400 в расточенных кулачках на диаметр 180мм.

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. Параллельность торца шпинделя и торца лыски достигалась путем поворота детали с помощью делительной головки на 25°. Деталь в патроне устанавливалась по разметке.

Операционный эскиз данной операции приведен на рисунке 7.5.

На радиально - сверлильной операции деталь базируется и закрепляется в такие же приспособления как и на предыдущей вертикально — фрезерной операции и производится сверление сквозного отверстия Ø6мм на лыске по разметке. Также производится рассверливание отверстия под резьбу М14х1,5-7Н диаметром 12,5мм на глубину 21 мм, цекование отверстия Ø22мм на глубину 2мм, а также зенкование фаски 2х45°. Резьба нарезается на слесарной операции. Параллельность торца шпинделя и торца лыски достигалась путем поворота детали с помощью делительной головки на 25°. Операционный эскиз к данной операции приведен на рисунке 6.5.

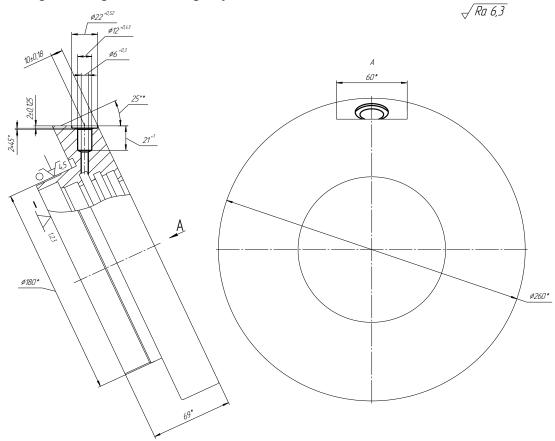


Рисунок 6.5 – Операционный эскиз радиально – сверлильной операции

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | Ли |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 11113 10210077 00.113 | |

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

Вторым вариантом схемы базирования можно рассматривать базирование детали по внутренней цилиндрической поверхности Ø146H7. При этом деталь может быть установлена в патроне с обратными кулачками. Патрон также будет установлен в делительной головке. При этом возникают базы - установочная на торце детали, которая лишает ее трех степеней свободы и двойная опорная база на цилиндрической поверхности, которая лишает деталь двух степеней свободы. Операционный эскиз изображен на рисунке 7.7.

Третьим вариантом схемы базирования рассматриваем базирование детали по внутренней цилиндрической поверхности Ø146H7, с упором в торец. Базирование и закрепление будет осуществляться в специальном приспособлении на столе станка. При этом базы будут аналогичны первому и второму вариантам. Поворот детали, относительно шпинделя будет осуществляться за счет поворота стола станка на необходимый угол. При таком базировании и закреплении необходимо будет учесть безопасную возможность подхода к зоне обработки. Для станка с ЧПУ это замечание может быть реализовано путем анализа габаритных размеров приспособления, которые необходимо учесть при составлении управляющей программы. Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.6.

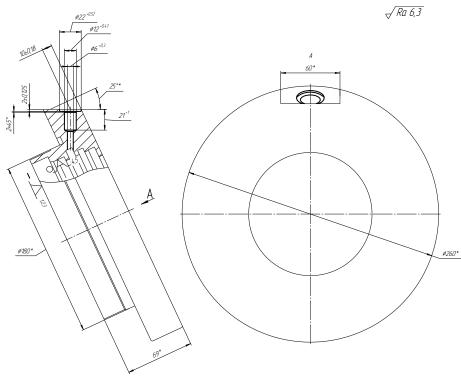


Рисунок 6.6 – Операционный эскиз второго варианта схемы базирования

| | | | | | | Ŀ |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|---|
| | | | | | $TM3\ 16510077\text{-}00.\Pi 3$ | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

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

При анализе всех выполняемых на операции размеров оказалось, что погрешность базирования будет влиять лишь на размер $10\pm0,18$ мм.

Определим погрешности базирования во всех трех случаях.

- по первому варианту $\varepsilon_{610} = T_{69} = 0.74 > T_{10} = 0.36\,\mathrm{mm}$ поэтому в первом варианте получаем брак;
- по второму варианту $\varepsilon_{610} = T_{69} = 0.74 > T_{10} = 0.36$ мм поэтому во втором варианте получаем брак;
- по третьему варианту $\varepsilon_{\delta 10} = T_4 = 0.3 < T_{10} = 0.36\,\mathrm{MM}$ поэтому в третьем варианте брака нет.

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

Поэтому окончательно принимаем третий вариант схемы базирования.

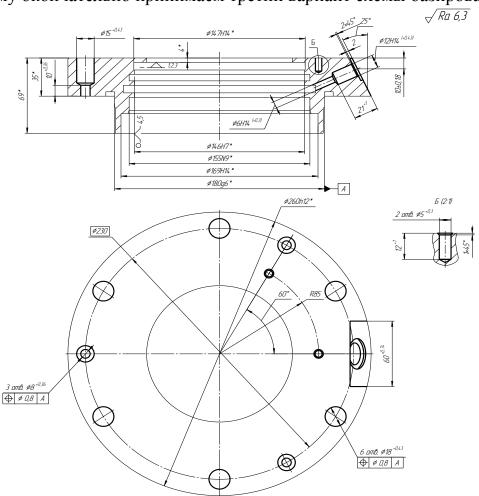


Рисунок 6.7 – Операционный эскиз третьего варианта схемы базирования.

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

6.3 Обоснование выбора металлорежущего станка

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

Для операций 015 и 020 — токарная с ЧПУ предлагаем использовать токарный станок с ЧПУ модели $16P30\Phi3$, паспортные данные которого взяты из [4].

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 6.2 – Технические характеристики станка модели 16Р30Ф3

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

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

- размеры рабочей поверхности стола, которые равны 320х320 мм;
- наибольшее поперечное перемещение стола 400 мм;
- вертикальное перемещение шпиндельной головки 360 мм;
- расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола $0-400~{\rm mm}$;
- расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола 35-435 мм.

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

Такие габариты позволят установить трехкулачковый патрон d250 мм 7102-0071-2-1 ГОСТ24351-80 с обратными кулачками, расточенными на диаметр 260 мм в котором устанавливается деталь, и беспрепятственно ее обработать с заданной точностью.

Станок также выбран в соответствии с рекомендациями по выбору оборудования в мелкосерийном производстве. Этот станок оснащен комбинированной системой с ЧПУ что позволяет производить его быструю переналадку на обработку других деталей.

Станок ИР320ПМФ4 имеет магазин инструментов вместимостью 30 инструментов. Причем наибольший диаметр загружаемого инструмента в магазин без пропуска гнезд 125 мм, а с пропуском 200 мм. Для данной операции необходимо 6 инструментов, что на данном станке вполне допустимо.

6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов

Для установки и закрепления детали на операции 015 в качестве приспособления используем специальное приспособление - трехкулачковый патрон с расточенными на Ø267мм 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 1/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 S40MCLNR из BK8 для растачивания внутренних поверхностей и подрезания торцов.

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 08X18H10T 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

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

ШЦ-II-300-0,05 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 0,05 мм, а третья часть допуска на контролируемый размер 0,053мм (размер Ø143(+0,16;0) 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 специальная ВК8 для обработки лыски 60(+0,74;0)мм;
- сверло спиральное 2300-3722 ВК8 ГОСТ 17273-71 для сверления отверстий Ø5мм;
- сверло спиральное 2300-3727 BK8 ГОСТ 17273-71 для сверления отверстия Ø6мм;
- сверло спиральное 2300-3738 BK8 ГОСТ 17273-71 для сверления отверстий Ø8,5мм;
- сверло спиральное 2302-1059 ВК8 ГОСТ 20696-75 для сверления отверстия под резьбу Ø12,5мм;
- сверло спиральное 2302-1075 ВК8 ГОСТ 20696-75 для сверления отверстий Ø15мм;
- сверло спиральное 2302-1087 ВК8 ГОСТ 20696-75 для сверления отверстий Ø18мм;
- цековка 035–2351–0505 P6M5 ОСТ 2И22–2–80 для цекования отверстия Ø22мм;
- зенковка коническая 2353—0134 P6M5 ГОСТ 14953—80 для зенкования фаски 2х45°.

Все поверхности на данной операции обрабатываются начерно (по 14-му квалитету), 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

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

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

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

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

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

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

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

6.5 Расчет режимов резания

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

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.4.

Исходные данные: на токарном с ЧПУ станке $16P30\Phi3$ обрабатывается деталь с двух установов начероно и получисто. Обрабатываемый материал — сталь 08X18H10T с пределом прочности σ_B – $520M\Pi a$, заготовка — поковка штампованная.

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

Геометрические параметры резца:

- главный угол в плане $\varphi = 93^{\circ}$;
- вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 7^0$;
- угол при вершине $\varepsilon = 80^{\circ}$
- материал резца-твердый сплав ВК8.

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

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

Следовательно подача при подрезке торца

$$S=0.8*0.75=0.6$$
 MM/oб.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{м/мин}, \tag{6.3}$$

где T = 90 мин – стойкость инструмента;

 $C_V = 215; m = 0.2; x = 0.15; y = 0.45$ — коэффициенты в формуле скорости резания, зависящие от вида обработки, обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания;

$$K_{V} = K_{MV} \cdot K_{IIV} \cdot K_{IIV}, \qquad (6.4)$$

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

$$K_{MV} = K_V \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\scriptscriptstyle g}}\right)^{n_{\scriptscriptstyle V}},\tag{6.5}$$

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

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

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

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

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

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист

 $K_{IIV} = 0.8$ - 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 Kv по формуле 8.7:

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

Определяем скорость резания по формуле 8.6:

$$V = \frac{215}{90^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 0.6^{0.45}} \cdot 0.927 = 102$$
 м/мин.

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102}{\pi \cdot 265} \approx 122 \text{ об/мин.}$$
 (6.6)

где D=265 мм – диаметр обрабатываемой заготовки.

Подачу S=0,6 мм/об и частоту вращения шпинделя n=122 об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Главная составляющая силы резания [4]:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H, \tag{6.7}$$

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, c. 273];

 K_P - поправочный коэффициент на силу резания;

$$K_{P} = K_{MP} \cdot K_{\Omega P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \qquad (6.8)$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_{_{g}}}{750}\right)^{n} = 0,792$ - 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];

$$K_P = 0.792 \cdot 0.89 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 0.776$$
;
 $P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2.5^1 \cdot 0.6^{0.75} \cdot 102^0 \cdot 0.776 \approx 2700$ H.

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_o}{1020.60} = \frac{2700.102}{1020.60} = 4,5 \text{ kBt.}$$
 (6.9)

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо, чтобы $N < N_{\text{шп}}; \ N_{\text{им}} = N_{\text{o}} \cdot \eta$. Для станка $16P30\Phi3$ $N_{\text{им}} = 22 \cdot 0,85 = 18,7$ кBт>N = 4,5 кВт, следовательно, обработка возможна.

Определяем основное время То по формуле:

$$T_O = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},\tag{6.10}$$

где L – длина рабочего хода инструмента; i = 1 – число проходов.

$$L = l + l_{epe_3} + l_{nep}, (6.11)$$

где 1 =72 мм - длина торца;

 $1_{\text{врез}} + 1_{\text{пер}} = 8 \text{ мм} - длина врезания и перебега [5].$

L=72+8=80 MM.

Определяем основное время То по формуле 6.10:

$$T_O = \frac{80 \cdot 1}{122 \cdot 0.6} = 1,09 \text{ MUH}.$$

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

Операционный эскиз на данную операцию приведен на рисунке 6.7.

Расчет режимов резания аналитическим методом на сверления отверстия Ø 6 H14 мм.

Геометрические параметры сверла:

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

Глубина резания при сверлении:

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

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

где D = 6 мм - диаметр отверстия.

t = 0.5.6 = 3 MM

Подача при сверлении:

$$S = S_T \cdot K_{lS}, \tag{6.13}$$

где $S_T = 0.15$ мм/об – табличная подача [4 с.277, таблица 25];

 $K_{\rm IS}=0.75$ - поправочный коэффициент, который учитывает отношение длины к диаметру обрабатываемого отверстия [4 с.277].

 $S = 0.15 \cdot 0.75 = 0.11_{\text{MM/of}}$.

Скорость резания при сверлении:

$$V = \frac{C_{v} \cdot D^{q}}{T^{m} \cdot S^{y}} \cdot K_{V} \tag{6.14}$$

где Cv = 3.5 — коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала и наличия охлаждения [4 с.278, таблица 28];

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

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

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

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

 ${
m Kv}$ – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} \,, \tag{6.15}$$

где $K_{MV} = 0.72$ - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал [4 с.263, таблица 6];

 $K_{\mathit{HV}} = 0,3$ - поправочный коэффициент на инструментальный материал [4 с.263, таблица 6];

 $K_{IV}=0.6$ - поправочный коэффициент, учитывающий глубину сверления (при 1=8D) по [4 с.280, таблица 31].

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

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

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

 $n_V = -0.9$ показатель степени, учитывающий группу стали ПО обрабатываемости [4 с.262, таблица 2];

 $\sigma_{s} = 520 M\Pi a$ - предел прочности стали 08X18H10T ГОСТ 5632-88.

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{520}\right)^{-0.9} = 0.72$$

Определяем общий поправочный коэффициент Ку по формуле 7:

$$K_V = 0.72 \cdot 0.3 \cdot 0.6 = 0.13$$

Определяем скорость резания V по формуле 6:
$$V = \frac{3.5 \cdot 6^{0.5}}{8^{0.12} \cdot 0.11^{0.45}} \cdot 0.13 = 2.34$$
 м/мин

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \,, \tag{6.17}$$

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

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

Подачу S = 0.11 мм/об и частоту вращения шпинделя n = 124 об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Сила резания при сверлении:

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \tag{6.18}$$

где Кр=Кмр – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [4 с.264, таблица 9];

В формуле силы Cp = 143коэффициент резания, зависящий обрабатываемого материала, инструментального материала [4 с.281, таблица 32];

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_{s}}{750}\right)^{n},\tag{6.19}$$

где n=0.75- показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4 с.264, таблица 9];

$$K_{MP} = \left(\frac{520}{750}\right)^{0.75} = 0.76$$

Определяем осевую силу резания по формуле 10:

$$P_O = 10.143 \cdot 6^{0.5} \cdot 0.11^{0.45} \cdot 0.76 = 986$$
 H

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

Крутящий момент при сверлении:

$$M_{\kappa p} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \tag{6.20}$$

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

$$M_{\kappa p} = 10 \cdot 0.041 \cdot 6^{0.5} \cdot 0.11^{0.45} \cdot 0.76 = 0.283 \, \text{H·m}$$

Мощность резания при сверлении:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}$$

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

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

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

Расчет режимов резания при фрезерование лыски табличным методом.

Геометрические параметры фрезы:

- главный угол в плане $\varphi = 90^{\circ}$;
- число зубьев фрезы z=12;
- материал фрезы быстрорежущая сталь Р6М5;
- диаметр фрезы d=50 мм

Глубина резания t = 7 мм.

Подача при фрезеровании:

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

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SH} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{SP} \cdot K_{SC} \cdot K_{SB}, \tag{6.22}$$

где $S_{ZT} = 0,1$ мм/зуб - табличная подача на зуб при черновой стадии обработки, зависящая от группы материала, диаметра фрезы и глубины резания [5 с. 177];

 $K_{\it SM}=1,2$ - поправочный коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала [5 с. 178];

 $K_{\it SM}$ = 1,15 - поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента [5 с. 178];

 $K_{S\varphi}=0.7$ - поправочный коэффициент, зависящий от величины главного угла в плане [5 с. 179];

 $K_{\it SP}$ = 1,2 - поправочный коэффициент, зависящий от наличия износостойкого покрытия [5 с. 179];

 $K_{SC}=0.5$ - поправочный коэффициент, зависящий от схемы установки фрезы (симметричная схема) [5 с. 179];

 $K_{SB} = 0.9$ - поправочный коэффициент, зависящий от отношения фактической ширины фрезерования к нормативной [5 с. 179];

$$S_Z = 0.1 \cdot 1.2 \cdot 1.15 \cdot 0.7 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 0.052 \, \text{MM/3VO}$$

Оборотная подача:

$$S_0 = S_Z \cdot z \,, \tag{6.23}$$

$$S_0 = 0.052 \cdot 12 = 0.624_{\text{MM/O}}$$

Скорость резания при фрезеровании:

$$V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{VH} \cdot K_{VH} \cdot K_{V\varphi} \cdot K_{V\varphi} \cdot K_{VB} \cdot K_{VT} \cdot K_{VP} \cdot K_{VX} \cdot K_{VO}, \qquad (6.24)$$

где $V_T = 301$ м/мин — табличное значение скорости резания [5 с. 188];

 $K_{VM} = 1,2$ - поправочный коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала [5 с. 191];

 $K_{\rm VM}$ = 0,15 - поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента [5 с. 192];

 $K_{\nu\pi}$ = 1 - поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки [5 с. 192];

 $K_{S\varphi}=0.9$ - поправочный коэффициент, зависящий от величины главного угла в плане [5 с. 192];

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

 $K_{\rm VB}=0.9$ - поправочный коэффициент, зависящий от отношения фактической ширины фрезерования к диаметру фрезы [5 с. 193];

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

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

 $K_{_{V\!\!K}}=1$ - поправочный коэффициент, зависящий от наличия охлаждения [5];

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

$$V = 301 \cdot 1.2 \cdot 0.15 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 0.85 = 46.63_{\text{M/MMH}}$$

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

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

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

Таблица 6.4 – Сводная таблица режимов резания

| Номер и текст | Пар | аметры ј | режимов о | бработки | | L, | To, | Вид режима |
|--------------------------------|------|----------|-------------|-----------|-----|----|------|---------------|
| перехода | t,MM | S, | n, | V, | i | MM | МИН | |
| | | мм/об | об/мин | м/мин | | | | |
| | | Операц | ия 015 – то | окарная с | ЧПУ | J | | |
| | | | Устано | в А | | | | |
| Подрезать торец в размер 71,5 | 2,5 | 0,6 | 122 | 102 | 1 | 80 | 1,09 | Аналитический |
| Точить поверхность Ø 260 | 2,5 | 0,6 | 122 | 102 | 1 | 46 | 0,62 | Табличный |
| Точить фаску 1х45° | 1 | 0,6 | 125 | 102 | 1 | 5 | 0,07 | Табличный |
| | | | Устано | ов Б | | | | |
| Подрезать торец Ø181,1/Ø167 | 2,5 | 0,6 | 174 | 102 | 1 | 20 | 0,19 | Табличный |
| Подрезать торец Ø260/Ø181,1 | 1,5 | 0,6 | 125 | 102 | 1 | 40 | 0,54 | Табличный |
| Точить поверхность Ø 181,1 | 2 | 0,6 | 174 | 102 | 2 | 37 | 0,71 | Табличный |
| Расточить отверстие Ø169 | 1,5 | 0,5 | 195 | 102 | 1 | 20 | 0,21 | Табличный |
| Подрезать торец Ø153/Ø169 | 1,5 | 0,5 | 195 | 102 | 1 | 15 | 0,15 | Табличный |
| Расточить отверстие Ø153 | 2,5 | 0,5 | 212 | 102 | 3 | 17 | 0,48 | Табличный |
| Подрезать торец Ø143/Ø153 | 1 | 0,5 | 212 | 102 | 1 | 15 | 0,14 | Табличный |

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

| Расточить отверстие Ø143 | 2,5 | 0,5 | 227 | 102 | 5 | 36 | 1,59 | Табличный |
|--|-------|---------|-----------|-----------|------|--------|------|---------------|
| Расточить отверстие Ø125 | 2 | 0,5 | 260 | 102 | 1 | 10 | 0,08 | Табличный |
| Подрезать торец Ø125/Ø143 | 1 | 0,5 | 227 | 102 | 1 | 11 | 0,1 | Табличный |
| | Опера | ция 030 | – координ | атно-раст | очна | я с ЧІ | ТУ | |
| Фрезеровать лыску на проход | 60 | 0,3 | 332 | 63 | 2 | 98 | 1,97 | Аналитический |
| Сверлить сквозное отверстие Ø6 | 3 | 0,07 | 1307 | 25 | 1 | 45 | 0,49 | Аналитический |
| Сверлить отверстие Ø12,5 на глубину 21 | 3,25 | 0,25 | 920 | 36,1 | 1 | 25 | 0,11 | Табличный |
| Цековать отверстие Ø22 на глубину 2 | 4,75 | 0,15 | 184 | 12,69 | 1 | 10 | 0,36 | Табличный |
| Зенковать фаску 2х45° | 2 | 0,04 | 430 | 18,97 | 1 | 7 | 0,41 | Табличный |
| Засверлить 9 отверстий Ø5 на глубину 4 | 2,5 | 0,07 | 1400 | 22 | 9 | 7 | 0,64 | Табличный |
| Сверлить 2 отверстия Ø5 на глубину 12 | 2,5 | 0,07 | 1400 | 22 | 2 | 15 | 0,3 | Табличный |
| Зенковать 2 фаски 1х45° | 1 | 0,04 | 637 | 12 | 2 | 5 | 0,2 | Табличный |
| Сверлить 3 сквозных отверстия Ø8,5 | 4,25 | 0,1 | 997 | 26,6 | 3 | 45 | 1,35 | Табличный |
| Сверлить 3 отверстия Ø15 на глубину 25 | 3,25 | 0,25 | 806 | 38 | 3 | 28 | 0,42 | Табличный |
| Сверлить 6 сквозных отверстий Ø18 | 9 | 0,25 | 672 | 38 | 6 | 48 | 1,72 | Табличный |

6.6 Техническое нормирование операции

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.

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

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

Вспомогательное время Тв на 015 операции определяем по формуле:

$$T_B = T_B.yct + T_B.on + T_B.u3M,$$
 (6.25)

где Тв.уст– вспомогательное время на установку и снятие детали;

Тв.оп- вспомогательное время связанное с операцией;

Тв.изм- вспомогательное время на измерения.

Тв.уст=0,65мин (на одном установе) [6 с.53].

Tв.оп = 0,7мин [6 c.79].

 $T_{B.И3M}$ =0,18+0,045+0,08+0,08+0,14+0,13+0,09+0,11+0,11+0,11+0,045+0,08+0,1=1,3 мин,

где 0,18 — время на измерение поверхности Ø260h12 штангенциркулем [6];

0,045 – время для контроля фаски [6];

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

0.08 – время на измерение размера 36(0;-0.62) штангенциркулем [6];

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

0,13 – время на измерение поверхности Ø181,1h10 штангенциркулем [6];

0,09 – время на измерение отверстия Ø125H14 штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия Ø143H10 штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия Ø153H14 штангенциркулем [6];

0,11 – время на измерение отверстия Ø167H14 штангенциркулем [6];

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

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

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

$$T_B = 0.65 \cdot 2 + 1.3 + 0.7 = 3.3$$
 мин.

Определение штучного времени:

Тшт=
$$(\Sigma To + TB \cdot KTB) \cdot (1 + aorp. + atex. + aot\pi./100)$$
 (6.26)

где аогр.+атех.+аотл.- время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, которое равно 8% [6];

Ктв=1,23 — поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей и серийности производства.

$$T$$
шт= $(5,97+3,3\cdot1,23)\cdot(1+8/100)=10,83$ мин.

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

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

$$T$$
шк= T шт+ T пз/ n , (6.27)

где n =19 штук – количество деталей в партии;

Тпз – подготовительно-заключительное время, мин.

 $T_{\Pi 3}$ = 4+9+2+2+2+0,8*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 программоносителя;
 - 2,5 время на привязку инструмента по осям X,Z.
 - 0,3 время на настройку подачи СОЖ.

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T$$
шк= $10,83+25,4/19=12,17$ мин.

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

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах.

$$\Sigma To = 1,97 + 0,49 + 0,11 + 0,36 + 0,64 + 0,2 + 0,41 + 0,3 + 1,35 + 0,42 + 1,72 = 7,97$$
 мин.

Вспомогательное время Тв на 030 операции определяем по формуле 6.23: где Тв.уст=0,35мин [6];

Тв.оп= 2,5мин [6];

 $T_{B.И3M} = 0,12 + 0,05 + 0,045 + 0,07 + 0,2 + 0,04 \cdot 3 + 0,07 \cdot 3 + 0,07 \cdot 6 + 0,04 \cdot 2 = 1,32 \text{ мин,}$

где 0,12 – время на измерение ширины лыски штангенциркулем [6];

- 0,05 время для контроля отверстия Ø6 Н14 мм калибр пробкой [6];
- 0,045 время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø12H14 мм штангенциркулем [6];
- 0,07 время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø22H14 мм штангенциркулем [6];
 - 0,2 время на измерения фаски 2х45° угломером [6];
- 0,04 время на измерение диаметра отверстия Ø8,5H14 мм штангенциркулем [6];

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | Л |
|------|------|----------|-------|------|------------------------|---|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 11/13/103/1007/ 00.113 | |

- 0,07 время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø15H14 мм штангенциркулем [6];
- 0,07 время на измерение диаметра отверстия Ø18H14 мм штангенциркулем [6];
- 0,04 время на измерение глубины и диаметра отверстия Ø5H14 мм штангенциркулем [6].

$$T_B = 0.35 + 2.5 + 1.32 = 4.17$$
 мин.

Определяем штучное время по формуле 6.24:

где аогр.+атех.+аотл =14% [6];

 $K_{TB}=1,23.$

TшT= $(7,97+4,17\cdot1,23)\cdot(1+14/100)=14,93$ мин.

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле 6.25:

где Тпз – подготовительно-заключительное время, мин.

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

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

- 10 время на получения режущего, мерительного и вспомогательного инструмента в инструментальной кладовой;
 - 2 время на ознакомление с чертежом;
 - 2 время на прослушивание инструктажа мастера;
 - 3 время на наладку, установку и выверку приспособления на станке;
 - 0,2 время на перемещение стола в зону удобную для наладки;
 - 1 время на установку и снятие инструментального блока в магазине;
 - 1 время на ввод программы с программоносителя;
 - 3,5 время на привязку инструмента по осям X,Y,Z.
 - 0,3 время на настройку подачи СОЖ.

Штучно – калькуляционное время на операции

Tшк= 14,93+27/19=16,35мин.

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

7 Проектирование станочного приспособления

Обоснование необходимости создания приспособления. Выбор системы приспособления.

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

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

Уточнение цели технологической операции.

На данной операции должны формироваться следующие размеры: отверстия диаметром Ø6 мм, отверстие Ø12,5 мм, глубиной 21(+1;0), отверстие Ø22 и глубиной 2 мм, фаска $2x45^{\circ}$, лыска под углом 25° к цилиндрической поверхности, шириной 60 мм, также на операции выполняется 6 отверстий Ø18 мм, три ступенчатых отверстия Ø15/ Ø8,5 мм, два отверстия Ø5 мм и глубиной 12(+1;0) мм, а также фаски в этих отверстиях $1x45^{\circ}$. Также на операции должен выдерживаться размер 10 мм, а еще и угловой размер между отверстиями Ø5 мм, который равен 60° .

Отверстие сквозное Ø6 мм является свободным размером, а значит в соответствии с техническими требованиями на изготовлении детали, допуск берем по 14 квалитету точности [10].

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

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

- на диаметр 12,5

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

- на диаметр 22

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

- на 6 отверстий диаметром 18 мм

$$T_{\emptyset 18} = 430 \text{ MKM}$$

- на 3 отверстия диаметром 8,5 мм

$$T_{\emptyset 8,5} = 360 \text{ MKM}$$

- на 3 отверстия диаметром 15 мм

$$T_{015} = 430 \text{ MKM}$$

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

- на 2 отверстия диаметром 5 мм

$$T_{0.05} = 300 \text{ MKM}$$

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

$$T_{60} = 740 \text{ MKM}$$

На чертеже рекомендуется простановка таких отклонений заданного размера 60(+0.74;0)

Глубина отверстия Ø22 мм, которая равна 2 мм также свободный размер, а значит его допуск по 14-му квалитету точности [10]:

$$T_2 = 250 \text{ MKM}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями 2±0,125.

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

- размер 10, определяющий положение отверстия относительно торца детали

$$T_{10} = 360 \text{ MKM}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями 10 ± 0.18 .

- размер 10, показывающий длину 3-х отверстий Ø8,5 (в которых позже будет нарезана резьба):

$$T_{10} = 360 \text{ MKM}$$

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями 10 ± 0.18 .

- размер 2, который задает величину фаски 2х45°:

$$T_2 = 250$$
 мкм

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями $2\pm0,125$.

- размер 1, который задает величину фаски 1·45°.

$$T_1 = 140 \text{ MKM}$$

 $1\pm0,07.$

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

$$T_{85} = 870$$
 мкм

На чертеже этот размер рекомендуется проставлять с такими отклонениями 85 ± 0.435 .

Угловые размеры, а именно угол наклона лыски 25° к оси детали, а также угловые размеры фасок $1x45^{\circ}$ и $2x45^{\circ}$, а также угловой размер 60° , соответствуют $\pm AT16/2$ ГОСТ 8908-81 (так как предельные отклонения на чертеже на них не

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

Лист

заданы) и все они ограничиваются предельными отклонениями, а именно $25\pm1^{\circ}$, $60\pm1^{\circ}$, $45\pm1^{\circ}$ [10].

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

- глубина отверстия Ø12,5, которая равна 21(+1;0)

$$T_{21} = 1000 \text{ MKM}$$

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

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

$$T_{21} = 840 \text{ MKM}.$$

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

- глубина отверстия Ø5, которая равна 12(+1;0)

$$T_{12} = 1000 \text{ MKM}$$

Аналогично варианту приведенному выше:

IT15 – допуск 700 мкм;

IT16 – допуск 1100 мкм.

Принимаем $T_{12} = 700$ мкм.

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

Точность формы обрабатываемых поверхностей.

Погрешность формы цилиндрических поверхностей отверстий Ø5, Ø6, Ø8,5, Ø12,5, Ø15, Ø18, Ø22 мм, характеризуются отклонением от круглости и цилиндричности ГОСТ 24642 – 81* и нормируется по ГОСТ 24643 – 81 [10].

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

$$T_{/o/\varnothing 5} = 0.3 \cdot 300 = 90 \text{ MKM}$$
 $T_{/o/\varnothing 6} = 0.3 \cdot 300 = 90 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 8,5} = 0.3 \cdot 360 = 108 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 12,5} = 0.3 \cdot 430 = 129 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 15} = 0.3 \cdot 430 = 129 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 18} = 0.3 \cdot 430 = 129 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 18} = 0.3 \cdot 430 = 129 \text{ MKM}$
 $T_{/o/\varnothing 22} = 0.3 \cdot 520 = 156 \text{ MKM}$

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

$$T_{/o/\varnothing 5} = 100$$
 мкм,

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | Ли |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 11113 10210077 00.113 | |

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/0/06} = 100 \text{ MKM},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/0/08.5} = 100 \text{ MKM},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{/0/\varnothing 12.5} = 120 \text{ MKM},$$

что соответствует 13-й степени точности;

$$T_{0/015} = 120 \text{ MKM},$$

что соответствует 13-й степени точности (тоже и для отверстия Ø18 мм);

$$T_{/o/O22} = 160 \text{ MKM},$$

что соответствует 13-й степени точности;

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

Расчетное значение допуска плоскостности будет равняться

$$T_{\square \varnothing 22} = 0.6 \cdot 520 = 312 \text{ MKM}$$

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T_{\Box \varnothing 22} = 250 \text{ MKM},$$

что соответствует 15-й степени точности.

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

T
$$_{\Box 60} = 0.6 \cdot 740 = 444$$
 MKM.

Ближайшее значение по [10]

$$T_{-60} = 400 \text{ MKM},$$

что соответствует 15-й степени точности.

Точность расположения обрабатываемых поверхностей.

На чертеже заданы два позиционных допуска, которые составляют 0,8 мм относительно базы А. Первый — допуск расположения трех ступенчатых отверстий Ø15/Ø8,5 на окружности Ø230. Второй — допуск расположения шести отверстий Ø18 мм на окружности Ø230. Этот допуск является стандартным [10] который соответствует 13-й степени точности.

Расположение двух отверстий Ø5 мм задается радиусом от центра детали и зависит от допуска на радиус R85 и допуска на угол 60° .

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

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист

Шероховатость обрабатываемых поверхностей.

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

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

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

Анализ базовых поверхностей.

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

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

Это означает, что диаметр отверстия выполнен с параметрами $\emptyset146H7(+0,04;0)$. Длина отверстия $32\pm0,31$ мм. Отношение 1/d<<1, что свидетельствует о возможности использования отверстия как двойной опорной базы.

Точность формы базовых поверхностей.

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

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

$$T_{/o/\emptyset146} = 0.3 \cdot 40 = 12 \text{ MKM}.$$

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

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

что соответствует 6-й степени точности.

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

$$T_{\Box \emptyset 147} = 0.6 \cdot 1000 = 600 \text{ MKM}$$

| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | Ли |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 11113 10210077 00.113 | |

Согласно [10] берем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T_{\Box \emptyset 147} = 600 \text{ MKM},$$

что соответствует 15-й степени точности.

Точность расположения базовых поверхностей.

Рассмотрим возможные погрешности по радиальному биению Ø146H7 и биению торца. На чертеже радиальное биение отверстия Ø146H7 составляет 30 мкм. Согласно [10] выбираем стандартный допуск

$$T_{\uparrow \emptyset 146} = 30 \text{ MKM},$$

что соответствует 6-й степени точности.

Допуск торцевого биения торца Ø147 на чертеже не указан, поэтому берем их такими, что равны 60% от допуска на соответствующий размер:

$$T_{\uparrow \varnothing 147} = 0.6 \cdot 1000 = 600 \text{ MKM},$$

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

$$T_{\uparrow \emptyset 147} = 600 \text{ MKM},$$

что соответствует 14-й степени точности.

Шероховатость базовых поверхностей.

Шероховатость поверхности, указанная на чертеже для диаметра Ø146H7 соответствует по критерию Ra 1,6 мкм. Для торцевой поверхности, характеризуемой диаметром Ø147H14(+1;0) шероховатость по критерию Ra 6,3 мкм. Это соответствует требованиям по точности, что предъявляются к базовым поверхностям. Торец хотя и имеет шероховатость Ra 6,3 мкм, но для достижения требуемой точности на данной операции этого достаточно.

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

Определение условий в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектируемое приспособление.

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

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

Заготовка будет обрабатываться на координатно-расточном станке OC1000 с системой ЧПУ WL4M. Станок предназначен для обработки деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и легких металлов, а также других материалов. Наряду с фрезерными операциями на станке можно производить точное сверление, растачивание, зенкерование и развертывание отверстий. Паспортные данные станка приведены в пункте 7.3.

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

Составление перечня реализуемых функций.

- 0. Перемещение и предварительная ориентация заготовки.
- 1. Базирование заготовки.
- 2. Закрепление заготовки.
- 3. Базирование приспособление на станке.
- 4. Закрепление приспособления на станке.
- 5. Подвод и отвод энергоносителя.
- 6. Образование исходной силы для закрепления.
- 7. Управление энергоносителем.
- 8. Объединение функциональных узлов (корпус).
- 9. Обработка поверхностей: сверление отверстия диаметром Ø6 мм, отверстие Ø12,5 мм, глубиной 21(+1;0), цекование отверстия Ø22 и глубиной 2 мм, зенкование фаски 2х45°, фрезерование лыски под углом 25° к цилиндрической поверхности, шириной 60 мм, также на операции выполняется сверление 6-ти отверстий Ø18 мм, трех ступенчатых отверстий Ø15/ Ø8,5 мм, двух отверстий Ø5 мм и глубиной 12(+1;0) мм, а также зенкование фасок в этих отверстиях 1х45°.
 - 10. Поворот стола на угол 75°.
 - 11. Создание безопасных условий труда.

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

Поверхность плоская, характеризуемая диаметром Ø147H14* является достаточной по площади, чтобы разместить три опорные точки, которые необходимы для создания установочной базы.

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

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

Торцевая плоская поверхность Ø147H14*, принятая в качестве главной базовой, лишает заготовку трех степеней свободы, то есть является установочной базой.

Выбор двойной-опорной базовой поверхности.

На функции двойной-опорной базы могут претендовать три внутренние цилиндрические поверхности Ø155N9*, Ø169H14* и Ø146H7*. Из всех этих поверхностей предпочтение отдаем поверхности Ø146H7* так как при изготовлении оправки допуск посадки Ø146H7/h6* будет наименьшим из всех остальных вариантов (так как они изготовлены по более грубым квалитетам), а значит и точность центрирования будет наивысшей.

Точность центрирования важна для достижения такого требования как позиционный допуск расположения шести отверстий Ø18 мм и трех отверстий Ø15/Ø8,5, который равен 0,8 мм на диаметре 230. Определим максимальный зазор посадки Ø147H7/h6.

Допуски на размеры: T Ø147H7 = 0.04 мм; T Ø146h6 = 0.025 мм.

Размеры с отклонениями: Ø147H7(+0,04);Ø146h6(-0,025).

Максимальный зазор Smax= 147,04 - 146,975 = 0,065 мм.

Точность центрирования даже при максимальном зазоре очень высокая, следовательно, при точном позиционировании рабочего органа станка позиционный допуск будет выдержан. Позиционный допуск хоть и задан к базе А — поверхность Ø180g6*, но так как поверхности Ø180g6* и Ø146H7* были обработаны на токарной операции на одном установе, то при базировании за Ø146H7* допуск будет выдержан относительно поверхности Ø146H7* так же и как относительно поверхности Ø180g6* - следовательно требование конструктора обеспечится.

Поверхность Ø146H7* достаточно чисто обработанная, а именно 1,6 мкм по критерию Ra.

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

Разработка и обоснование схемы закрепления.

Анализ структуры полей возмущающих сил.

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

| | | | | | | Лист |
|----|---------|----------|-------|------|--------------------|------|
| | | | | | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |
| Из | м. Лисп | № докум. | Подп. | Дата | | |

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

Анализ структуры полей уравновешивающих сил.

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

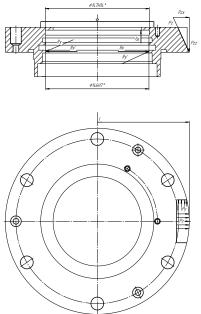


Рисунок 7.1 – Структура поля возмущающих сил

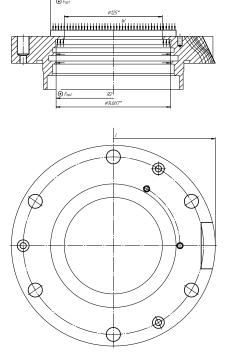


Рисунок 7.2 – Структура поля уравновешивающих сил.

| | | | | TM3 16510077-00 Π3 | J |
|----------|------------|-------|------|--------------------|---|
| Изм. Лис | п № докум. | Подп. | Дата | ТМЗ 16510077-00.ПЗ | |

Из рисунка 7.1 видно, что сила резания Pz раскладывается на составляющие Pzz и Pzx. Составляющая силы Pz Pzx уравновешивается реакцией Ry или Ry, а также реакцией Rx или Rx. Составляющая от силы Pz Pzz уравновешивается реакцией Rz. Сила Pz действующая на сторону лыски создает вращающий момент M, который и должен компенсироваться моментом от сил трения Ftp_1 — трение по плоскости шайбы — деталь и Ftp_2 — трение по плоскости торца стакана — деталь. $M = 1 \cdot \text{Py}$.

Расчет сил закрепления.

Рассчитаем коэффициент запаса по формуле 9.3:

где κ_0 – коэффициент гарантированного запаса. κ_0 =1,5;

- κ_1 коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях (κ_1 =1,1);
- κ_2 коэффициент характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (κ_2 =1,7);
- κ_3 коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании (κ_3 =1);
 - κ_4 коэффициент характеризующий постоянство силы закрепления зажимного механизма (κ_4 =1,2);
 - κ_5 коэффициент характеризующий эргономику ручных 3M (κ_5 =1);
- κ_6 коэффициент учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку,

$$K = 1.5 \times 1.1 \times 1.7 \times 1.0 \times 1.2 \times 1.1 = 3.366$$
.

Определим силу резания Ру из отношения

$$Py = 0.4 \cdot Pz \tag{7.1}$$

где Pz = 1573 H - сила резания при фрезеровании, определенная в пункте 6.5. $Pv = 0.4 \cdot 1573 = 629 \text{H}$

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

Силы трения Fтp₁ и Fтp₂ будут действовать на среднем диаметре опорных плоскостей. Запишем условие Mтp>M

Преобразуем Мтр = $K \cdot 1 \cdot Py$ (из рисунка 7.1)

$$Fmp_1 \times \left(\frac{R_1 + \frac{125}{2}}{2}\right) + Fmp_2 \times \left(\frac{R_2 + \frac{125}{2}}{2}\right) = K \times l \times Py$$

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

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

$$R_1 = \frac{Dm}{2} = \frac{160}{2} = 80 \text{ MM},$$

где *Dm* - наружный диаметр быстросменной шайбы

 $R_2 = 146/2 = 73 \text{ MM}$

1 = 260/2 = 130 MM

 $f_1 = f_2 = 0.25$ — коэффициенты трения по плоскостям шайбы — деталь и детальторец стакана соответственно.

Выразим силу закрепления W

$$W = \frac{K \times l \times Py}{f \times \left(\left(R_1 + \frac{125}{2} \right) + \left(R_2 + \frac{125}{2} \right) \right)} = \frac{2 \times 3,366 \times 130 \times 629}{0,25 \, \text{(4)} \, 0 + 62,5 \, \text{(3)} + \text{(2)} \, 3 + 62,5 \, \text{(3)}} = 7618 H \; .$$

Обоснование выбора привода.

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

$$D = 1.13\sqrt{\frac{W}{p}} = 1.13 \times \sqrt{\frac{7618}{0.4}} = 155.9 \text{MM}$$
 (7.2)

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

Принимаем по ГОСТ ближайший больший диаметр D=160 мм.

Фактическая сила закрепления

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

 $W_{\scriptscriptstyle \phi}$ \rangle W - деталь будет надежно закреплена при обработке.

Точностные расчеты приспособления.

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

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

| | | | | | TM3 1651 |
|------|------|----------|-------|------|----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | |

расточной с ЧПУ операции к расчетным параметрам следует отнести наиболее жестким допуском на чертеже является позиционный допуск расположения 6-ти отверстий $\emptyset18$ и трех отверстий $\emptyset18/\emptyset8,5$. Его значение по чертежу равно 0,8 мм на диаметре 230 мм относительно базы A – поверхности $\emptyset180g6*$.

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

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

где Т - позиционный допуск расположения Т=0,8мм =800 мкм;

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

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

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

$$\varepsilon_{\rm G}$$
 = S_{max} = 147,04 $-$ 146,975 = 0,065 мм = 65мкм.

- $\varepsilon_{_3}$ погрешность закрепления заготовки, так как привод механизированный и погрешность закрепления будет постоянной, то учитываем ее один раз при настройке станка, принимаем $\varepsilon_{_3}$ =0;
- ε_y погрешность установки приспособления на станке, учитывает зазоры между установочными элементами приспособления и посадочными элементами станка (шпонками). Приспособление устанавливается на стол по двум шпонкам по посадке 16H9/h9.
- ε_{y} на длине 1, которая равна диаметру, на котором расположены обрабатываемые отверстия Ø230 мм отределяется по формуле [9]:

$$\varepsilon_{y} = \frac{S \cdot l}{L} , \qquad (7.3)$$

где 1=230 мм;

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

| | | | | | | Ŀ |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|---|
| | | | | | $TM3\ 16510077\text{-}00.\Pi 3$ | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

L=366мм – расстояние между шпонками (взято из предварительной компоновки приспособления).

$$\varepsilon_y = \frac{0.084 \cdot 230}{366} = 0.054 \text{ MM} = 54 \text{ MKM}.$$

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

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

$$\varepsilon_{u} = \beta_{2} \cdot N \,, \tag{7.4}$$

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

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

$$\varepsilon_{u} = 0.001 \cdot 600 = 0.6 \text{ MM} = 600 \text{MKM}.$$

- K_{T2} коэффициент, учитывающий вероятность появления погрешности обработки, принимаем по рекомендациям [9] K_{T2} =0,6;
- ω средняя экономическая точность обработки, по [9] при сверлении отверстий средняя экономическая точность 12 квалитет. Следовательно в расчетах принимаем допуск на наибольший диаметр обрабатываемого отверстия по 12-му квалитету т.е. для отверстия Ø18H12 ω =180 мкм;
- $\varepsilon_{\scriptscriptstyle no3}$ погрешность позиционирования станка. Из паспорта станка ОС1000, на котором будет производится обработка $\varepsilon_{\scriptscriptstyle no3}$ =50 мкм.

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

$$\varepsilon_{np} = 800 - 1.2 \cdot \sqrt{\mathbf{Q}.85 \cdot 65^{2} + 0^{2} + 54^{2} + 0^{2} + 600^{2} + \mathbf{Q}.6 \cdot 180^{2} + 50^{2}} = 800 - 739.8 = 60.2$$
мкм

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

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

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

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

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

Расчет на прочность.

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

Внутренний диаметр резьбы рассчитывается по формуле:

$$d_{B} = d_{H} - \mathbf{0.541P} \cdot 2 \tag{7.5}$$

где d_н – наружный диаметр резьбы;

Р – шаг резьбы.

$$d_{s} = 12 - (0.541 \cdot 1.75) \cdot 2 = 10.1065 \text{ MM}$$

Минимальная площадь поперечного сечения резьбы рассчитывается по формуле:

$$S_{\min pes} = \frac{\pi d_e^2}{4} \tag{7.6}$$

где $d_{\scriptscriptstyle B}$ – внутренний диаметр резьбы.

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

Предел текучести для Стали 40 равен 300 МПа.

Допускаемые напряжения растяжения определяется по формуле:

$$\bar{\sigma}_{p} = 0.5 \cdot \sigma_{T} \tag{7.7}$$

то есть $\sigma_P = 0.5 \cdot 300 = 150 \text{ M}\Pi a$.

Запишем условие прочности на растяжение:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\min per}} \le \left[\sum_{P} \right] \tag{7.8}$$

 $\sigma_P = \frac{7618}{80,22} = 95 < 150 \,\mathrm{MHa} - \mathrm{следовательно}$ прочность штока обеспечивается,

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

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

8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

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

работающими Работа с сосудиками, 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 растворенных г азов под давлением выше 27 кПа.

Правила распространяются на сосуды и баллоны вместимостью ниже 0,05 м3 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 изготавливаються на предприятиях, имеющих на это разрешение органов. Сосудик должен поставляться заводом-изготовителем заказчику с паспортом и инструкцией монтажу и эксплуатациии.

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

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

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

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 воздуховодах 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 обслуживание. Для безопасной работы компрессорных й 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).

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 8. 1 - Цветовое маркировки газовых баллонов

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

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

| | чистый | | й |
|---------------|---|---|---|
| Белая | Ацетилен | Красный | Есть |
| Серая | Нафтогаз | Красный | Есть |
| Красная | Бутан | Белый | Есть |
| Темно-зеленая | Водород | Красный | Есть |
| Черная | Сжатый воздух | Белый | Есть |
| Коричневая | Гелий | Белый | Есть |
| Голубая | Кислород | Черный | Есть |
| Голубая | Кислород медицинский | Есть | Есть |
| Алюминиевая | Фреон 11 | Черный | Синий |
| Алюминиевая | Фреон 12 | Черный | Есть |
| Алюминиевая | Фреон 13 | Черный | 2 красные |
| Алюминиевая | Фреон 22 | Черный | 2 желтые |
| Красная | Наименование газа | Белый | Есть |
| Черная | Наименование газа | Желтый | Есть |
| | Серая Красная Темно-зеленая Черная Коричневая Голубая Голубая Алюминиевая Алюминиевая Алюминиевая Красная | Белая Ацетилен Серая Нафтогаз Красная Бутан Темно-зеленая Водород Черная Сжатый воздух Коричневая Гелий Голубая Кислород медицинский Алюминиевая Фреон 11 Алюминиевая Фреон 12 Алюминиевая Фреон 22 Красная Наименование газа Черная Наименование | Белая Ацетилен Красный Серая Нафтогаз Красный Красная Бутан Белый Темно-зеленая Водород Красный Черная Сжатый воздух Белый Коричневая Гелий Белый Голубая Кислород Черный Алюминиевая Фреон 11 Черный Алюминиевая Фреон 12 Черный Алюминиевая Фреон 13 Черный Алюминиевая Фреон 22 Черный Красная Наименование газа Белый Черная Наименование Белый |

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

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

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

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

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

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

Лист

Выводы

В ходе выполнения дипломного проекта были выполнены следующие пункты:

- произведен анализ служебного назначения агрегата центробежного секционного насоса ЦСН 240-1900-2T, узла агрегата —уплотнения торцового и детали «Фланец упорный» 455.101.57-01. Кроме того выполнено описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.
- произведен анализ технических тренований на изготовление детали «Фланец упорный» 455.101.57-01, где проанализирован материал детали, точность размеров и шероховатости, предъявляемаю к детали.
- определен тип производства мелкосерийный (при годовом выпуске деталей 300 штук) и организационные условия работы. Кроме этого, был определен такт производства, который состави 29 штук.
- произведен выбор метода получения заготовки и разработан чертеж согласно ГОСТ. Выбран метод получения заготовки штамповка на КГШП. В результате расчетов получили заготовку с минимальными припусками, степеню сложности С2, группой стали М3, исходным индексом 16 и классом точности Т4.Также разработаны технические тербования.
- произведен анализ технологической операции технологического процесса. Для анализа была взяты две операции 015 токарная с ЧПУ и 030 комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ. По сравнению с базовым технологическим процессом операция осуществляется на одном станке ИР320ПМФ4 (оснащеном системой ЧПУ, в отличие от станков в базовом технологическом процессе). Это дает возможность сократить количество оборудования, производственной площади и времени на механическую обработку, а так же дает возможность исключить разметку.

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

Кроме того, была проанализированна схема базирования заготовки. В результате прийнято закрепить деталь в специальное приспособление.

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

Выполнен комплект технологической документации КТП.

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

Список использованных источников

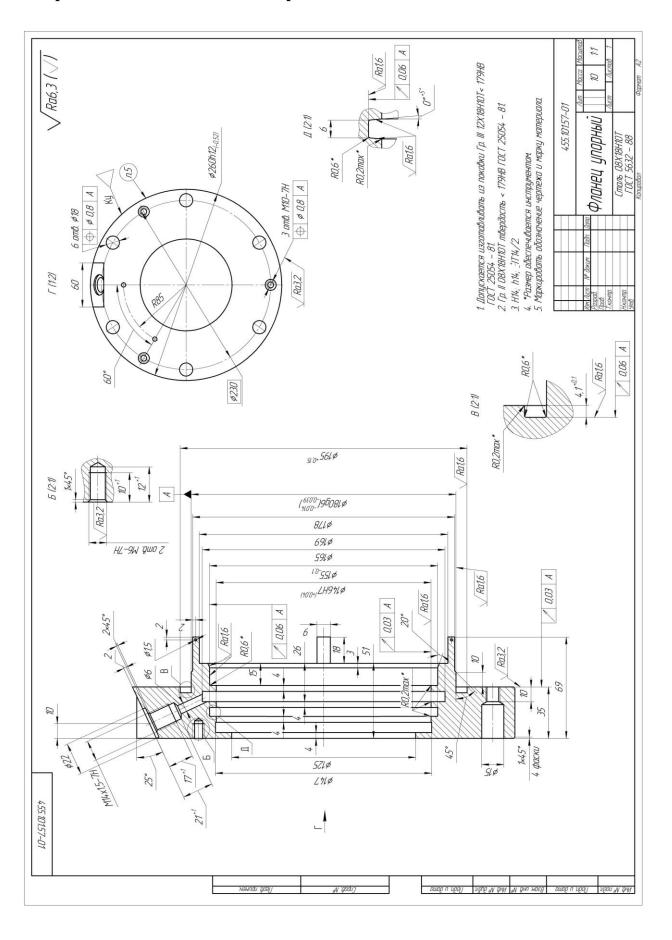
- 1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст]: А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. Сумы изд. СумДУ 2004. 75 с.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

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

- 14. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. М: Машиностроение, 1990. 512 с.
- 15. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. 432 с.
- 16. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. М: Машиностроение, 1964. 428 с.
- 17. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. М: Госхимиздат, 1956. 328 с.
- 18. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобу-дування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. Суми : Сумський державний університет, 2017. 44 с.

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

Приложение А. Заводской чертеж детали



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

Приложение Б. Расчет припусков

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

27.05.2019

Расчет выполнен для Каракай группа - ТМз-41с $\mbox{ИСХОДНЫЕ}$ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая ф 180--0.043

-0.143

| Наименование | Обозначение точности | Преде- льные | Элементы припуска, мкм | | | | | |
|---|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----|-----|--|
| перехода или операциии маршрута обработки поверхности | ТОЧНОСТИ | ОТКЛО- Нения, ММ | шерохо- ватость Rz(i-1) | дефект слой h(i-1) | простр отклон р(i-1) | | . ! | |
| Г Поковка ковкой | FOCT 7062-90 | +2.400 | - | - | - | _ | _ | |
| Chernovay | квалитет 12 0 -1.000 | 0 -1.000 | 250 | 1000 | 2119 | 500 | 500 | |
| Polychistovay | квалитет 8 0 -0.400 | 0 -0.400 | 125 | 240 | 127 | 200 | 100 | |
| Chistovay | квалитет 6 -0.043 -0.143 | -0.043 -0.143 | 20 | 125 | 105 | 0 | 0 | |

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

| Расче | етные з | значения | | Принятые значения, мм | | | | | | | |
|----------|----------|----------|---|-----------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------|-------|--|
| припуск, | | расчет- | расчет- | номинальный | | предельный размер | | припуск, мкм | | | |
| МИНИ | <u> </u> | размер, | ный размер с размер предельными отклонениям | | ТРНРМИ | мини- мальный | макси- мальный | миним | расч. | макс. | |
| - | - | 184.832 | 185 | 185 | +2.400 | 183.8 | 187.4 | _ | _ | _ | |
| 968 | 1968 | 182.925 | 183 | 183 | 0 -1.000 | 182 | 183 | 1400 | 1340 | 1430 | |
| 145 | 1875 | 181.945 | 181 | 181 | 0 -0.400 | 180.6 | 181.0 | 270 | 900 | 1055 | |
| 50 | 655 | 180 | 180 | 180 | -0.043 -0.143 | 179.857 | 179.957 | 145 | 170 | 373 | |

конец расчета 💻

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

Приложение В. Спецификация на приспособление

| | формат | Зона | Паз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|-------------------------|----------------|------|------|--------------------------|---|-----------|-----------------|
| Терв. примен. | | | | | <u>Документация</u> | | |
| Перв. | A1 | | | ТМЗ 16510077-07-00.00 СБ | Сборочный чертёж | | |
| | Ł | | | | Сборочные единицы | | |
| | | | 1 | TM3 16510077-07-01.00 | Пневмораспределитель ГОСТ 1856 – 80* | 1 | |
| Справ. № | | | | | Тетали | | |
| | <i>Б</i> 4 | | 2 | TM3 16510077-07-00.02 | <u>детана</u> Корпус | 1 | |
| | - 64 64 | | 3 | TM3 16510077-07-00.03 | - Корпус Стакан | 1 | |
| | 54 | | 4 | TM3 16510077-07-00.04 | Крышка нижняя | 1 | |
| | 64 | | 5 | TM3 16510077-07-00.05 | Шайба специальная | 1 | |
| | 54 | | 6 | TM3 16510077-07-00.06 | Шток | 1 | |
| Зата | 54 | | 11 | TM3 16510077-07-00.11 | Шайба быстросменная | 1 | |
| Тодп. и дата | 54 | | 16 | TM3 16510077-07-00.16 | Крышка верхняя | 1 | |
| IJ | <u> 54</u> | | 19 | TM3 16510077-07-00.19 | Прокладка специальная | 1 | |
|). N ^o đườn. | | | | | Стандартные изделия | | |
| MHB. | ╬ | | 7 | | Шайба – 12.01.05 ГОСТ 11371-78 | 1 | |
| all i | | | 8 | | Диафрагма резинотканевая | | |
| Взам. инв. № | | | | | ΓΟCT 9887 - 70 | 1 | |
| B3 | \blacksquare | | 9 | | Пружина 7039–2324 ГОСТ13165–67 | 1 | |
| | | | 10 | | Гайка М12-7Н ГОСТ 5915 – 80* | 1 | |
| Юдп. и дата | | | 12 | | Болт М10-8дх40 ГОСТ 7798 - 70 | 4 | |
| Подп. | Изм | Лист | 77 | № докум. Подп. Дата | TM3 16510077-07-00.L | <i>70</i> | |
| ' подл. | Разр Пров | ραδ. | K | аракай Турин При | испособление | Лист 1 | Листов 2 |
| Инв. № подл. | Н.ко. Утв. | | | енисенко Дл. Галога | я сверления СумГУ, | гр. | TM3-41K |
| | טוווט. | US . | | Копировал | Форм | ат | A4 |

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист

| Диниш | Зона | Прэ | Обозначение | Наименование 💆 🗓 | риме ание |
|----------|--------------|-----|---------------------|---|--------------|
| | | | | | |
| | | 13 | | Болт М8-8дх20 ГОСТ 7798-70 13 | |
| | | 14 | | <u>Шайба – 8.01.05 ГОСТ 11371–78</u> 14 | |
| | | 15 | | Гайка М8-7Н ГОСТ 5915 - 80* 7 | |
| | | 17 | | Кольцо СТ 28–17–3,5 ГОСТ 288–72 2 | |
| | | 18 | | Рым – болт М10 ГОСТ 4751 – 73 2 | |
| | | 20 | | <i>Штуцер ГОСТ 1776 – 74</i> 1 | |
| | T | 22 | | Хомут стальной ГОСТ 196–80 1 | |
| | T | 23 | | Винт М8-6дх 30 ГОСТ 11738 - 72 2 | |
| | | 24 | | Шпонка 16x16x30 ГОСТ 23360 – 80 2 | |
| | | | | Материалы | |
| \vdash | ╁ | | | | |
| H | + | 21 | | Металлорукав Р1-Ц-X-4×400 1 | |
| | + | 21 | | FOCT 3575 – 75 | |
| | + | | | 1001 3313 13 | |
| _ | + | | | | |
| <u>-</u> | - | | | | |
| \vdash | ╁ | | | | |
| \vdash | + | | | | |
| \dashv | + | | | | |
| \vdash | + | | | | |
| | + | | _ | | |
| | + | | | | |
| - | + | | | | |
| - | - | | | | |
| _ | + | | | | |
| \vdash | + | | | | |
| 上 | \dagger | | - | | |
| \vdash | \dagger | | - | | |
| | + | | | | |
| \top | | | <u> </u> | | |
| | | | AM 2 | TM3 16510077-07-00.00 | |
| M3h | <i>1</i> //u | | № докум. Подп. Дата | Копировал Формат А | 14 |

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ТМЗ 16510077-00.ПЗ

Лист