

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

_____ В. О. Залого

« ____ » _____ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ШТОКА 4205.000.02.186-01**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

О. І. Отенко

Керівник

І. М. Дегтярьов

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

Реферат

Записка: страниц 78, рисунков 14, таблиц 17, приложений 3, источников 17.

Объект исследования – деталь «Шток».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Шток» позиции 4205.000.02.186-01.

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 – токарная с ЧПУ и вертикально-фрезерная с ЧПУ. Так же для этих операций рассчитаны режимы резания и произведено нормирование времени. Выбраны станочные приспособления, режущий и мерительный инструмент для обработки данной детали на исследуемой технологической операции.

Выполнен раздел охраны труда, который посвящен сосудам под давлением.

Разработан комплект технической документации.

ШТОК, РЕЖИМ РЕЗАНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УСТАНОВ.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.....	5
2 Анализ технических требований на изготовления детали.....	13
3 Определения типа производства и организационных условий работы.....	20
4 Анализ технологичности конструкции детали	24
5 Выбор и обоснование способа получения заготовки	27
6 Анализ существующего технологического процесса.....	32
6.1 Расчет припусков на механическую обработку	32
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	32
6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков.....	39
6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, режущего и измерительного инструментов.....	41
6.5 Расчет режимов резания	42
6.6 Техническое нормирование операций	49
7 Проектирование станочного приспособления	54
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
Выводы	71
Список использованной литературы.....	72
Приложение А. Заводской чертеж детали	74
Приложение Б. Расчет припусков.....	75
Приложение В. Спецификации.....	76

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Отенко</i>				Проектирование технологического процесса изготовления штока 4205.000.02.186-01	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	<i>Дегтярев</i>						3	75
<i>Реценз.</i>						<i>СумГУ, ТМЗ-43-6с</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>							
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>							

Введение

Машиностроение является одной из наиболее важных отраслей промышленности. Его продукция – машины различного назначения – поставляются всем отраслям народного хозяйства. Темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения. Переход машиностроения на новые методы управления, применение новых достижений и разработок науки, внедрение наукоемких технологий и расширение номенклатуры изделий приведет к повышению уровня всех смежных отраслей промышленности.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно качественно и в заданные сроки изготовить машину с минимальными затратами материалов, энергии, живого и овеществленного труда. В технологии машиностроения решаются задачи по всем технологическим переделам – от получения заготовки до приемки собранных изделий. Однако большое внимание уделяется конечным этапам производства – механической обработке заготовок и сборке машин. Эти процессы наиболее трудоемки (80-90% всей трудоемкости изготовления изделий) и взаимосвязаны между собой; они являются определяющими во всем цикле производства машин. Перед технологами и конструкторами машиностроения стоят задачи повышения качества машин, снижения трудоемкости, себестоимости и материалоемкости, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов. Поэтому наиболее важными направлениями развития технологии механической обработки в машиностроении стали интенсификация технологических процессов на основе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов, повышение размерной и геометрической точности, достигаемой при обработке, расширение области применения оборудования с ЧПУ, создание полностью автоматизированных систем проектирования, управления и подготовки производства.

Неуклонное расширение области применения гидравлических насосов и совершенствование производства насосов требуют от современного инженера-машиностроителя теоретических знаний и практических навыков, для рационального проектирования, изготовления насосов и использования производимой ими гидравлической энергии.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

(допускаемое отклонение $\pm 10\%$)			
Давление начальное, абсолютное, МПа (кгс/м ²), не более	4,02(41)	4,22(43)	2,06(21)
Давление конечное, абсолютное, МПа (кгс/м ²), не более	5,57(57)	6,18(63)	2,94(30)
Температура газа начальная, номинальная, К (С ⁰)	313(40)	313(40)	313(40)
Температура газа конечная, номинальная, К (С ⁰)	342(69)	346(73)	346(73)

Конструктивные данные компрессора

индекс	2ГМ16-24/40-60С УХЛ4
тип	горизонтальный, двухрядный, оппозитный с взаимно-противоположным движением поршней, без смазки
число ступеней сжатия	1
число цилиндров	2
число полостей сжатия	4
диаметр цилиндров, м	0,29
диаметр штоков, м	0,08
ход поршней, м	0,32
частота вращения коленчатого вала компрессора, номинальная, 1/сек. (об/мин.)	6,25 (375)

масса компрессорной установки, кг	16200
мощность номинальная, кВт	1250
напряжение номинальное, В	6000
частота вращения номинальная 1/сек (об/мин.)	6,25(375)
масса электродвигателя, кг, не более	11800

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

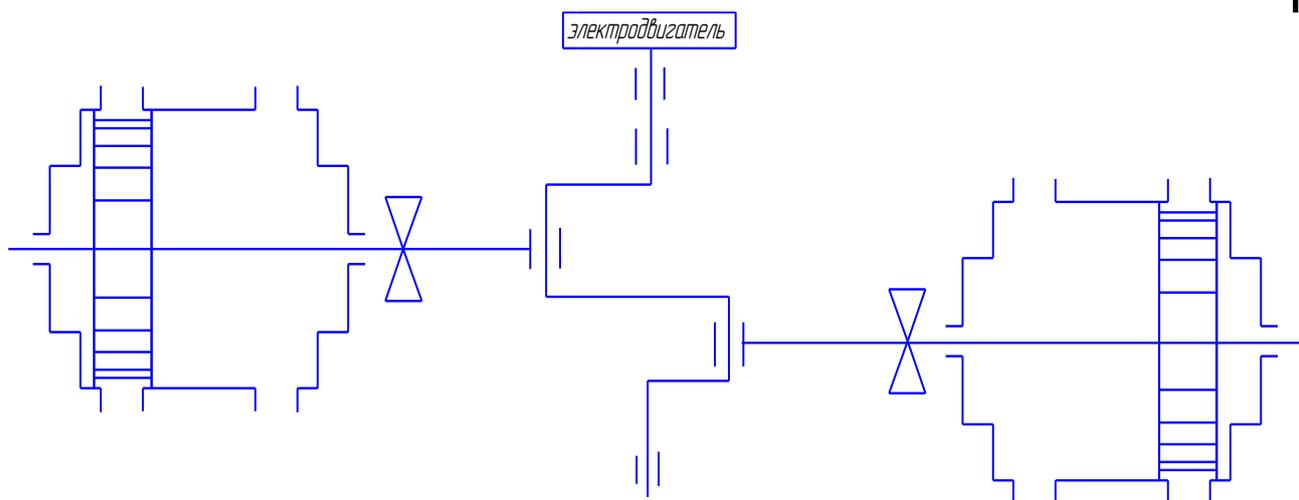


Рисунок 1.1 – Схема компрессора

Состав изделия

В состав компрессора входят:

- компрессор 2ГМ16-24/40-60С УХЛ4;
- электродвигатель СДКП 2-18-41-16 УХЛ4 с комплектующим его оборудованием;
- буферные емкости;
- трубопроводы: циркуляционной смазки, отсоса газа от сальников, манометров;
- водопровод;
- клапаны: предохранительный, перепускной, обратный;
- система КИП и А;
- ЗИП.

Эксплуатационные характеристики	
Расход охлаждающей воды собственно компрессор (при температуре на входе не более 28°C), м ³ /ч, не более	5,8
Начальный напор охлаждающей воды, кгс/см ²	3
Тип смазки компрессора: - цилиндров и сальников - кривошипно-шатунного механизма	без смазки циркуляционная, под давлением от шестеренчатого насоса

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

ТМЗ 16320433-00.ПЗ

Лист

7

Применяемые масла для смазки кривошипно-шатунного механизма	индустриальное И-40А, И-50А ГОСТ 20799-88
Количество масла, заливаемого в бак системы смазки кривошипно-шатунного механизма, м ³ , не более (замена масла через каждые 4 месяца)	0,4
Регулирование производительности	от 100% до 70% ручное, ступенчатое, перепуском газа из нагнетательной полости во всасывающую.

Поршни стальные сварные. На поршне имеется два парных уплотнительных и два направляющих кольца. Уплотнительные и направляющие кольца выполнены из флубона-20. Уплотнительные кольца устанавливаются по два в одну канавку с перекрытием замков и обязательно с плоским экспандером. Для увеличения срока службы направляющих колец канавки на поршне под направляющие кольца выполнены со смещением (эксцентрично). Положение поршня относительно крейцкопфа и цилиндра фиксируется шпонкой на штоке. Штоки стальные кованные.

Рабочие поверхности штоков подвергаются азотации для придания поверхностной прочности и износоустойчивости. Для уравнивания поршневых сил штоки выполнены сквозными. Крепление штока к корпусу крейцкопфа производится посредством наружной гайки крейцкопфа и внутренней регулировочной гайки. Величина линейных мертвых пространств в цилиндрах регулируется при помощи внутренней регулировочной гайки.

Поверхность 7 – наружная резьба М76х4-6гмм предназначена для закрепления штока в крейцкопфе; на резьбу навинчивается фланец, при помощи которого узел соединяется с крейцкопфом;

Поверхности 9, 18 – цилиндрические поверхности Ø80h6мм и Ø80h6мм предназначены для ориентации штока в изделии, контактируя с сальниками;

Поверхность 12 – отверстие для винта VM6-6gx12,48мм; предназначена для фиксации штока в узле с помощью шпонки;

Поверхность 13 – паз для шпонки 14Н11(+0,11)мм, предназначен для фиксирования положения поршня в узле;

Поверхность 14 – цилиндрическая поверхность Ø95h9мм, предназначена для посадки поршня;

Поверхность 16 – наружная резьба М90х4-6гмм для закрепления поршня на штоке при помощи поршневой гайки;

Поверхность 23 – торцевая поверхность Ø128мм жестко соединена с поршнем, ориентируя положение штока в поршне;

Поверхность 27 - цилиндрическая поверхность Ø40h9мм предназначена для ориентации штока в крейцкопфе.

Технологические базы: 2, 3, 8, 20, 21.

Поверхности 2, 3, 20, 21 – центровые отверстия НМ12 и НМ20 ГОСТ 14034-74 предназначены для фиксации заготовки при обработке других поверхностей;

Поверхность 8 – две лыски на поверхности штока, размером Ø80h6x70_{0,4}мм для закрепления детали при обработке.

Исполнительные поверхности: 7, 9, 16, 18, 23 – поверхности, которые выдерживают рабочее давление в цилиндре, соприкасаются с протекающим газом или не позволяют ему просачиваться в окружающую среду, в непредназначенные для этого полости.

Свободные поверхности: 1, 6, 8, 10, 11, 15, 17, 19, 22, 24, 25, 26, 28.

Поверхности 19, 24, 25, 26, 28 – поверхности для снятия концентрации напряжений;

Поверхности 6, 17 – предназначены для выхода инструмента нарезания наружной резьбы;

Поверхности 11, 15 – канавки для снятия концентрации напряжений, для выхода шлифовального круга и резбонарезного резца.

б) За количеством степеней свободы, которой лишает база:

ДНБ - двойная направляющая база (поверхности 7 и поверхность 16), лишает деталь 2 перемещений и 2 вращающихся движения.

ОБ - опорная база (поверхность 13), лишает деталь 1 вращающегося движения - вокруг оси z.

Вакансия – возвратно-поступательное движение вдоль оси z.

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

машины и являются результатом преобразования качественных и количественных показателей служебного назначения машины в показатели размерных связей ее исполнительных поверхностей. Невыполнение данных технических норм точности и отклонение от нормы точности может привести к невыполнению деталию ее функционального назначения и к браку детали.

Выбор допусков размеров детали произведен по конструктивным соображениям в зависимости от конструкции сопрягаемых со штоком деталей.

1. Цилиндрическая поверхность $\varnothing 40h9$ мм предназначена для ориентации штока в крейцкопфе, посадка с зазором для облегчения технологичности сборки.

2. Резьба наружная M76×4-6g с мелким шагом (4 мм) и посадкой с зазором (6g) по ГОСТ 16093-81. Класс точности средний. Выполняется ответственная резьба для того, чтобы обеспечить герметичность соединения, уменьшить концентрацию напряжений, выдержать необходимую нагрузку и предотвратить саморазвинчивания соединения во время работы изделия.

3. Цилиндрическая поверхность $\varnothing 80h6$ мм штока, посадка которой обеспечивается с зазором для свободного возвратно-поступательного перемещения штока в сальниках.

4. Цилиндрическая поверхность $\varnothing 95h9$ мм, посадка выполняется с зазором для облегчения сборки, а также для свободного движения штока внутри поршня.

5. Резьба наружная M90×4-6g с мелким шагом (6мм) и посадкой с зазором (6g) по ГОСТ 16093-81. Класс точности средний. На резьбу навинчивается поршневая гайка, что способствует фиксации положения штока относительно поршня. Выполняется ответственная резьба для того, чтобы обеспечить герметичность соединения, уменьшить концентрацию напряжений, выдержать необходимую нагрузку и предотвратить саморазвинчивания соединения во время работы изделия.

6. Шпоночные пазы 10H11^(+0,09)мм и 14H11^(+0,11)мм выполняются согласно оси детали. Предъявляются высокие требования по изготовлению, чтобы избежать перекоса деталей при сборке в узле.

7. Резьба внутренняя M6-7H для фиксации шпонки в пазу с помощью винта.

Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14; $\pm It 14/2$ желательно, чтобы часть размеров было выполнено по более высокому качеству.

Требование по форме поверхностей.

Все необходимые допуски формы и расположения поверхностей обозначены на чертеже (допуски радиального биения, цилиндричности, соосности).

1. Допуск цилиндричности штока 0,02мм поверхностей относительно базы Р ($\varnothing 80h6$). При невыполнении данного требования возникает овальность детали, что приведет к нестабильной работе в сальниках и утечке газа.

2. Допуски радиального биения 0,02мм поверхности $\varnothing 80h6$ мм относительно базы Р. Радиальное биение влияет на работу штока в сальниках. Требования к ним высокие, чтобы не допустить износа сальников, утечке газа.

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

3. Допуск соосности 0,03мм относительно базы Р (Ø80h6). Требование к соосности нельзя сделать более грубым исходя из ответственности работы детали в изделии, а более точной экономически нецелесообразно.

Требования по шероховатости поверхностей установлены, исходя из функционального назначения поверхностей, для выполнения служебного назначения поверхности и находятся в соответствии с допусками размеров и формы и номинальными размерами поверхностей.

1. Шероховатость ухудшает качественные показатели работы детали, поэтому для точного расположения штока в узле и в изделии необходимо назначить высокие требования к шероховатости. Шероховатость базовых поверхностей 4, 5, 12, 13, 14, 27(рис.1.3) - Ra=3,2мкм; поверхностей, которые являются и исполнительными 9, 18 - Ra=0,2мкм, для снижения трения в сальниках, их износа. Шероховатость поверхности 23 - Ra=0,4мкм для герметичности, прочности сцепления поршня и штока во время работы, достигаемая притиранием их поверхностей.

2. Шероховатость поверхностей 1, 22(рис.1.3) - Ra=3,2мкм и Ra=6,3мкм в связи с тем, что поверхности свободные и к ним не предъявляются высокие требования к шероховатости. Поверхность 8 – две лыски Ra=3,2мкм для завинчивания штока специальным ключом при сборке.

3. Шероховатость галтелей и канавок выполнена по 8 классу шероховатости, фасок – по 6 классу, что обеспечивает низкую концентрацию напряжений.

4. Шероховатость неуказанных поверхностей Ra=1,6 мкм, что является приемлемым.

Требование к твёрдости:

Твёрдость $\geq 650\text{HV}$ исполнительных поверхностей 9 и 18 для обеспечения износостойкости и прочности поверхностей, работающих в сальниках.

2.3 Шток изготовлен из стали 38Х2МЮА-Ш.

- сталь легированная конструкционная;
- особовысококачественная;
- содержание углерода 0,35-0,42%;
- легирующие элементы: хром – 1,35-1,65%
молибден – 0,15-0,25%
алюминий – 0,7-1,1%
марганец – 0,3-0,6%
медь – 0,3%
кремний – 0,2-0,45%
никель – 0,3%

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

Таблица 2.1 - Технологические свойства стали 38X2MЮА-Ш

Температураковки	Начала 1240, конца 800. Сечения до 50 мм охлаждаются в штабелях на воздухе, 51-100 мм - в ящиках.
Свариваемость	не применяется
Обрабатываемостьрезанием	В закаленном и отпущенном состоянии при НВ 240-277 $\sigma_B = 780$ МПа $K_{\sigma_{ТВ.СПЛ.}} = 0.75$, $K_{\sigma_{Б.СТ.}} = 0.55$.

Заменители: сталь 38X2ЮА, 38ХВФЮ, 20Х3МВФ, 38Х2Ю.

Сортамент: Пруток. Закалка 940 °С, вода или масло. Отпуск 640 °С, вода или масло.

Состояние поставки, режим термообработки: Закалка 930-950 С°, масло или вода. Отпуск 640-680 С°, воздух. Азотирование 520-540 С° с печью до 100 С°. НВ 269-300, НВ 850-1050.

Таблица 2.2 - Физические свойства материала 38X2MЮА-Ш.

Т	Е 10 ⁻⁵	□ 10 ⁶	□	□	С	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.09		33	7710		
100	2.02	11.5	33		496	
200	1.94	11.8	32		517	
300	1.9	12.7	31		533 ÷	
400	1.81	13.4	20		546	
500	1.74	13.9	20		575	
600	1.62	14.7	28		609	
700	1.47	14.9	27		638	
800	1.37		27		676	
Т	Е 10 ⁻⁵	□ 10 ⁶	□	□	С	R 10 ⁹

и другие свойства может быть значительным. При деформации в процессековки или штамповки неметаллические включения, особенно неправильной формы с острыми краями и углами, играют роль концентраторов напряжения и могут вызвать образование трещины, являющейся очагом последующего усталостного разрушения стали.

3. После предварительной мехобработки и окончательной термообработки подвергнуть контролю ультразвуковой дефектоскопии в объеме 100% по ОСТ 26-01-134-81. Дефекты с эквивалентной площадью $\geq 3\text{мм}^2$ не допускаются.

Ультразвуковая дефектоскопия - один из наиболее универсальных способов неразрушающего контроля, методы которого позволяют обнаруживать поверхностные и глубинные дефекты - трещины, поры, волосовины, различные включения, раковины, расслоения в металлических, определять зоны коррозии металлов, измерять толщину. Незначительные дефекты ($< 3\text{мм}^2$) в детали допускаются, влияние которых незначительно или не отразится на ее работе.

4. Резьбу выполнить по ГОСТ 24705-81, форма впадины закругленная. Впадины резьб упрочнить вибрирующим роликом. Промин $\geq 0,3\text{мм}$.

Для виброупрочнения впадины резьбы применяется приспособление П1-00401. Приспособление оснащено пневматическим молотком 53КМ-5. Радиус резца при вершине должен быть больше радиуса округления впадины готовой резьбы на величину $\frac{1}{2}$ припуска под виброупрочнение по внутреннему диаметру.

Резец должен иметь параметры, обеспечивающие нарезание резьбы с окончательными размерами по среднему диаметру, доведен лекальщиком по радиусу при вершине, принят ОТК согласно требований чертежа РЗ-00252, замаркирован.

5. Контроль поверхности резьб М76х4, М90х4 произвести визуальным осмотром. При этом резьба должна быть чистой, не иметь забоин, задиров, вмятин.

Наружные резьбы штока выдерживают значительные нагрузки в крепежных соединениях с крейцкопфом и гайкой, поэтому недопустимы какие-либо дефекты, так как они являются концентраторами напряжений, могут привести к разрушению резьбы и препятствием для навинчивания на шток гайки и крейцкопфа.

6. После окончательной обработки поверхности штока до нарезки резьбы контролировать магнитной дефектоскопией в объеме 100% по ГОСТ 21105-87. Уровень чувствительности А. Дефекты на участке резьб не допускаются. На азотированной поверхности допускаются продольные дефекты длиной не более 6мм. На длине 200мм не должно быть более двух дефектов, расстояние между которыми не менее половины диаметра штока, в любом сечении должны быть не более двух дефектов. Трещины, флокены и другие дефекты не допускаются.

Магнитопорошковый метод связан с образованием в местах дефектов при намагничивании потоков рассеяния. Частицы порошка, наносимые на изделие после намагничивания, оседают в местах дефектов. Магнитопорошковым методом выявляются дефекты с раскрытием 1 ... 2,5 мкм, глубиной 25 мкм,

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

длиной до 2,5 мм. Все дефекты являются концентраторами напряжений, а так как шток работает на сжатие/ растяжение, то допустимые размеры дефектов обязательно указываются.

7. Площадь контакта притертых поверхностей не менее 80%. Радиальные разрывы не допускаются.

Поверхность 23 (рис.1.3) притирается для плотного прилегания притира поршня к торцу бурта.

8. Неуказанные предельные отклонения: H14, h14, $\pm It14/2$.

9. Маркировать шрифтом 4-Пр3 ГОСТ 26.020-80.

Маркируют шток ударным способом, место маркировки указано на штоке (п.9). Шрифт Пр3 – основной (начертание прямое нормальное полужирное).

Исходя из функционального назначения детали и анализа технических требований, можно сделать следующий вывод: назначенные конструктором размерная и геометрическая точность обеспечат нормальную работу механизмов. Снижение требований к точности и взаимному расположения поверхностей может привести к появлению дополнительных динамических нагрузок, снижению долговечности и надежности работы изделия.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		19

3 Определения типа производства и организационных условий работы

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

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

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделий $N = 1000$ штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

Действительный годовой фонд работы оборудования, $F_D = 4029$ часов.

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

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
015	Горизонтально-расточная	1,5
030	Токарно-винторезная	8,43
035	Токарно-винторезная	52,35
050	Токарно-винторезная	34,75
055	Отрезная	8,17
060	Токарно-винторезная	20,7
075	Токарно-винторезная	36,8
085	Горизонтально-фрезерная	1,2
095	Кругло-шлифовальная	28,62
105	Суперфинишная	22,86
110	Токарно-винторезная	16,52
125	Токарно-винторезная	83,28
135	Кругло-шлифовальная	3,48
140	Горизонтально-фрезерная	2,08
145	Суперфинишная	34,06
150	Токарно-винторезная	20,78

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

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{з.н.}},$$

где N - годовая программа выпуска изделий, шт;

$T_{шт}$ - штучное время;

F_d - действительный годовой фонд времени, ч;

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

Результаты расчетов количества станков возводим в таблицу 3.2.

Находим количество операций, выполняемых на каждом рабочем месте. Эта величина определяется по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з,н}}{\eta_{з,ф}} \cdot \frac{m_p}{P}$$

где P – число рабочих мест.

Таблица 3.2 - Нормирование операций

№ операции	Наименование операции	$T_{шт-к}, T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з,ф.}$	O
015	Горизонтально-расточная	1,5	0,008	1	0,008	100
030	Токарно-винторезная	8,43	0,043	1	0,043	18,6
035	Токарно-винторезная	52,35	0,27	1	0,27	2,96
050	Токарно-винторезная	34,75	0,18	1	0,18	4,44
055	Отрезная	8,17	0,042	1	0,042	19,05
060	Токарно-винторезная	2,7	0,014	1	0,014	57,14
075	Токарно-винторезная	36,8	0,19	1	0,19	4,21
085	Горизонтально-фрезерная	1,2	0,006	1	0,006	133,33
095	Кругло-шлифовальная	28,62	0,148	1	0,148	5,4
105	Суперфинишная	22,86	0,118	1	0,118	6,78
110	Токарно-винторезная	16,52	0,085	1	0,085	9,41
125	Токарно-винторезная	83,28	0,43	1	0,43	1,86
135	Кругло-шлифовальная	3,48	0,018	1	0,018	44,44
140	Горизонтально-фрезерная	2,08	0,011	1	0,011	72,72
145	Суперфинишная	34,06	0,176	1	0,176	4,55
150	Токарно-винторезная	20,78	0,107	1	0,107	7,48
Σ	-	357,58	-	16	-	492,6

Коэффициент закрепления операций $K_{3,0}$:

$$K_{3,0} = \frac{\sum O}{\sum P}$$

$$K_{3,0} = \frac{492}{16} = 30,79$$

Т.к. $30,79 < 40$, то тип производства – мелкосерийное.

Определяем партию запуска [3,с.23]:

$$n_{\text{зап}} = \frac{N_{\text{год}}}{z}$$

где z - количество повторений запуска деталей в год.

$$n_{\text{зап}} = \frac{1000}{12} = 83,33 \text{ (шт)}$$

принимаем $n=84$ шт.

Определение количества деталей в партии [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F},$$

где F – число рабочих дней в году;

N – число деталей (программа);

a – периодичность запуска ($a = 3, 6, 12, 24$ дней).

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{254} = 94,48, \text{ принимаем } n = 170 \text{ шт.}$$

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n} = \frac{357,58}{16} = 22,34 \text{ мин.}$$

$n = 16$ - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

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

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

$$z = \frac{T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{пар}}}{F_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{22,34 \cdot 84}{476 \cdot 0,8} = 4,93.$$

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

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

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

Число смен округляем до ближайшего целого значения: $Z_{\text{пр}} = 5$.

Тогда число деталей в партии:

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_z \cdot Z_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{сп}}} = \frac{476 \cdot 5 \cdot 0,8}{22,34} = 85 \text{ шт.}$$

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

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

Мелкосерийное производство, которое является подвидом (низшей формой) серийного производства, которое в свою очередь является основным типом современного машиностроительного производства, а предприятия этого типа выпускают в настоящее время 70% всей продукции машиностроения страны. Это производство характеризуется такими показателями, а именно, заготовки, применяемые в мелкосерийном производстве в основномковка и литье в песчано-глинистые формы (редко точное литье и штамповка).

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.

4 Анализ технологичности конструкции детали

В конструкции детали «Шток», можно выделить такие нетехнологичные элементы:

1) в конструкции предусматриваются центровые отверстия для обеспечения транспортировки детали, термообработки и обработки. Нетехнологичность этих элементов состоит в том, что для их изготовления необходимо несколько различных инструментов, т.к. размеры отверстий разные.

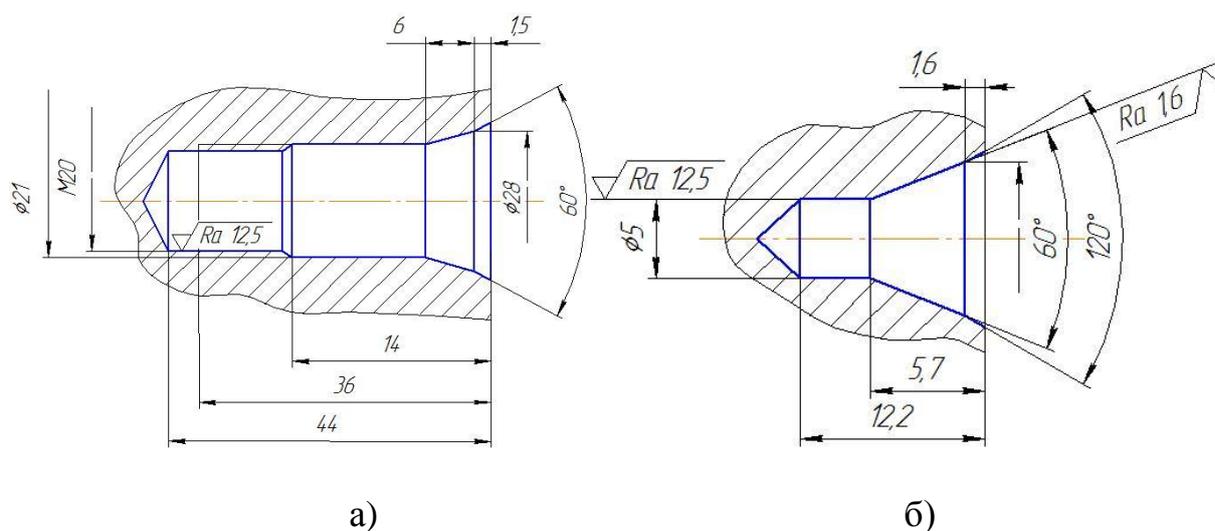


Рис.4.1 – Центровые отверстия
а) на Ø80h6; б) на Ø40h9.

2) радиусы закруглений, фаски (рис.4.2) на штоке выполняются для того, чтобы внутри детали в процессе ее работы не возникали напряжения, а также для повышения износостойкости инструмента (предотвращение выкрашивания кромок шлифовального круга при шлифовании). Но эти элементы являются нетехнологичными из-за сложности и длительности их обработки.

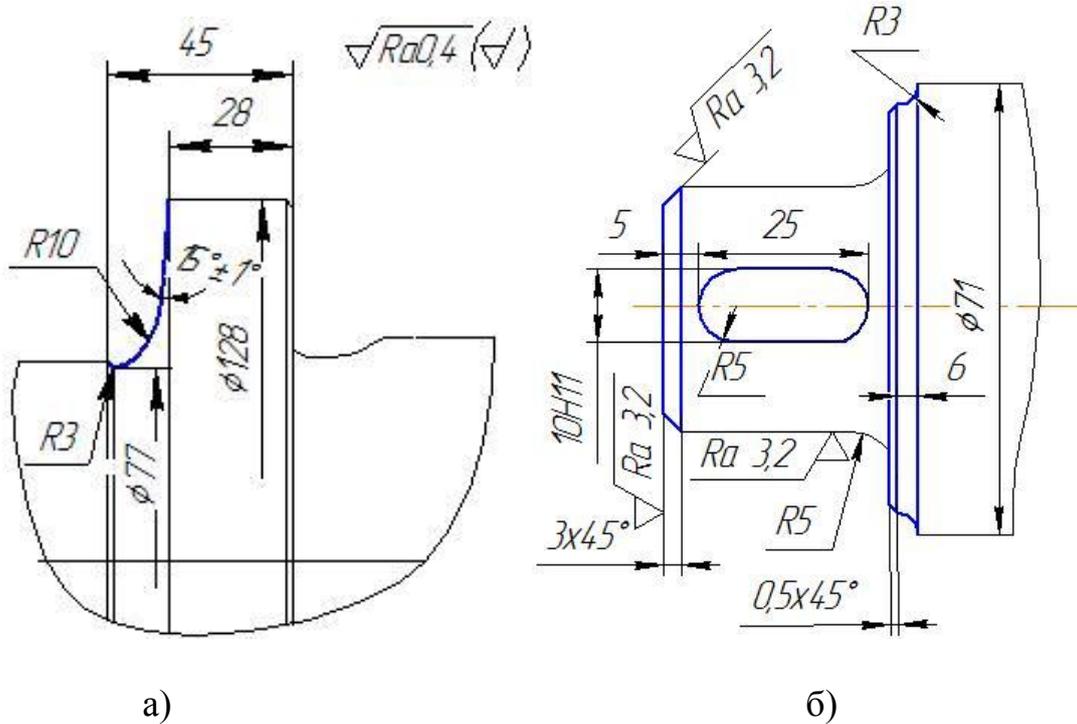


Рисунок 4.2 – Элементы конструкции штока
 а) фаска и закругление возле бурта;
 б) фаски, закругления и шпоночный паз 10H11.

3) канавки для выхода шлифовального круга (рис.4.3) являются нетехнологичными элементами из-за сложности их изготовления несколькими инструментами

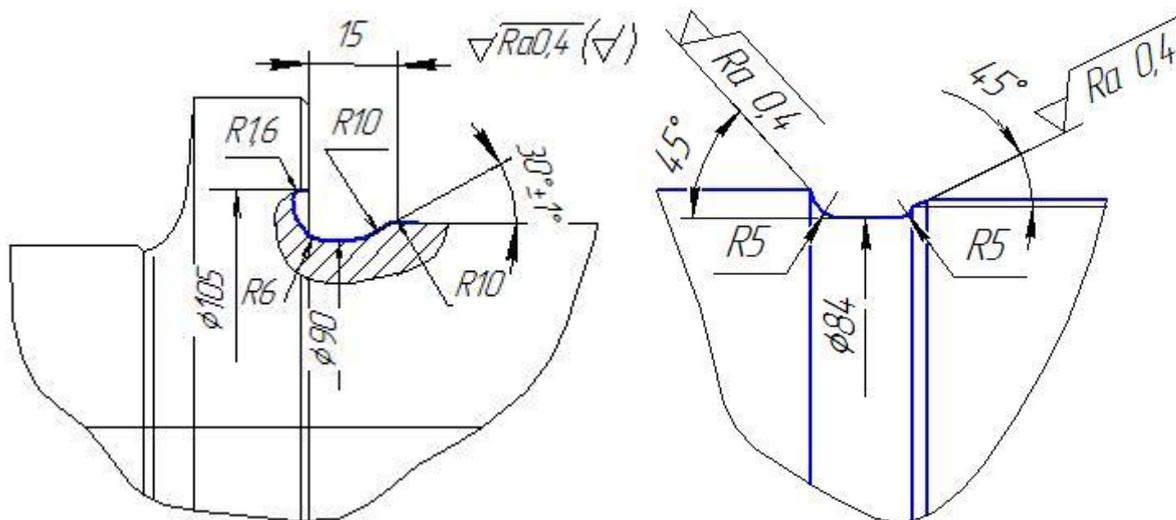


Рисунок 4.3 – Канавки для выхода шлифовального круга

4) при помощи шпоночного соединения штоки устанавливаются и фиксируются в узле. Но шпоночные пазы (рис.4.2 и рис.4.4) нетехнологичны, т.к. находясь на

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

разных ступенях штока, они находятся не на одной линии и имеют разную ширину. Предпочтительнее обрабатывать их дисковыми фрезами, а не концевыми и выполнять открытыми.

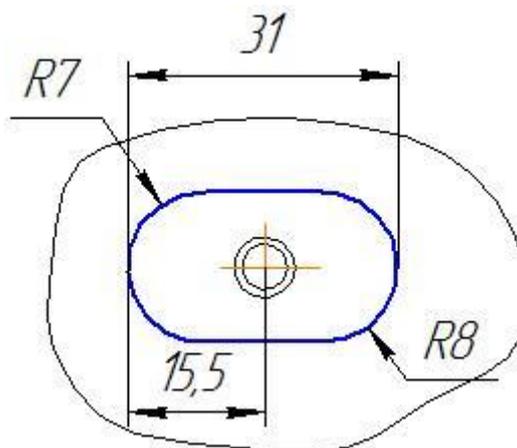


Рисунок 4.4 – Шпоночный паз 14Н11

5) наличие перепада диаметральных размеров (бурта $\varnothing 128$) нетехнологично, потому что усложняет обработку детали и возможно лишь с двух установов.

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..

5 Выбор и обоснование способа получения заготовки

Рассмотрим два способа получения данной заготовки:

- 1) свободная ковка на молотах или на прессе
- 2) штамповка на молотах в закрытых штампах

Масса детали: $M_{дет}=102,98$ кг. На заводе данная деталь изготовлялась в условиях единичного производства методом свободной ковки.

При расчете массы заготовки учитываем образцы, которые отрезают для проверки механических свойств и для азотации. Общая длина, которая подлежит отрезке, составляет 360 мм и проушина (служит для удобства опускания штока в термическую печь).

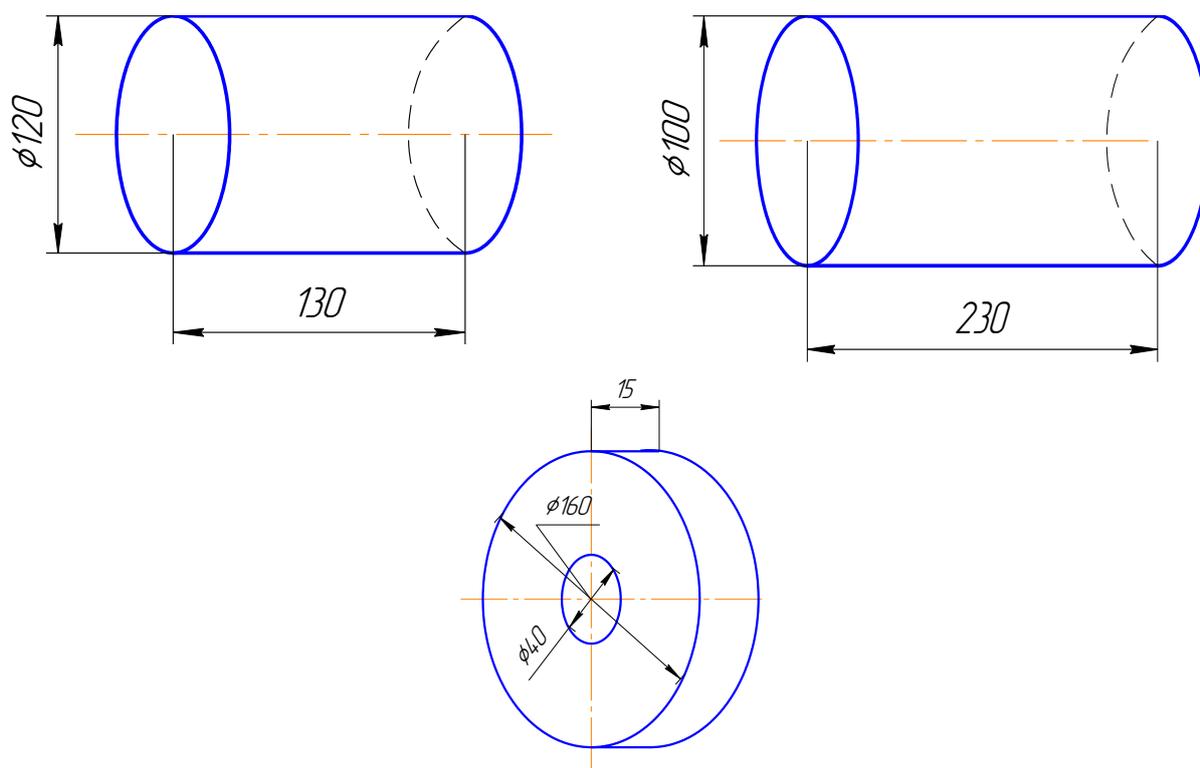


Рисунок 5.1 – Эскизы образцов и проушины

Рассчитываем объем образцов и проушины:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 ;$$

V_1, V_2 – объем образцов;

V_3 – объем проушины;

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot h}{4} = \frac{3,14 \cdot 12^2 \cdot 13}{4} = 1469,52 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2 \cdot h}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2 \cdot 23}{4} = 1805,5 \text{ см}^3;$$

Стоимость заготовки, полученной штамповкой:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{5000}{1000} \times 144,172 \times 1 \times 0,9 \times 0,9 \times 1,79 \times 1 \right) - (144,172 - 102,98) \times \frac{417}{1000} = 1028 \text{ грн.}$$

2. Для заготовки, полученной методом свободной ковки:

Расчет поковки производится по ГОСТ 7829-70.

Таблица 5.1 – Расчет припусков под механическую обработку

Наименование поверхностей	Размер, мм	Припуск δ и предельные отклонения $\pm\Delta/2$, мм	Принятый размер, мм
Наружные	Ø128	15±4	143±2
	Ø95	14±4	109±2
	Ø80	13±4	93±2
	Ø160	16±2	176±2
	Ø100	12±2	112±2
Линейные	28	9±3	46±3
	1062	11±3	1073±3
	1440	11±3	1451±3
	2530	15±4	2560±4

Определим объем заготовки:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot h}{4} = \frac{3,14 \cdot 14,3^2 \cdot 4,6}{4} = 738,413 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2 \cdot h}{4} = \frac{3,14 \cdot 9,3^2 \cdot 145,1}{4} = 985,151 \text{ см}^3;$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_3^2 \cdot h}{4} = \frac{3,14 \cdot 10,9^2 \cdot 107,3}{4} = 10007,426 \text{ см}^3;$$

$$V = 738,413 + 985,151 + 10007,426 = 20597,349 \text{ см}^3;$$

Определим массу поковки:

$$M_{\text{заг}} = \frac{V \cdot \gamma}{1000} = \frac{20597,349 \cdot 7,83}{1000} = 161,277 \text{ кг};$$

Стоимость заготовки, полученной методом свободной ковки:

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

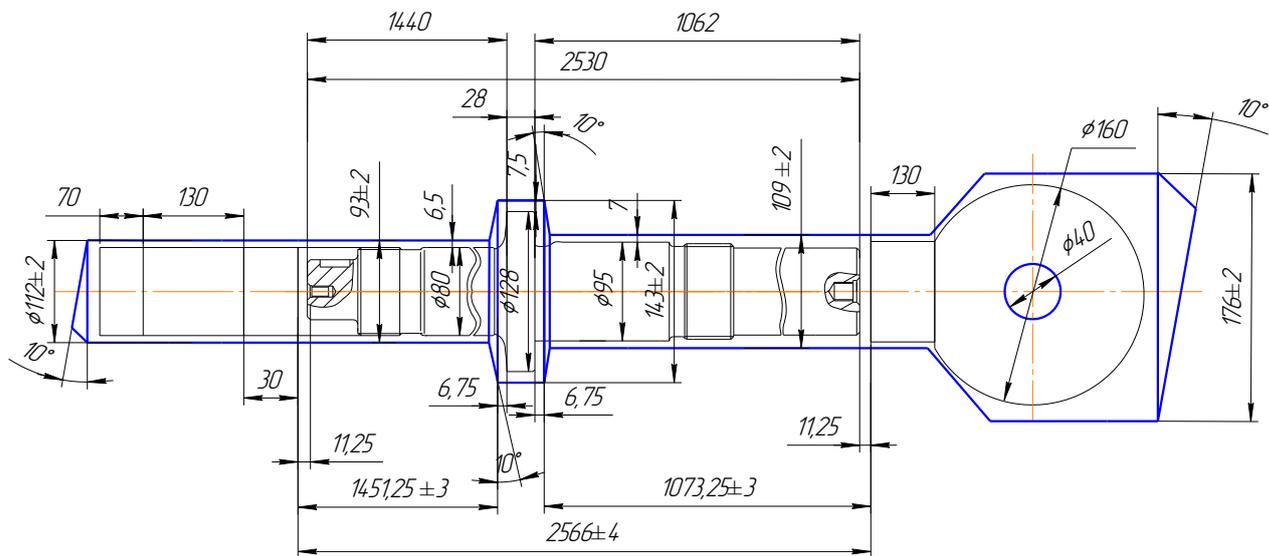


Рисунок 5.3 – Эскиз заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16320433-00.ПЗ

Лист

31

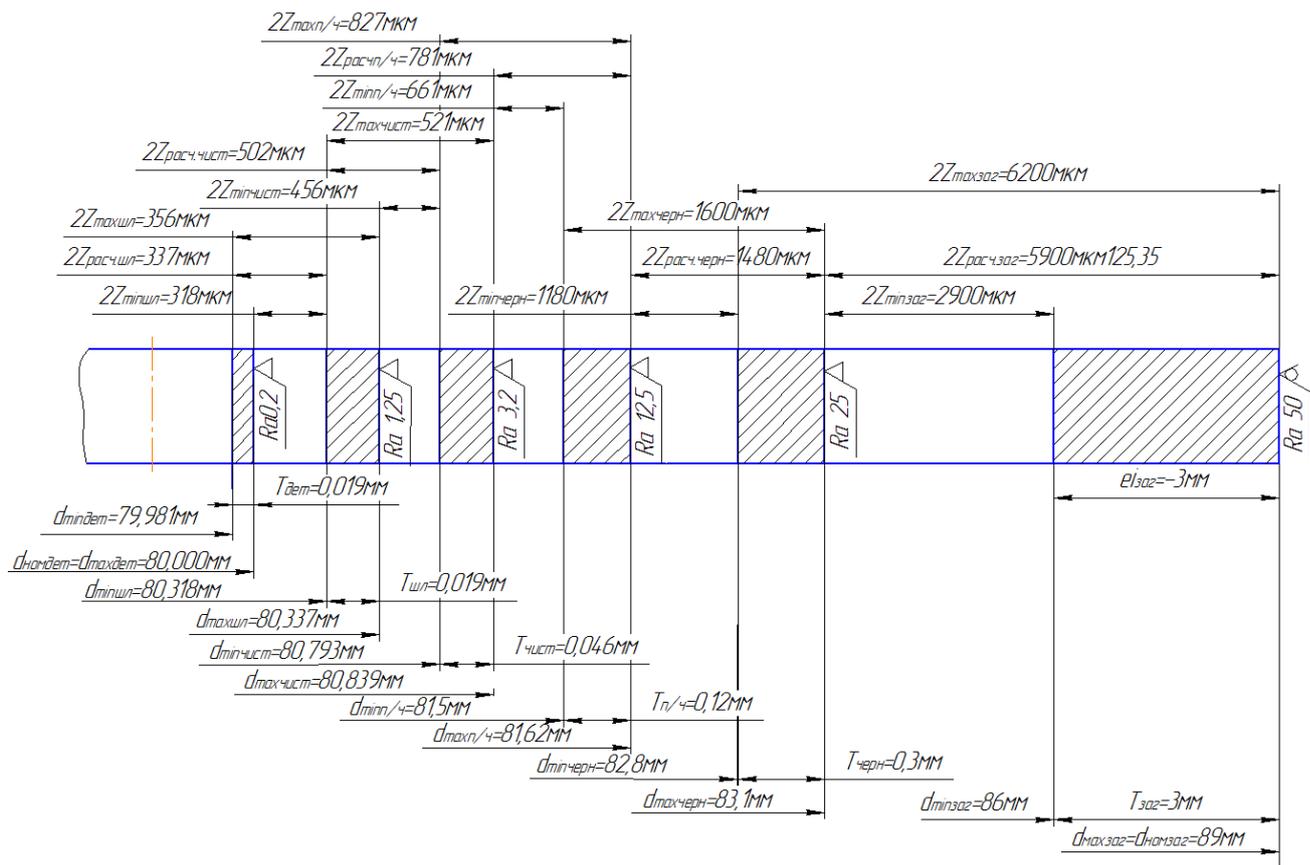


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для поверхности 80h6

6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления

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

- 1) операция 060 токарно-винторезная
- 2) операция 140 вертикально-фрезерная.

1) На токарно-винторезной операции производится черновая обработка заготовки, а именно снимаются напуски и готовятся базы под последующую чистовую обработку. Обработка происходит за один установ. Операционный эскиз черновой обработки заготовки в базовом технологическом процессе приведен на рисунке 6.1.

Деталь установить в 4-х кулачковом патроне, слева – плавающий центр, справа – вращающийся, установить люнет возле бурта. Проверить и закрепить.

- Точить цилиндрическую поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 132_{-1}$ мм на длину 1095_{-2,6}мм;
- Точить цилиндрическую поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 100_{-0,87}$ мм на длину 1061_{-2,6}мм;;
- Точить цилиндрическую поверхность, выдерживая размер $\varnothing 85_{-0,87}$ мм на длину 812_{-2,6}мм;

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

- Точить коническую поверхность, выдерживая 15x45°мм.

При обработке выдержать минимальную длину 2532мм (рис.6.1)

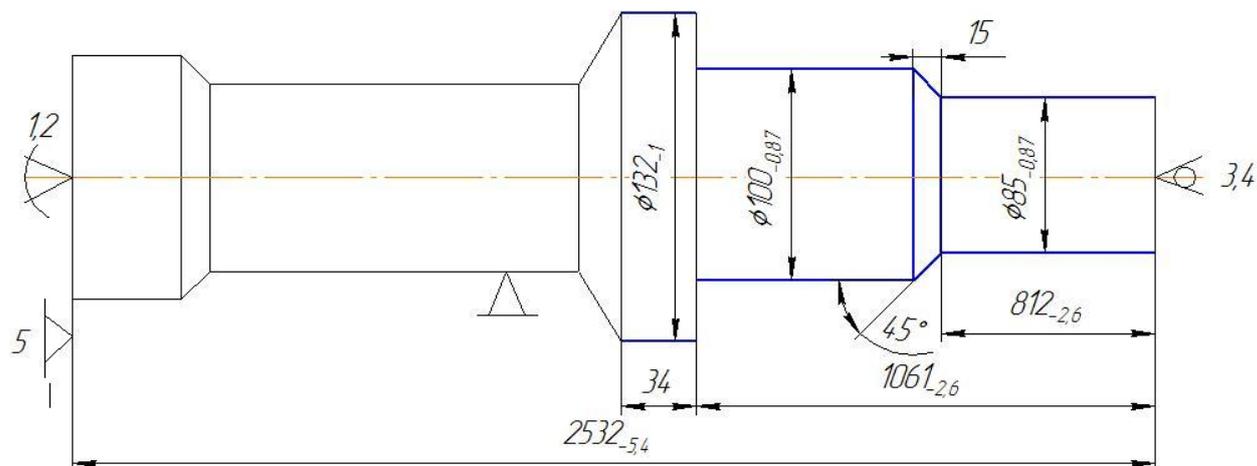


Рисунок 6.1 – Эскиз штока на токарно-винторезной операции 060

На данной токарной операции возможны две схемы базирования и закрепления заготовки:

а) Базирование с использованием закрепления в патроне, с правым вращательным центром и левым плавающим, с люнетом возле бурта;

б) Базирование в жестком левом и вращательного правого центра, с люнетом возле бурта.

а) Рассмотрим базирование с использованием правым вращательным центром и левым плавающим.

Таблица 6.1.1 – Таблица соответствия

Связи	Степени свободы	Название базы
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	ДНБ
5	IV	ОБ
6	1	Вакансия

Таблица 6.1.2 – Матрица связей

α	l			ДНБ
	α			
	l			ОБ
	α			
	l			Вакансия
	α			
				5 степеней свободы

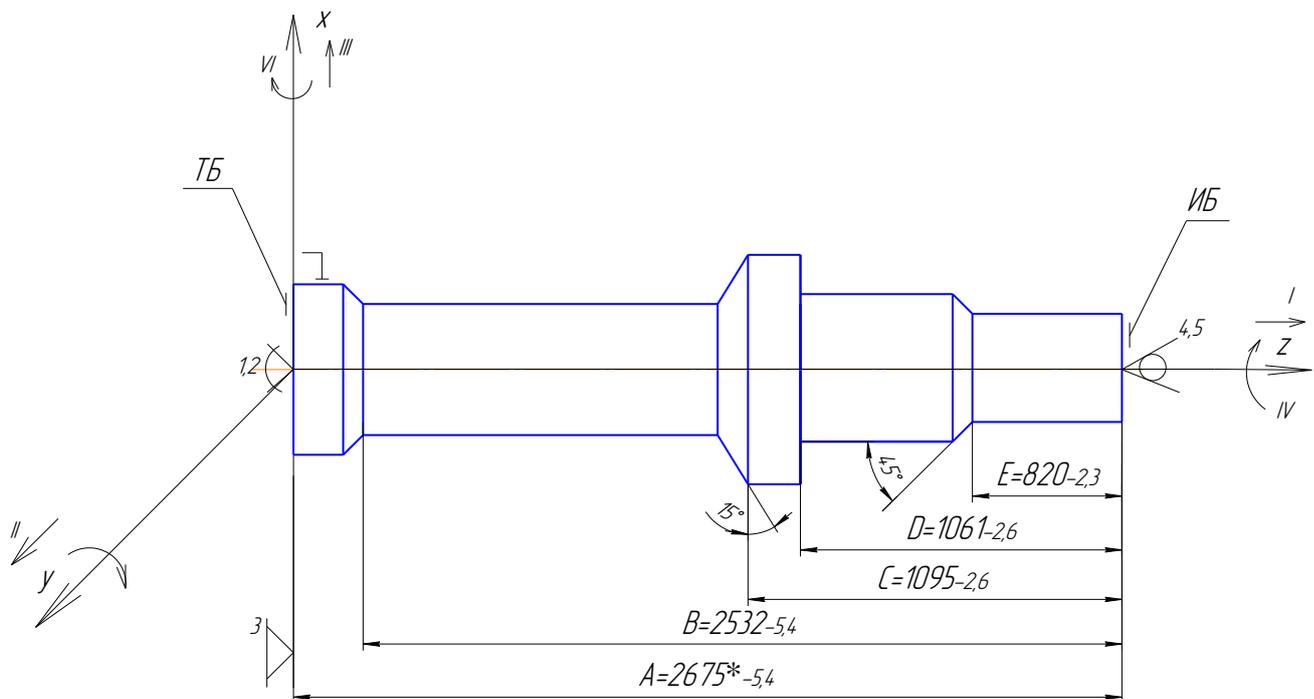


Рисунок 6.2 - Схема обработки штока в центрах с плавающим левым центром (схема 1)

Расчет погрешностей базирования на исполняемые размеры.

Погрешность на размер А, так как при исполнении этого технологическая база совпадает с измерительной базой размера А, то погрешность базирования на этот размер равна:

$$E_{\sigma A} = 0$$

Погрешность на размер В, так как при исполнении этого технологическая база не совпадает с измерительной базой размера А, то погрешность базирования на этот размер равна допуску на размер соединяющий технологическую и измерительную базу. То есть допуску на размер А.

$$E_{\sigma B} = T_A = 5,400 \text{ мм}$$

Аналогичным образом находим погрешности базирования на остальные размеры:

$$E_{\sigma C} = T_A = 5,400 \text{ мм}$$

$$E_{\sigma D} = T_A = 5,400 \text{ мм} \quad E_{\sigma E} = T_A = 5,400 \text{ мм}$$

б) Базирование в центрах.

Таблица 6.1.3 – Таблица соответствия

Связи	Степени свободы	База
1, 2, 3, 4, 5	II, III, V, V1, IV	ДНБ+О
6	1	Вакансия

Таблица 6.1.4 – Матрица связей

				База
	l			ДНБ+О
α				
	l			Вакансия
	α			
				5 степеней свободы

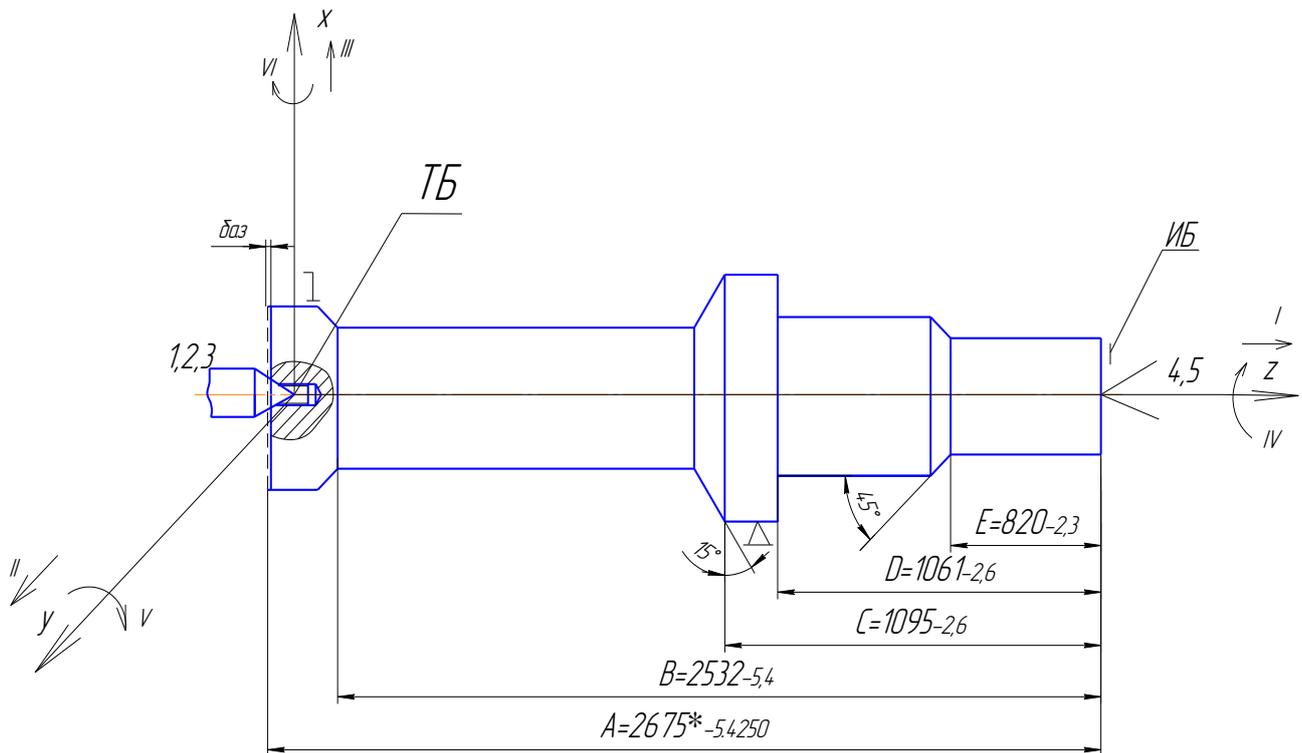


Рисунок 6.3 - Схема базирования детали в центрах (схема 2)

Для размера А измерительная база не совпадает с технологической. Точность размера А зависит от размера центрального отверстия.

Погрешность базирования при использовании левого жесткого центра включает в себя погрешность зацентровки. При неточном изготовлении центрального отверстия на глубине возможен сдвиг - ε_6 , что приведет к возникновению погрешности на линейный размер обрабатываемой заготовки.

$$E_{\alpha} = \frac{TD}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,43}{2 \operatorname{tg} \frac{120^{\circ}}{2}} = 0,124 \text{ мм}$$

где TD - допуск по диаметру конической части центрального гнезда, 0,43мм;
 α - угол при вершине конуса центрального гнезда, 120° .

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Погрешность на размер В, так как при исполнении этого технологическая база не совпадает с измерительной базой размера А, то погрешность базирования на этот размер равна допуску на размер соединяющий технологическую и измерительную базу. То есть допуску на размер А.

$$E_{\sigma B} = T_A + E_u = 5,400 + 0,124 = 5,524 \text{ мм}$$

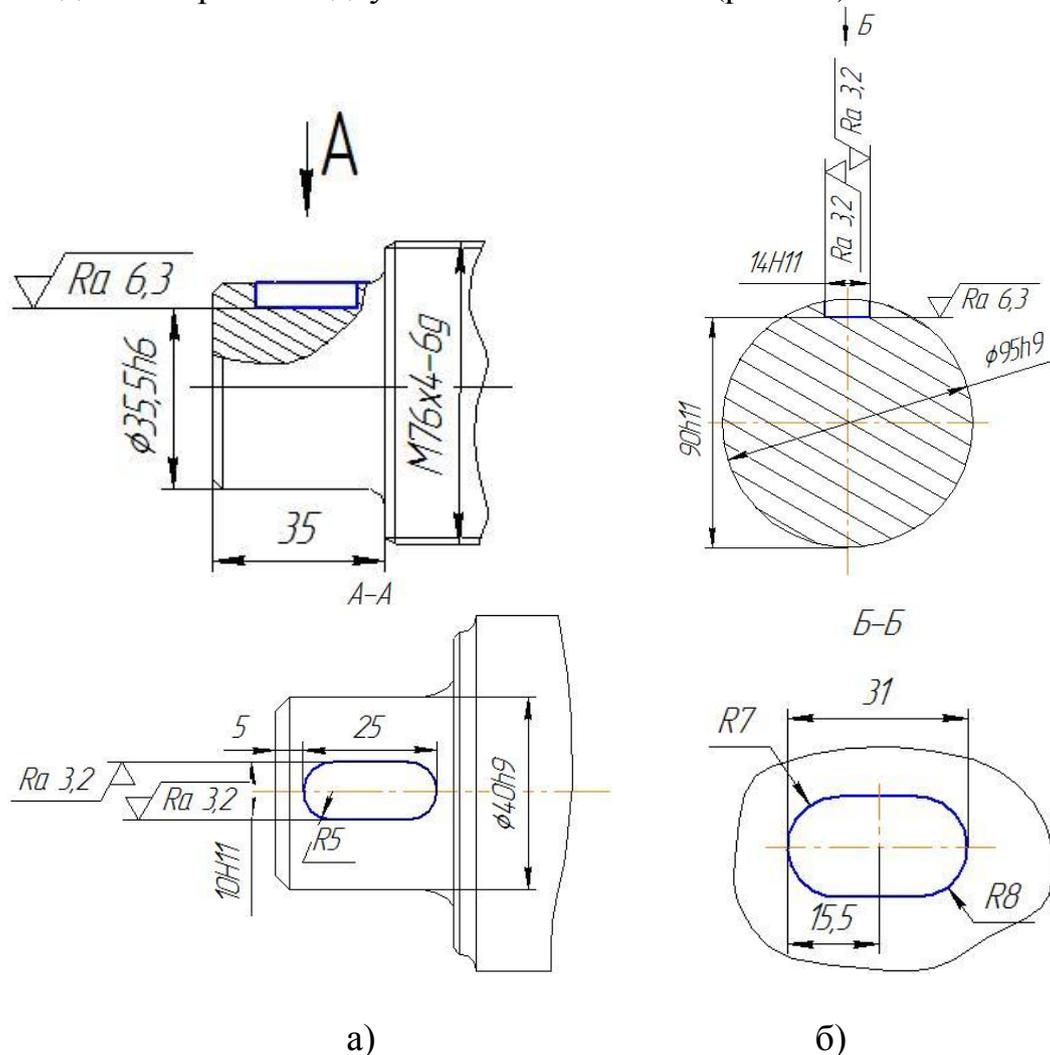
Аналогичным образом находим погрешности базирования на остальные размеры:

$$E_{\sigma C} = T_A + E_u = 5,400 + 0,124 = 5,524 \text{ мм}$$

$$E_{\sigma D} = T_A + E_u = 5,400 + 0,124 = 5,524 \text{ мм}$$

Погрешность базирования меньше при базировании с использованием левого плавающего и вращательного правого центра. Поэтому рационально на токарной операции, за исходный взять этот метод (схема 1).

2) Рассмотрим вертикально-фрезерную операцию 140. На данной операции производится обработка двух шпоночных пазов (рис.6.4).



а) б)
Рисунок 6.4 – Эскизы шпоночных пазов (а,б),
обрабатываемых на операции 140.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков

Выбор металлорежущих станков выполняем исходя из следующих требований: обращаем внимание на технологические методы обработки поверхностей; мощность двигателя с учетом коэффициента полезного действия должна быть больше мощности резания; габариты рабочего пространства должны позволять производить обработку как можно большего числа поверхностей за 1^й установ; тип оборудования должен соответствовать типу производства; количество инструментов не должно превышать емкость инструментального магазина станка и др.

Так как обрабатываемая заготовка представляет собой тело вращения в виде вала, то следует данную заготовку обрабатывать на станке токарной группы. Параметры обрабатываемой заготовки следующие: длина 2532мм, максимальный диаметр 132мм.

Таким образом, станок необходимо выбирать, чтобы расстояние между центрами было больше 2532мм, а хотя бы максимальный диаметр, который возможно обработать на станке был равен или превышал 132мм.

Для токарной операции Ø60 выбираем станок токарно-винторезный модели 1М63Н.

Токарно-винторезный станок 1М63Н-3 предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, включая точение конусов и нарезание резьб: метрических, дюймовых, модульных, питчевых. Высокая мощность привода и жесткость станка, широкий диапазон частоты вращения шпинделя и подач позволяют полностью использовать возможности прогрессивных инструментов при обработке различных материалов.

Основные технические характеристики станка приведены в таблице 6.1..

Таблица 6.1 - Технические характеристика станка модели 1М63Н

Техническая характеристика	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	
- над станиной	500
- над суппортом	215
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	900
Шаг нарезаемой резьбы(метрической)	0,01-40,959
Частота вращения шпинделя, об/мин	10-2000
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта:	

- продольное	900
- поперечное	250
Подача суппорта, мм/об (мм/мин)	
– продольная	0,01-2,8
– поперечная	0,005-1,4
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	
– продольного	6000
– поперечного	5000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	11
Габаритные размеры (без ЧПУ)	
- длина	3700
- ширина	1770
- высота	1700
Масса, кг	3800

Для фрезерной операции выбираем станок модели 6P13Ф3, так как на нем можно обработать деталь данных размеров с заданной точностью, характеристика станка приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2 –Технических характеристика вертикально-фрезерного станка модели 6P13Ф3

Параметры	6P13Ф3
Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
- ширина	320
- длинна	1250
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	2800
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное, мм	800
- поперечное	280
- вертикальное	420
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 – 1600
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин:	
- продольная и поперечная	25-1250
- вертикальная	8,3-416,6
Перемещение гильзы со шпинделем	70

Внутренний конус шпинделя	50
Габаритные размеры, мм:	
- длина	2305
- ширина	1950
- высота	2020
- масса, кг	3120
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5

6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, режущего и измерительного инструментов

1) Станочные приспособления.

В соответствии со схемой базирования заготовки при механической обработке на данной операции выбираем:

- четырехкулачковый поводковый патрон. Патроны токарные самоцентрирующие четырехкулачковые из стали и чугуна предназначены для установки на универсальные токарные, револьверные, внутришлифовальные станки, делительные головки и различные приспособления для закрепления штучных заготовок и пруткового материала.

Патрон позволяет повысить точность обработки за счет равномерного распределения усилия между кулачками, что уменьшает радиальное биение и кривизну обработанной детали относительно базовых поверхностей – центровых гнезд. Наличие упора обеспечивает базирование заготовки по торцу.

применяем вращающийся центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75. Этот центр позволяет получать радиальную нагрузку при 1000 об/мин не более 5000Н. Частота вращения – не более 2500 об/мин.

Так как жесткость вала недостаточная ввиду сравнительно большой ее длины, то с целью избегания прогиба, вибраций и упругих деформаций при обработке, что понижает качество обработанной поверхностей. В связи с этим по середине штока необходимо установить в люнет станка.

2) Режущие инструменты

Наиболее прогрессивным инструментом является режущий инструмент с твердосплавными неперетачиваемыми пластинами. Поэтому выбираем этот инструмент, при этом преимущество отдадим инструментам с механическим креплением твердосплавных пластин.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41

Для обработки поверхностей 10, 14, 15 используем резец токарный проходной прямой правый, а для поверхности 9, 25 – проходной прямой левый (ГОСТ 18878-73). Сечение державки 32x20x170, $\phi = 45^\circ$, Т15К6 - резец токарный с механическим креплением твердосплавных пластин (режущая пластина 01114-220408 ГОСТ19046-80 и опорная пластина 701-2204 ГОСТ 19073-80)– для обработки легированной стали, т.к. имеют меньший коэффициент теплопроводности.

3) Контрольно - измерительные инструменты.

На данной черновой операции необходимо проконтролировать линейные, угловые и диаметральные размеры обработанных поверхностей согласно эскизу. В среднесерийном производстве приоритет следует отдавать универсальным (шкальным) измерительным средствам. Для контроля этих параметров выбираем такие контрольно-измерительные инструменты:

- штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05-2 ГОСТ 166-89;
- линейка 1-1000 ГОСТ 427-75;
- угломер УН ГОСТ 5378-88.

Операция 140 – вертикально-фрезерная.

1) Для фрезерной операции выбираем станочное приспособление специального типа, которое будет проектироваться в следующих разделах.

2) Режущим инструментом для данной операции выбираем шпоночные фрезы $\phi 10Н11$ – фреза 2234-0365 Н11 Р6М5 ГОСТ 9140-78 и фреза $\phi 14Н11$ – фреза 2234-0375 Н11 Р6М5 ГОСТ 9140-78.

3) В качестве мерительного инструмента используем штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05-2 ГОСТ 166-89 и Образец шероховатости Ra 3,2 ГОСТ 9378-93.

6.5 Расчет режимов резания

Переход 1. Установить деталь в центрах токарно-винторезного станка 1М63Н. Проверить и закрепить.

Проточить поверхность 14 выдерживая размеры $\phi 100$ мм на длину 1061мм.

Устанавливаем глубину резания. Припуск на сторону удаляем за один рабочий проход. Глубина резания t :

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{104 - 100}{2} = 2 \text{ мм};$$

$t=2$ мм.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Назначаем подачу. При черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, прочности режущей пластины и прочности державки. Согласно [1,табл. 11,с. 266] $S=1,3\text{мм/об}$. Корректируем подачу по данным станка:

$$S=1,3 \text{ мм/об.}$$

Назначаем период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Определяем скорость главного движения резания, допускаемую резцом:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

Для наружного точения, твердого сплава Т15К6 и $S=1,3$ мм/об [12]:

$$C_v = 340;$$

$$x=0,15;$$

$$y=0,45;$$

$$m=0,20.$$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания.

Согласно [12]

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IN} \cdot K_{IV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{OV} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

Подставив все найденные величины в формулу, получим:

$$V = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 1,3^{0,45}} \cdot 0,72 = 87 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87}{3,14 \cdot 104} = 266 \text{ об / мин}$$

Корректируем частоту по данным станка: $n=260$ об/мин

Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 104 \cdot 260}{1000} = 85 \text{ м / мин}$$

Минутная подача, мм/мин:

$$S_M = S \cdot n$$

$$S_M = 1,3 \cdot 260 = 338 \text{ мм / мин}$$

Сила резания, Н:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

$$C_p = 300$$

$$x=1,0$$

$$y=0,75$$

$$n= - 0,15$$

K_p - общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p} = 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 1,3^{0,75} \cdot 85^{-0,15} \cdot 0,94 = 3526 \text{ Н}$$

Определяем мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V_u}{60 \cdot 1020} = \frac{3526 \cdot 85}{60 \cdot 1020} = 4,89 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо, чтобы

$$N_{рез} \leq N_{шп.}$$

Мощность на шпинделе станка по приводу $N_{шп} = N_{\partial} \eta$. У станка 1М63

$$N_{\partial} = 15 \text{ кВт}; \eta = 0,7; N_{шп} = 0,7 \cdot 15 = 10,5 \text{ Вт}.$$

Следовательно, $N_{рез} \leq N_{шп}$ ($4,89 \leq 10,5$), т.е. обработка возможна.

Все значения режимов резания по другим переходам операции рассчитаны табличным способом и приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 - Определение режимов резания

Обрабатываемая поверхность	S, мм/об	V _p , м/мин	n, об/мин	V _д , м/мин	S _{мин} , мм/мин
Точить фаску 7,5x45°	1,3	78	270	78	351

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (6.16)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Коэффициент K_{TV} равен:

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_{\epsilon}} \right)^{n_v} \quad (6.17)$$

$$K_{\Gamma} = 1$$

$$\sigma_v = 700 \text{ МПа}$$

$$n_v = 0,9$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 1,06$$

Коэффициенты $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 1,00$

Тогда $K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$.

$$V = \frac{46,7 \cdot 5^{0,45} \cdot 0,8}{80^{0,33} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,05^{0,1} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,1}} = 22 \text{ м / мин}$$

4. Частота вращения фрезы n , об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.18)$$

где D - диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 5} = 1400 \text{ об/мин}$$

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

Найденную частоту вращения корректируем по паспорту станка. Принимаем n равным 1250 мин^{-1} . После корректировки находим фактическую скорость резания V_ϕ , м/мин.:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.19)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1250}{1000} = 20 \text{ м / мин}$$

5. Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n \text{ мм/мин} \quad (6.20)$$

$$S_M = 0,05 \cdot 2 \cdot 1250 = 125 \text{ мм / мин}$$

6. Определение силы резания:

Силу резания определим по эмпирической формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n_n^w} \quad (6.21)$$

где C_p - коэффициент и n, x, y, q, w - показатели степени, зависящие от материала, заготовки, величины подачи;

По [5]:

$$C_p = 68,2; q=0,86; x = 0,86; y = 0,72; u=0,1; w=0$$

K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_\epsilon}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{700} \right)^{0,3} = 1,02$$

Тогда

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		47

$$P_z = \frac{10 \cdot 78,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 10^{1,0} \cdot 1,02}{5^{0,86} \cdot 1250^0} = 616 \text{ Н}$$

7. Определение крутящего момента на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (6.22)$$

$$M_{кр} = \frac{616 \cdot 5}{2 \cdot 100} = 15,4 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

8. Определение мощности резания (эффективной):

Мощность резания определим по эмпирической формуле [6]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (6.23)$$

$$N = \frac{616 \cdot 22}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт}$$

Сравнив мощности привода главного движения станка и мощности резания приходим к выводу что мощность резания не ограничена мощностью привода главного движения станка.

Все значения режимов резания по операции сведены в таблицу 6.4.

9. Определяем основное (машинное) время T_o при обработке паза:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} i, \text{ мин} , \quad (6.24)$$

L_p – расчетная длина обработки,

Основное время на токарной операции Обсостоит из основных времен каждого из переходов. Рассматриваемая операция состоит из 6 переходов.

$$T_{Oi} = \frac{L}{S_M} i, \text{мин}$$

где S_M - минутная подача, мм/мин; i - количество проходов; L - длина рабочего хода инструмента, мм, определяется по формуле

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}$$

где l_o - длина обрабатываемой поверхности, мм; $l_{вр} + l_{пер}$ - длина врезания и перебега, мм.

Переход 1.

Врезание резца:

$$y = t \cdot ctg\varphi = 2 \cdot ctg60^\circ = 1,15 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 1,15 + 2 = 63,15 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{63,15}{260 \cdot 1,3} = 0,187 \text{ мин}$$

Переход 2.

Врезание резца:

$$y = t \cdot ctg\varphi = 4 \cdot ctg60^\circ = 2,3 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 3 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 2,3 + 3 = 65,3 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{65,3}{270 \cdot 1,3} = 0,186 \text{ мин}$$

Переход 3.

Врезание резца:

$$y = t \cdot ctg\varphi = 3,5 \cdot ctg60^\circ = 2,02 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 2,02 + 2 = 64,02 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{64,025}{270 \cdot 1,3} = 0,182 \text{ мин}$$

Переход 4.

Врезание резца:

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 3 \cdot \text{ctg} 60^\circ = 1,73 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 1,73 + 2 = 63,73 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{63,73}{200 \cdot 1,3} = 0,245 \text{ мин}$$

Переход 5.

Длинна рабочего хода резца:

$$L = l + y + \Delta \text{ мм.}$$

Врезание резца:

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 4 \cdot \text{ctg} 60^\circ = 2,3 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 2,23 + 2 = 64,23 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{64,23}{270 \cdot 1,3} = 0,183 \text{ мин}$$

Переход 6.

Врезание резца:

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg} 60^\circ = 1,44 \text{ мм}$$

Перебег резца принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = l + y + \Delta = 60 + 1,44 + 2 = 63,44 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{63,44}{300 \cdot 1,3} = 0,16 \text{ мин}$$

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Основное технологическое время на операцию определяем по формуле:

$$T_o = \sum T_{oi} ;$$

$$T_o = 0,187 + 0,186 + 0,182 + 0,245 + 0,183 + 0,16 = 1,14 \text{ мин};$$

Вспомогательное время на операции:

- время на установку и снятие заготовки $T_{уст} = 0,55$ мин [9];
- время на измерения $T_{изм} = 0,3$ мин [9];

$$T_B = 0,55 + 0,3 = 0,85 \text{ мин}$$

Штучное время $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{отд}$$

Вспомогательное время на операции:

- время на установку и снятие заготовки $T_{уст} = 1,2$ мин [9];
- время на измерения $T_{изм} = 0,3$ мин [9];

Составляющие штучного времени: время на обслуживание оборудования и время на отдых и личные надобности, определяются процентном соотношении от оперативного времени $T_{оп} = T_o + T_B$. По нормативам времени определяем, что $T_{обсл}$ и $T_{отд}$ составляют по 4% от оперативного времени. Определим штучное время:

$$T_{шт} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отд}}{100} \right)$$

$$T_{шт} = (1,14 + 0,85) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 2,15 \text{ мин};$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 15$ мин [9].

Штучно-калькуляционное время на данную:

$$T_{шт-к} = \frac{15}{28} + 2,15 = 2,7 \text{ мин} .$$

Таблица 6.8 - Сводная таблица норм времени

T_o	T_B	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
1,14	0,85	2,15	2,7

Определяем оперативное время.

$$T_{оп} = T_o + T_B \quad (6.34)$$

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,12 + 3,44 = 3,56 \text{ мин}$$

$T_{об.от}$ – время на обслуживание и отдых определяем по формуле:

$$T_{об.от} = \frac{T_{оп} \cdot P_{об.от.}}{100} \quad (6.35)$$

$P_{об.от.}$ – время на обслуживание рабочего места, отдыха и естественные потребности, $P_{об.от.} = 8\%$

$$T_{об.от.} = \frac{3,56 \cdot 8}{100} = 0,28 \text{ мин}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об.от.} \quad (6.36)$$

$$T_{шт} = 3,56 + 0,28 = 3,84 \text{ мин}$$

Определив все составляющие рассчитываем штучно-калькуляционное время

$$T_{ш-к} = \frac{25}{29} + 3,84 = 4,7 \text{ мин}$$

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53

7 Проектирование станочного приспособления

Обоснование необходимости создания приспособления.

На данную операцию заготовка поступает с окончательно обработанными базовыми поверхностями. Масса заготовки – 102,98 кг. Материал – Сталь 38Х2МЮА-Ш ГОСТ 4543-71. Деталь типа «вал». Так как жесткость штока недостаточная ввиду сравнительно большой его длины, то с целью избегания прогиба, вибраций и упругих деформаций при обработке, что понижает качество обработанной поверхности, шток необходимо установить на дополнительную опорную призму.

К базовым относим поверхности, на которые будет установлена заготовка в приспособлении. Точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми указаны на рисунке 7.1.

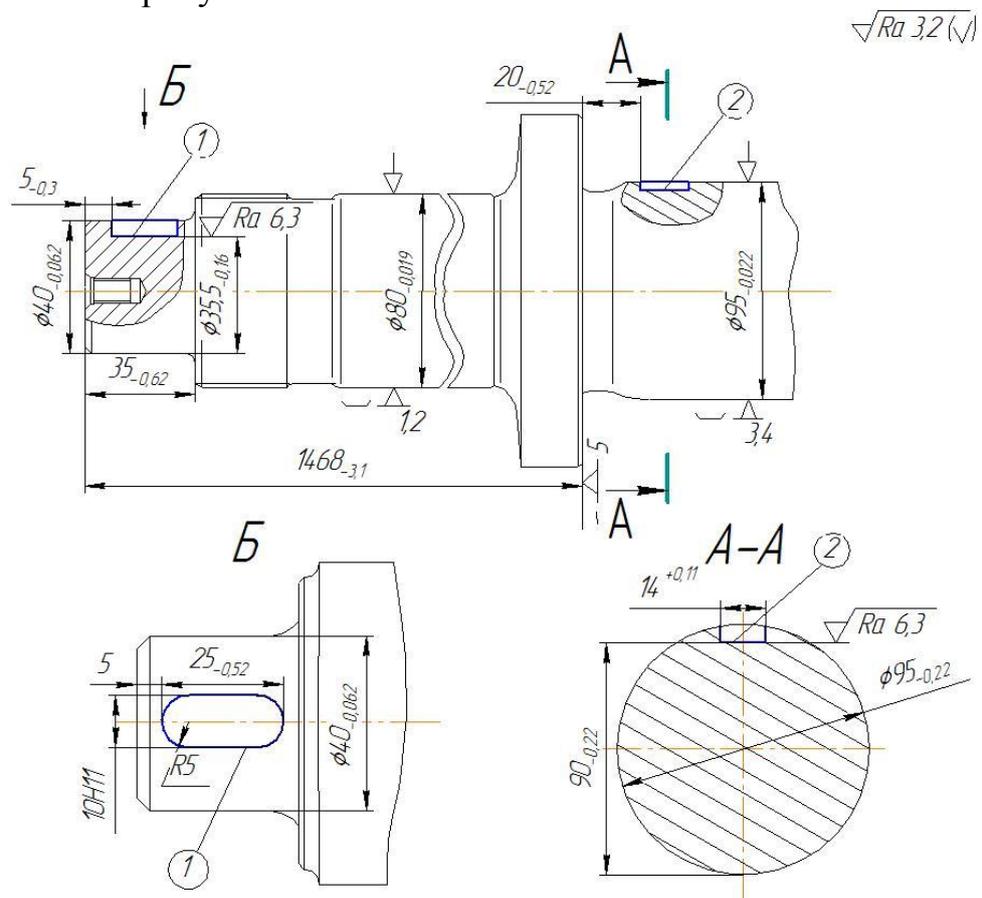


Рисунок 7.1 – Эскиз вертикально-фрезерной операции

Точность размеров выдерживаемых на операции

На вертикально-фрезерной операции формируются 2 шпоночных паза:

а) паз 1 шириной 10H11мм, длина составляет 25H14мм, глубина паза на чертеже не задается, но благодаря проставленным конструктором размерам и назначенной точности, глубину можно высчитать и она составляет 5h11мм. Допуски на размеры:

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16320433-00.ПЗ					

$$T_{10}=90\text{мкм}$$

$$T_{25}=520\text{мкм}$$

$$T_5=75\text{мкм}$$

б) паз 2 шириной 14Н11мм, длина составляет 31Н14мм, глубина паза на чертеже не задается, но благодаря проставленным конструктором размерам, глубину можно высчитать и она составляет 6н11мм. Допуски на размеры:

$$T_{10}=110\text{мкм}$$

$$T_{25}=620\text{мкм}$$

$$T_5=75\text{мкм}$$

Точность формы обрабатываемых поверхностей

На чертеже не обозначены допуски плоскостности, поэтому принимаем их равными 60% от допуска на размер, обуславливающий эту поверхность.

$$T = 0,6T_{25}=312\text{мкм}$$

$$T = 0,6T_{31}=372\text{мкм}$$

Принимаем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T = 300\text{мкм}$$

$$T = 400\text{мкм}$$

Что соответствует 15 степени точности.

Точность расположения обрабатываемых поверхностей

На чертеже не обозначены допуски расположения, поэтому принимаем их равными 60% от допуска на размер, обуславливающий эту поверхность .

Допуск симметричности стенок паза относительно оси штока:

$$T = 0,6T_{10}=54\text{мкм}$$

$$T = 0,6T_{14}=66\text{мкм}$$

Принимаем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T = 50\text{мкм}$$

$$T = 50\text{мкм}$$

Что соответствует 9 степени точности.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей

Шероховатость поверхностей указанных на чертеже, имеет значение: шероховатость согласно чертежа – Ra=6,3 мкм, боковых поверхностей пазов – Ra=3,2 мкм.

На данную операцию заготовка поступает с окончательно обработанными базовыми поверхностями. Масса заготовки – 102,98кг. Материал – Сталь 38Х2МЮА-Ш ГОСТ 4543-71. Заготовка имеет цилиндрическую форму. Наибольший диаметр – Ø128мм, длина – 2530мм. Так как жесткость штока недостаточная ввиду большой его длины, то с целью избегания прогиба, вибраций и упругих деформаций при обработке, что понижает качество обработанных поверхностей, шток необходимо установить на дополнительную призму.

Точность размеров базовых поверхностей

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Следовательно, получим деталь без брака.

Из рассмотренных схем базирования, выбираем схему 2.

Окончательный анализ структуры связей произведем, построив таблицу односторонних связей

Таблица 7.1 – Односторонние связи

Индекс связи		,	,	,		x	'x	y	'y	z	'z
Реакция											

В качестве базовой поверхности выбираем двойную направляющую базу, которая присутствует в подобных к деталям типа вал, у которых отношение длины к диаметру больше 10.

В качестве опорной базовой поверхности принимаем поверхность $\varnothing 128h14(0;-1)$ мм, так при этой схеме базирования погрешность базирования наименьшая.

Построение функциональной структуры приспособления

Из набора функций, приведенных в п.5, выделим те, которые реализуются в течении оперативного времени: 0,1,2,5,6,7. Функции 3,4 влияют на подготовительно-заключительное время; функция 9 прямого влияния на штучное время не оказывает.

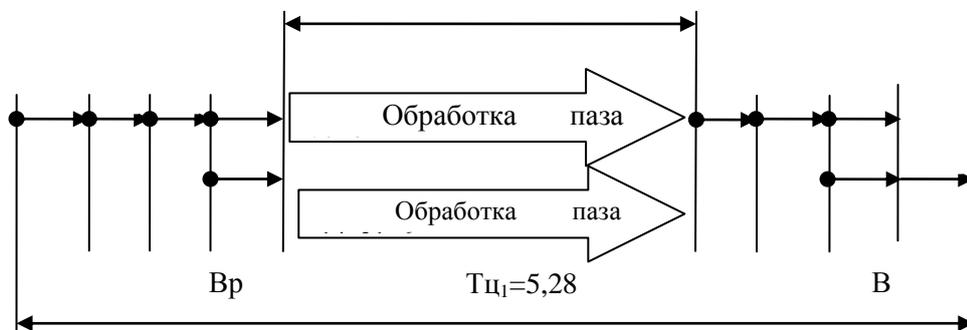


Рисунок 7.3 - Схема последовательной реализации функций

Руководствуясь нормативами времени [6], составим структуру потока функций при их последовательной реализации (рисунок 7.1).

Номер функции без штриха обозначает прямую функцию, например, «закрепить», а со штрихом - обратную, например, «раскрепить».

Последовательная структура реализации потока функций нас не может удовлетворить, поскольку ее длительность велика. Используя положения функциональной интенсификации, построим более приемлемую структуру, позволяющую сократить время осуществления функции (рисунок 7.3)

Функциональная структура проектируемого приспособления представлена на рисунке 7.4.

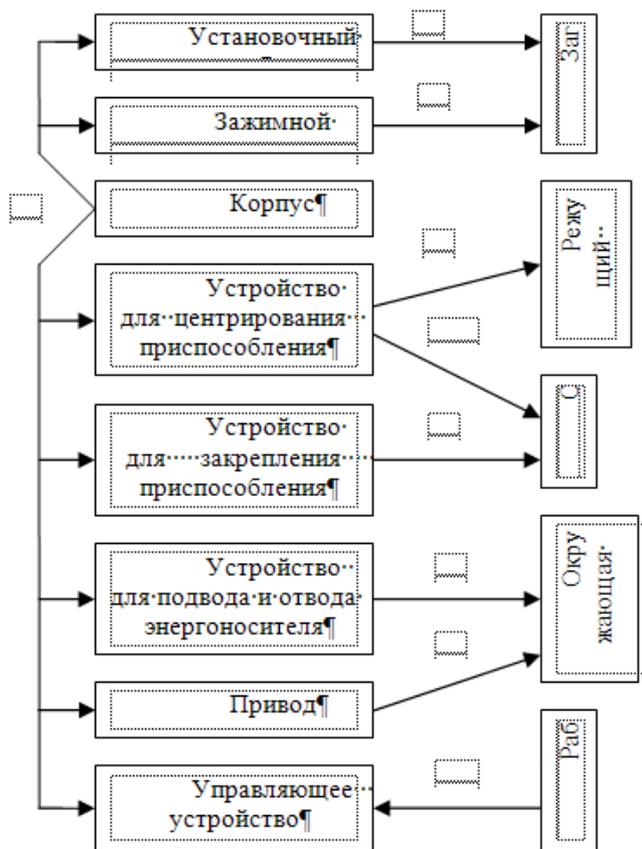


Рисунок 7.4 - Функциональная структура проектируемого приспособления

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

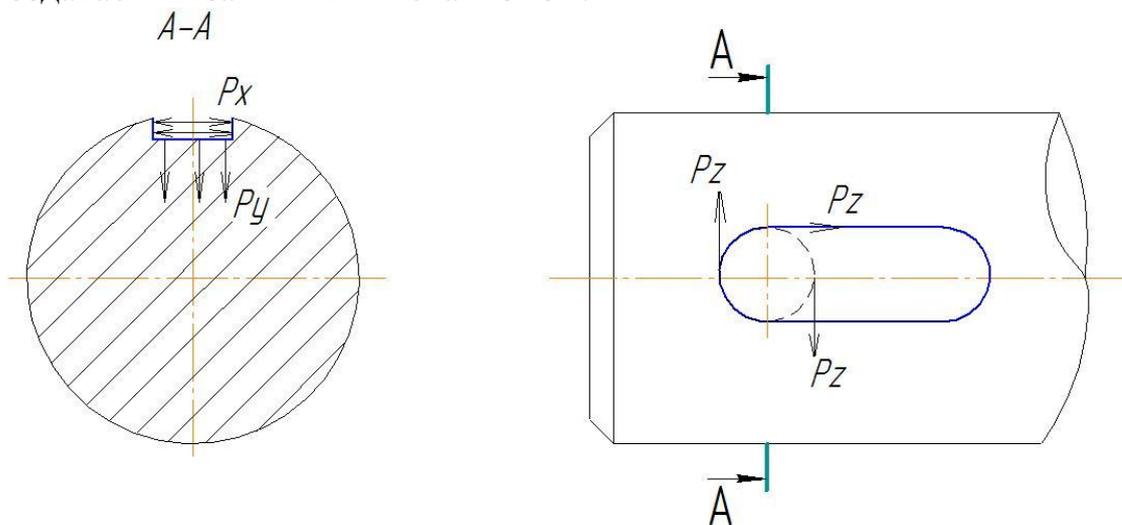


Рисунок 7.5 – Структура поля возмущающих сил по составляющим P_x , P_y , P_z

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Анализ структуры полей уравнивающих сил

Силые потоки, возникающие при обработке, создают напряжения изгиба на всей длине вала. Однако достаточная масса заготовки и высокая ее жесткостная характеристика, за счет применения установочных элементов гасят эти напряжения и не вызывают деформаций, искажающих заготовку. В таких условиях не возникает особых требований к структурной однородности силовых полей.

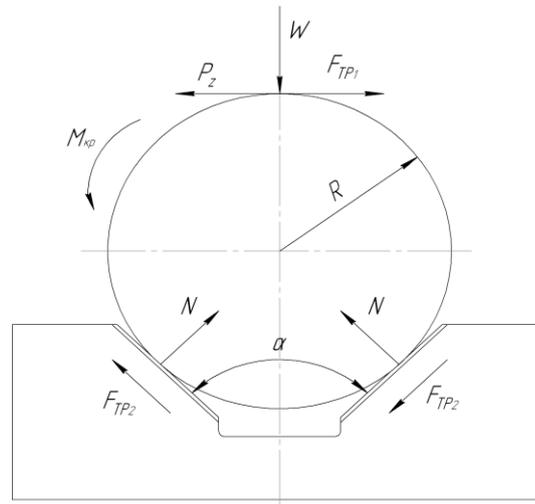


Рисунок 7.6 – Структура поля уравнивающих сил, создаваемых зажимным механизмом

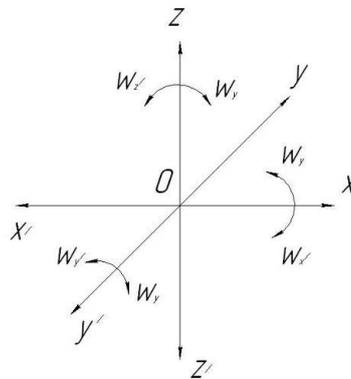


Таблица 7.1 - Связи

Индекс связи		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Способ Реализации	Реакция		R	R	R		R			R	R	R	R
	Сила закрепления			W	W	W	W			W	W	W	W
	Сила трения	F(W)						F(W)	F(W)				

Приведем расчет режимов резания обработки неблагоприятного участка: фрезерования шпоночного паза 2 шириной $b = 14 \text{ мм}$, длиной $l = 31 \text{ мм}$, высотой $h = 6 \text{ мм}$.

Воспользуемся рекомендациями по выбору режимов резания, которые приведены в ГОСТ 9140-78 для фрезы $\varnothing 14 \text{ мм}$:

- глубина резания при фрезеровании: $t = 6 \text{ мм}$;
- подача при фрезеровании: $S = 0,02 \text{ мм/об}$;
- скорость фрезерования: $V = 24 \text{ м/мин}$;

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 14} = 478 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила P_Z , Н:

$$P_Z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин;

D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина фрезерования, мм;

S – минутная подача, м/мин;

B – ширина фрезерования, мм;

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n$ = 1-коэффициент, учитывающий влияние качества

обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$q = 0,86$

$C_p = 68,2$

$x = 0,86$

$y = 0,72$

$w = 0$ – коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала и инструментального материала

Окружная сила P_Z для фрезерования паза 2:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 14}{14^{0,86} \cdot 478^0} \cdot 1 = 216 \text{ Н}$$

Окружная сила P_Z для паза 1: $P_Z = 206 \text{ Н}$.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

Мощность резания при фрезеровании:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{225,5 \cdot 24}{1020 \cdot 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

Мощность резания при фрезеровании не превышает мощности станка:

$$N = 0,08 < N_{CT} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}, \text{ следовательно обработка возможна.}$$

Радиальная сила: $P_y = 0,35P_z = 75,6 \text{ Н}$

Осевая сила: $P_x = 0,5P_z = 108 \text{ Н}$

Условие непроворота детали:

$$W = \frac{k \cdot M_{рез}}{f_1 \cdot r + f_2 \cdot r \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}}$$

Коэффициент трения для заготовки с окончательно обработанными поверхностями и для гладких поверхностей опоры: $f_1 = f_2 = 0,15$.

Момент резания для паза 1:

$$M_{рез} = \frac{P_z \cdot D_{фр}}{2 \cdot 100} = 15,12 \text{ Н}$$

Момент резания для паза 2:

$$M_{рез} = \frac{P_z \cdot D_{фр}}{2 \cdot 100} = 10,3 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса определяем по формуле: $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$.

Составляющие коэффициенты находим согласно [2]:

$$k_0 = 1,5, k_1 = 1,6, k_2 = 1,2, k_3 = 1,2, k_4 = 1,0, k_5 = 1,0, k_6 = 1,5.$$

Таким образом: $k = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 5,18$.

Сила закрепления для непроворота для паза 1:

$$W = \frac{5,18 \cdot 15,12}{0,15} \cdot \sin \frac{90}{2} = 10,8 \text{ Н}$$

Сила закрепления для непроворота для паза 2:

$$W = \frac{5,18 \cdot 10,3}{0,15} \cdot \sin \frac{90}{2} = 3,1 \text{ Н}$$

Условие несдвигания от осевой силы P_x :

$$W = \frac{k \cdot P_x}{f'_1 + f'_2 \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}}$$

Для фрезерования паза 1:

$$W = \frac{5,18 \cdot 103}{0,15 + 0,15 \cdot \frac{1}{\sin \frac{90}{2}}} = 1474 \text{ Н}$$

Для фрезерования паза 2:

$$W = \frac{5,18 \cdot 108}{0,15 + 0,15 \cdot \frac{1}{\sin \frac{90}{2}}} = 1545,4 \text{ Н}$$

Принимаем большее значение силы закрепления $W=1545,4 \text{ Н}$.

Определяем силу, возникающую на штоке пневмоцилиндра по формуле:

$$Q = \frac{W}{1,5}$$

$$Q = \frac{1546}{1,5} = 1030,7 \text{ Н}$$

Силу на штоке пневмоцилиндра определяем по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta$$

Тогда диаметр поршня будет равен: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$,

где $Q = 1030,7 \text{ Н}$ – сила возникающая на штоке;

$p = 0,63 \text{ МПа}$ – давление, которое действует на поршень;

$\eta = 0,85$ - КПД пневмоцилиндра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030,7}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 49,52 \text{ мм.}$$

Выбираем диаметр стандартное значение поршня, больше требуемого из-за габаритов заготовки:

$$D = 160 \text{ мм}$$

Сила возникающая на штоке:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 160^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,85 = 10,76 \text{ кН.}$$

Сила закрепления:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 10,762 = 16,1 \text{ кН.}$$

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

K_{T2} - коэффициент, учитывающий вероятность погрешности обработки
 $K_{T2} = 0,6$;

ω - допуск получаемого размера для качества экономической точности IT9 конкретного метода обработки $\omega = 20$ мкм;

ε_{noz} - погрешность позиционирования $\varepsilon_{noz} = 0$ мкм.

Таким образом

$$\varepsilon_{np} = 54 - 1,2 \cdot \sqrt{0,85 \cdot 0^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 5^2 + 0,6 \cdot 20^2 + 0^2} = 54 - 19 = 35 \text{ мкм.}$$

Принимаем допуск симметричности $T = 35$ мкм

Приспособление состоит из плиты на которой смонтирован пневмоцилиндр и призмы. Подача сжатого воздуха в нижние и верхние полости цилиндра происходит через трехходовой распределительный кран. При поступлении воздуха в нижнюю полость цилиндра, поршень поднимаясь вверх через шток создает давление на прихват который закрепляет шток при обработке паза. При срабатывании пружины в нижней части полости происходит обратный процесс.

Все детали и узлы приспособления подвергнуть визуальному контролю, выявленные дефекты устранить.

1. К столу станка прикрепить опорную плиту шпонковым соединением шпонкой 18.
2. К плите с помощью винтов 24 прикрепить пневмокамеру, которая состоит из корпуса 1, в пазы которого заведены уплотняющие кольца 27; из крышки 11, которая крепится к корпусу винтами 24, между ними установлено кольца 15, между крышкой 11 и поршнем установлена пружина 31.
3. В корпус 1 устанавливается шток в сборе, устанавливается шайба 33, завинчивается гайкой 26, на шток устанавливается толкатель 7, фиксируется осью 9, крепятся к стойке 10 рычаги 4 и упор 12, одевается на шток коромысло 6 и фиксируется осью 8.
4. К основанию 13 крепятся призмы 5.
5. К пневмокамере подводятся пневморучава.

Приспособление хранить на деревянном основании. Воздействие атмосферных осадков и агрессивных сред недопустимо.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

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

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

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

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

Правила распространяются на сосуды и баллоны вместимостью ниже 0,05 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 изготавливаются на предприятиях, имеющих на это разрешение органов. Сосудик должен поставаться заводом-изготовителем заказчику с паспортом и инструкцией монтажу и эксплуатации.

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

- наименование завода-изготовителя;
- год изготовления;
- рабочее давление;

					ТМЗ 16320433-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

- допустимая температура стенок сосуда

Правила:

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

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

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

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

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

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

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

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		68

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

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

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

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

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

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		70

Выводы

В ходе выполнения дипломного проекта был выполнен следующий объем работ:

Произведен анализ служебного назначения изделия компрессора поршневого и детали «шток». Кроме того выполнено описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.

Произведен анализ технических требований на изготовление детали «шток», где проанализирован материал детали, точность размеров и шероховатости детали.

Определен тип производства – мелкосерийный и такт производства, который составил 19 штук.

Произведен выбор метода получения заготовки и расчет заготовки, полученной выбранным методом – ковка на молотках.

Произведен анализ технологических операций технологического процесса. Для анализа были взяты операции токарная и вертикально-фрезерная.

Выполнен расчет режимов резания. Для фрезерования паза режимы резания посчитаны аналитическим способом. Так же приведено нормирование технологической операции.

Кроме того, была проанализирована схема базирования заготовки. В результате принято закрепить деталь в специальное приспособление, в котором заготовка будет лишена п'яти степенем свободы.

Так же для операций были выбраны необходимые режущие инструменты.

Также была разработана операционная наладка.

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		71

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

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

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

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

					<i>ТМЗ 16320433-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		73

Приложение Б. Расчет припусков

..... РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа --- 'pkip' - вер. 7.1

СумГУ - Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ 27.05.2019

Расчет выполнен для Отенко группа --- ТМз-43-6с9

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность --- наружная цилиндрическая ϕ 80-09
 --- 0.019 ---

..... Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности Обозначение точности	Преде- льные откло- нения, мм Элементы припуска, мм				
			широко- нотость $R_x(i-1)$	дефект - слой $h(i-1)$	простр отклон $p(i-1)$	погрешность базир	загр. $E_z(i)$
Поковка ковкой	ГОСТ-7505-89	+2.400 -1.800					
Черновая	качество 12	0	250	1000	2119	500	500
	0-0.620	-0.620					
Polychistovaya	качество 9	0	125	240	127	200	100
	0-0.160	-0.160					
Chistovaya	качество 6	0	20	125	105	0	0
	0-0.019	-0.019					

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мм	расчет- ный размер, мм	расчет- ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мм				
				миним- альный	максим- альный	миним	расч.	макс.		
	85.832	86	86	+2.400	84.2	88.4				
				-1.800						
968	1968	82.325	82.4	82.4	0	81.63	82.4	1400	1340	1430
				-0.870						
145	1875	80.945	81	81	0	80.84	81.0	270	900	1055
				-0.160						
50	655	80	80	80	0	79.981	80.0	145	170	373
				-0.019						

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

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

ТМЗ 16320433-00.ПЗ

Лист

75

Приложение В. Спецификации

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Приме- чание	
		<u>Документація</u>				
	ТМ 16320433-07-00.00.СБ	Складальне креслення				
		<u>Деталі</u>				
1	ТМ 16320433-07-00.01	Корпус	1			
2	ТМ 16320433-07-00.02	Шток	1			
3	ТМ 16320433-07-00.03	Кришка	1			
4	ТМ 16320433-07-00.04	Важіль	2			
5	ТМ 16320433-07-00.05	Призма	1			
6	ТМ 16320433-07-00.06	Коромисло	1			
7	ТМ 16320433-07-00.07	Штовхач	1			
8	ТМ 16320433-07-00.08	Вісь	1			
9	ТМ 16320433-07-00.09	Вісь	1			
10	ТМ 16320433-07-00.10	Стійка	2			
11	ТМ 16320433-07-00.11	Кришка	1			
12	ТМ 16320433-07-00.12	Упор	1			
13	ТМ 16320433-07-00.13	Основа	1			
14	ТМ 16320433-07-00.14	Накладки	2			
		<u>Стандартні вироби</u>				
15		Кільце СТ520-32-2 ГОСТ 288-72				
16		Гайка М4х4,5 ГОСТ5915-70				
17		Гайка М4х4,5 ГОСТ5915-70				
18		Шпонка 2-20х15х125 ГОСТ 23360-78				
		ТМ 16320433-07-00.00.СБ				
	Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Разраб.	Отенко				
	Провер.	Дегтярьов				
Инв. № подл.					Присл. для комплексної із ЧПК операції	
					СумДУ, ТМз-43-6с	
		Денисенко				
				Копирвал		
				Формат А4		

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ТМЗ 16320433-00.ПЗ

Лист

76

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

