TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления модернизированного корпуса мотора

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	У Хайян		05.06.2020г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Арляпов А.Ю.	к.т.н		05.06.2020г.

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	к.т.н		05.06.2020г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н		05.06.2020г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Томск – 2020 г.

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
Р1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
Р4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
Р7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
Р8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Р11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
Р12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ _____ Ефременков Е.А. .

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
154А61	У Хайян

Тема работы:

Разработка технологии изготовления модернизированного корпуса мотора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Арляпов А.Ю.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.н.д.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	У Хайян		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа: в работе содержит 49 рисунов, 31 таблица, 3 чертяжа детали, 4 сборочного чертяжа и 2 карта технологического процесса.

Клюевые слова: технологический процесс, режим резания, корпус импульса, корпус мотора, корпус модулятора, приспособление, кондуктор, припуск.

Целью данной работы является разработка технологии модернизации корпуса мотора, применяемого в геолакационном оборудовании при бурении нефтяных скважин.

В качестве задания было предоставлено:

- фрагмент сборочного чертежа старой конструкции узла;
- модернизированный сборочный чертеж узла, в который входит наш корпус мотора;
- чертеж корпуса мотора.

Для решения поставленной цели будут решены следующие задачи:

- Разработка технологии модернизации корпуса мотора, основной частью которой будет являться механическая обработка некоторых поверхностей корпуса мотора.

- Разработка технологической оснастки для выполнения рассверливания отверстий в корпусе мотора.
- Размерный анализ технологического процесса, из которого будут определены технологические размеры и припуски на обработку с их предельными значениями.
- Расчет режимов резания, выбор оборудования и режущих инструментов.
- Нормирование технологического процесса.
- Оценка финансовых затрат на разработку технологии модернизации.
- Определения условий безопасного производства.

Данная работа выполняется в рамках реальной задачи, поставленной компанией «Шлюмберже» перед сотрудниками ТПУ.

Содержание

1 Конструкторско-технологическая часть	9
1.1 Анализ конструкций корпуса импульс до и после модернизации	9
1.2. Технология модернизации корпуса мотора	13
1.2.1 Анализ технологичности конструкции детали	13
1.2.2 Выбор исходной заготовки	15
1.2.3 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса мотора	16
1.2.4 Построение размерной схемы и граф технологичесуих цепей	17
1.2.5 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	20
1.2.6 Выбор оборудования и технологических процесса	24
1.2.7 Расчет и назначение режимов обработки на операциях	27
1.2.8 Расчет основного времени	44
1.3 Разработка конструкции технологической оснастки для рассверливания отверстий в корпусе мотора	54
1.3.1 Оснастка для рассверливания отверстий с левого торца	54
1.3.2 Приспособления для рассверлирования отверстий со средного торца	58
1.3.3 Последовательность работы присособления для рассверливания	63
1.4 Определение необходимой силы зажима	67
1.5 Разработка технологии изготовления кондуктора	71
1.5.1 Исходные данные	71
1.5.2 Анализ технологичности конструкции детали	72
1.5.3 Выбор исходной заготовки	72
1.5.4 Разработка маршрута технологии изготовления кондуктора	73
1.5.5 Построение размерной схемы и граф технологических цепей	76
1.5.6 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	79
1.5.7 Выбор оборудования и технологической процесса	91
1.5.8 Расчет и назначение режимов обработки на операциях	92
1.5.9 Расчет основного времени	121
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	131
2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	132

2.1.1 Анализ конкурентных технических решений	132
2.1.2 SWOT-анализ	134
2.2 Планирование научно-исследовательских работ	136
2.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	136
2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика п роведение	138
2.2.3 Бюджет научно-технического исследования	141
2.2.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	141
2.2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	142
2.2.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	142
2.2.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды	144
2.2.3.5 Накладные расходы	145
2.3 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономичес кой эффективности исследования	146
3 Социональная отвестнность	150
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	152
3.2 Производственная безопасность	152
3.3 Экологическая безопасность	161
3.4 Безопасность в черезвычайных ситуациях	164
Заключение	165
Список литературы	166
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г	

1.Конструкторско-технологическая часть

1.1 Анализ конструкций корпуса импульс до и после модернизации

Корпус импульса, состоит из 3 корпусов: корпуса компенсатора, корпуса мотора и корпуса модулятора. Его схема показана на рисунке 1.1.1. втдно, что корпусы соединяются 3 сквознами шпильками. При данной конструкции жесткость сборки деталей недостаточна, а также плохая угловая ориентация корпусов относительно друг друга. Заказчиком предоставлена изменённая конструкция этого узла, лишенная указанных недостатков.

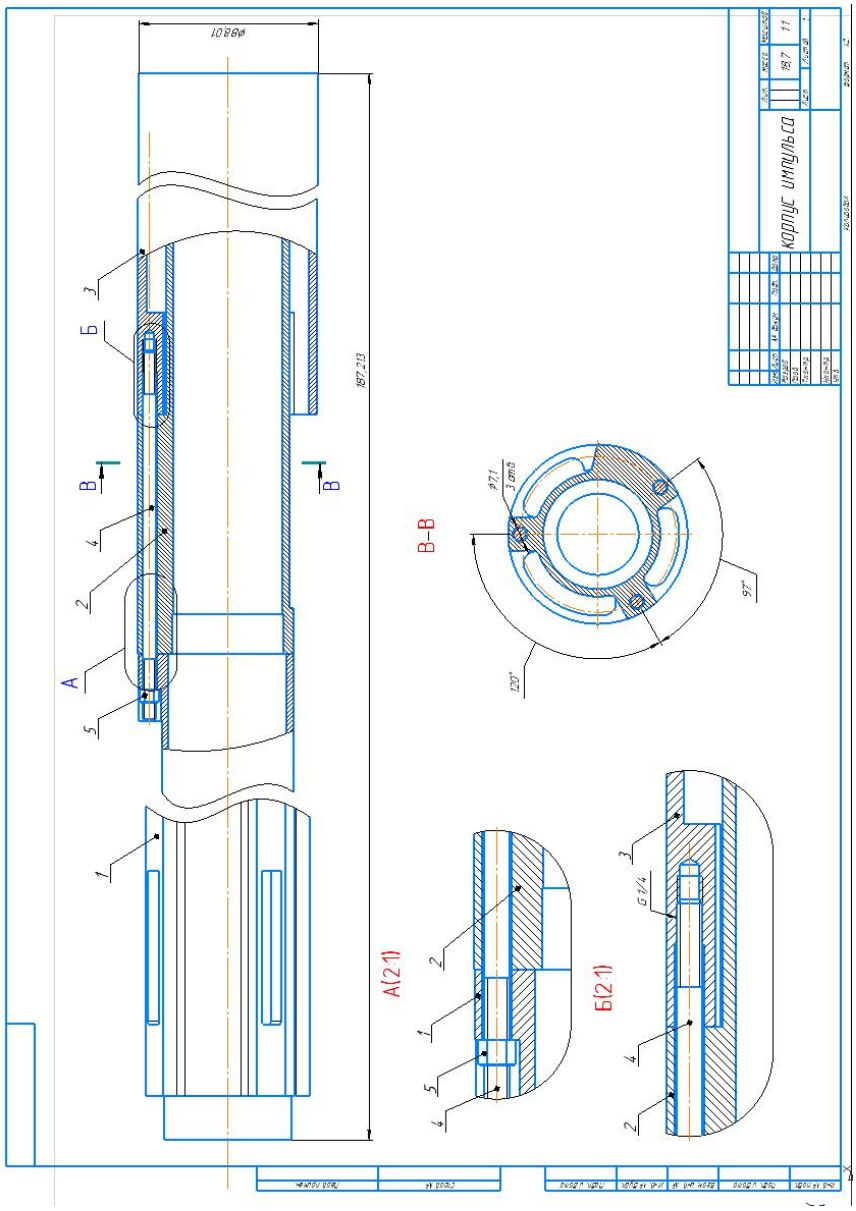


Рисунок 1.1.1. Схема старного корпуса импульса

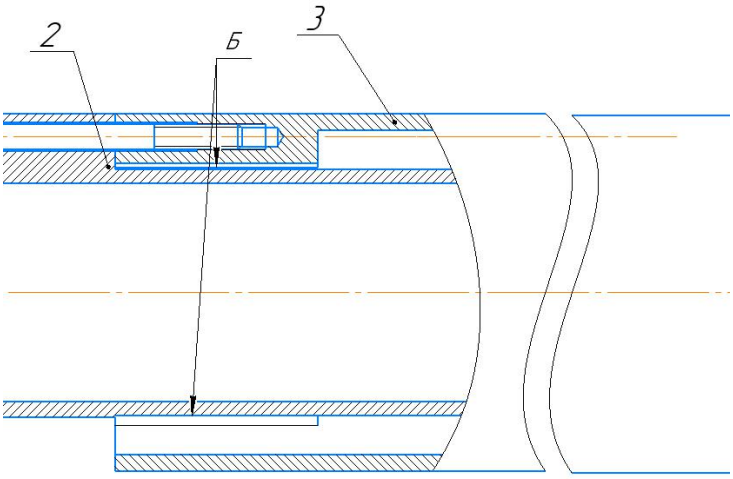


Рисунок 1.1.2. соединение корпуса мотора с корпусом модулятора

(где 2-корпус мотора; 3-корпуса модулятора; Б- посадка с зазором)

Рисунок 1.1.3. соединение корпуса мотора с корпусом модулятора

(где левая деталь-корпус модулятора; правая-корпуса мотора)

На рисунке 1.1.2 видно, что существует гарантированный зазор между поверхностями корпуса мотора 2 и корпуса модулятора 3, кроме этого еще в конструкции корпуса импульса есть 2 базирующего элемента – 3 шпильки и шип корпуса модулятора (на рисунке 3 левая деталь - корпус модулятора), шип заходит в паз шипа, которой находится на **среднем** торце корпуса мотора (показано рисунке 1.1.3 правой - корпуса мотора). Они определяются главное положение детали относительно друг к другу.

При таком соединении существуют недостатки, что шип, 3 шпильки и центральная цилиндрическая шейка имеют зазоры и плохо ориентируют угловое положение корпусов.

Новая конструкция корпуса импульса приведена на рис. 1.1.4.

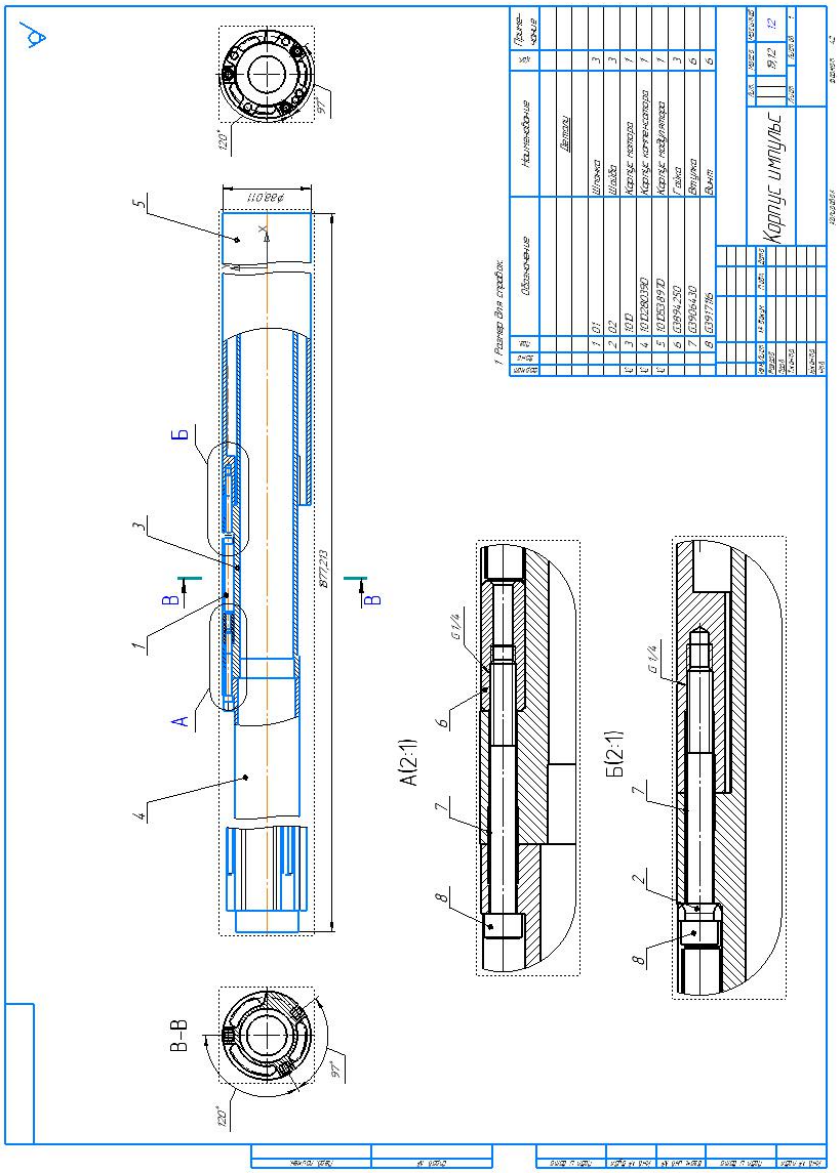


Рисунок 1.1.4. Схема корпуса импульса после изменения

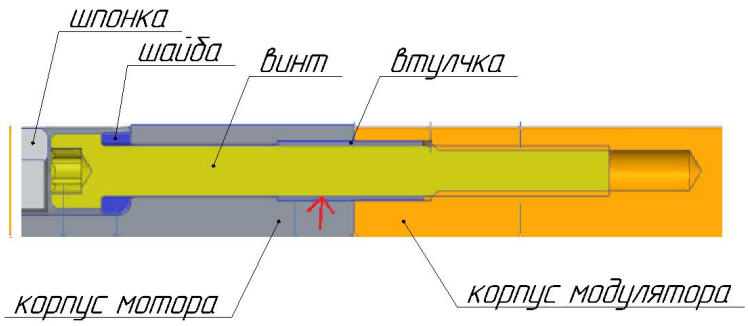


Рисунок 1.1.5. Схема соединения корпуса мотора с корпуса модулятора

В новой конструкции имеются следующие изменения:

1. Длинная шпилька заменена на два коротких винта, таким образом вместо трех шпилек сборку будут выполнять с помощью шести специальных винтов.
2. В местах соединения корпусов на торцах в отверстиях под шпильки выполнены рассверливания отверстий под установку втулок – штифтов.
3. Для сборки корпусов мотора и модулятора в корпусе мотора выполнены три паза, через которые в последствии вводится винт для их сборки.

   Необходимо отметить, что наибольшей доработке подвергается корпус мотора, что и является задачей нашей работы.

1.2. Технология модернизации корпуса мотора

На рис 1.2 приведен чертеж модернизированного корпуса мотора.

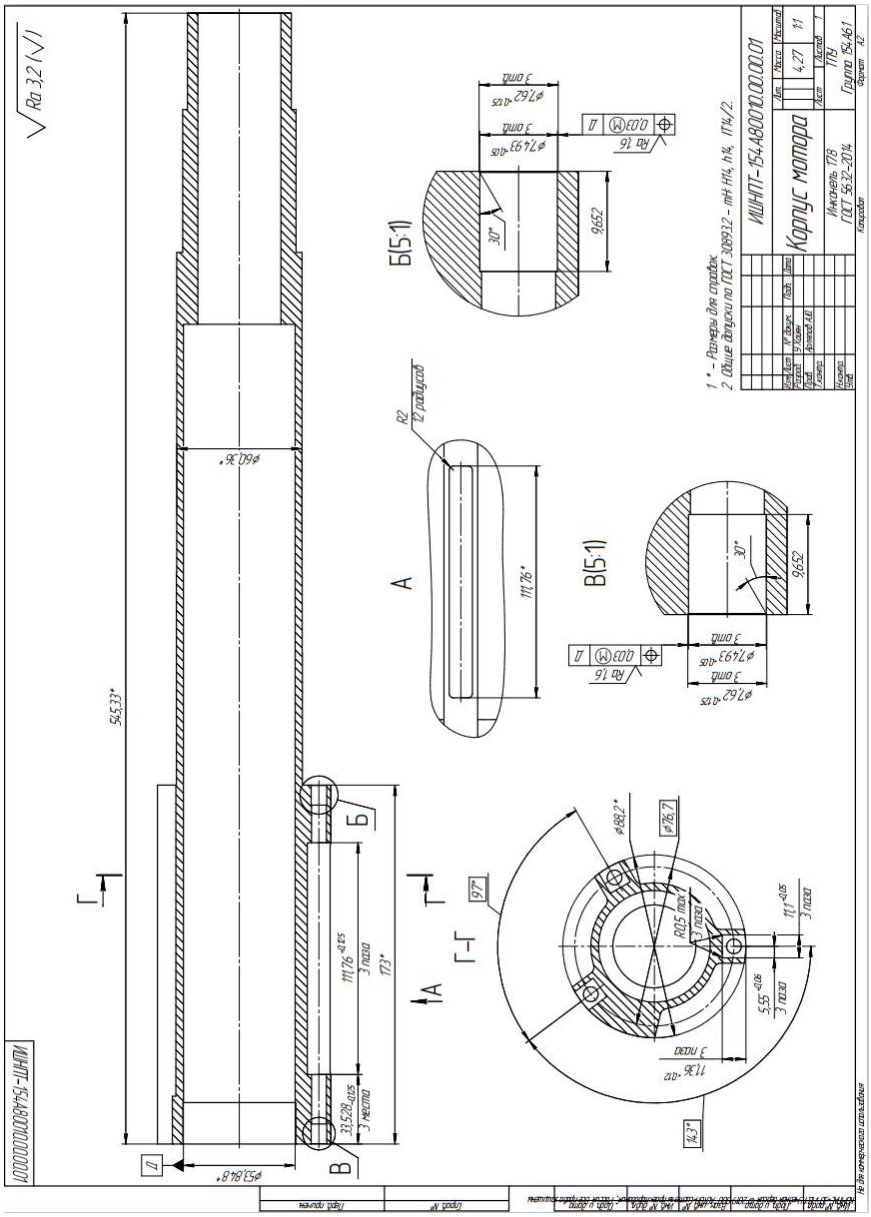


Рисунок 1.2. Чертеж корпуса мотора

1.2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «корпус мотра» изготовлена из инконеля 718, ГОСТ 5632-2014. [2]

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь из инконели 718 является достаточно жесткой.

Существуют специальные требования к форме делалей и взаимному расположению геометрических элементов. Особые требования к точности и шерохвотости размеров появляется на эти поверхности 6 отверстия $\phi 7{,}62^{+0{,}125}$ с позиционным допуском менее 0,03 ,Ra1.6.

Назначение сплава инконель 718, Inonel Alloy 718 - жаропрочный высококачественный сплав, был разработан и создан конкретно для эксплуатации при температурных режимах, достигающих 980 °C (автор и разработчик Айзелштайн).

Ni	50,0-55,0
Cr	17,0-21,0
Cu	<0,30
Nb	4,75-5,50
Mo	2,80-3,30
Ti	0,65-1,15
Al	0,20-0,80
Co	<1,0
Mn	<0,35
C	<0,08
Si	<0,35
P	<0,015
B	0,006
S	<0,015
Fe	Остальное

Рисунок 1.2.1. Химический состав Инконель 718 в %

Химический состав Inconel 718 - никель-хром-железо, с добавками алюминия, титана, молибдена и ниобия.

При анализе технологичности выявляются три проблемы:

1. Плохая обрабатываемость инконеля 718;
2. Сложность операции рассверливания отверстий, которые находятся на среднем торце;
3. Низкая производительность при фрезеровании пазов, из –за большой глубины и маленьких радиосов углах паза.

1.2.2. Выбор исходной заготовки

Здесь нет исходной заготовки, потому что мы занимаемся модернизацией. В качестве исходной заготовки есть деталь старой конструкции. Ее схема показана на риунке 1.2.2

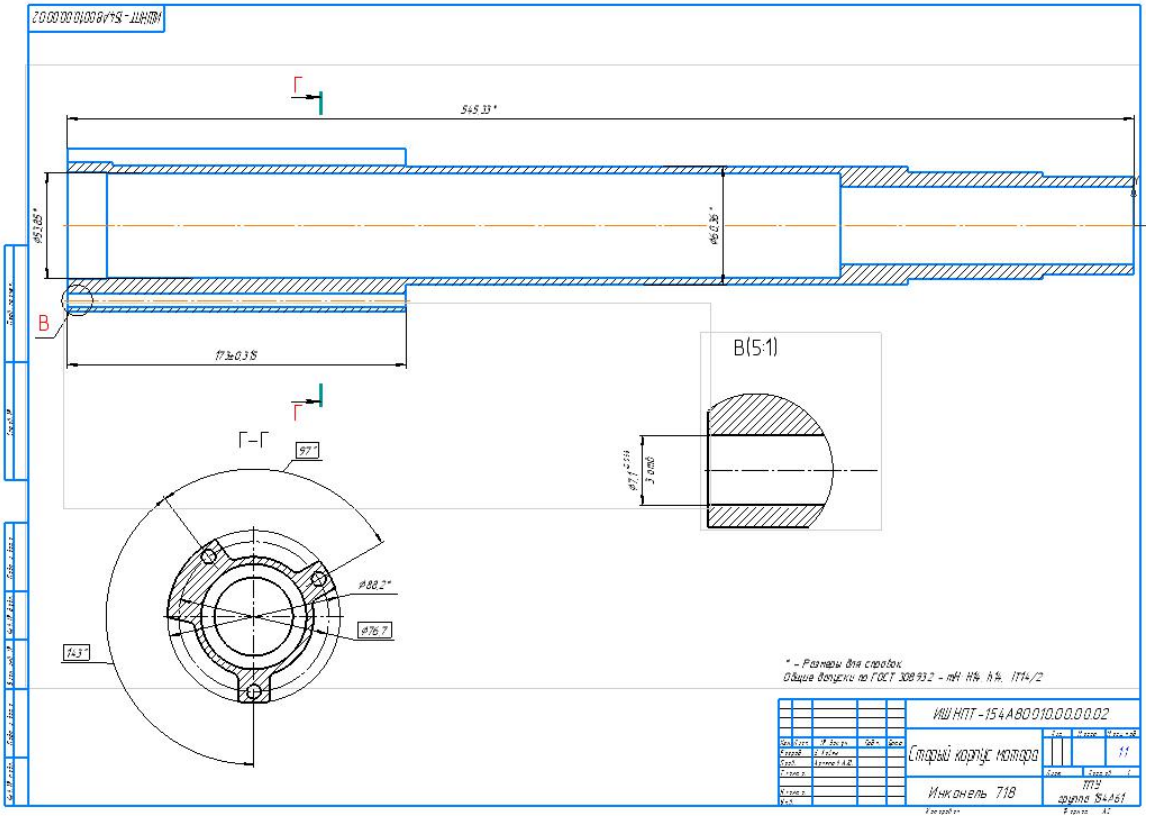
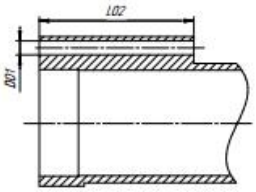
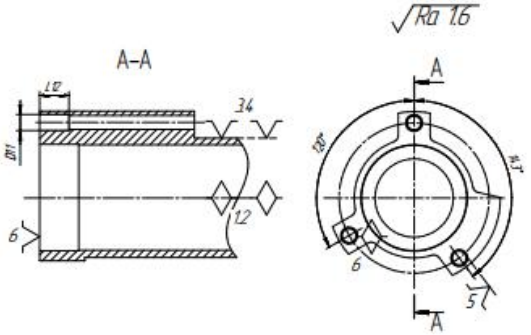
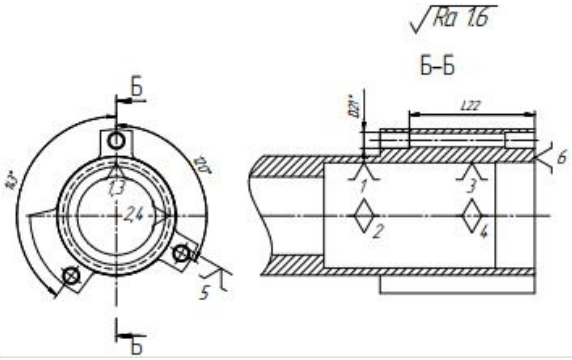
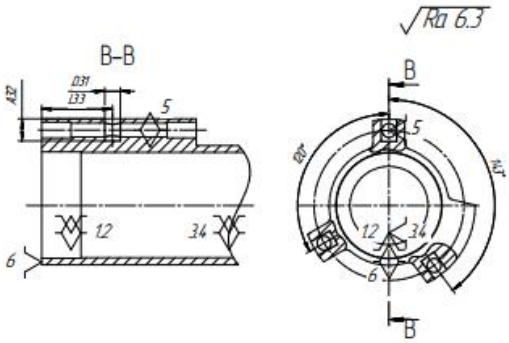
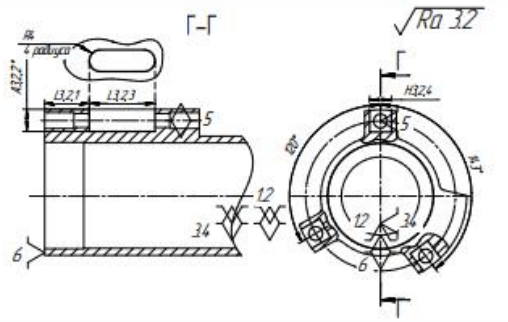
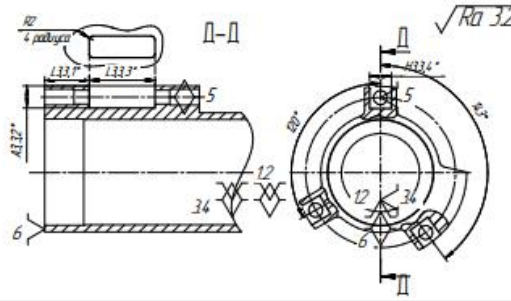


Рисунок 1.2.2. Чертеж старого корпуса мотора

1.2.3. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса мотора

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Оп.	Перехода		
Заготовительная			
05		Измерить размеры отверстий детали, D_{01} и L_{02}.	
Сверлильная			
10	А 1	Рассверленная (на токарном станке) Установить и зкрепить деталь. Рассверливать 3 отверстия D_{11}, и выдерживая размеры L_{12}.	
Сверлильная			
15	А 1	Рассверленная (на токарном станке) Установить и зкрепить деталь. Рассверливать 3 отверстия D_{21}*, и выдерживая размеры L_{22}.	

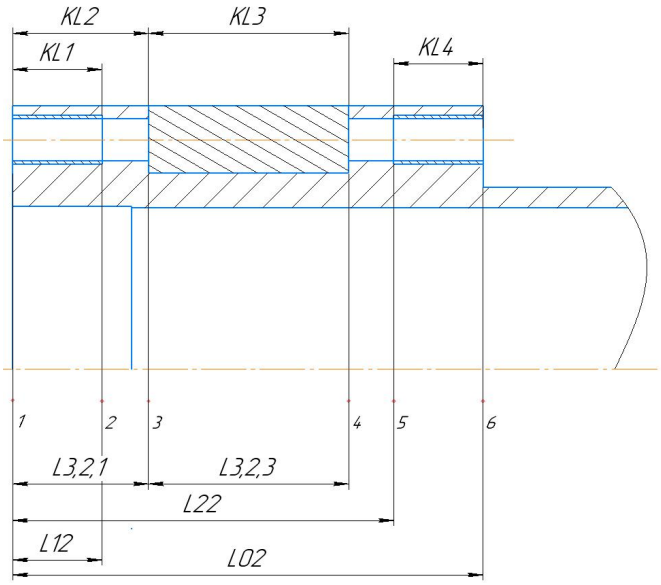
		Фрезерная	
20	А 1	Сверленная (на фрезерном станке) Установить и закрепить деталь. Сверлить 3 отверстия D_{31}, и выдерживая размеры A_{32}, L_{33}, H_{34}.	
	2	Фрезеровать 3 паза, и выдерживая размеры $L_{3,2,1}$, $A_{3,2,2}$*, $L_{3,2,3}$, $H_{3,2,4}$, R4	
	3	Фрезеровать углы 3 паза, и выдерживая размеры $L_{3,3,1}$*, $A_{3,3,2}$*, $L_{3,3,3}$*, $H_{3,3,4}$*, R2	

Внимание: размер A_{32} выдерживаем методом (коснулся наружной поверхности) пробных ходов, и операцию 20 (переход 2 и 3) фрезеруем каждый паз по лгубине за 3 прохода, переставить и 3 раза выполнить в этой работе.

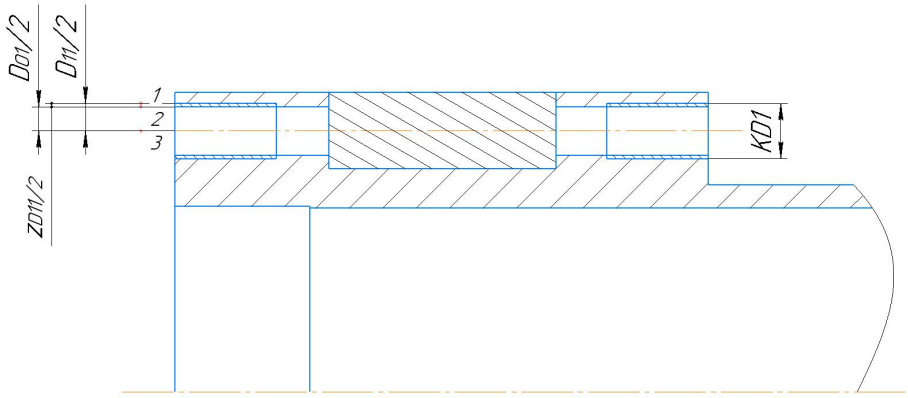
1.2.4 Построение размерной схемы и граф технологичесуих цепей

Размерные схемы изготовления корпуса мотора - это совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях считаются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры. Кроме замыкающих звеньев в

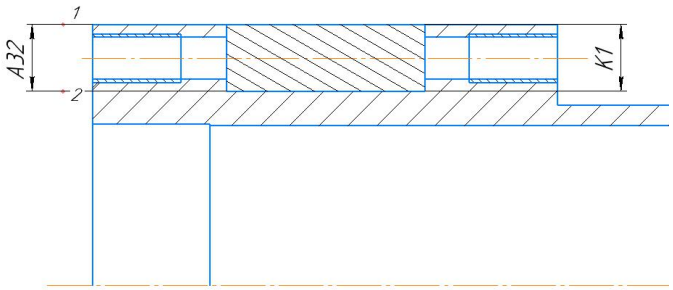
технологической цепи существуют составляющие звенья, которые - это технологический размер, получаемый на операциях обработки детали корпуса мотора. На основании маршрута изготовления корпуса мотора переходного, составляется расчетная схема (показана на рис. 1.2.4.1).



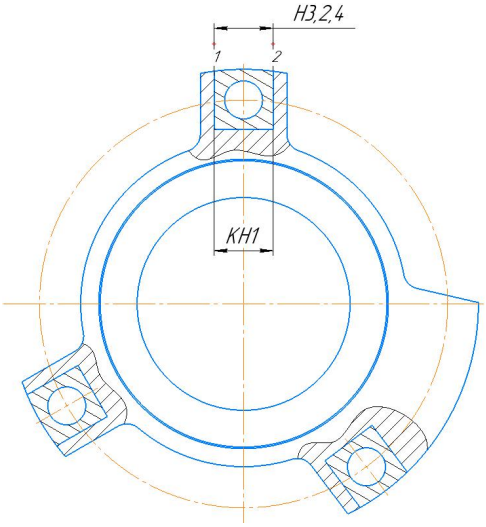
а)



б)



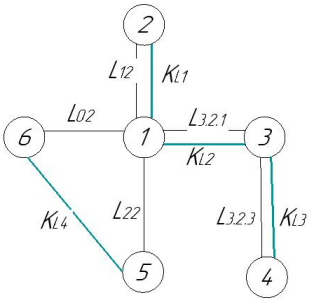
в)



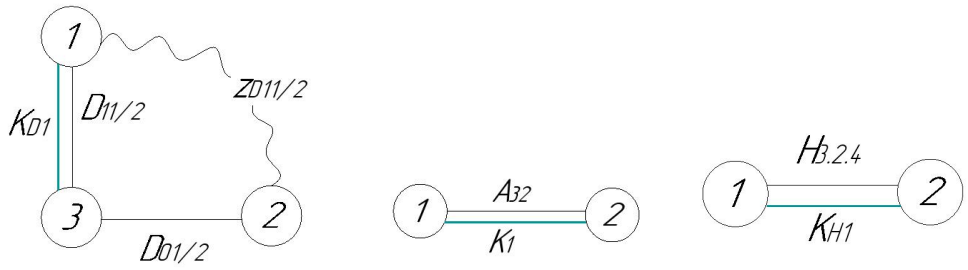
г)

Рисунок 1.2.4.1. Конструкторские и технологические размеры

Подробно описан способ построения дерева чертежей 1.2.4.2, на котором показано дерево чертежа схемы проектирования изготовления переходного фланца.



а)



б) в) г)

Рисунок 1.2.4.2. Граф технологических цепей.

1.2.5. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа корпуса мотора (рис. 1.1) выписываем допуски на конструкторские размеры.

$TK_{D1} = (7.5)^{+0.05} = 0.05$ мм

$TK_1 = (11.36)^{+0.12} = 0.12$ мм

$TK_{L1} = (9.5) \pm 0.5 = 1$ мм

$TK_{L2} = (33.53)_{-0.125} = 0.125$ мм

$TK_{L3} = (111.76)^{+0.125} = 0.125$ мм

$TK_{L4} = (9.5) \pm 0.5 = 1$ мм

$TK_{H1} = (11.1)^{+0.05} = 0.05$ мм

Допуски на технологических размеров

Определение допусков на технологические размеры по форпуле:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{ui} + \varepsilon_{\sigma i} \qquad (1.2.5.1)$$

Где ω_{ci} - статистическая погрешность

ρ_{ui} - пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon_{\sigma i}$ - погрешность установки [5]

№	размер	ω_{ci}, мм	ρ_u, мм	ε_σ, мм	Допуск, мм
1	D_{01}	-	-	-	0.36
2	D_{11}	0.036	-	0.014	0.05
3	A_{32}	0.11	-	-	0.11
4	L_{02}	0.9	-	-	0.9
5	L_{12}	0.5	-	0.4	0.9
6	$L_{2.2}$	0.1	-		0.1
7	$L_{3.2.1}$	0.06	-	0.04	0.1
8	$L_{3.2.3}$	0.087	-	-	0.087
9	$H_{3.2.4}$	0.048	-	-	0.048

Таблица 1.2.5.1. подуск на технологические размеры

Определение минимального припуска

При рассверливании отверстий пространственное отклонение обработываемого отверстия ρ_{i-1} и погрешность установки заготовки ε_{yi} не следует включать а состав минимального припуска:

Для последовательной обработки отдельно расположенных поверхностей

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

Расчет припусков на диаметральные размеры

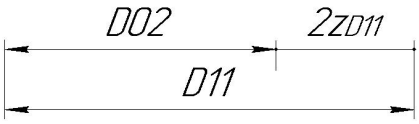


Рисунок 1.2.5.1. Размерная цепь

$$2z_{D11} = D_{01} - D_{11} = 7.5^{+0.036} - 7.1^{+0.022} = 0.4^{+0.036}_{-0.022} \text{ мм}$$

Расчет припусков на обработку изделия

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры деталей корпуса мотора по всем переходам имеет существенное технико-экономическое значение при разработке т.п. Преувеличенные припуски вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных технологических переходов, повешает трудоемкость процессов обработки, расход энергии и режущего инструмента, увеличаеют себестоимость обработки детали.

Экономически принятого способа обработки, конфигурация изделия и его веса, эти факторы влияет на выборы припусков на обработку издели корпуса мотора. В проектировании величины припусков должны быть достаточной, чтобы удалить достаточное слой металла с детали, а так же

для компенсации погрешности установки и базирования издели - корпуса мотора.[4]

Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров

Следующие размеры совпадают с технологическами размерами и их праверку не надо делать, а размеры проведены в таблице 1.2.5.2.

Таблица 1.2.5.2

Номер	Допуск конструкторских размеров	Допуск технологических размеров	Полученные технологические размеры
1	$TK_1 = (11.36)^{+0.12} = 0.12$	$TA_{32} = \omega_c = 0.11$	$A_{32} = 11.42 \pm 0.055$
2	$TK_{L1} = (9.5) \pm 0.5 = 1$	$TL_{12} = \omega_c = 0.9$	$L_{12} = 9.5 \pm 0.5$
3	$TK_{L2} = (33.53)_{-0.125} = 0.125$	$TL_{3.2.1} = \omega_c = 0.125$	$L_{3.2.1} = 33.47 \pm 0.05$
4	$TK_{L3} = (111.76)^{+0.125} = 0.125$	$TL_{3.2.3} = \omega_c = 0.125$	$L_{3.2.3} = 111.83 \pm 0.0435$
5	$TK_{H1} = (11.1)^{+0.05} = 0.05$	$TH_{3.2.4} = \omega_c = 0.048$	$H_{3.2.4} = 11.13 \pm 0.024$

Рассмотрим размерную цепь для размераК$_{L4}$ (рис. 1.2.5.2).

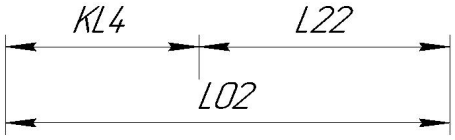


Рисунок 1.2.5.2. Размерная цепь

$TK_{L4} = (9.5) \pm 0.5 = 1$мм

$$TL_{02} + TL_{22} = 0.9 + 0.1 = 1\,\text{мм}$$

$$TL_{02} + TL_{22} = TK_{L4}$$

Размер $К_{L4}$ выдерживается.

Расчт осевых технологических размеров

Рассмотрим размерную цепь для размера L_{22}.

$$К_{L4}\text{ср} = 9.5\text{мм}$$

$$K_{L4cp} = L_{01cp} - L_{22cp}$$

$$L_{22cp} = L_{01cp} - K_{L4cp} = 173 - 9.5 = 163.5\,\text{мм}$$

$$TL_{22} = 0.1\,\text{мм}$$

$$L_{22} = 163.5 \pm 0.05\,\text{мм}$$

Полученные технологические размеры:

$L_{22} = 163.5 \pm 0.05$ мм

$D_{01} = 7.1^{+0.058}$ мм

$D_{11} = 7.5^{+0.036}$ мм

1.2.6 Выбор оборудования и технологических процесса

Операция 05 и 10 сверлильная

Токарный станок 1К62

Риусунок 1.2.6.1. Токарный станок 1К62

Основые данные технические характеристики проведены на табл. 1.2.6.1 :[5]

Наибольшая масса заготовки, обрабатываемой в паторне, кг	200
Наибольшее сечение державки резца, мм	25х25
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	52
Число ступеней частот прямого вращения шпинделя	24
Частота вращения шпинделя в прямом направление, об/мин	12,5...1600
Наибольшее перемешение продольной каретки суппорта по валику и по винту, мм	645
Пределы рабочих подач продольных, мм/об	0,05...2,8
Пределы рабочих подач поперечных, мм/об	0,025...1,4

Наибольшее перемещение резцовых салазок, мм	150
Электродвигатель главного привода, кВт	11
Масса станка, кг	3005

Операция 15 фрезерная

Фрезерный станок с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20

Рисунок 1.2.6.2. Фрезерный станок с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20

Основые данные технические характеристики проведены на табл. 1.2.6.2 :[6]

Размер стола, мм	2000x700
Контроллер ЧПУ	Fagor 8055 MC
Скорость шпинделя, об/мин	0...3000
Мощность шпинделя, кВт	17/20.5
Вес машины, кг	11000
Нагрузка на стол, кг	<4000

1.2.7 Расчет и назначение режимов обработки на операциях

При назначении элемента режима резания учитывает то, что характеры обработки, размеры и тип режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние обработываемой заготовки, состояние и тип оборудования. Элементы режимов резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:[1]

1. t - при обработке глубина резнания;
2. s - подача на об, мм/об;
3. v - скорость резания, м/мин.

потом рассчитываются:

1. Частота вращения;
2. Фактическая скорость резания;
3. Силы резания и крутящий момент;
4. Мощность резания при обработке;
5. Мощность главного привода движения;

6. Проверка по мощности.

Внимание: При обработке инконеля в силы 2 раза больше, чем при обработки стали. Для расчета режима резания при рассверливании инконеля 718, будет считать режим резания при рассверливании стали, затем крутящий момент и осевая сила нужно умножить 2, и получаем режим резания при рассверливании инконели 718. При фрезеровании инконели тоже самая. И твердость инконеля 718: $\sigma_B = 1100$.

Сверлильная операция 10: рассверливание

(Переход D_{11}, L_{12} рассверлить 3 отверстия)

Рассверливание отверстия левого торца корпуса мотора. Информации работы проведены на табл. 1.2.7.1.

Таблица 1.2.7.1 информации для рассверливания с левого торца

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n
Быстрорежущая сталь	P6M5K5	2
Подача s, мм/об	Скорость резания v, м/мин	Глубина резания t, мм
0.05	12	$t = \frac{D-d}{2} = \frac{7.5-7.1}{2} = 0.2$

Считаем силу резания и крутящий момент при рассверливании стали по следующам формулам:

$$P_0 = 10C_P D^q t^x s^y K_P \qquad (1.2.7.1)$$

$$M_{KP} = 10C_M D^q t^x s^y K_P \qquad (1.2.7.2)$$

Где значения коэффициентов C_M и C_p и показателей степени приведены в табл. 42 [1. ст385], принимаем

C_M	q	x	y
0.09	1	0.9	0.8
C_P	x	y	q
67	1.2	0.65	1

Коэфициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случаее зависит только от материала обработываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{MP} \qquad (1.2.7.3)$$

Значения коэффициента K_{MP} приведены для стали в табл. 9 [1. ст362].

$$K_P = K_{MP} = (\frac{\sigma_B}{750})^n = (\frac{1100}{750})^{0.75} = 1.333$$

Получаем силу резания и крутящий момент при рассверливании стали по формулам 1.2.7.1 и 1.2.7.2:

$$P_0 = 10C_p D^q t^x s^y K_P = 10 \cdot 67 \cdot 7.5^1 \cdot 0.2^{1.2} \cdot 0.05^{0.65} \cdot 1.333 = 138.527H$$

$$M_{KP} = 10C_M D^q t^x s^y K_P = 10 \cdot 0.09 \cdot 7.5^1 \cdot 0.2^{0.9} \cdot 0.05^{0.8} \cdot 1.333 = 0.192H \cdot м$$

Поэтому при рассверливании инконеля 718 принимаем силу осевую и крутящий момент:

$$P_0 = 2 \cdot 138.527 = 277.054 H$$

$$M_{KP} = 2 \cdot 0.192 = 0.384 H \cdot м$$

Считаем частота вращения шпинделя при рассверливании инконеля 718:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \qquad (1.2.7.4)$$

Получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{\pi \cdot 7.5} = 509.3 \text{ об/мин}$$

Считаем минутную подачу s_m при рассверливании:

$$s_m = s \cdot n = 0.05 \cdot 509.3 = 25.465 \text{ мм/мин} \qquad (1.2.7.5)$$

Мощность резания при рассверливании иконеля 718:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0.384 \cdot 509.3}{9750} = 0.02 \text{ кВт} \qquad (1.2.7.6)$$

Мощность провода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.02}{0.75} = 0.267 \text{ кВт} \qquad (1.2.7.7)$$

Мощность электродвигателей токарный станок 1К62, кВт:

$$N_{CT} = 11 > N_{пр} = 0.267$$

Операция можно выпоять на токарном станке 1К62.

Крутящий момент $M_{кр}$, $H \cdot м$	Сила резания P_0, Н	Частота врашения n, об/мин	минутная подача s_m, мм/мин	Мощность резания N_e, кВт	Мощность провода главного движения $N_{пр}$, кВт
0.384	277.054	509.3	5.465	0.02	0.267

Сверлильная операция 15: рассверливание

(Переход D_{21}*, L_{22} рассверлить 3 отверстия)

Рассверливание отверстия со средного торца корпуса мотора.

Операция 05 и операция 10 одинаковые, тоже выпонять на токарном станке 1К62. подача, скорость резания, глубина резания и инструмент не меняты. Разница в том, что отверстия обрабатываюся с разных торцов с помощью специального приспособления.

Фрезерная операция 20: сверление

1. Сверление отверстия (Переход D_{31}, A_{32})

Режущый инструмнт и кго марка проведены в таблиуе 1.2.7.2.

Таблица 1.2.7.2. информации для сверления

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n
Быстрорежущая сталь	Р6М5К5	2
Подача s, мм/об	Скорость резания v, м/мин	Глубина резания t, мм
0.05	12	$t = \frac{D}{2} = \frac{9}{2} = 4.5$

Считаем силу резания и крутящий момент при сверлении стали по слудующам формулам:

$$P_0 = 10C_P D^q s^y K_p \qquad (1.2.7.8)$$

$$M_{KP} = 10C_M D^q s^y K_p \qquad (1.2.7.9)$$

Где значения коэффициентов C_M и C_p и показателей степени приведены в табл. 42 [1. ст385]

Принимаем:

C_M	q	y
0.0345	2	0.8
C_P	q	y
68	1	0.7

Значения коэффициента K_{MP} приведены для стали в табл. 9 [1. ст362].

$$K_P = K_{MP} = (\frac{\sigma_B}{750})^n = (\frac{1100}{750})^{0.75} = 1.333$$

Получаем силу ркзания и крутящий момент при сверлении стали по формудам 1.2.7.8 и 1.2.7.9:

$$P_0 = 10C_p D^q s^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 9^1 \cdot 0.05^{0.7} \cdot 1.333 = 1002H$$

$$M_{KP} = 10C_M D^q s^y K_P = 10 \cdot 0.0345 \cdot 9^2 \cdot 0.05^{0.8} \cdot 1.333 = 3.39H \cdot м$$

Поэтому принимаем силу резания и крутящий момент при сверлении инконеля 718:

$$P_0 = 2 \cdot 1002 = 2004H$$

$$M_{KP} = 2 \cdot 3.39 = 6.78H \cdot м$$

Считаем частота вращения шпинделя при рассверливании инконели 718 по формуле 1.2.7.4:

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{\pi \cdot 9} = 424.413 \text{ об/мин}$$

Считаем минутную подачу s_m при рассверливании инконели 718 по формуле 1.2.7.5:

$$s_m = s \cdot n = 0.05 \cdot 424.413 = 21.22065 \text{мм/мин}$$

Мощность резания считаем по формуле 1.2.7.6:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{6.78 \cdot 424.413}{9750} = 0.295\,\text{кВт}$$

Мощность провода главного движения считаем по формуле 1.2.7.7:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.295}{0.75} = 0.393\,\text{кВт}$$

Мощность электродвигателей фрезерного станка с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20:

$N_{СТ} = 17 кВт > N_{пр} = 0.393 кВт$

2.Фрезерования паза (Переход $L_{3.2.1}$)

Таблица 1.2.7.3 информации для фрезерования паза

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n
Твердый сплав	ВК8	3
Подача s_z, мм/зуб	Скорость резания v, м/мин	Диамер фрезы, мм
0.05	30	8

При фрезеровании фрезероваем паз по глубине за 3 хода разбивай, считаем виличну ширины каждого хода В, мм:

$$B = \frac{l}{3} = \frac{11.36}{3} = 3.8$$

Определения глубину фрезерования t, мм. Анализ путь двежения фрезы при кахдом ходе, мы разделим на 3 основных частей:

1-ый шаг: фреза пошла на лева, затем повернула на права.

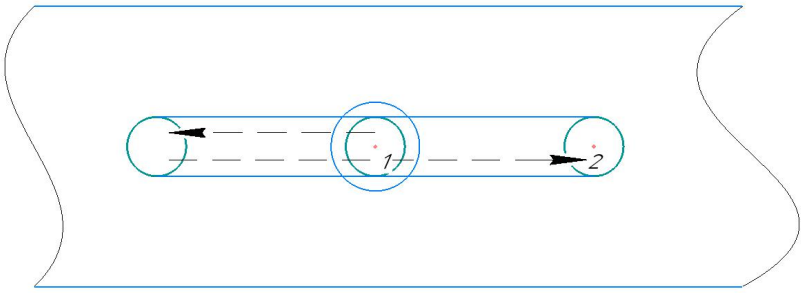


Рисунок 1.2.7.1 путь девежения оси фрезы при t=D

(1-начальная точка оси фрезы, 2-концевая точка оси фрезы)

Глубина резания t, мм	Ширина фрезерования B, мм	Длина рабочнего хода, мм
$t = D = 8$	3.8	155.56

2-ый шаг: фреза пойдет по стенам, при таком условии глубина резания равна 0.05D.

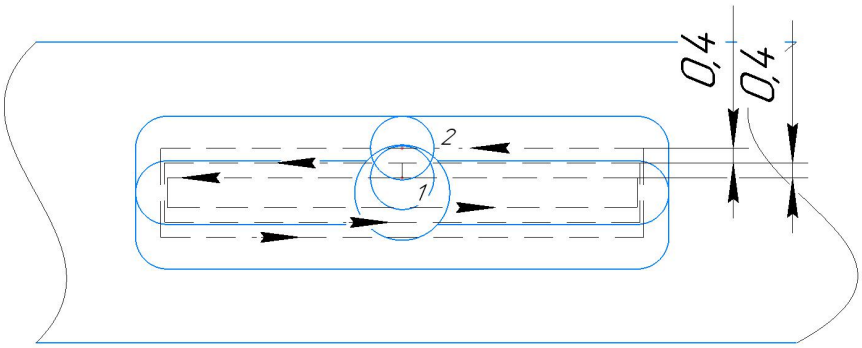


Рисунок 1.2.7.2 путь девежения оси фрезы при t=0.4мм

(1-начальная точка оси фрезы, 2-концевая точка оси фрезы)

Глубина резания t, мм	Ширина фрезерования B, мм	Длина рабочего хода, мм
$t = 0.05D = 0.4$	3.8	239.12+240.72+242.32=722.16

3-ий шаг:фрезеровать определяем губину резания t_1, мм.

$$t_1 = L - D - 6t = 11.125 - 8 - 6 \cdot 0.4 = 0.3625$$

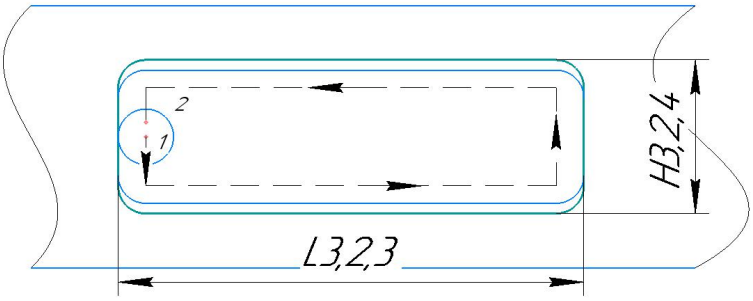


Рисунок 1.2.7.3 путь девежения оси фрезы при t=0.3625мм

(1-начальная точка оси фрезы, 2-концевая точка оси фрезы)

Глубина резания t, мм	Ширина фрезерования B, мм	Длина рабочего хода, мм
$t_1 = 0.3625$	3.8	3.1+103.76+3.1+103.76=213.72

Для выполнения паза будем делать 3 хода, в кождом ходе есть 1-ый щаг, 2-ый швг и 3-ий шаг.

Считаем частоту вращения шпинделя при v=30м/мин по формуле 1.2.7.4:

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 8} = 1193.662 \text{ об/мин}$$

Считаем главную составляющую силу резания при фрезеровании стали по формуле [1. ст406]:

$$P_z = \frac{10C_P t^x s_z^y B^q z}{D^u n^w} K_{MP} \qquad (1.2.7.11)$$

Где значения коэффициента C_P и показателей степени приведены в табл. 83[1,ст412], принимаем:

C_P	x	y	u	q	w
12.5	0.85	0.75	1	0.73	-0.13

Значения коэффициента K_{MP} приведены для стали в табл. 9 [1. ст362].

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1100}{750}\right)^{0.3} = 1.122$$

Получаем силу резания при фрезеровании стали по фолмуле 1.2.7.11:

Номер шаги	Глубина резания t, мм	Силы фрезерования стали, Н
1-ый	$t = D = 8$	$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 8^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 3.8^{0.73} \cdot 3}{8^1 \cdot 1193.662^{-0.13}} \cdot 1.122 = 231.73$
2-ый	$t = 0.05D = 0.4$	$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.4^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 3.8^{0.73} \cdot 3}{8^1 \cdot 1193.662^{-0.13}} \cdot 1.122 = 18.16$

3-ый	$t_1 = 0.3625$	$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.3625^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 3.8^{0.73} \cdot 3}{8^1 \cdot 1193.662^{-0.13}} \cdot 1.122$ $= 16.7$

Крутящий момент при фрезеровании стали по формуле:

$$M_{KP} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 1000} \qquad (1.2.7.12)$$

Получаем крутящий момент стали по формуле 1.2.7.12:

Номер шаги	Глубина резания t, мм	Силы фрезерования стали, Н	Крктящий момент стали, Нм
1-ый	$t = D = 8$	231.73	$M_{KP} = \frac{231.73 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 0.927$
2-ый	$t = 0.05D = 0.4$	18.16	$M_{KP} = \frac{18.16 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 0.073$
3-ый	$t_1 = 0.3625$	16.7	$M_{KP} = \frac{16.7 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 0.067$

Поэтому сила резания и крутящий момент при фрезеровании инконеля 718 получины:

Номер шаги	Глубина резания t, мм	Силы фрезерования стали, Н	Крктящий момент стали, Нм
1-ый	$t = D = 8$	$P_z = 231.73 \cdot 2 = 463.46$	$M_{KP} = 0.927 \cdot 2 = 1.854$

2-ый	$t = 0.05D = 0.4$	$P_z = 18.16 \cdot 2 = 36.32$	$M_{KP} = 0.073 \cdot 2 = 0.146$
3-ый	$t_1 = 0.3625$	$P_z = 16.7 \cdot 2 = 33.4$	$M_{KP} = 0.067 \cdot 2 = 0.134$

Считаем минутную подачу s_m при рассверливании инконеля 718 по формуле 1.2.7.5:

$$s_m = s_z \cdot n \cdot z = 0.05 \cdot 1193.662 \cdot 3 = 179.05 \text{ мм/мин}$$

Мощность резания при фрезеровании определяем по формуле:

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} \qquad (1.2.7.13)$$

Здесь мы только считаем мощность резания в 1-ом шаге по формуле 1.2.7.13, и эта мощность самая большая из 3 шага для фрезерования:

$$N_e = \frac{463.46 \cdot 30}{1020 \cdot 60} = 0.227 \text{ кВт}$$

Мощность провода главного движения по формуле 1.2.7.7:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.227}{0.75} = 0.303 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей фрезерного станка с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20:

$$N_{CT} = 17 кВт > N_{пр} = 0.303 кВт$$

3.Фрезерования углы паза

Таблица 1.2.7.3 информации для фрезерования угла паза

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n
Твердый сплав	ВК8	4
Подача s_z, мм/зуб	Скорость резания v, м/мин	Диамер фрезы, мм
0.05	30	4

[1, 9]

При фрезеровании каждый угол паза делаем тоже самая как в прошлой операции, считаем виличну ширины каждого хода B, мм:

$$B = \frac{l}{3} = \frac{11.36}{3} = 3.8$$

При нормальной операции глубина фрезерования определяем по формуле :

$$t = 0.05D = 0.2\text{мм. [1]}$$

Из-за кругой формы уголы, мы будем фрезеровать на глубину 0.2 мм по стенами угла.

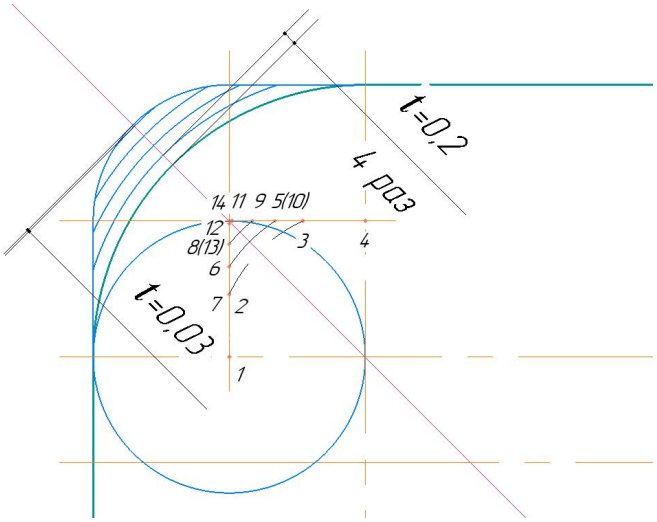


Рисунок. 1.2.7.4 путь фрезы при работе

(здесь точна 1 - начальная точка оси фрезы, точка 14 - кончивая точка оси фрезы)

После эту операция только диамер угла паза изменита: с 4 в 2 мм.

Номер щаги	Глубина резания t, мм	Длина рабочего хода, мм
1-ый	0.2	92.81(с точки 1 в13)
2-ой	0.03	0.68(с точки 13 в14)

В первом шаге дилина рабочего хода l, мм получана по следкющей формуле: (с точки 1 в точку 13, считаем по порядке)

$$l = 0.92 + 0.712 \cdot 2.2 + 1.3 + 0.92 + 2.4 \cdot 22.88333 + 0.41 + 0.74 + 2.6 \cdot 10.5666 + 0.33 + 0.63 + 2.8 \cdot 1.1666 + 0.3 = 92.81$$

Считаем частоту вращения шпинделя при v=30м/мин по формуле 1.2.7.4

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 4} = 2387.32 \text{ об/мин}$$

Считаем главную составляющую силу резания при фрезеровании стали по формуле 1.2.7.11.

Принимаем коэффициенты и степени из таблицы 83 [1. ст412]

C_P	x	y	u	q	w
12.5	0.85	0.75	1	0.73	-0.13

Значения коэффициента K_{MP} принимаем как раз:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1100}{750}\right)^{0.3} = 1.122$$

Счиатем силу резания при фрезеровании стали по формуле 1.2.7.11:

Глубина резания t, мм	Сила резания P_z, Н
$t = 0.05D = 0.2$	$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.2^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 3.8^{0.73} \cdot 4}{4^1 \cdot 2387.32^{-0.13}} \cdot 1.122 = 27.5$
$t = 0.03$	$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.03^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 3.8^{0.73} \cdot 4}{4^1 \cdot 2387.32^{-0.13}} \cdot 1.122 = 5.48$

Крутящий момент при фрезеровании угла паза стали по формуле 1.2.7.12:

Номер шаги	Глубина резания t, мм	Силы фрезерования стали, Н	Крктящий момент стали, Нм
1-ый	$t = 0.05D = 0.2$	$P_z = 27.5$	$M_{KP} = \frac{27.5 \cdot 4}{2 \cdot 1000} = 0.055$

2-ый	$t = 0.03$	$P_z = 5.48$	$M_{KP} = \frac{5.48 \cdot 4}{2 \cdot 1000} = 0.011$

Поэтому сила резания и крутящий момент при фрезеровании инконеля 718 получины:

Номер шаги	Глубина резания t, мм	Силы фрезерования стали, Н	Крктящий момент стали, Нм
1-ый	$t = 0.05D = 0.2$	$P_z = 27.5 \cdot 2 = 55$	$M_{KP} = 0.055 \cdot 2 = 0.11$
2-ый	$t = 0.03$	$P_z = 5.48 \cdot 2 = 10.96$	$M_{KP} = 0.011 \cdot 2 = 0.022$

Считаем минутную подачу s_m при фрезеровании инконели 718 по формуле 1.2.7.5:

$$s_m = s_z \cdot n \cdot z = 0.05 \cdot 2387.32 \cdot 4 = 477.464 \text{ мм/мин}$$

Мощность резания при фрезеровании углы пазы. Здесь мы только считаем мощность резания в 1-ом шаге по формуле 1.2.7.13, и эта мощность самая большая из 2 шага для фрезерования угла:

$$N_e = \frac{55 \cdot 30}{1020 \cdot 60} = 0.027 \text{ кВт}$$

Мощность провода главного движения по формуле 1.2.7.7:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.027}{0.75} = 0.036\,\text{кВт}$$

Мощность электродвигателей фрезерного станка с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20:

$$N_{СТ} = 17кВт > N_{пр} = 0.036кВт$$

Получаем таблицу информации для расчета основного времени:

Номер операции		Длина рабочего хода l, мм	Чтсло рабочных ходов i	Минутная подача s_m, мм/мин
10		9.5	3	5.465
15		9.5	3	5.465
20	1	12.4	3	21.22
	2	$(155.56 + 722.16 + 213.72) \cdot 3 = 3274.32$	3	179.05
	3	$(92.81 + 0.68) \cdot 4 \cdot 3 = 1121.88$	3	477.464

1.2.8 Расчет основного времени

Основное время - t_o, мин, посчитываем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.} \times i}{s_m} \qquad (1.2.8.1)$$

где $L_{р.х.}$ – это длина рабочего хода, мм;

i - число рабочих ходов;

s_m – минутная подача, мм/мин.

длина обработки - $L_{р.х.}$, мм, определяем по формуле:

$$L_{р.х.} = l + l_{подв} + l_{про} \qquad (1.2.8.2)$$

Где l - длина резания, которая равна развернутой длинеобрабатываемого профиля, мм;

$l_{подв}$ - длина подвода инструмента, 2 мм принимаем;

$l_{про}$ - это перебег резца, который принимаем 2мм, (1,0...2,0).

Вспомогательное время посчитываем по следующей формуле:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм} \qquad (1.2.8.3)$$

Где $T_{у.с.}$ - время па установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$ - время на управление станком;

$T_{изм.}$ - время на промер детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время.

Оперативное время определяем по слкдкющей формуле:

$$T_{опер.} = T_{о} + T_{всп.} \qquad (1.2.8.4)$$

Время на обслуживание и отдых считать по формуле:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.} \qquad (1.2.8.5)$$

Штучное время равно сумме времени основного, вспомагательного и на обслуживание и отдых:

$$T_{шт.} = T_{о} + T_{всп.} + T_{о.о.} \qquad (1.2.8.6)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з.} / n) \qquad (1.2.8.7)$$

Где n - количество деталей. [10]

Токарная операция 10

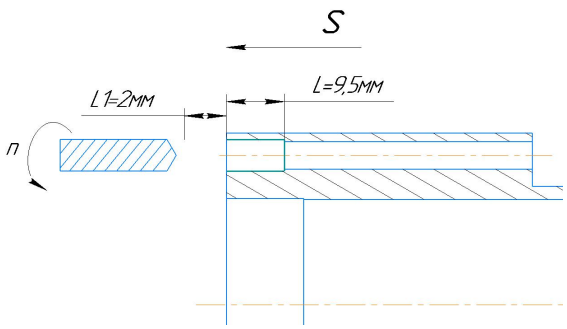


Рисунок 1.2.8.1

Оперделяем длину обработки $L_{р.х.}$, мм, по формуле 1.2.8.2:

$$L_{р.х.} = 9.5 + 2 = 11.5$$

По формуле 1.2.8.1 определим основное время t_0, мин:

$$t_0 = \frac{11.5 \times 3}{25.465} = 1.355$$

При рассверлении мы поставим:

$$\text{Т}_{\text{у.с.}} = 5 \;\; \text{Т}_{\text{з.о.}} = 1 \;\; \text{Т}_{\text{уп.}} = 1 \;\; \text{Т}_{\text{изм.}} = 1.5$$

По формуле (1.2.8.3) опрелимде вспомогательное время $T_{всп.}$,мин:

$$T_{всп.} = 5 + 1 + 1 + 1.5 = 8.5$$

По формуле (1.2.8.4) счиатаем оперативное время $T_{опер.}$,мин;

$$T_{опер.} = 1.355 + 8.5 = 9.855$$

Затем считаем время на обслуживание и отдых $T_{о.о.}$, мин по формуле (1.2.8.5):

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 9.855 = 1.478$$

По формуле (1.2.8.6) посчитываем штучное время $T_{шт.}$, мин;

$$T_{шт.} = 1.355 + 8.5 + 1.478 = 11.333$$

Подготовительно- заключигельное время $T_{пз.} = 16$,мин. [12]

По формуле (1.2.8.7) определим штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$, мин:

$$T_{шт.к.} = 11.333 + (\frac{16}{1}) = 27.333$$

Токарная операция 15

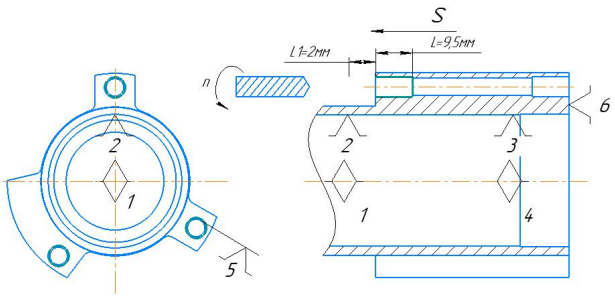


Рисунок 1.2.8.2

Тоже самая, что справа и слева сверлить отверстие, будет время одинаковое.

Фрезерная операция 20

1. Сверлить отверстие

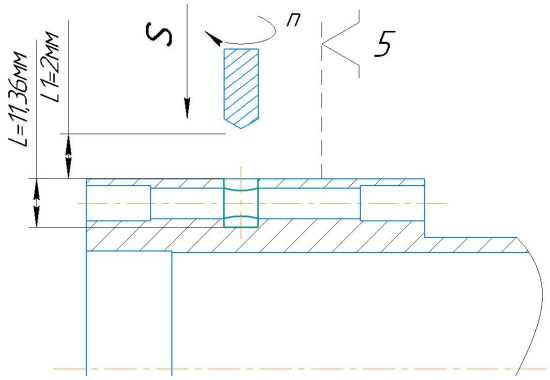


Рисунок 1.2.8.3

Оперделяем длину обработки $L_{р.х.}$, мм, по формуле 1.2.8.2:

$$L_{р.х.} = 11.4 + 2 = 13.4$$

По формуле 1.2.8.1 определим основное время t_0, мин:

$$t_0 = \frac{13.4 \times 3}{21.22} = 1.894$$

При рассверлении для паза мы поставим:

$$T_{у.с.} = 6 \quad T_{з.о.} = 1.8 \quad T_{уп.} = 1.7 \quad T_{изм.} = 1$$

По формуле (1.2.8.3) опрелимде вспомогательное время $T_{всп.}$,мин:

$$T_{всп.} = 6 + 1.8 + 1.7 + 1 = 10.5$$

По формуле (1.2.8.4) счиатаем оперативное время $T_{опер.}$,мин;

$$T_{опер.} = 1.894 + 10.5 = 12.394$$

Затем считаем время на обслуживание и отдых $T_{о.о.}$, мин по формуле (1.2.8.5):

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 12.394 = 1.86$$

По формуле (1.2.8.6) посчитываем штучное время $T_{шт.}$, мин;

$$T_{шт.} = 1.894 + 10.5 + 1.86 = 14.254$$

Подготовительно- заключигельное время $T_{пз.} = 16$,мин. [12]

По формуле (1.2.8.7) определим штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$, мин:

$$T_{шт.к.} = 14.254 + (\frac{16}{1}) = 30.254$$

2. Фрезеровать паз

Оперделяем длину обработки $L_{р.х.}$, мм, по формуле 1.2.8.2:

$$L_{р.х.} = 2 + 3274.32 + 2 = 3278.32$$

По формуле 1.2.8.1 определим основное время t_0, мин:

$$t_0 = \frac{3278.32 \times 3}{179.05} = 54.929$$

Гдесь мы не будем считать время па установку и снятие детали $T_{у.с.}$ и время на закрепление и открепление детали $T_{з.о.}$, эти времена были включены в сверлении даной операции. При фрезеровании паза мы поставим:

$$Т_{у.с.} = 0 \quad Т_{з.о.} = 0 \quad Т_{уп.} = 1.8 \quad Т_{изм.} = 0.7$$

По формуле (1.2.8.3) опрелимде вспомогательное время $T_{всп.}$,мин:

$$T_{всп.} = 1.8 + 0.7 = 2.5$$

По формуле (1.2.8.4) счиатаем оперативное время $T_{опер.}$,мин;

$$T_{опер.} = 54.929 + 2.5 = 57.429$$

Затем считаем время на обслуживание и отдых $T_{о.о.}$, мин по формуле (1.2.8.5):

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 57.429 = 8.614$$

По формуле (1.2.8.6) посчитываем штучное время $T_{шт.}$, мин;

$$T_{шт.} = 54.929 + 2.5 + 8.614 = 66.043$$

Подготовительно- заключигельное время $T_{пз.} = 16$,мин. [12]

По формуле (1.2.8.7) определим штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$, мин:

$$T_{шт.к.} = 66.043 + (\frac{16}{1}) = 82.043$$

3. Фрезеровать углы паза

Оперделяем длину обработки $L_{р.х.}$, мм, по формуле 1.2.8.2:

$$L_{р.х.} = 2 + 1121.88 + 2 = 1125.88$$

По формуле 1.2.8.1 определим основное время t_0, мин:

$$t_0 = \frac{1125.88 \times 3}{477.464} = 7.074$$

Гдесь тоже самая как раз, не будем считать $T_{у.с.}$ и $T_{з.о.}$. При фрезеровании паза мы поставим:

$$T_{у.с.} = 0 \quad T_{з.о.} = 0 \quad T_{уп.} = 1.8 \quad T_{изм.} = 0.7$$

По формуле (1.2.8.3) опрелимде вспомогательное время $T_{всп.}$,мин:

$$T_{всп.} = 1.8 + 0.7 = 2.5$$

По формуле (1.2.8.4) счиатаем оперативное время $T_{опер.}$,мин;

$$T_{опер.} = 7.074 + 2.5 = 9.574$$

Затем считаем время на обслуживание и отдых $T_{о.о.}$, мин по формуле (1.2.8.5):

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 9.574 = 1.436$$

По формуле (1.2.8.6) посчитываем штучное время $T_{шт.}$, мин;

$$T_{шт.} = 7.074 + 2.5 + 1.436 = 11.01$$

Подготовительно- заключигельное время $T_{пз.} = 16$,мин. [12]

По формуле (1.2.8.7) определим штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$, мин:

$$T_{шт.к.} = 11.01 + (\frac{16}{1}) = 27.01$$

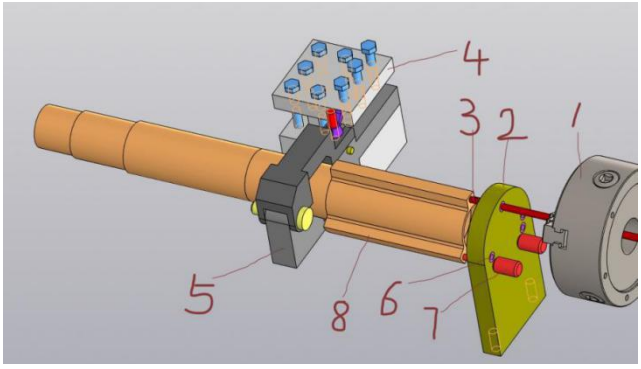
Поставим таблицу расчета основного времени

Номер операции	Основное время $t_{0.}$, мин	вспомогательное время $T_{всп.}$, мин	штучное время $T_{шт.}$, мин	Подготовительно-заключигельное время $T_{пз.}$,мин.	штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$, мин
10	1.355	8.5	11.333	16	27.333
15	1.355	8.5	11.333		27.333
20	1.894	10.5	14.254		30.254
	54.929	2.5	66.043		82.043
	7.074	2.5	11.01		27.01

1.3 Разработка конструкции технологической оснастки для рассверливания отверстий в корпусе мотора

1.3.1 Оснастка для рассверливания отверстий с левого торца

На рисунке 1.3.1.1 приведено приспособление типа 1, которое для рассверливания отверстия в корпусе мотора с левой стороны. Оно состоит из: ориентирующей и опорной частей.



Картина 1.3.1.1. приспособление типа 1

(1-токарной патрон, 2-кондуктор, 3-сверло, 4-резцедержатель, 5-держатель, 6-втулка, 7-центритирующий штифт)

Ориентирующая часть приспособления состоит из следующих элементов: кондуктора 2, втулки 6 и центритирующий штифт 7.

Кондуктор 5 установлен на станине токарного станка 2 болтами и 2 штифтами, на нем есть 7 одинаковых ступенчатых отверстий, в которых установим втулки. Положение и угол этих отверстий связаны с корпусом мотора. На рисунке 1.3.1.2. проведена конструкция внизу кондуктора, там есть 2 резьбового отверстия и 2 отверстия для штифта. Будем точно установить кондуктор на станине токарного станка болтами и штифтами. Структура станиня станины проведена на рис. 1.3.1.3

Рисунок 1.3.1.2. внизу отверстия кондуктора

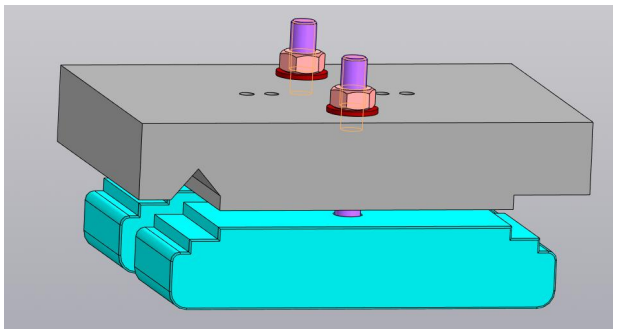


Рисунок 1.3.1.3. структура станентя с соотвестными отверстиями

Втулки 2 (x7) установлены в отверстия кондуктора. Верхнее втулка, через ее внутри отверстие заходит сверло, и направляет его. А остальные для установления штифты.

Штифта 7 (x2) заходит в корпус мотора через кондуктор, и ориендируются деталь.

Опорная часть - держатель, которая закреплена на резцедержатели суппорта, показано на рисунке 1.3.1.4 и 1.3.1.5. Она состоит из следующих элементов: державка 1, крышка 2, шарнир 3, поворотный винт 4, барашка 5.

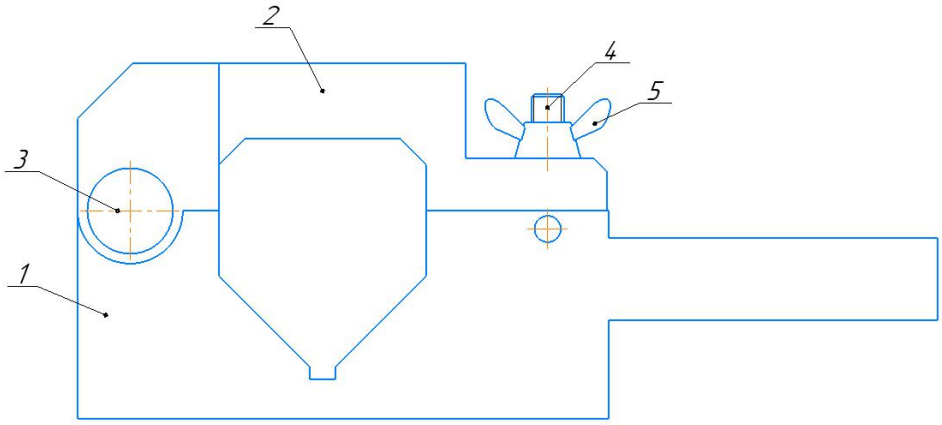


Рисунок 1.3.1.4. поворотное держателя приспособления типа 1

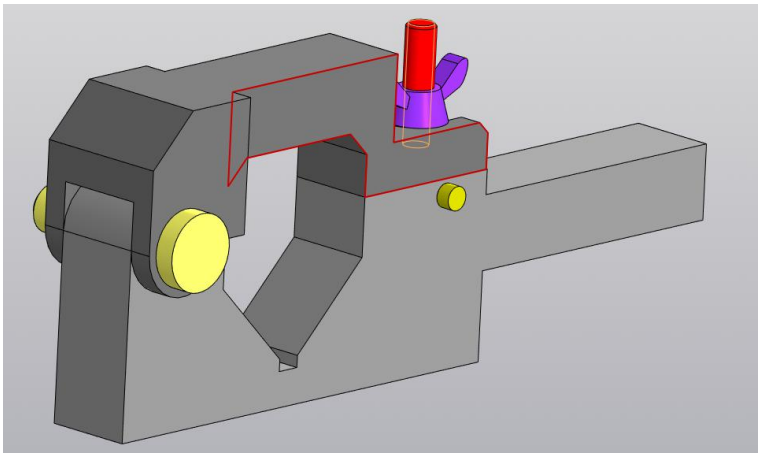


Рисунок 1.3.1.5. держателя

Размеры державки и крышка державки проведены на рисунке 1.3.1.6 и 1.3.1.7.

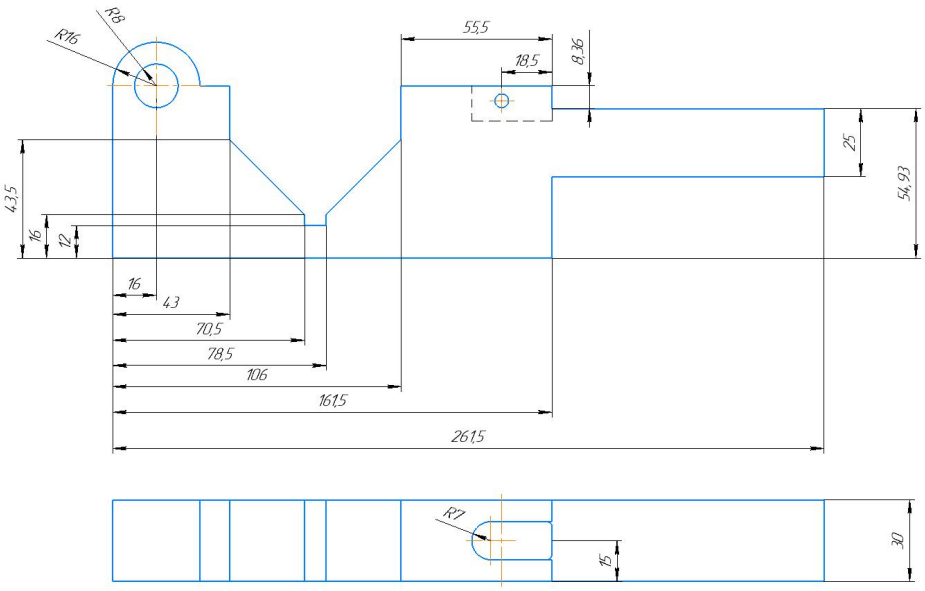


Рисунок 1.3.1.6. схема державки держателя

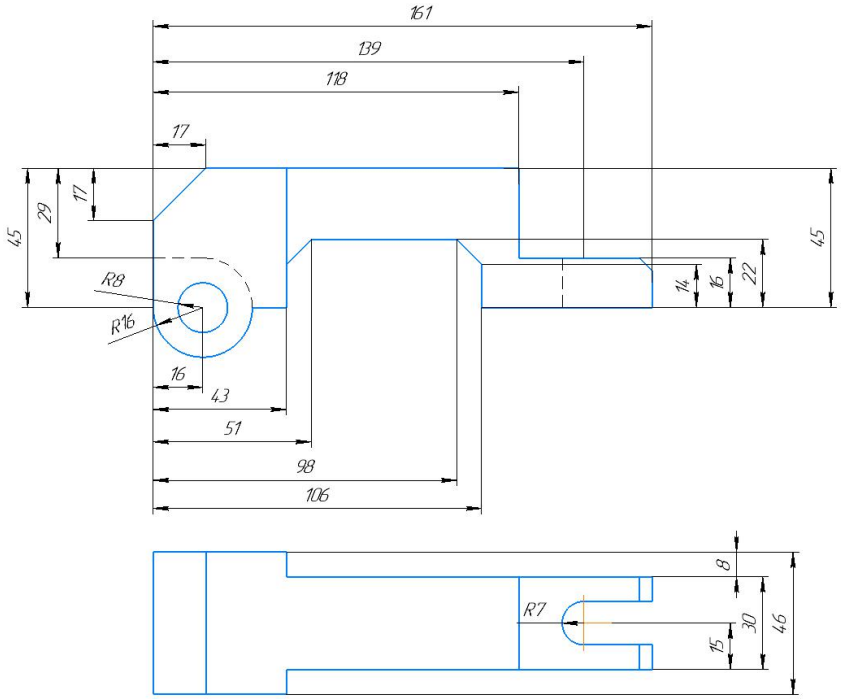


Рисунок 1.3.1.7. схема крышки держателя

1.3.2 приспособления для рассверлирования отверстий со средного торца

Приспособление типа 2, оно состоит из 2 части: ориентирующей и опорной. Их конструкция показана на рисунке 1.3.2.1 и 1.3.2.2.

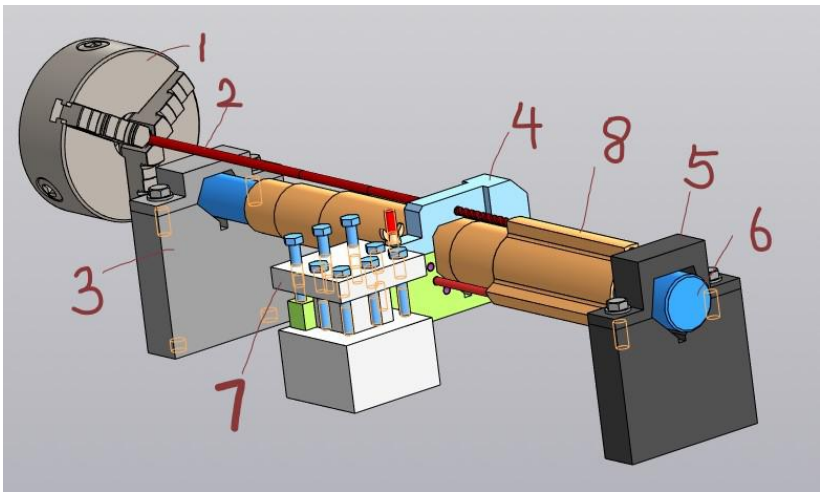


Рисунок.1.3.2.1. Приспособление типа 2

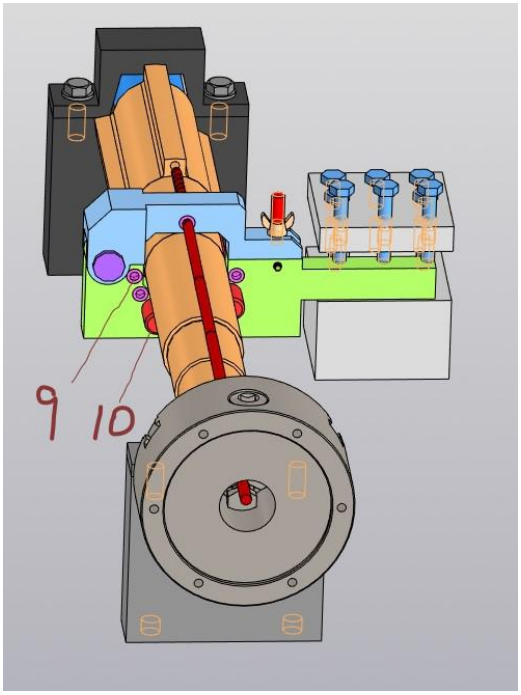


Рисунок. 1.3.2.2. Приспособление типа 2

(1-токарный патрон, 2- длинное сверло, 3,5-призма, 4-кондуктор, 6-вал, 7-резцедержатель, 8- старый корпус мотора, 9-втулка, 10-штифт)

Ориентирующая часть приспособления типа 2 из следующих элементов: кондуктор 4, втулка 9 и штифт 10.

Кондуктор 4, его конструкция проведена на рисунке 1.3.2.3. крышка 1 установлена на держатели 2 шарниром, поворотном винтом 3 и барашкой 4. Будет закрепить держатель 2 кондуктора на резцедержатели токарного станка. Когда корпус мотора установлен, мы закручиваем барашку 4, и кондуктор работает. В кондукторе есть 7 отверстий, на которых будем установить втулки.

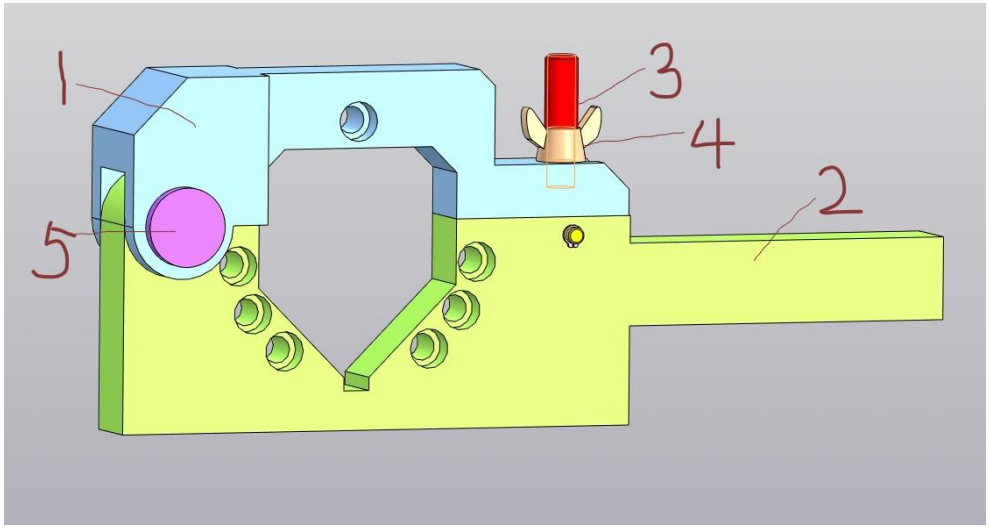


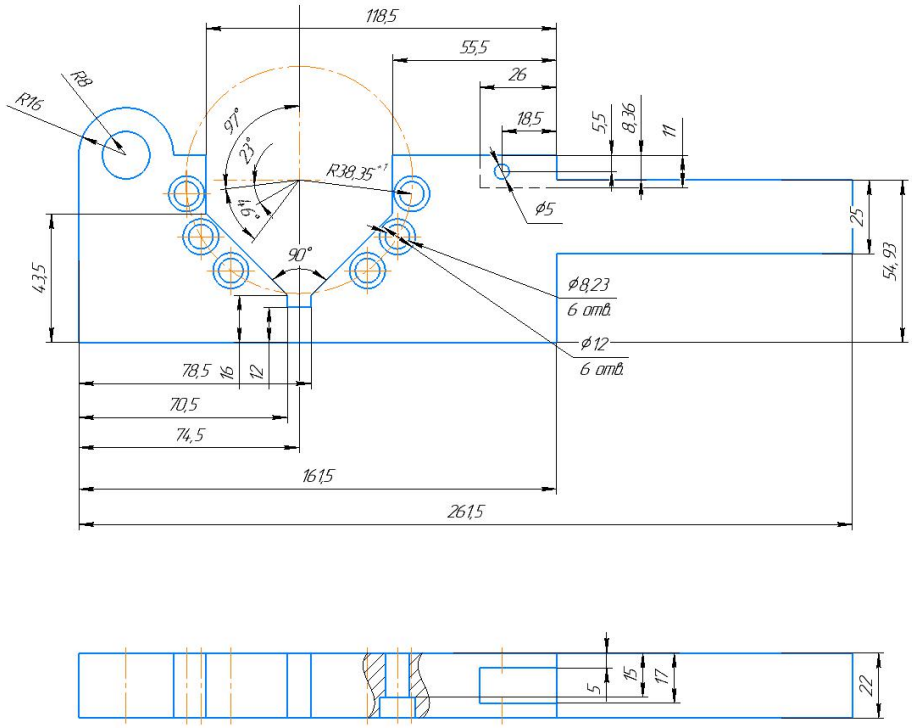
рисунок 1.3.2.3. конструкция кондуктора

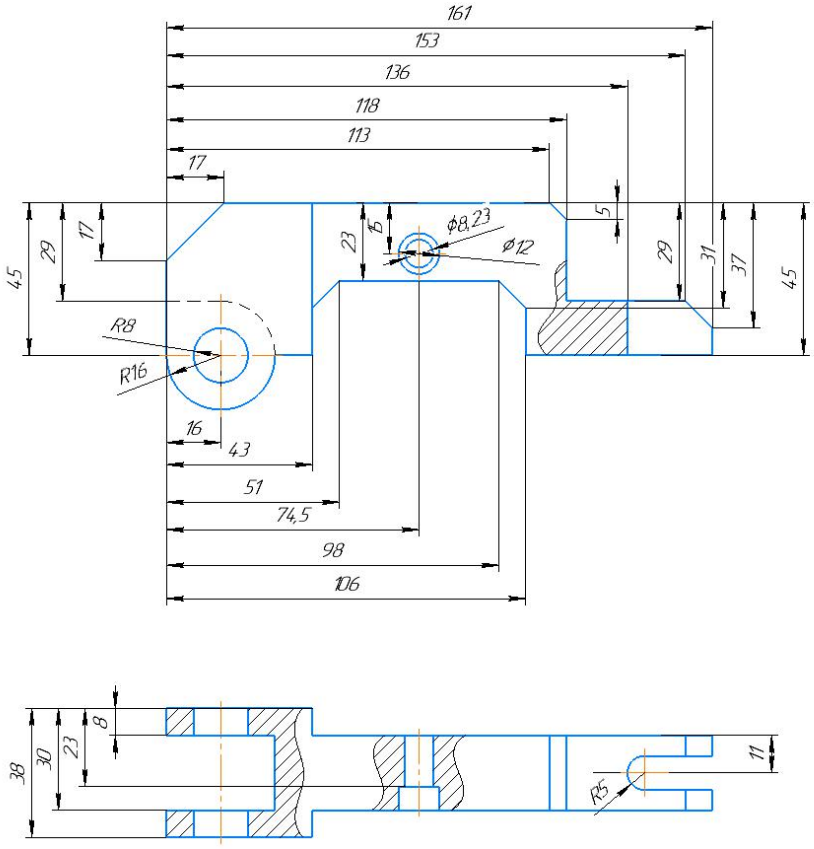
(1-рышка, 2-держатель, 3-поворотный винт, 4-барашка, 5-шарнир)

Втулки 9 (x7) установлены в отверстий кондуктора. Верхнее втулка, через ее отверстие заходит сверло. А остальные для установления штифты.

Штифта 10 (x2) заходит в корпус мотора через кондуктор, и ориендировать деталь.

Размеры кондуктора приспособления типа 2 показаны на рисунке 1.3.2.4.





Рисунке 1.3.2.4. Схема кондуктора приспособления типа 2

Метод установления штифты при обработке (показано на рисунке 86)

Опорная часть приспособления типа 2, она относительно просто по сравнению с направляющей частью. Она состоит из следующих элементов: призма 3 и 5, вал 6.

Вал 6, который закреплен на призмах 5 и 6, и держит корпус мотора. Корпус мотора свободно поворачивать и двигает по оси вала.

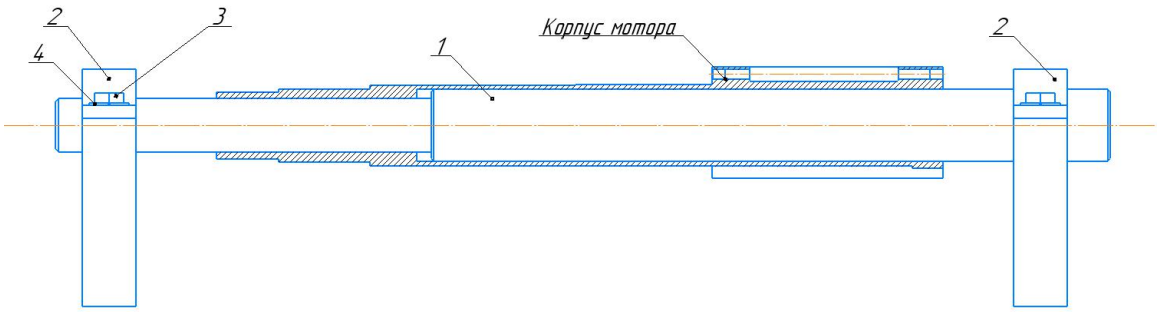
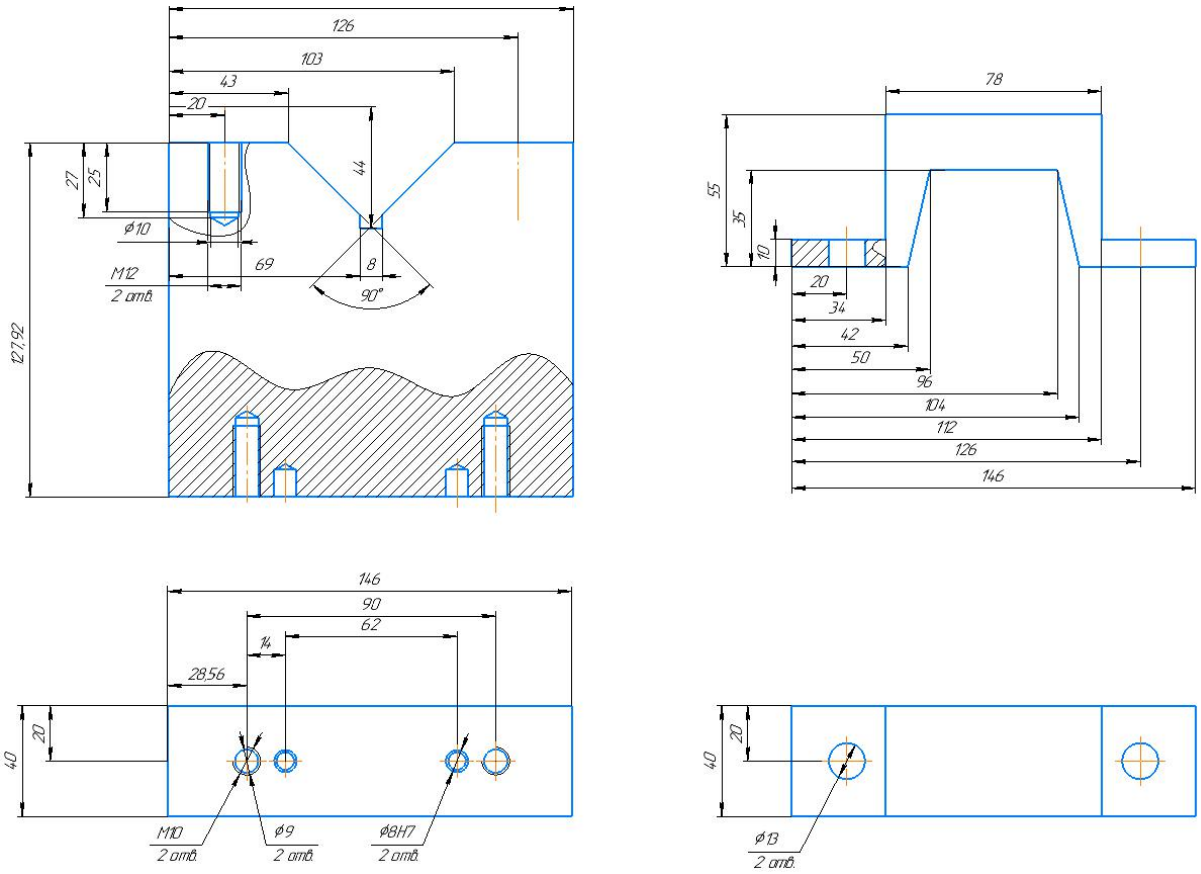


Рисунок 1.3.2.5. метод установления вала.

(1-вал, 2-крышка призмы, 3-болт, 4-призма)

Размер опорной части приспособления типа 2, показан на рисунке 1.3.2.6.



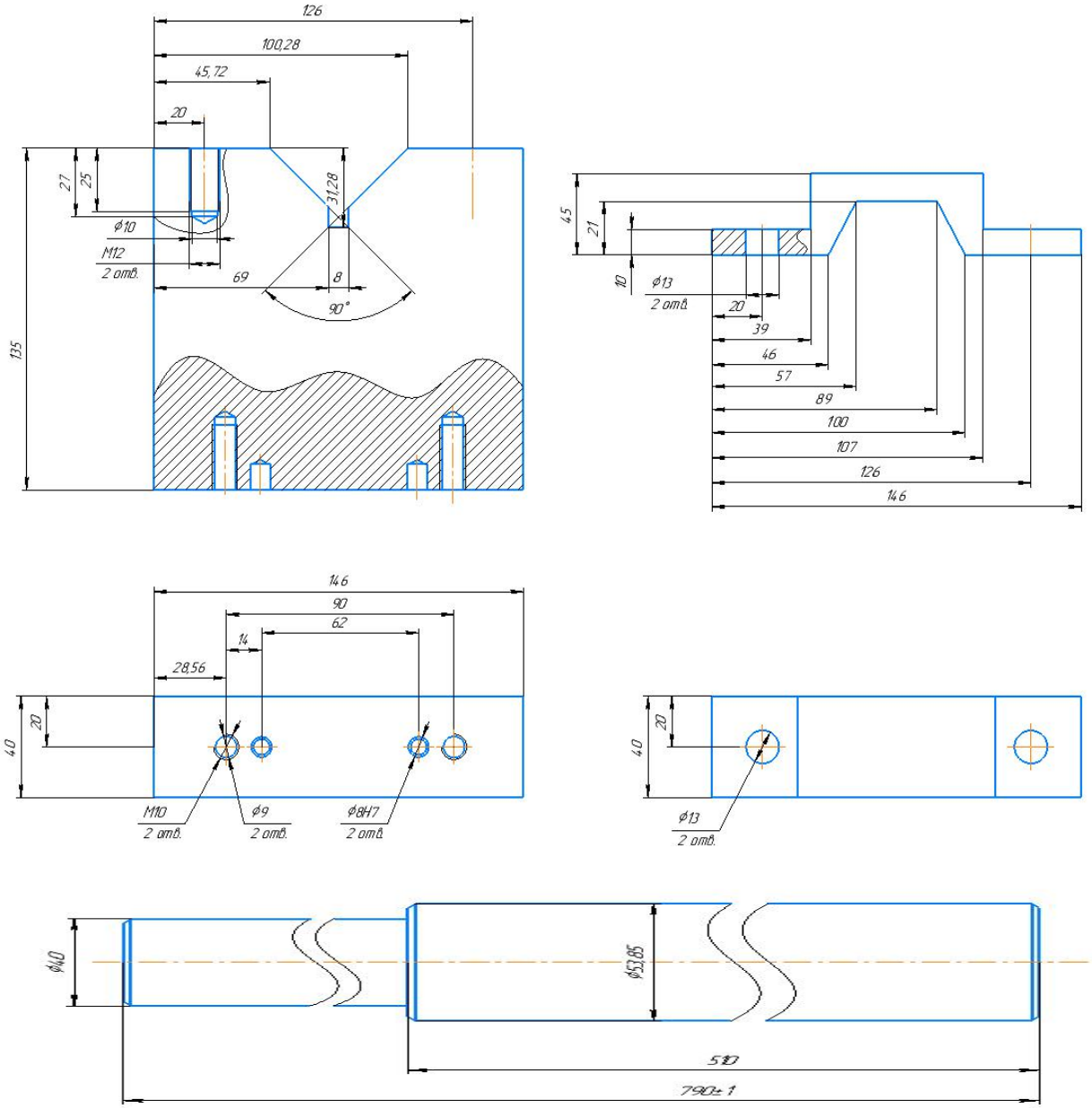


Рисунок 1.3.2.6. Размер опорной части приспособления типа 2

Крышки закреплены на призмах болтами, и вал будет точно поддержать корпус мотора.

1.3.3. Последовательность работы присособления для рассверливания

Приспособление типа 1 (показаны рисунок 1.3.1.1)

(для рассверливания отверстий в корпусе мотора с левого торца)

1. Установим кондуктор на станине токарного станка, и втулки в нем закреплены.

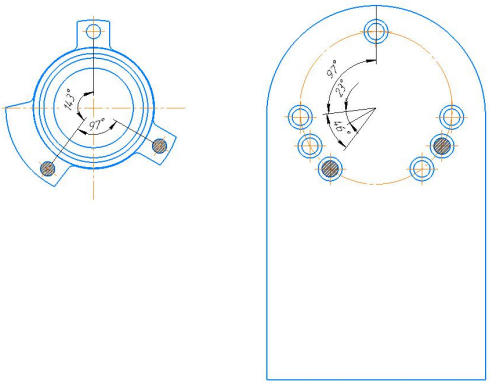
2. Вставим сверло через кондуктор в шпиндели патрона, и закрепим.

3. Установим держатель приспособления типа 1 на резцедержатели суппорта.

4. Положим корпус мотора на держатели, и закручиваем барашку.

5. Немного выкрутим барашку, чтобы корпус поворачивался.

6. Ориентируем корпус мотора штифтами, чтобы ось сверла совпадала с осью обрабатываемого отверстия корпуса мотора, затем держим мерами торец корпуса мотора от корпуса мотора 20мм;



7. Закручиваем барашку держателя.

8. Включается вращение шпинделя, включается подача СОЖ,

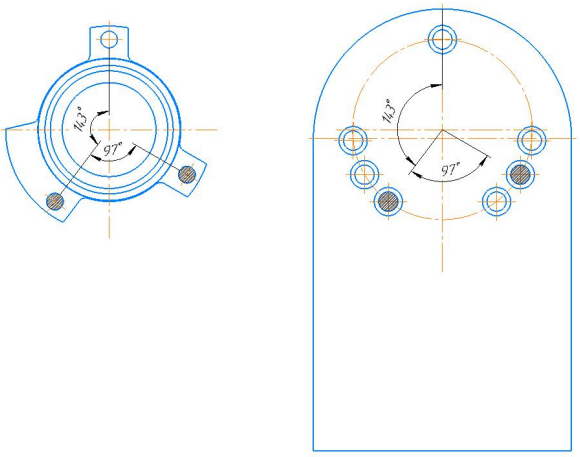
9. Подача включается на заданную глубину до упора.

10. Подача автоматически выключается, корпус мотора отводится назад.

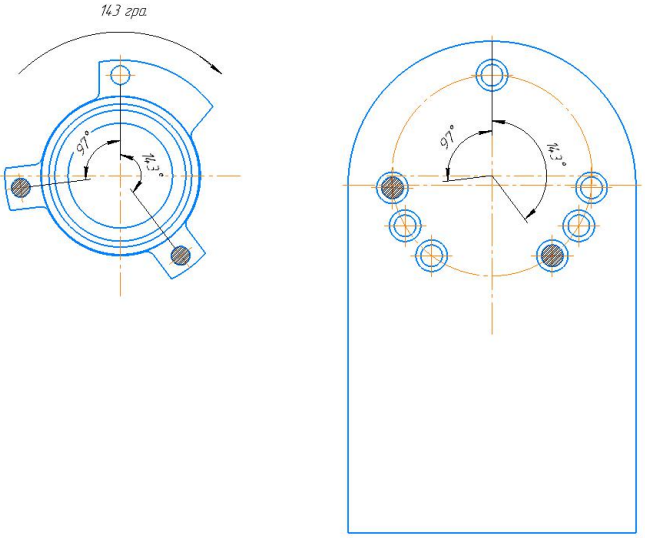
11. Снять штифты от корпуса мотора.

12. Повторим оп. 5

13. Поворачиваем корпус на 143°, затем повторим оп. с 6 до 12.



14. Поворачиваем корпус на 120°, затем повторим оп. с 6 до 11.



15. Снимаем все детали со станка.

Преспособление типа 2 (рисунок 1.3.2.1 и 1.3.2.2)

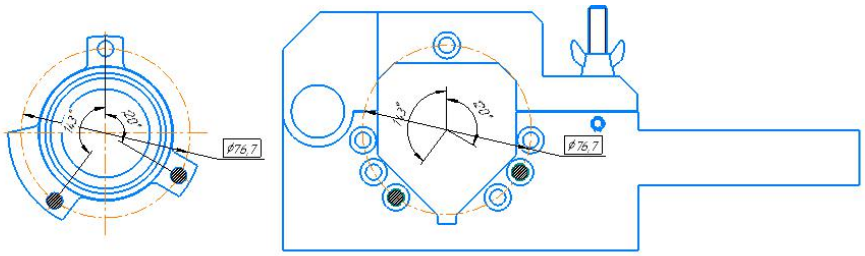
(для рассверливания отверстий в корпусе мотора со средного торца)

1. Установить призматические опоры на станине токарного станка, закрепить держатель кондуктора в резцедержателе.

2. Сверло устанавливается в трехкулачковом патрона и закрепляется, и с помощью перемещения держателя кондуктора сверло входит в кондуктор и втулку. Шпиндель патрона, в ней длинное сверло закреплено и его вершина от торца кондуктора 15мм.

3. Вставим вал с корпусом мотора на призматических опорах, затем закрепляем крышки опоры и кондуктора.

4. Штифты через втулки заходят в отверстия корпуса мотора, и ориентируют корпус мотора в уголовном положении, чтобы ось сверла совпадала с осью обрабатываемого отверстия корпуса мотора, затем держим торец корпуса мотора от кондуктора 17мм;



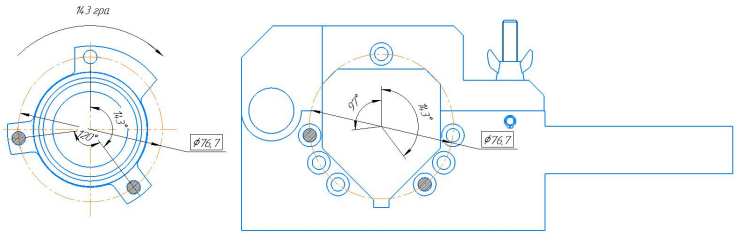
5. Включается вращение шпинделя, включается подача СОЖ.

6. Включается подача, и перемещается корпус мотора на заданную глубину сверления до упора.

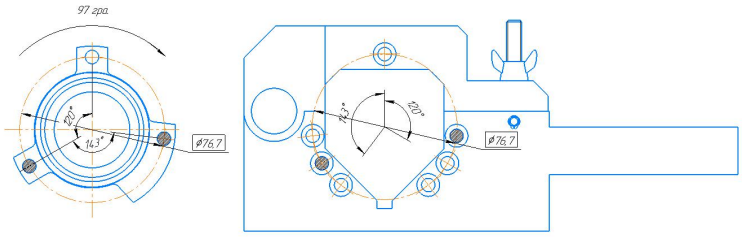
7. Подача автоматически выключается, корпус мотора отводится назад.

8. Снять штифты от корпуса мотора.

9. Поворачиваем корпус на 143°, повторим оп. с 19 до 23.



10. Опять поворачиваем корпус на 97°и повторим оп. с 19 до 22.



11. Снимаем штифты и сверло, затем выкрутим болты и барашку. Снимаем опоры и кондуктор из станка.

1.4. Определение необходимой силы зажима

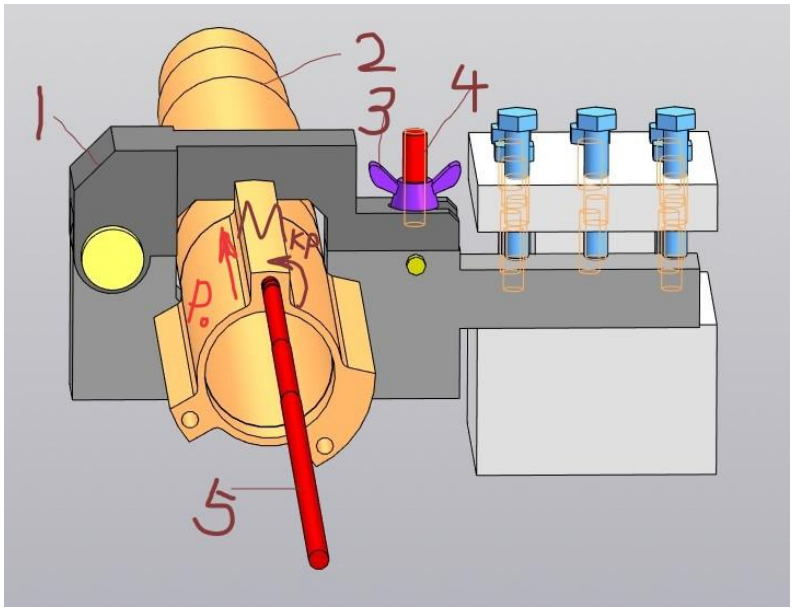
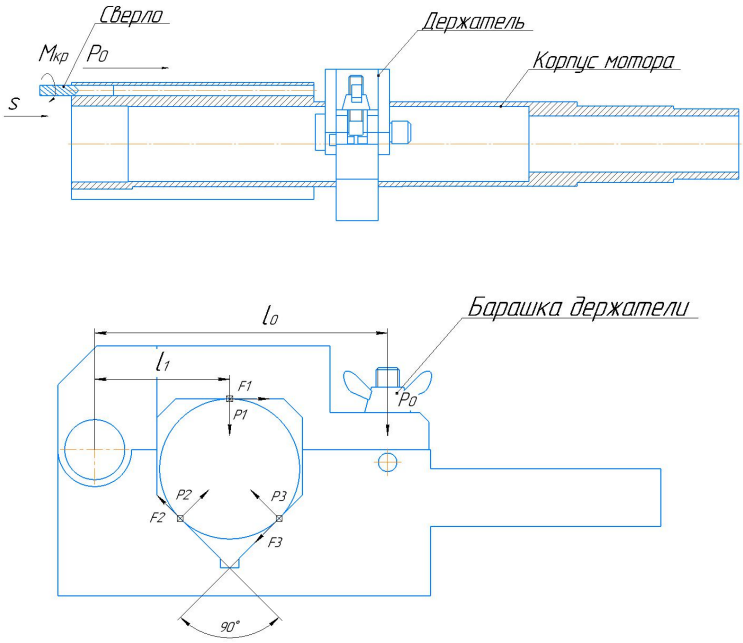


Рисунок 1.4.1. держатель и корпус мотора

(1-держатель приспособления типа 2, 2-корпус мотора, 3-барашка держатели1, 4-поворотный винт держатели 1, 5- сверло)

На рисунке 1 видно, что когда свело рассверливает отверстие корпуса мотора будет появляться осевая сила P_O и крутящий момент M_{KP}, они будет действовать на корпусе мотора. Держатель 1 будет обеспечивать равные и противоположные силу и крутящий момент, чтобы держать корпус мотора в относительно статическом состоянии.

Стресс-анализ держатели (рисунок 90)



(рисунок 1.4.2. Стресс-анализ держатели)

Где точки 1, 2, 3- это точки прикосновения; F_1, F_2, F_3 - силы трения; P_1, P_2, P_3 -сжимающые силы между корпусом мотора и держателей; P_0 -осевая сила винта.

Известно, что η- коэффициент трения корпуса мотора по держатели большее чем 0,1. $\eta \geq 0{,}1$

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot R = M$$

$$F_i = \eta \cdot P_i \text{(i=1 ,2 ,3)}$$

$$P_1 \cdot l_1 = P_0 \cdot l_0 \quad (l_1 < l_0)$$

Поэтому С этого получаем отношение P_0 и P_1

$$P_0 = \frac{P_1 \cdot l_1}{l_0} = \frac{P_1 \cdot 58.5}{127} = 0.16063 P_1$$

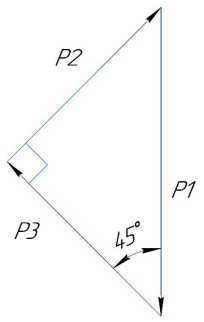


Рисунок 1.4.3.

На рисунке 1.4.3 видно, что $P_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot P_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot P_3$, потом определяем крутящий момент держателя *M*:

$$\begin{aligned} M &= (F_1 + F_2 + F_3) \cdot R = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot \eta \cdot R \\ &= (P_1 + P_2 + P_3) \cdot \eta \cdot R \\ &= (1 + \sqrt{2}) \cdot 0{,}16063 \cdot P_0 \cdot 30{,}353825 \\ &= 11{,}78 \cdot P_0 \end{aligned}$$

Для выполнения рассверливания должен встретить условия:

$$M_{KP} = 0{,}24652 H \cdot м \leq M$$

$$M_{KP} = 10C_M D^q t^x s^y K_P = 0.384 H \cdot м$$

Получаем отношение

$$P_0 \geq \frac{M_{KP}}{11.78} = \frac{0.384}{11.78} = 0.033 \text{ Н}$$

Осевая сила винта $P_0 \geq 0.033H$, поэтому приспособление годное

1.5 Разработка технологии изготовления кондуктора

1.5.1. Исходные данные

Разработка технологического процесса изготовления изделия - кондуктора для приспособления типа 1, его схема проведена на рис.2.1.1 годовая программа выпуска 1 штук.

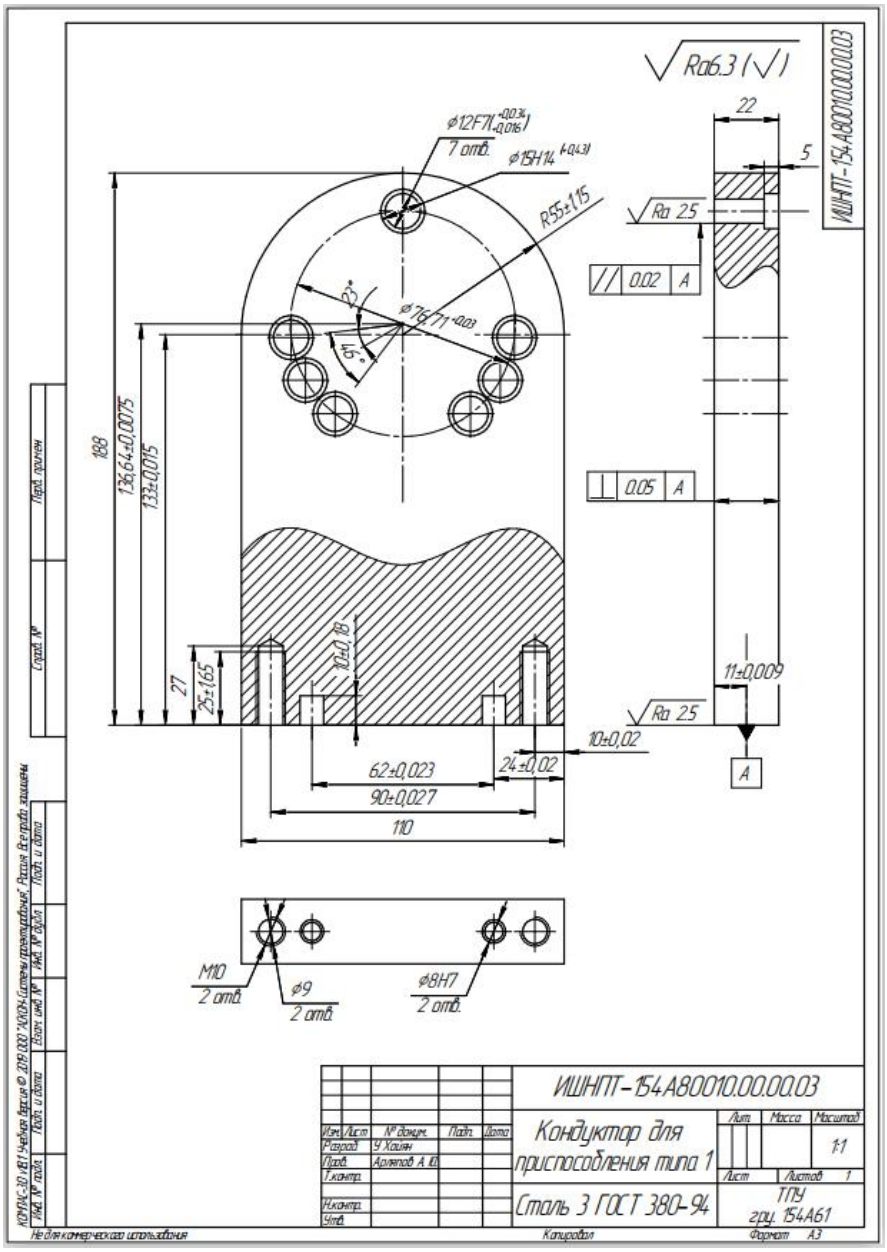


Рисунок 1.5.1 Чертеж кондуктора приспособления типа 1

1.5.2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «Кондуктор» изготовлена из стали 3 сп, ГОСТ 380-2005. [11]

Сталь Ст3, характеристики которой будут рассмотрены подробно, применяется в качестве основы при изготовлении просто огромного количества различных заготовок. Это можно связать с уникальными физическими и механическими свойствами.

Существуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Особые требования к точности и шероховатости размеров появляется на эти поверхности 7 отверстия $\phi 8{,}23^{+0{,}015}$ с позицинонным допуском менее 0,02 ,Ra2,5; $22 \pm 0{,}36$ с допуском перпендикулярности не более 0,05, и 2 отверстия $\phi 8H7$.

Химический состав в % стали Ст3сп	
C	0,14 - 0,22
Si	0,15 - 0,3
Mn	0,4 - 0,65
Ni	до 0,3
S	до 0,05
P	до 0,04
Cr	до 0,3
N	до 0,008
Cu	до 0,3
As	до 0,08
Fe	~97

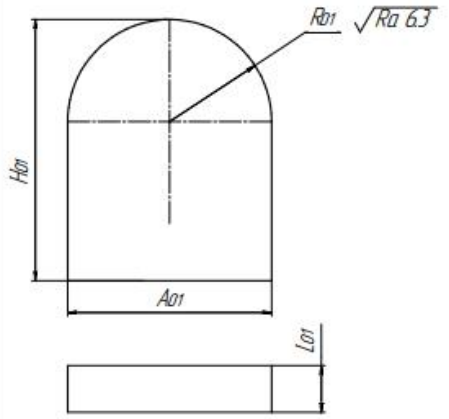
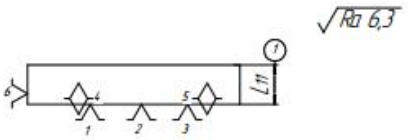
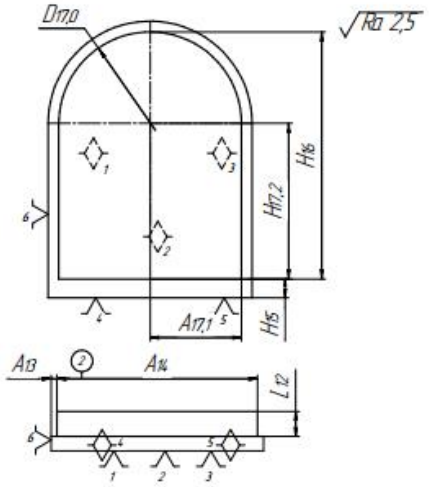
Рисунок 1.5.2. Химический состав стали 3сп в % картина

1.5.3. Выбор исходной заготовки

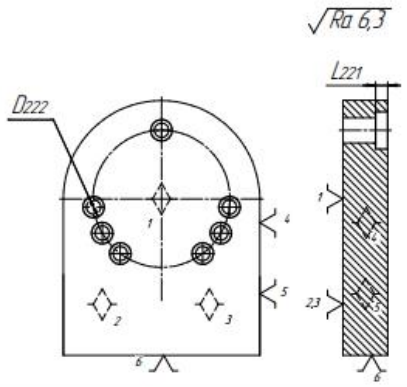
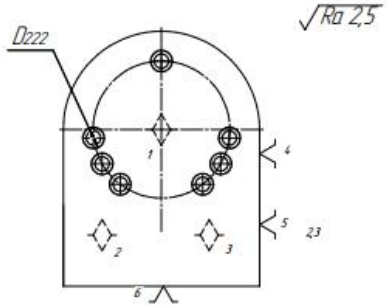
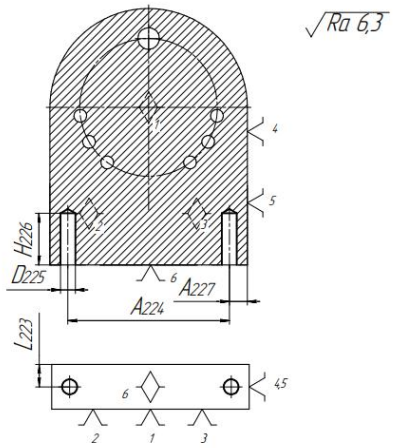
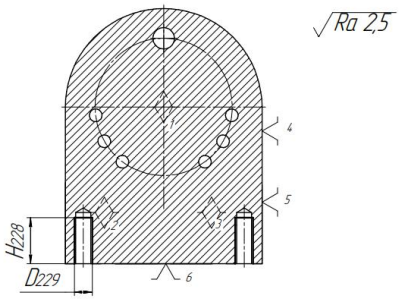
С учетом технологического свойства материала изделия (Сталь 3сп ГОСТ 380-2005), ее габариты и веса, требования к механическим свойствам,

а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – стальной прокат, пластиной ГОСТ 12169-82. [12]

1.5.4. Разработка маршрута технологии изготовления кондуктора

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Оп.	Перехода		
05	А	Заготовительная Установить и снять заготовку.	
	1	Отрезать заготовку плазменной резкой, и выдерживая размеры A01, H01, R01.	
10	А	Фрезерная (DMU50) Установить и зкрепить деталь.	
	1	Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размер L11.	
	2	Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размеры L12, A13 A14 H15 H16 D17,0 A17,1 A17,2	

15	А 1	Фрезерная (DMU50) Установить и закрепить деталь. Фрезеровать поверхность 3, выдерживая размер L21.	√Ra 6,3
	2	Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размеры A22*, A23*, H24*, H25*, D26*.	√Ra 2,5 *-размер для справки
	3	Сверлить 7 отверстей D29 на проход, и выдерживая размеры A27, H28, A210, H211, A212, H213, A214,0*, R214.1, H214,2, H215, A216, A217, A218.	√Ra 2,5
	4	Рассверлить 7 отверстей D219 на проход	√Ra 2,5

5	Зенкеровать 7 отверстей D_{220} на глубину L_{221}.	
6	Рассверлить 7 отверстей D_{222} на глубину L_{221}.	
7	Сверлить 2 отверстия D_{225} на глубину H_{226}, и выдерживая размер L_{223}, A_{224}, A_{227}.	
8	Нарезать внутренней резьбы на 2 отверстия и выраживая размеры D_{229} на глубину H_{228}.	

	9	Фрезеровать 2 отверстия D232 на глубину H231, выдерживая размер A230, A233.	√Ra 2,5

1.5.5.Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерные схемы изготовления детали - это совокупность технологических размерных цепей. На основании маршрута изготовления корпуса мотора переходного, составляется расчетная схема (представлена на рис. 1.5.5.1, 1.5.5.2 и 1.5.5.3), которая содержит технологические размеры по оси x, y, z, припуски на обработку и конструкторские размеры. [13]

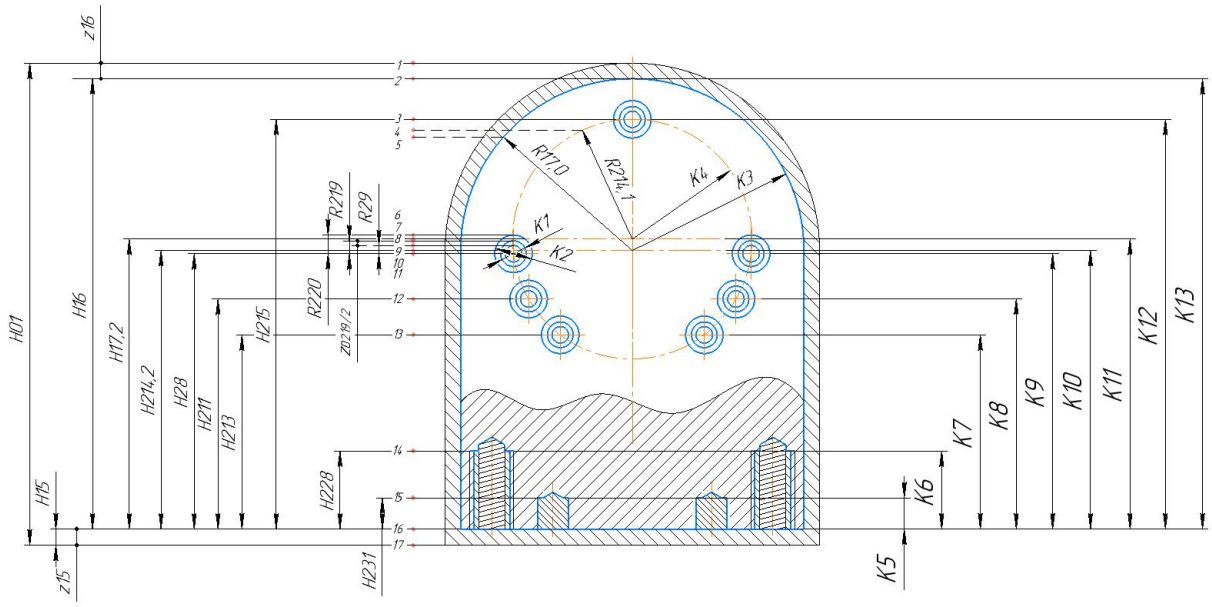


Рисунок 1.5.5.1. размерная схема по оси Z

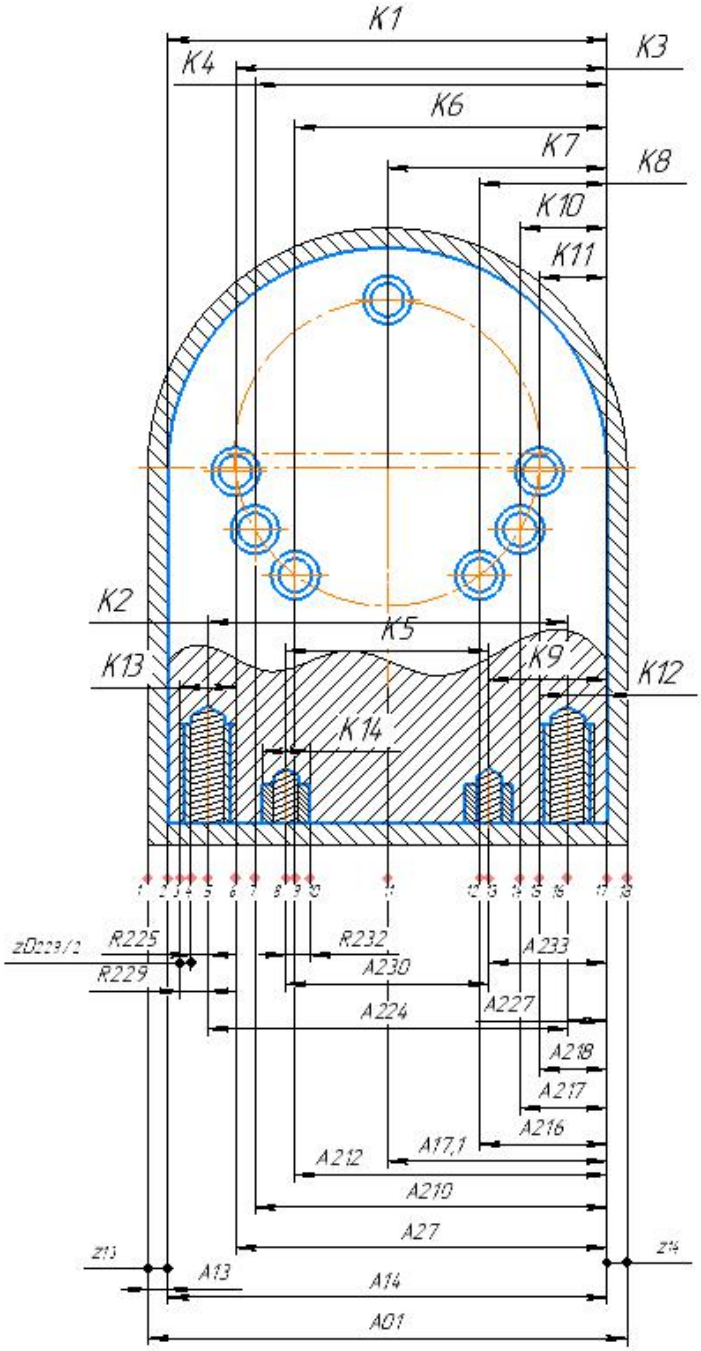


Рисунок 1.5.5.2. размерная схема по оси X

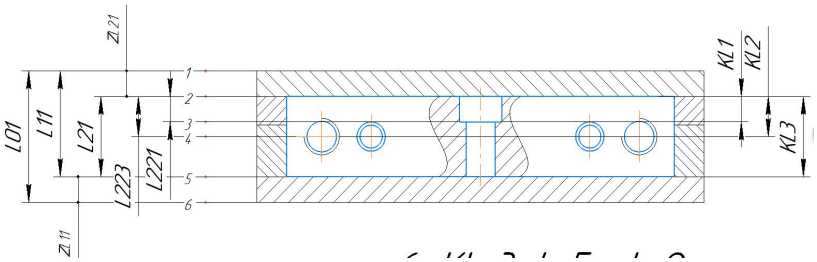


Рисунок 1.5.5.3. размерная схема по оси Y

Чтобы облегичить подготовку размерной цепочки, была разработана техническая размерная цепная диаграмма на основе плана проектирования. Технология построения дерева графов подробно описана. Графическое дерево расчетной схемы проведено на рисунке 2.1.5.4, 2.1.5.5 и 2.1.5.6.

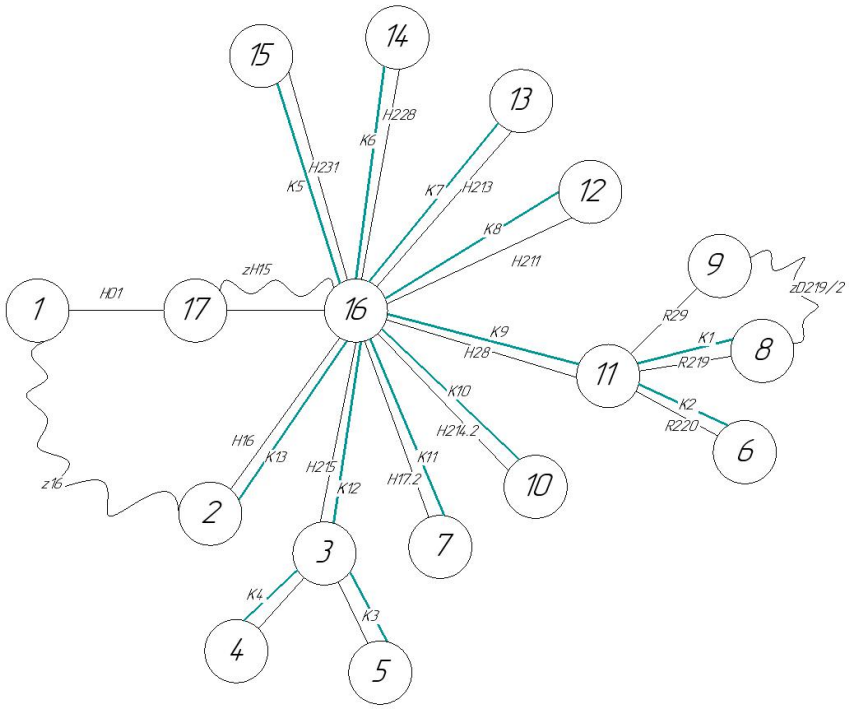


Рисунок 1.5.5.4. граф технических размерных цепей по оси Z

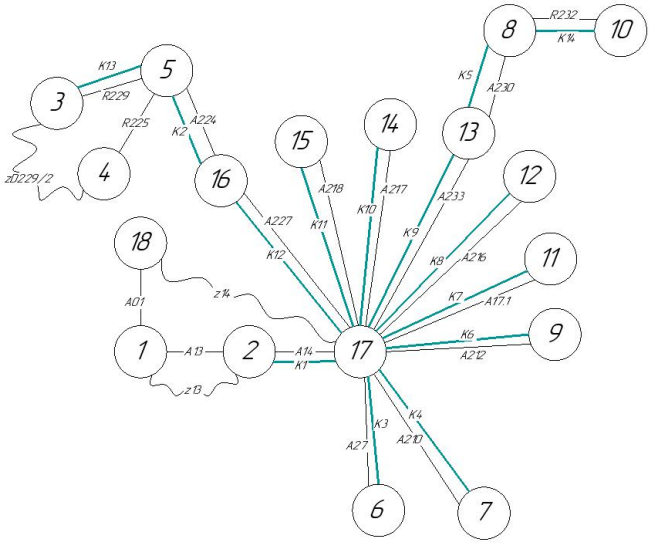


Рисунок 1.5.5.5. граф технических размерных цепей по оси X

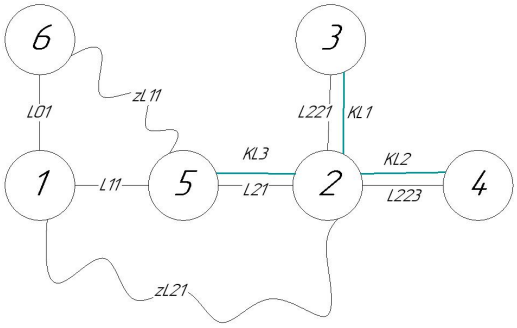


Рисунок 1.5.5.6. граф технических размерных цепей по оси Y

1.5.6.Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа кондуктора для приспособления типа 1 выписываем допуски на конструкторские размеры.

Допуски на конструкторские размеры по оси

$TK^D{}_1 = (12)^{+0.034}_{+0.016} = 0.05$ мм

$TK^D{}_2 = (15)^{+0.43} = 0.43$ мм

$TK^D{}_3 = (110)^{+0.3} = 0.3$ мм

$TK^D{}_4 = (110)^{+0.3} = 0.3$ мм

$TK_5 = (10) \pm 0.18 = 0{,}32$ мм

$TK_6 = (25) \pm 1{,}65 = 3{,}3$ мм

$TK_7 = (106.01) \pm 0.07 = 0{,}14$ мм

$TK_8 = (117.47) \pm 0.07 = 0{,}14$ мм

$TK_9 = (131.97) \pm 0.08 = 0{,}16$ мм

$TK_{10} = (133) \pm 0.5 = 1$ мм

$TK_{11} = (136.64) \pm 0{,}02 = 0{,}04$ мм

$TK_{12} = (175) \pm 0{,}08 = 0{,}16$ мм

$TK_{13} = (188) \pm 0.575 = 1.15$ мм

Допуски на конструкторские размеры по оси X

$TK_1 = (110) \pm 0.435 = 0{,}87$ мм

$TK_2 = (90) \pm 0.027 = 0.054$ мм

$TK_3 = (93.07) \pm 0.07 = 0.14$ мм

$TK_4 = (88.22) \pm 0.07 = 0.14$ мм

$TK_5 = (62) \pm 0.023 = 0.046$ мм

$TK_6 = (78.08) \pm 0.06 = 0.12$ мм

$TK_7 = (55) \pm 0.06 = 0.12$ мм

$TK_8 = (31.92) \pm 0.05 = 0.1$

$TK_9 = (24) \pm 0.02 = 0.04$ мм

$TK_{10} = (21.78) \pm 0.042 = 0.084$ мм

$TK_{11} = (16.93) \pm 0.035 = 0.07$ мм

$TK_{12} = (10) \pm 0.02 = 0.04$ мм

$TK^D{}_{13} = (M10H12)^{+0.36} = 0.36$ мм

$TK^D{}_{14} = (8H7)^{+0.015} = 0.015$ мм

Допуски на конструкторские размеры по оси Y

$TK_1^L = (7) \pm 0.18 = 0.36$ мм

$TK_2^L = (11) \pm 0.215 = 0.43$ мм

$TK_3^L = (22) \pm 0.26 = 0.52$ мм

Допуск на технологические размеры по оси Z

$TH_{01} = \omega_c = 4$ мм

$TH_{15} = \omega_c = 1.5$ мм

$TH_{16} = \omega_c = 1.15$ мм

$TH_{17.2} = \omega_c = 1$ мм

$TH_{24}* = \omega_c = 1.5$ мм

$TH_{25}* = \omega_c = 1.15$ мм

$TH_{28} = \omega_c = 0.16$ мм

$TH_{211} = \omega_c = 0.14$ мм

$TH_{213} = \omega_c = 0.14$ мм

$TH_{231} = \omega_c = 3.2$ мм

$TH_{226} = \omega_c = 4$ мм

$TH_{228} = \omega_c = 3.3$ мм

$TH_{215} = \omega_c = 0.16$ мм

Допуск на технологические размеры по оси X

$TA_{01} = \omega_c = 4$ мм

$TA_{13} = \omega_c = 0.6$ мм

$TA_{14} = \omega_c = 0.87$ мм

$TA_{17.1} = \omega_c = 0.12$ мм

$TA_{22}* = \omega_c = 0.6$ мм

$TA_{23}* = \omega_c = 0.87$ мм

$TA_{27} = \omega_c = 0.14$ мм

$TA_{210} = \omega_c = 0.14$ мм

$TA_{212} = \omega_c = 0.12$ мм

$TA_{214}* = \omega_c = 0.12$ мм

$TA_{216} = \omega_c = 0.1$ мм

$TA_{217} = \omega_c = 0.084$ мм

$TA_{218} = \omega_c = 0.07$ мм

$TA_{224} = \omega_c = 0.054$ мм

$TA_{227} = \omega_c = 0.04$ мм

$TA_{230} = \omega_c = 0.046$ мм

$TA_{233} = \omega_c = 0.04$ мм

Допуск на технологические размеры по оси Y

$TL_{01} = \omega_c = 1.1$ мм

$TL_{11} = \omega_c = 0.84$ мм

$TL_{12} = \omega_c = 0.6$ мм

$TL_{21} = \omega_c = 0.52$ мм

$TL_{221} = \omega_c = 0.36$ мм

$TL_{223} = \omega_c = 0.43$ мм

Допуск на диаметральные технологические размеры

$TD_{01} = \omega_c = 4$ мм

$TD_{17.0} = \omega_c = 0.3$ мм

$TD_{26}* = \omega_c = 0.3$ мм

$TD_{29} = \omega_c = 0.3$ мм

$TD_{219} = \omega_c = 0.05$ мм

$TD_{220} = \omega_c = 0.43$ мм

$TD_{225} = \omega_c = 0.9$ мм

$TD_{229} = \omega_c = 0.36$ мм

$TD_{232} = \omega_c = 0.015$ мм

Проверка обеспечения точности диаметральных конструкторских размеров

При расчете условие обеспечения точности конструкторского размера методом максимума-минимума проверяем по формуле: [14]

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \qquad (1.5.6.1)$$

Почти всех технологических совпадает с кондукторсками размерами.

Номер	Допуск контрольного размера, мм	Допуск технологического размера, мм
1	$TK^{D}{}_{1} = (12)^{+0.034}_{+0.016} = 0.05$ мм	$TD_{219} = (12)^{+0.034}_{+0.016} = 0.05$
2	$TK^{D}{}_{2} = (15)^{+0.43} = 0.43$ мм	$TD_{220} = (15)^{+0.43} = 0.43$
3	$TK^{D}{}_{3} = (110)^{+0.3} = 0.3$	$TD_{17,0} = (110)^{+0.3} = 0.3$
4	$TK^{D}{}_{13} = (10)^{+0.36} = 0.36$	$TD_{229} = (10)^{+0.36} = 0.36$
5	$TK^{D}{}_{14} = (8)^{+0.015} = 0.015$	$TD_{232} = (8)^{+0.015} = 0.015$

Расчет припусков на диаметральные размеры

Рассмотрим припуски: $2z^{D}_{219}$

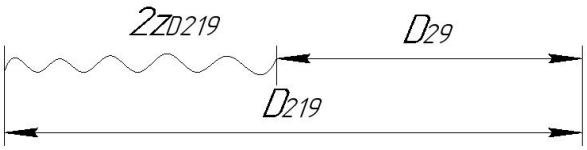


Рис.1.5.6.11. Размерная цепь

$$2z^{D}_{219} = D_{219} - D_{29} = 12^{+0.034}_{+0.016} - 11^{+0.205}_{+0.095} = 1^{-0.061}_{-0.189}$$

Рассмотрим припуски: $2z^{D}_{229}$

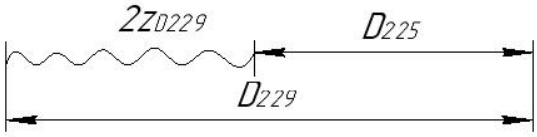


Рис.1.5.6.12. Размерная цепь

$$2z_{229}^{D} = D_{229} - D_{225} = 10^{+0.36} - 8^{+0,9} = 1_{-0.9}^{+0,36}$$

Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров по оси Z.

Номер	Допуск контрольного размера, мм	Допуск технологического размера, мм
1	$TK_5 = (10) \pm 1.6 = 3.2$	$TH_{231} = (10) \pm 1.6 = 3.2$
2	$TK_6 = (25) \pm 1{,}65 = 3{,}3$	$TH_{228} = (25) \pm 1{,}65 = 3{,}3$
3	$TK_7 = (106.01) \pm 0.07 = 0.14$	$TH_{213} = (106.01) \pm 0.07 = 0.14$
4	$TK_8 = (117.47) \pm 0.07 = 0.14$	$TH_{211} = (117.47) \pm 0.07 = 0.14$
5	$TK_9 = (131.97) \pm 0.08 = 0{,}16$	$TH_{28} = (131.97) \pm 0.08 = 0{,}16$
6	$TK_{10} = (133) \pm 0.015 = 0{,}03$	$TH_{214.2} = (133) \pm 0.015 = 0{,}03$
7	$TK_{11} = (136.64) \pm 0.5 = 1$	$TH_{17.2} = (136.64) \pm 0.5 = 1$
8	$TK_{12} = (175) \pm 0.08 = 0{,}16$	$TH_{215} = (175) \pm 0.08 = 0{,}16$
9	$TK_{13} = (188) \pm 0.575 = 1.15$	$TH_{16} = (188) \pm 0.575 = 1.15$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров по оси X

Номер	Допуск контрольного размера, мм	Допуск технологического размера, мм
1	$TK_1 = (110) \pm 0.435 = 0.87$	$TA_{14} = (110) \pm 0.435 = 0.87$
2	$TK_2 = (100) \pm 0.435 = 0.87$	$TA_{224} = (90) \pm 0.027 = 0.054$
3	$TK_3 = (93.07) \pm 0.07 = 0.14$	$TA_{27} = (93.07) \pm 0.07 = 0.14$
4	$TK_4 = (88.22) \pm 0.07 = 0.14$	$TA_{210} = (88.22) \pm 0.07 = 0.14$
5	$TK_5 = (86) \pm 0.435 = 0.87$	$TA_{230} = (62) \pm 0.023 = 0.046$
6	$TK_6 = (78.08) \pm 0.06 = 0.12$	$TA_{212} = (78.08) \pm 0.06 = 0.12$
7	$TK_7 = (55) \pm 0.06 = 0.12$	$TA_{17.1} = (55) \pm 0.06 = 0.12$
8	$TK_8 = (31.92) \pm 0.05 = 0.1$	$TA_{216} = (31.92) \pm 0.05 = 0.1$
9	$TK_9 = (24) \pm 0.26 = 0.52$	$TA_{233} = (24) \pm 0.02 = 0.04$
10	$TK_{10} = (21.78) \pm 0.042 = 0.084$	$TA_{217} = (21.78) \pm 0.042 = 0.084$
11	$TK_{11} = (16.93) \pm 0.035 = 0.07$	$TA_{218} = (16.93) \pm 0.035 = 0.07$
12	$TK_{12} = (10) \pm 0.18 = 0.36$	$TA_{227} = (10) \pm 0.02 = 0.04$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров по оси Y

Нормер	Допуск контрольного размера, мм	Допуск технологического размера, мм
1	$TK_1^L = (5) \pm 0.18 = 0.36$	$TL_{221} = (5) \pm 0.18 = 0.36$

2	$TK_2^L = (11) \pm 0.215 = 0.43$	$TL_{223} = (11) \pm 0.215 = 0.43$
3	$TK_3^L = (22) \pm 0.26 = 0.52$	$TL_{21} = (22) \pm 0.26 = 0.52$

Расчет припусков на осевые размеры

Минимальный припуск на обрабату плоскости определяется по формуле

$$z_i \min = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \qquad (1.5.6.1)$$

где $z_i \min$ - минимальный припуск на обработке поверхности, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм. [14]

Рассмотрим припуски: z_{13}

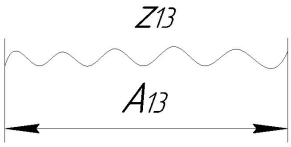


Рис.1.5.6.37. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск по формуле (1.5.6.1):

$$z_{13}\min = 2 + 1 + 2 = 5 \text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$z_{13}\max = z_{13}\min + TA_{13} = 5 + 0.6 = 5{,}6 \text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$z_{13}cp = \frac{z_{13}\min + z_{13}\max}{2} = \frac{5 + 5{,}6}{2} = 5{,}3 \text{ мм}$$

Рассмотрим припуски: z_{14}

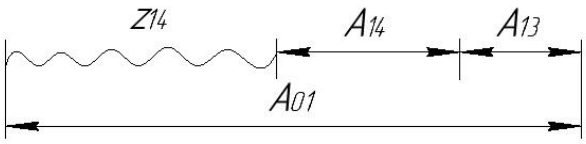


Рис.1.5.6.38. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$z_{14}\min = 2 + 1 + 2 = 5 \text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$z_{14}\max = z_{14}\min + TA_{01} + TA_{13} + TA_{14} = 5 + 4 + 0.6 + 0.87 = 10.47 \text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$z_{14}cp = \frac{z_{14}\min + z_{14}\max}{2} = \frac{5 + 10.47}{2} = 7.235 \text{ мм}$$

Рассмотрим припуски: z_{15}

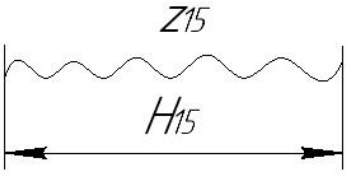


Рис.1.5.6.39. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$z_{15}\min = 5 \text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$z_{15}\max = z_{15}\min + TH_{15} = 5 + 1.5 = 6.5 \text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$z_{15}cp = \frac{z_{14}\min + z_{14}\max}{2} = \frac{5+6.5}{2} = 5.75\text{ мм}$$

Рассмотрим припуски: z_{16}

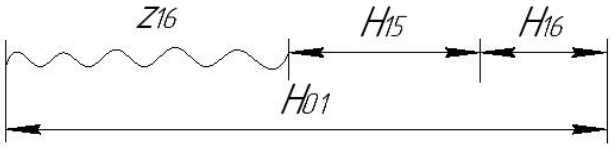


Рис. 1.5.6.40. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$z_{16}\min = 2+1+2 = 5\text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$z_{16}\max = z_{16}\min + TH_{01} + TH_{15} + TH_{16} = 5+4+1.5+1.15 = 11.65\text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$z_{16}cp = \frac{z_{16}\min + z_{16}\max}{2} = \frac{5+11.65}{2} = 8.325\text{ мм}$$

Рассмотрим припуски: zL_{11}

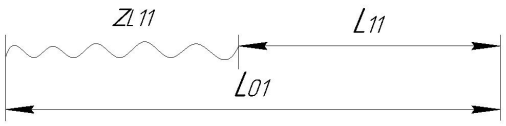


Рис. 1.5.6.41. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$zL_{11}\min = 0.9 + 1.1 = 2 \text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$zL_{11}\max = zL_{11}\min + TL_{01} + TL_{11} = 2 + 1{,}1 + 0.84 = 3.14 \text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$zL_{11}cp = \frac{zL_{11}\min + zL_{11}\max}{2} = \frac{2 + 3.14}{2} = 2.57 \text{ мм}$$

Рассмотрим припуски: zL_{21}

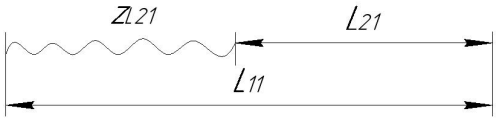


Рис. 1.5.6.42. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$zL_{21}\min = 2 \text{ мм}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$zL_{21}\max = zL_{21}\min + TL_{11} + TL_{21} = 2 + 0.84 + 0.52 = 3.36 \text{ мм}$$

Расчетный средний припуск:

$$zL_{21}cp = \frac{zL_{21}\min + zL_{21}\max}{2} = \frac{2 + 3{,}36}{2} = 2{,}68 \text{ мм}$$

Расчет осевых технологических размеров

Расчет технологических размеров по оси Z.

Номер	Средный размер	Допуск	Контрольный размер
1	$H_{231}cp = K_5cp = 10$	$TH_{231} = 0.36$	$H_{231} = 10 \pm 0.18$
2	$H_{228}cp = K_6cp = 25$	$TH_{228} = 0.33$	$H_{228} = 25 \pm 0.165$
3	$H_{213}cp = K_7cp = 106.01$	$TH_{213} = 0.14$	$H_{213} = 106.01 \pm 0.07$
4	$H_{211}cp = K_8cp = 117.47$	$TH_{211} = 0.14$	$H_{211} = 117.47 \pm 0.07$
5	$H_{28}cp = K_9cp = 131.97$	$TH_{28} = 0.18$	$H_{28} = 131{,}97 \pm 0.09$
6	$H_{17.2}cp = K_{11}cp = 136.64$	$TH_{17.2} = 0{,}04$	$H_{17.2} = 136.64 \pm 0.02$

7	$H_{215}cp = K_{12}cp = 175$	$TH_{215} = 0{,}16$	$H_{215} = 175 \pm 0.08$
8	$H_{16}cp = K_{13}cp = 188$	$TH_{16} = 1.15$	$H_{16} = 188 \pm 0.575$
9		$TH_{15} = 1.5$	$H_{15} = 5.75 \pm 0.75$

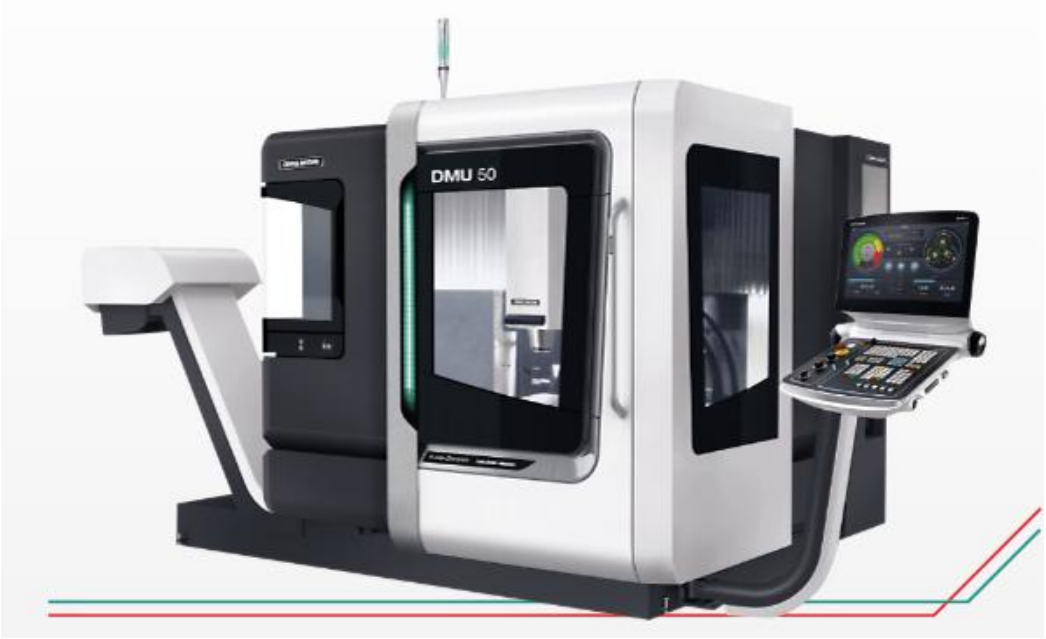
Расчет технологических размеров по оси X.

Номер	Средный размер, мм	Контрольный размер, мм
1	$A_{27}cp = K_3cp = 93.07$	$A_{27} = 93.07 \pm 0.07$
2	$A_{210}cp = K_4cp = 88.22$	$A_{210} = 88.3 \pm 0.07$
3	$A_{212}cp = K_6cp = 78.08$	$A_{212} = 78.1 \pm 0.06$
4	$A_{216}cp = K_8cp = 31.92$	$A_{216} = 32.92 \pm 0.05$
5	$A_{217}cp = K_{10}cp = 21.78$	$A_{217} = 21.8 \pm 0.042$
6	$A_{218}cp = K_{11}cp = 16.93$	$A_{218} = 16.93 \pm 0.035$

1.5.7. Выбор оборудования и технологической процесса

Операция 10, 15, Фрезерная

Универсальный фрезерный станок DMU50 [15]



Основные данные технические характеристики:

		DMU 50 *ecoline*
Ход по осям (X / Y / Z)	мм	500 / 450 / 400
Число оборотов шпинделя	об/мин	8.000 / 10.000*
Крутящий момент (40 / 100 % ED)	Нм	83 / 57
Приводная мощность (40 / 100 % ED)	кВт	13 / 9
Количество позиций инструмента	шт	16 / 30*
Ускоренный ход (X / Y / Z)	м/мин	24 / 24 / 24
Макс. нагрузка стола	кг	200
Наклонно-поворотный стол с ЧПУ	градус	−5 / +110

1.5.8. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

Заготовительная операция 05: Отрезание

(Переход A_{01} L_{01} R_{01} H_{01} отрезать заготовку плазменной резкой)

1. $v = 0.8$ м/мин

Фрезерная операция 10:

1. Подрезать торце (переход L_{11})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n	Диаметр фрезы D, мм
Быстрорежущая сталь	Р6М5	12	125

Подача s, мм/об	Глубина резания t, мм
0.6	3

[1, 22]

Скорость резания определяется по формуле: [1.ст406]

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_V \qquad (1.5.8.1)$$

Среднее значение стойкости Т при обработке при D=125мм, B=120, z=12, выбираем Т=180мин. [1]

Считаем мнитную падачу по формуле:

$$s_z = \frac{s}{z} = \frac{0.6}{12} = 0.05 \text{ мм/зуб} \qquad (1.5.8.2)$$

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 81 [1 ст. 406],

C_V	q	x	y	u	p	m
64.7	0.25	0.1	0.2	0.15	0	0.2

Коэффициент K_V [1. ст406]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \qquad (1.5.8.3)$$

Где K_{MV} -коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала(табл.1-4);

$K_{ПV}$ -коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки(табл.5)

$K_{ИV}$ -коэффициент, учитывающий качество материала инструмента(табл.6)

K_{MV} - занчание определяется по формуле: [1.с358]

$$K_{MV} = K_Г (\frac{750}{\sigma_B})^{n_v} \qquad (1.5.8.4)$$

Где σ_B - фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

Коэффициент $K_Г$, характеризующие глупу стали по обработываемости, и показатель степень n_V см. в табл. 2. Выбираем: $K_Г = 1{,}0$ $n_V = -0{,}9$ $K_{ПV} = 0{,}9$ $K_{ИV} = 1$

Получаем:

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0{,}9} = 0{,}568$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0{,}568 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}5112.$$

Скорость резания при фрезероваеии считаем по формуле (1.5.8.1):

$$v = \frac{64.7 \cdot 125^{0.25}}{180^{0.2} \cdot 3^{0.1} \cdot 0.05^{0.2} \cdot 120^{0.15} \cdot 12^{0}} \cdot 5112 = 31.1376 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов фрезы считаем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 31.1376}{\pi \cdot 125} = 79.3 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутную подачу по формуле (1.2.7.5)

$$s_m = 79.3 \cdot 0.6 = 47.58 мм / мин$$

Рассчитываем главную составляющую сил резания - окружная сила,

Значения коэффициентов определяем по таблице 83 [1. ст412] Выбираем:

C_p	x	y	u	q	w
82.5	0.95	0.8	1.1	1.1	0

Коэффициент K_{MP} определяем по формуле [1. ст362]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.3} = 0.828$$

Сила резания - окружная сила по формуле (1.2.7.11):

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 82.5 \cdot 3^{0.95} \cdot 0.05^{0.8} \cdot 120^{1.1} \cdot 12}{125^{1.1} \cdot 79.3^0} \cdot 0.828 = 2025.84\,\text{Н}$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.12):

$$M_{KP} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{2025.84 \cdot 125}{2000} = 126.615 H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.13):

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{2025.84 \cdot 31.1376}{1020 \cdot 60} = 1.031$$

Мощность привода главного движения определяем по формуле (1.2.7.7), кВт:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.031}{0.75} = 1.375$$

Мощность электродвигателей: DMU 50 $N_{CT} = 9$ кВт $> N_{пр} = 1.375$ кВт

2. Подрезание торца (переход A_{13} A_{14} H_{15} H_{16} $D_{17.0}$ $A_{17.1}$ $A_{17.2}$ L_{12}**)**

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n	Диаметр фрезы D, мм
Твердый спав	Т15К6	5	20
Подача s_z, мм/зуб		Глубина резания t, мм	

0.1	5

Среднее значение стойкости T при обработке при D=20мм, B=15, z=5, выбираем T=80мин. [1]

Скорость резания определяется по формуле (1.5.8.1):

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 81 [1 ст. 407],

C_V	q	x	y	u	p	m
145	0.44	0.24	0.26	0.1	0.13	0.37

Коэффициент K_V определяем как раз, то коэффициент определяем по формуле (1.5.8.3):

$$K_V = 0.568 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.511$$

Скорость резания считаем по формуле (1.5.8.1):

$$v = \frac{145 \cdot 20^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 5^{0.24} \cdot 0.1^{0.26} \cdot 15^{0,1} \cdot 5^{0.13}} \cdot 0.511 = 41.9 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов фрезы определяем по формуле (1.2.7.4):

$$n = \frac{1000 \cdot 41.87}{3.14 \cdot 20} = 667 \text{ об/мин}$$

Определяем минутную подачу по формуле (1.2.7.5)

$$s_m = 667 \cdot 0.1 \cdot 5 = 333.5 мм / мин$$

Рассчитываем главную составляющую сил резания - окружную силу по формуле (1.2.7.11) , Н. Выбираем

C_p	x	y	u	q	w
12.5	0.85	0.75	1	0.73	-0.13

Коэффициент K_{MP} считаем по формуле[1. ст362]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.3} = 0.83$$

Сила резания - окружная сила, которую определяем по форму (1.2.7.11):

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^q z}{D^u n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 5^{0.85} \cdot 0.1^{0,75} \cdot 15^{0.73} \cdot 5}{20^1 \cdot 667^{-0.13}} \cdot 0.83 = 304.6 H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.12):

$$M_{KP} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{304.6 \cdot 20}{2 \cdot 1000} = 3.046 H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.13):

$$N_e = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{304.6 \cdot 41.9}{1020 \cdot 60} = 0.21 \text{кВт}$$

Мощность привода главного движения по формуле (1.2.7.7):

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.21}{0.75} = 0.28 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9 \text{кВт} > N_{пр} = 0.28 \text{кВт}$

Фрезерная операция 15:

1. Подрезать торце (переход L_{21})

Расчет режима резания при этой операции и расчет при операции 10 (переход L_{11}) одинаковые.

2. Подрезание торца (переход $A_{22}*, A_{23}*, H_{24}*, H_{25}*, D_{26}*$)

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Число зубы n	Диаметр фрезы D, мм
Твердый спав	Т15К6	5	20

Подача на зуб s_z, мм/зуб	Глубина резания t, мм
0.1	5

Среднее значение стойкости Т при обработке при D=20мм, B=8, z=5, выбираем Т=80мин. [1]

Скорость резания определяется по формуле(1.5.8.1), Значение коэффициента C_V, показателей степени и коэффициент Kv в формуле приведены в табл. 81 [1 ст. 407], выбраем как раз.

Скорость резания определяем по формуле (1.5.8.1):

$$v = \frac{145 \cdot 20^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 5^{0.24} \cdot 0.1^{0.26} \cdot 8^{0,1} \cdot 5^{0.13}} \cdot 0.511 = 44.6 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов фрезы по формуле (1.2.7.4)

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44.6}{3.14 \cdot 20} = 710 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутную подачу по формуле:

$$s_m = 710 \cdot 0.1 \cdot 5 = 355 \text{ мм/мин}$$

Рассчитываем главную составляющую силу резания - окружную силу, Н по формуле (1.2.7.11). [1. ст406] Значения коэффициентов определяем по таблице 83 [1. ст412] и Коэффициент K_{MP}. Выбираем как прошлой раз.

Сила резания - окружная сила, ее определяем по формуле (1.2.7.11):

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^q z}{D^u n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 5^{0.85} \cdot 0.1^{0,75} \cdot 8^{0.73} \cdot 5}{20^1 \cdot 710^{-0.13}} \cdot 0.83 = 194.1 H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.12):

$$M_{KP} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{194.1 \cdot 20}{2 \cdot 1000} = 1.941 H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.13):

$$N_e = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{194.1 \cdot 44.6}{1020 \cdot 60} = 0.1415 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения, ее определяем по формуле:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.1415}{0.75} = 0.19\,\text{кВт}$$

Мощность электродвигателей DMU 50 $N_{CT} = 9\,\text{кВт} > N_{пр} = 0.19\,\text{кВт}$

3. Сверление отверстие (переход D_{29})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Диаметр сверла D, мм
Быстрорежущая сталь	Р6М5	11
Подача s, мм/об	Глубина резания t, мм	
0.32	11/2=5.5	

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m s^y} K_V \qquad (1.5.8.5)$$

Среднее значение стойкости Т по таблице 40 при обработке при D=11мм, выбираем Т=45мин. [табл. 40 ст384]

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 39, [1 ст. 383] выбираем

$$C_V = 9.8 \quad q = 0.4 \quad y = 0.5 \quad m = 0.2$$

Коэффициент K_V:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{lV} \text{ [1. ст385]}$$

Где K_{MV} -коэффициент на обрабатываемый материал(табл.1-4);

$K_{ИV}$ -коэффициент на инструментальный материал (табл.6)

K_{lV} -коэффициент, учитывающий глубину зенкерования(табл.41)

K_{MV} -определяется по формуле:

$$K_{MV} = K_{Г}(\frac{750}{\sigma_B})^{n_v}$$

В табл. 2. выбираем: $\sigma_B = 400$ МПа $K_{Г} = 1{,}0$ $n_V = -0{,}9$ $K_{ИV} = 1$ $K_{lV} = 1$

Получаем:

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0.9} = 0.568$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{lV} = 0.568 \cdot 1 \cdot 1 = 0.568$$

Скорость резания определяем по формуле (1.5.8.5):

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m s^y} K_V = \frac{9.8 \cdot 20^{0.4}}{45^{0.2} \cdot 0.32^{0.5}} \cdot 0.568 = 15.24 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов сверла, его определяем по формуле (1.2.7.4)

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 15.24}{3.14 \cdot 11} = 411 \text{об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутную подачу по формуле:

$$s_m = s \cdot n = 0.32 \cdot 411 = 131.5 мм / мин$$

рассчитываем силу резания, Н, и крутящий момент Н м

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_P \qquad (1.5.8.6)$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_P \qquad (1.5.8.7)$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 42 [1. ст385]

Выбираем:

C_p	q	y	C_M	q	y
68	1	0.7	0.0345	2	0.8

Коэффициент K_P определяем по формуле[1.ст362]

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.75} = 0.624$$

Осевая сила определяем по формуле (1.5.8.6):

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0.32^{0.7} \cdot 0.624 = 2102 H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.5.8.7):

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 11^2 \cdot 0.32^{0.8} \cdot 0.624 = 10.47$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} \qquad (1.5.8.8)$$

Определяем мощность резания: $N_e = \frac{10.47 \cdot 411}{9750} = 0.45\,\text{кВт}$

Мощность привода главного движения, кВт, по формуле (1.2.7.7) :

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.45}{0.75} = 0.6\,\text{кВт}$$

Мощность электродвигателей DMU 50 $N_{CT} = 9\,\text{кВт} > N_{пр} = 0.6\,\text{кВт}$.

4. Рассверливание отверстия (переход D_{219})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Диаметр сверла D, мм
Быстрорежущая сталь	Р6М5	12

Подача s, мм/об	Глубина резания t, мм
0.6	$\frac{D_{219} - D_{29}}{2} = \frac{12 - 11}{2} = 0.5$

Среднее значение стойкости Т по таблице 40 при обработке при D=12мм, выбираем Т=45мин. [1. ст384]

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 39 [1 ст. 383], выбираем

$$C_V = 16.2 \quad q = 0.4 \quad x = 0.2 \quad y = 0.5 \quad m = 0.2$$

Коэффициент K_V:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ПV}$$

В табл. 2. при $\sigma_B = 400$ МПа Выбраем:

$K_Г = 1{,}0$ $n_V = -0{,}9$ $K_{ПV} = 0{,}9$ $K_{ИV} = 1$ $K_{IV} = 0.85$

Определяем по формулам:

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0{,}9} = 0.5679$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{IV} = 0.568 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 0.85 = 0.43452$$

Скорость резания считаем по формуле (1.5.8.9):

$$v = \frac{16.2 \cdot 12^{0.4}}{45^{0,2} \cdot 0.5^{0,2} \cdot 0.6^{0,5}} \cdot 0.43452 = 13.2 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов сверла, определяем по формуле (1.2.7.4):

$$n = \frac{1000 \cdot 13.2}{3.14 \cdot 12} = 351 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутную подачу по формуле (1.2.7.5):

$$s_m = s \cdot n = 0.6 \cdot 351 = 211 \text{ мм/мин}$$

рассчитываем главную составляющую сил резания, Н, и крутящий момент Н м. [1. ст385]

Значения коэффициентов определяем по таблице 42 [1. ст385]

Выбраем:

C_P	q	x	y
67	1	1.2	0.65
C_M	q	x	y
0.09	1	0.9	0.8

Коэффициент K_P определяем по формуле (1.2.7.3). [1.ст362]

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.75} = 0.624$$

Сила резания - окружная сила, котрая определяем по формуле (1.2.7.1):

$$P_0 = 10C_p D^q t^x s^y K_P = 10 \cdot 67 \cdot 12^1 \cdot 0.5^{1,2} \cdot 0.6^{0,65} \cdot 0.624 = 1566.76H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.2):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.09 \cdot 12^1 \cdot 0.5^{0.9} \cdot 0.6^{0.8} \cdot 0.624 = 2.4$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.3):

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{2.4 \cdot 351}{9750} = 0.0864$$

Мощность привода главного движения, кВт, считаем по формуле (1.2.7.4):

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.0864}{0.75} = 0.1152$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9$ кВт $> N_{пр} = 0.1152$кВт.

5. Зенкерование отверстия (переход D_{220})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Диаметр зенкера D, мм
Быстрорежущая сталь	Р6М5	15

Подача s, мм/об	Глубина резания t, мм
0.5	$\frac{15 - 12}{2} = 1.5$

Скорость резания определяется по формуле (1.5.8.9).

Среднее значение стойкости Т по таблице 40 при обработке при D=15мм, выбираем Т=45мин. [1. ст384]

Для расчета скорости резания значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 39 [1 ст. 383] Коэффициент K_V, выбираем

$$C_V = 16{,}3 \;\; q = 0.3 \;\; x = 0.2 \;\; y = 0.5 \;\; m = 0.3$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ПV}$$ [1. ст385]

В табл. 2. при $\sigma_B = 400$ МПа выбираем:

$K_Г = 1{,}0 \;\; n_V = -0.9 \;\; K_{ПV} = 0{,}9 \;\; K_{ИV} = 1 \;\; K_{IV} = 1$

Определяем коэффициенты по формуам:

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0{,}9} = 0.5679$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0.5679 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 1 = 0.51$$

Скорость резания считаем по формуле (1.5.8.9):

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s^y} K_V = \frac{16.3 \cdot 15^{0,3}}{45^{0,3} \cdot 1.5^{0,2} \cdot 0.5^{0,3}} \cdot 0.51 = 6.8 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов зенкеры (1.5.7.4):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 6.8}{3.14 \cdot 15} = 145 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутную подачу по формуле (1.2.7.5):

$$s_m = s \cdot n = 0.5 \cdot 145 = 72.5 \text{ мм/мин}$$

Рассчитываем главную составляющую сил резания, Н, и крутящий момент Н м по формулами (1.2.7.1) и (1.2.7.2).

Значения коэффициентов определяем по таблице 42 [1. ст385]

Выбраем: $C_P = 67 \;\; q = 1 \;\; x = 1{,}2 \;\; y = 0.65$ $\qquad$ $C_M = 0{,}09 \;\; q = 1 \;\; x = 0{,}9 \;\; y = 0.8$

Коэффициент K_P определяем по формуле:

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.75} = 0.624$$

Сила резания - окружная сила, которую определяем по формуле (1.2.7.1):

$$P_0 = 10C_p D^q t^x s^y K_P = 10 \cdot 67 \cdot 15^1 \cdot 1.5^{1,2} \cdot 0.5^{0,65} \cdot 0.624 = 6501.2H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.2)

$$M_{кр} = 10C_M D^q t^x s^y K_P = 10 \cdot 0.09 \cdot 15^1 \cdot 1.5^{0.9} \cdot 0.5^{0.8} \cdot 0.624 = 7H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.6):

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{7 \cdot 145}{9750} = 0.105$$

Мощность привода главного движения, кВт. Определяем по формуле (1.2.7.7):

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.105}{0.75} = 0.14$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9$ кВт $> N_{пр} = 0.14$ кВт

6. Сверление отверстия (переход D_{225})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Диаметр сверла D, мм
Быстрорежущая сталь	Р6М5	8

Подача s, мм/об	Глубина резания t, мм
0.14	$\frac{8}{2} = 4$

Среднее значение стойкости Т по таблице 40 при обработке при D=8мм, выбираем Т=25мин. [1. ст384]

Скорость резания определяется по формуле (1.5.8.9), значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 38 [1 ст. 383], выбираем

$$C_V = 7 \quad q = 0.4 \quad y = 0.7 \quad m = 0.2$$

Коэффициент K_V:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{IV} \text{ [1. ст385]}$$

В табл. 2. Выбраем: $\sigma_B = 400$ МПа $K_Г = 1{,}0$ $n_V = -0.9$ $K_{ИV} = 1{,}15$ $K_{IV} = 0.85$

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0{,}9} = 0{,}5679$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{IV} = 0{,}5679 \cdot 1.15 \cdot 0.85 = 0{,}555$$

Скорость резанияопределяем по формуле (1.5.8.9):

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m s^y} K_V = \frac{7 \cdot 8^{0{,}4}}{25^{0{,}2} \cdot 0.14^{0{,}7}} \cdot 0.555 = 18.5674 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов сверла, считаем по формуле (1.2.7.4):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 18.5674}{3.14 \cdot 8} = 738.773 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, определяем минутная подачу по формуле (1.2.7.5):

$$s_m = s \cdot n = 0.14 \cdot 738.773 = 103.42 мм / мин$$

Рассчитываем главную составляющую осевую силу , Н, и крутящий момент Н м по формулами [1. ст385]

Значения коэффициентов определяем по таблице 42. [1. ст385]

Выбираем: $C_P = 68 \; q = 1 \; y = 0.7$ $C_M = 0{,}0345 \; q = 2 \; y = 0.8$

Коэффициент K_P определяем по формуле

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.75} = 0.624$$

Осевая сила, ее определяем по формуле (1.2.7.1):

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0{,}14^{0.7} \cdot 0{,}624 = 857{,}18 H$$

Крутящий момент определяем по формуле (1.2.7.2):

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_P = 10 \cdot 0.0345 \cdot 8^2 \cdot 0.14^{0.8} \cdot 0.624 = 2.8582 H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.3)

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{2.8582 \cdot 738.773}{9750} = 0.21657$$

Мощность привода главного движения, кВт. Определяем по формуле (1.2.7.4) :

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.21657}{0.75} = 0.28876$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9$ кВт $> N_{пр} = 0.28876$ кВт

7. Резать резьбы (переход D_{229})

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациям - Р6М5, марки быстрорежущая сталь.

Подача S назначим по таб. 114 S=1.5 мм/об. [1, с. 428]

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m s^y} K_V \qquad (1.5.8.10)$$

Среднее значение стойкости Т при обработке при D=10мм, выбираем Т=90мин.таюл.118[1. ст431]

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 118 [1 ст. 430],

$$C_V = 64.8 \; q = 1.2 \; y = 0.5 \; u = 0.1 \; m = 0.9$$

Коэффициент K_V:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{CV} \cdot K_{IIV} \text{ [1. ст406]}$$

В табл. 2. Выбраем: $\sigma_B = 400$ МПа $K_Г = 1{,}0 \; n_V = -0{,}9 \; K_{CV} = 1 \; K_{IIV} = 1{,}15$

Определяем коэффиценты по формулам.

$$K_{MV} = 1{,}0 \cdot (\frac{750}{400})^{-0{,}9} = 0{,}5679$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{CV} \cdot K_{IIV} = 0{,}5679 \cdot 1 \cdot 1{,}15 = 0.6531$$

Скорость резания расчитываем по формуле (1.5.8.10):

$$v = \frac{64.8 \cdot 10^{1.2}}{90^{0{,}9} \cdot 1.5^{0.13}} \cdot 0.6531 = 11.0878 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов метчики по формуле (1.2.7.4).

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11.0878}{3.14 \cdot 10} = 352.9356 \text{об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, опредеояем минутную подачу по формуле (1.2.7.5):

$$s_m = s \cdot n = 1.5 \cdot 352.935 \cdot = 529.4 мм / мин$$

рассчитываем главную составляющую сил резания - окружная сила, Н. по формуле (19.10):

$$P_Z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_P \qquad (1.5.8.11)$$

Где i- число рабочих ходов [1. 428] Р - щаг резьбы.

Значения коэффициентов определяем по таблице 120 [1. ст433].

Выбираем $C_P = 1$ $u = 1$ $y = 1{,}5$ $q = 1{,}4$ $C_M = 0.027$ $n = 1$

Коэффициент K_{MP} определяем по формуле

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.3} = 0.83$$

Сила резания - окружная сила, посчитываем по формуле (1.5.8.11):

$$P_Z = \frac{10 \cdot 1 \cdot 1.5^{1.5}}{2^1} \cdot 0{,}83 = 7.624H$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_P \qquad (1.5.8.12)$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0.027 \cdot 10^{1.4} \cdot 1.5^{1.5} \cdot 0.83 = 3.7379 H \cdot м$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.5.8.13):

$$N_e = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} \qquad (1.5.8.13)$$

$$N_e = \frac{7.624 \cdot 11.0878}{1020 \cdot 60} = 0.00138$$

Мощность привода главного движения, кВт посчитываем по формуле (1.2.7.7):

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.00138}{0.75} = 0.00184$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9$ кВт $> N_{пр} = 0.00184$кВт.

8. Сверление отверстие (переход D_{232})

Материал режущего инструмента	Марка инструмента	Диаметр зенкера D, мм	Число зубы
Быстрорежущая сталь	Р6М5	8	4

Подача s_z, мм/зуб	Глубина резания t, мм
0.05	$\frac{8}{2} = 4$

Скорость резания определяется по формуле:

Среднее значение стойкости Т по таблице 40. при обработке при D=8мм, B=10, z=4 выбираем T=80мин. [1. ст384]

Подачу на об. определяем по формуле:

$$s = s_z \cdot z = 0.05 \cdot 4 = 0.2$$

Значение коэффициента C_V, показателей степени приведены в табл. 81 [1 ст. 407], выбираем

$$C_V = 46.7 \; q = 0.45 \; x = 0.5 \; y = 0.5 \; m = 0.33 \; u = 0.1 \; p = 0.1$$

Коэффициент K_V посчитываем по формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИV} \cdot K_{ПV}$$

$$K_{MV} = K_Г (\frac{750}{\sigma_B})^{n_v}$$

В табл. 2. Выбраем: $\sigma_B = 400$ МПа $K_Г = 1{,}0$ $n_V = -0.9$ $K_{ПV} = 0{,}9$ $K_{ИV} = 1$

$$K_{MV} = 0.9 \cdot (\frac{750}{400})^{-0.9} = 0.568$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0.568 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.511$$

Скорость резания пределяем по формуле (1.5.8.1):

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_V = \frac{46.7 \cdot 8^{0,45}}{80^{0.33} \cdot 4^{0.5} \cdot 0.05^{0.5} \cdot 10^{0,1} \cdot 4^{0.1}} \cdot 0.511 = 22.151 \text{м/мин.}$$

Расчетное число оборотов фрезы определяем по формуле (1.2.7.4):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22.151}{3.14 \cdot 8} = 881.36 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, пределяем минутную подачу по формуле (1.2.7.5):

$$s_m = s \cdot n \cdot z = 0.05 \cdot 881.36 \cdot 4 = 176.272 \text{ мм/мин}$$

рассчитываем главную составляющую сил резания, Н, и крутящий момент Н м по формулами (1.2.7.11) и (1.2.7.12).

Значения коэффициентов определяем по таблице 81 [1. ст407]

Выбираем: $C_p = 68.2$ $x = 0.86$ $y = 0.72$ $u = 1$ $q = 0.86$ $w = 0$

Коэффициент K_P определяем по формуле

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0.3} = 0.828$$

Сила резания - окружная сила,Н. посчитываем по формуле (1.2.7.11):

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^q z}{D^u n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 4^{0.85} \cdot 0.05^{0.72} \cdot 10^{0.86} \cdot 4}{8^1 \cdot 881.36^0} \cdot 0.828 = 768.766$$

Крутящий момент, Н м. определяем по формуле (1.2.7.12):

$$M_{кр} = \frac{DP_z}{2 \cdot 1000} = \frac{8 \cdot 768.766}{2 \cdot 1000} = 3.0751$$

Мощность резания (эффективная), кВт, определяем по формуле (1.2.7.13):

$$N_e = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{768 \cdot 766 \cdot 22.151}{1020 \cdot 60} = 0.2848$$

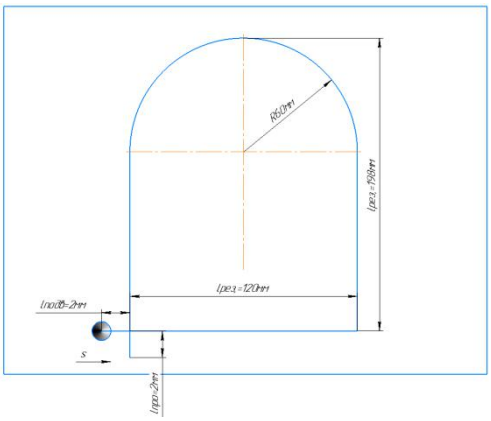
Мощность привода главного движения, кВт по формуле (1.2.7.7):

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.2848}{0.75} = 0.38$$

Мощность электродвигателей Вертикального обработывающего центра серии DMU 50 $N_{CT} = 9\,\text{кВт} > N_{пр} = 0.38\,\text{кВт}$.

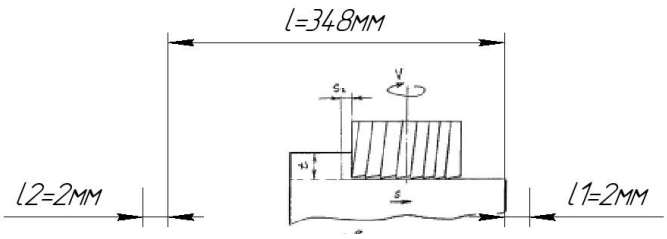
1.5.9.Расчет основного времени

Заготовительная операция 05



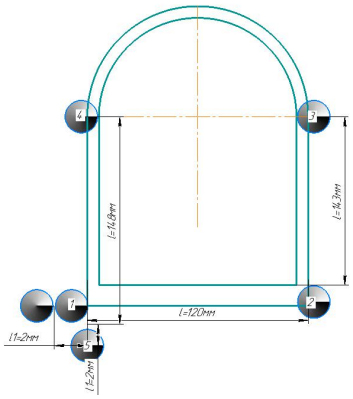
Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l}{s_m} = \frac{2+143+\pi\cdot 60+143+2}{800} = 0.7285$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм} = 0{,}2 + 0{,}4 + 0{,}24 + 0{,}14 = 0.98$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_o + T_{всп.} = 0.7285 + 0{,}98 = 1.7085$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 1.7085 = 0.256275$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.7285 + 0{,}98 + 0.25275 = 1.964775$
6	Подготовительно-заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з.}/n) = 1.964775 + (\frac{16}{1}) = 17.964775$мин

Фрезерная операция 10 переход L_{11} подрезать торец



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+150+198+2)\cdot 1}{47.58} = 7.4$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм} = 0{,}3 + 0{,}24 + 0{,}22 + 1.2 = 1.96$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_0 + T_{всп.} = 7.4 + 1.96 = 9.36$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 9.36 = 1.404$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 7.4 + 1.96 + 1.404 = 10.764$
6	Подготовительно-заключигельное время	Тпз.= 12
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 10.764 + (12/1) = 22.764$

Фрезерная операция 10 переход $L_{12} A_{13} A_{14} H_{15} H_{16} D_{17.0}$ **подрезать торец**

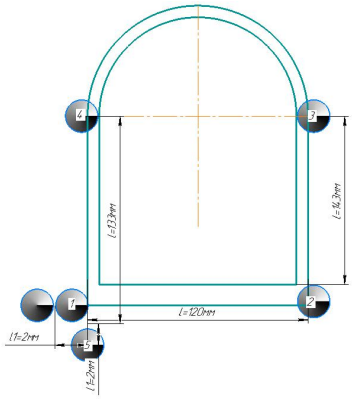


Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{[2+(202+8.66+5)+(10+138)+65\pi+(143+8.66)+2]}{333.5} = 2.17$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм} = 0+0+0.22+1.2 = 1.42$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_0 + T_{всп.} = 2.17 + 1.42 = 3.59$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 3.59 = 0.54$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 2.17 + 1.42 + 0.54 = 4.13$
6	Подготовительно-заключигельное время	Тпз.= 12
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 4.13 + (12/1) = 16.13$

Фрезерная операция 15 переход L_{21} подрезать торец

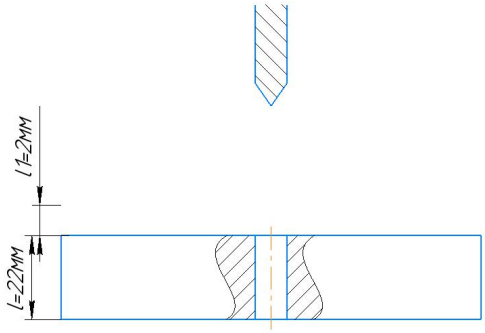
Делаем как в операции 10 перый переход.

Фрезерная операция 15 переход $A_{22} * A_{23} * H_{24} * H_{25} * D_{26} *$ **подрезать торец**



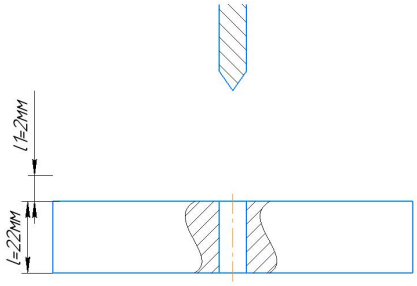
Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{[2+(202+8.66+5)+(10+138)+65\pi+(143+8.66)+2]}{355} = 2.04$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм} = 0+0+0.22+1.2 = 1.42$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_0 + T_{всп.} = 2.04 + 1.42 = 3.46$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 346 = 0.52$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 2.04 + 1.42 + 0.52 = 3.98$
6	Подготовительно-заключигельное время	Тпз.= 12
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 3.98 + (12/1) = 15.98$

Фрезерная операция 15 Переход D29 сверление отверстия



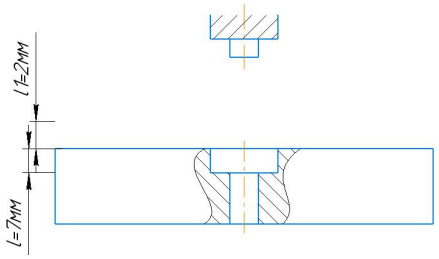
Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+22)\cdot 7}{131.5} = 1.28$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.5 = 0.7$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 12.8 + 0.7 = 1.98$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 1.98 = 0.23$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 1.28 + 0.7 + 0.23 = 2.21$
6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 12
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 2.21 + (12/1) = 14.21$

Фрезерная операция 15 Переход D219 сверление отверстия



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+22)\cdot 7}{211} = 0.8 мин$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.5 = 0.7$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 0.8 + 0.7 = 1.5$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 1.5 = 0.225$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.8 + 0.7 + 0.225 = 1.725$
6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 1.725 + (16/1) = 17.725$

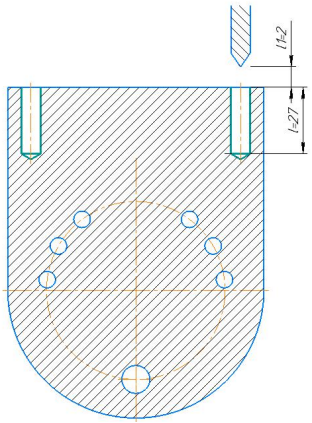
Фрезерная операция 15 Переход D 220 зенкеровать отверстия



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+5)\cdot 7}{72.5} = 0.676 мин$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.3 = 0.5$

3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 0.676 + 0.5 = 1.176$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 1.176 = 0.177$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.676 + 0.5 + 0.177 = 1.353$
6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 1.353 + (16/1) = 17.353$

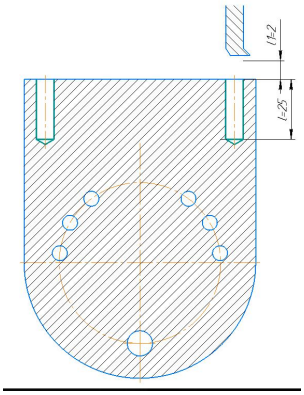
Фрезерная операция 15 Переход D225 сверление отверстия



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+27) \cdot 2}{103.42} = 0.56 мин$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.3 = 0.5$

3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 0.56 + 0.5 = 1.06$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 1.06 = 0.16$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.56 + 0.5 + 0.16 = 2.22$
6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 2.22 + (16/1) = 18.22$

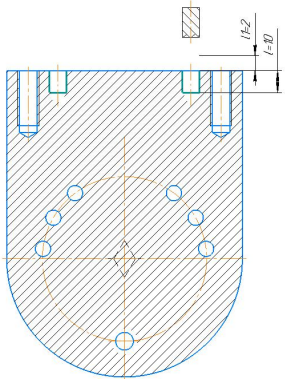
Фрезерная операция 15 Переход D229 сверление отверстия



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+25) \cdot 2}{529.4} = 0.102$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.3 = 0.5$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 0.102 + 0.5 = 0.602$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 0.602 = 0.1$

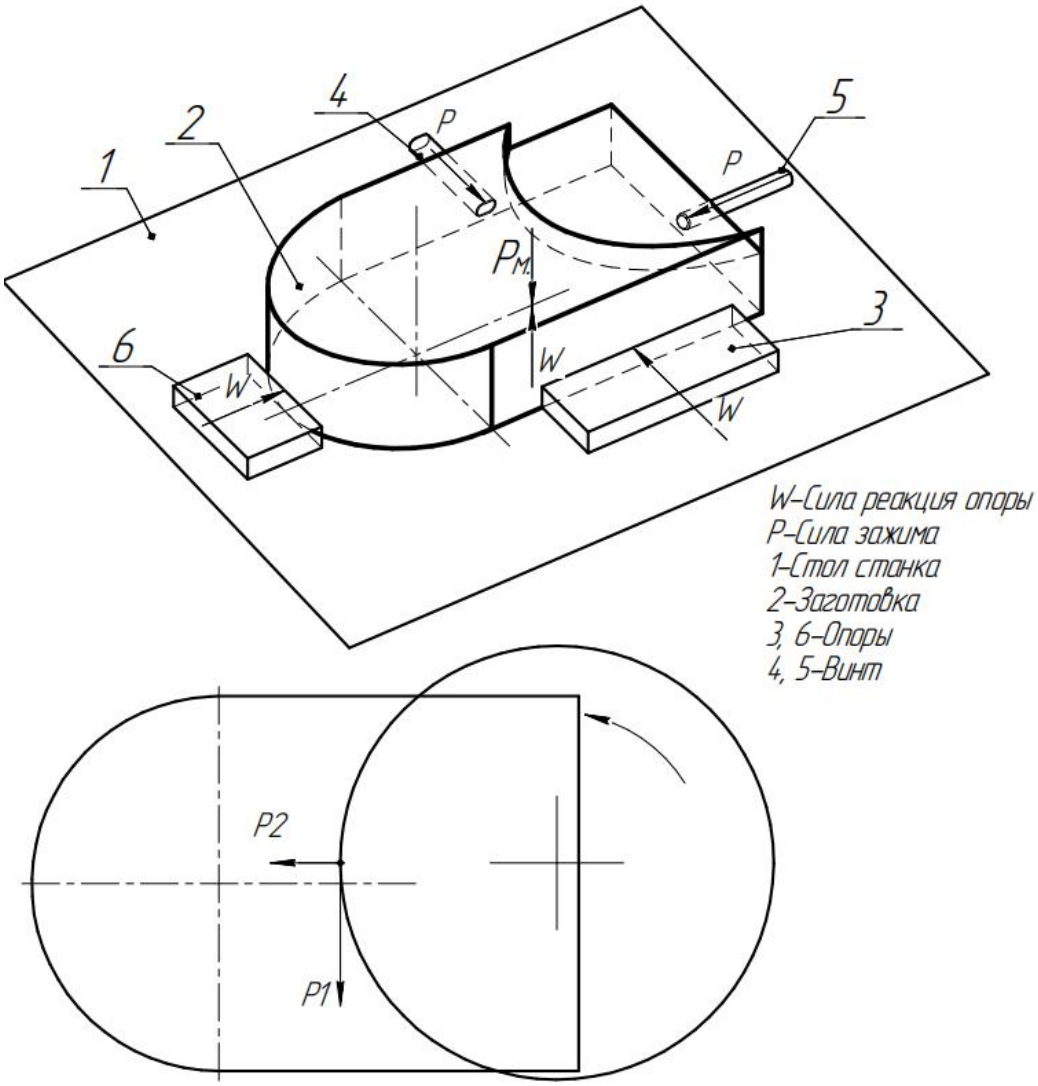
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.102 + 0.5 + 0.1 = 0.702$
6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 0.702 + (16/1) = 16.702$

Фрезерная операция 15 Переход D 232 сверление отверстия



Номер	Время, мин	Формула
1	Основное время	$t_0 = \frac{l \cdot i}{s_m} = \frac{(2+10) \cdot 2}{176.272} = 0.24 мин$
2	Вспомогательное время	$T_{всп.} = 0 + 0 + 0.2 + 0.3 = 0.5$
3	Оперативное время	$T_{опер.} = T_{0.} + T_{всп.} = 0.24 + 0.5 = 0.74$
4	Время на обслуживание и отдых	$T_{о.о} = 15\% T_{опер.} = 15\% \cdot 0.74 = 0.11$
5	Штучное время	$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 0.24 + 0.5 + 0.11 = 0.85$

6	Подготовительно- заключигельное время	Тпз.= 16
7	Штучно-калькуляционное время	$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з} / n) = 0.85 + (16/1) = 16.85$



2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154А61	У Хайян

Школа	ИШНПТ	**Отделение Школа**	**ОМ**
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	Машиностроение 15.03.01

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	*Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска* *Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ*
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	*Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование*
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	*Отчисления во внебюджетные фонды 30 %*
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	*Расчет конкурентоспособности* *SWOT-анализ*
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	*Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования*
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	*Расчет бюджетной стоимости НИ*
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	*Интегральный финансовый показатель.* *Интегральный показатель ресурсоэффективности.* *Интегральный показатель эффективности.*
Перечень графического материала	
1. Оценка конкурентоспособности ИР 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.04.2020г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	У Хайян		13.04.2020г.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР - Разработка технологии изготовления модернизированного корпуса мотора, то изменить конструкцию соединения корпуса мотора с другими корпусами, и оценить их к жескости и устойвости при работке.

2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

2.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о конструкций корпуса мотора:

1) В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о конструкций корпуса мотора:

2) Металлические материалы на основе Inkonel 718, структура и свойства.

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип корпуса мотора имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 4.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 2.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	**Вес критерия** $Б_ф$	**Баллы**			**Конкуренто-способность**		
			$Б_{к1}$	$Б_{к2}$	$К_ф$	$К_{к1}$	$К_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Жескость	0,18	5	3	2	0,9	0,54	0,36
2. Трещиностойкость	0,08	5	2	2	0,4	0,16	0,16
3. Ударопрочность	0,1	3	5	3	0,3	0,5	0,3
4. Стабильность соединения с другами корпусам	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
5. Простота изготовления	0,05	2	5	5	0,1	0,25	0,25
6. Эффективность работы	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
7. Безопасность	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,06	1	1	3	0,06	0,06	0,18
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,12	5	4	3	0,6	0,48	0,36
Итого	**1**	**40**	**34**	**30**	**4,33**	**3,44**	**2,9**

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания с другами корпуспми, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot Б_i = 0{,}1 \cdot 3 = 0{,}3,$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); $Б_i$ – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

2.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	**Слабые стороны**
С1. Короткое время подготовки соотвестного приспособления, используемого при проведении научного исследования.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Высокая цена исходного сырья.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	
Возможности	**Угрозы**
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 2.3–2.6.

Таблица 2.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	-
	В2	+	+	+	-	-
	В3	+	+	-	-	-

Таблица 2.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	-	+	+	+
	В2	-	+	-	-
	В3	-	+	-	-

Таблица 2.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	+	+	-	-	-

Таблица 2.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	-	+
	У2	+	+	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Короткое время подготовки соотвестного приспособления, используемого при проведении научного исследования. С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта. С4. Экологичность технологии С5. Квалифицированный персонал.	**Слабые стороны научно-исследовательского проекта** Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Высокая цена исходного сырья. Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
Возможности В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ. В2. Появление потенциального	**Направления развития** В2С1С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей	**Сдерживающие факторы** В1Сл2Сл3Сл4. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить

спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. Короткое время подготовки соотвестного приспособления соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С1С2. Короткое время подготовки соотвестного приспособления и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	экспериментальную ошибку и уменьшить расходы.
Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	**Угрозы развития** У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития. У2С1С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами и короткое время подготовки соотвестного приспособления , являются более привлекательными мировом рынке.	**Уязвимости:** У1Сл4. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

2.2 Планирование научно-исследовательских работ

2.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;

• построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведение

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ожi}} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \tag{2.1}$$

где $t_{\text{ожi}}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i-ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i-ой работы в рабочих днях Тpi, при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{\text{р}_i} = \frac{t_{\text{ожi}}}{\text{Ч}_i}, \tag{2.2}$$

где $T_{\text{р}i}$ – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{кi.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (2.3)$$

где $T_{кi}$ – продолжительность выполнения i-й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i-й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (2.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	**Трудоёмкость работ**						**Длительность работ в рабочих днях** T_{pi}	**Длительность работ в календарных днях** $T_{кi}$
	t_{min}, чел-дни		t_{max}, чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9

7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 –инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	$T_{кi}$, кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4												
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5												
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:
– Исп. 1 (научный руководитель), – Исп. 2 (инженер)

2.2.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

2.2.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов (сверло, фреза, СОЖ и д.т.), используемых при получении образца, нанесенного с корпусом мотора. Результаты расчета затрат представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Затраты на получение новой конструкций корпуса мотора из старной корпуса

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Заготовка из стали 3	кг	50	108	5400
СОЖ	л	8	182	1456
Сверло	шт.	3	400	1200
Фреза	шт.	2	800	1600
Отчки технические	шт.	1	150	150
Перчатки технические	пар	2	80	160
Одежда технические	шт.	1	800	800
Итого:				10046

2.2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось раннее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \tag{2.5}$$

где n– срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A И}{12} \cdot m, \tag{2.6}$$

где $И$ – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 2.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A, %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Токорный станок 1К62	1	10	0,6	7	123588	617
2	Вертикально-фрезерный станок	1	7	0,5	5	774450	4610
3	Станок с ЧПУ DMU50	1	5	0,6	5	2049179	20492
Итого:		25719 руб.					

2.2.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $З_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_р, \tag{2.7}$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; $T_р$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot M}{F_д} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3\ руб., \tag{2.8}$$

где $З_м$ – месячный должностной оклад работника, руб.; $F_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot M}{F_д} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1\ руб.. \tag{2.9}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_д) k_р = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285\ руб. \tag{2.10}$$

– для инженера:

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_д) k_р = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150\ руб., \tag{2.11}$$

где $З_{тс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_д$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; $k_р$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 2.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 2.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{тс}$, *руб*	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м}$, *руб*	$З_{дн}$, *руб*	$T_{р}$, *раб.дн.*	$З_{осн}$, *руб*
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	13,5	28988,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	119402,4
Итого:								148391

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0{,}15 \cdot 28988{,}6 = 4348{,}3\ руб.. \quad (2.12)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0{,}15 \cdot 119402{,}4 = 17910{,}4\ руб., \quad (2.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

2.2.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0{,}3 \cdot (28988{,}6 + 4348{,}3) = 10001{,}1\ руб.. \quad (2.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0{,}3 \cdot (119402{,}4 + 17910{,}4) = 41193{,}8\ руб., \quad (2.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

2.2.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 2.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных рас ходов
25719	10046	148391	22258,7	51194,9	257609,6

Величина накладных расходов определяется по формуле (2.16):

$$З_{накл} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{пр}, \qquad (2.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Получение новой конструкции корпуса мотора и исследование его механических ствойств» по форме, приведенной в таблице 2.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 2.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты	10046	5000	16324,2	Пункт 4.2.3.1

2	Затраты на специальное оборудование	25719	31932	47264	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148391	148391	148391	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22258,7	22258,7	22258,7	Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51194,9	51194,9	51194,9	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	49776,6	49776,6	49776,6	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		307386,6	308553,6	335209,8	Сумма ст. 1- 6

2.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

1) Просветляющие покрытия на основе CVD алмаза для германиевой ИК-оптики;

2) Композиционные материалы на основе ZrC-BN, структура и свойства.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{исп.i} = \frac{\Phi_{\text{p}i}}{\Phi_{\max}}, \qquad (2.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{p}i}$ – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}}$ = 307386,6 руб, $\Phi_{\text{исп.1}}$ = 308553,6 руб, $\Phi_{\text{исп.2}}$ = 335209,8 руб.

$$I_{финр}^{тек.пр.} = \frac{\Phi_{тек.пр.}}{\Phi_{\max}} = \frac{307386,6}{335209,8} = 0,91;$$

$$I_{финр}^{исп.2} = \frac{\Phi_{исп.2}}{\Phi_{\max}} = \frac{308553,6}{335209,8} = 0,92;$$

$$I_{финр}^{исп.2} = \frac{\Phi_{исп.2}}{\Phi_{\max}} = \frac{335209,8}{335209,8} = 1.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшем перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 2.17).

Таблица 2.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,1	3	4	5
2. Стабильность работы	0,3	5	4	5
3. Технические характеристики	0.2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,1	4	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0{,}1 \cdot 3 + 0{,}3 \cdot 5 + 0{,}2 \cdot 5 + 0{,}3 \cdot 5 + 0{,}1 \cdot 4 = 4{,}7;$$
$$I_{p2} = 0{,}1 \cdot 4 + 0{,}3 \cdot 4 + 0{,}2 \cdot 3 + 0{,}3 \cdot 4 + 0{,}1 \cdot 4 = 4{,}0;$$
$$I_{p3} = 0{,}1 \cdot 5 + 0{,}3 \cdot 5 + 0{,}2 \cdot 4 + 0{,}3 \cdot 3 + 0{,}1 \cdot 5 = 4{,}2.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}.$$

$$I_{исп.1} = \frac{4{,}7}{0{,}91} = 5{,}17, \qquad I_{исп.2} = \frac{4{,}0}{0{,}92} = 4{,}35, \quad I_{исп.1} = \frac{4{,}2}{1} = 4{,}2.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 2.18).

Таблица 2.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,0	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,17	4,35	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,84	0,81

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 78 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 16 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 307386,6 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,91, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7, по сравнению с 4,0 и 4,2;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,17, по сравнению с 4,35 и 4,2, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154А61	У Хайян

ШКОЛА	ИШНПТ	**Отделение**	Материаловидение
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	Машиностороение 15.03.01

Тема дипломной работы: «Разработка технологии изготовления модернизированного корпуса мотора»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования • вещество, • материал, • Машина, • приспособление • прибор, • алгоритм, • методика, • рабочая зона и области его применения.	Лаборатория находится в 16-ом уч. корпусе, аудитория №101, оборудована холодной и горячей водой, сливом, вентиляцией, вытяжным шкафом, письменным столом, оргтехникой.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: • физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; • действие фактора на организм человека; • приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); • предлагаемые средства защиты: ○ сначала – коллективной защиты, ○ затем – индивидуальные защитные средства. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: • механические опасности (источники, средства защиты; • термические опасности (источники, средства защиты); • электробезопасность (в т.ч. статическое электричество молниезащита – источники, средства защиты); • пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические	К числу **вредных факторов** на рабочем месте следует отнести: • присутствие не оптимальных метеоусловий на рабочем месте, • периодическую запыленность воздуха, • вероятность выброса токсичных веществ в атмосферу, • периодическое несоответствие освещенности рабочего места (при этом требуется провести расчет освещения на рабочем месте с рисунком (размеры в системе СИ)), • наличие электромагнитных и радиационных излучений, шум от вентиляции. К числу **опасных факторов** следует отнести: • наличие электроисточников, • котлонадзорного оборудования, • оборудования с повышенной температурой поверхности, • присутствие механического оборудования, • горючих материалов, • тем самым, присутствие повышенной

мероприятия, первичные средства пожаротушения).	степени пожароопасности. Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указаны ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений: • перечислены средства коллективной и индивидуальной защиты; • приведены классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, • категории пожароопасности помещения, • марки огнетушителей, их назначение.
2. Экологическая безопасность: • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приведены: • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.20 г.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	Д.Т.Н.		13.04.2020г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	У Хайян		13.04.2020г.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

3.2. Производственная безопасность

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 и настоящего стандарта.

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих.

При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех механообработки находится в городе Томске, наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной геополитической ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть теракт.

Таблица 4.2.1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Номативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксптуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения

Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

1) температура воздуха;

2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 4.2.2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыделение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она

служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко-

и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны

Освещенность

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Таблица 4.2.3 - световой поток лампы определяется

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0,1
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	< 0,5

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot К_З \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где *Е*н – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2;

*K*з – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение *E*ср / *E*min. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; *N* – число ламп в помещении; h - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения *i*, типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью *h* и коэффициентов отражения стен rc и потолка rn.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S/\ h(A+B)$$

Рассчитав световой поток Ф, зная тип лампы, по табл. выбираем ближайшую стандартную лампу и определяем электрическую мощность осветительной системы.

Основное станочное помещение с размерами: длина А=19 м, ширина В = 10,5 м, высота Н = 5 м.

Высота рабочей поверхности $h_{рп}$ = 0,8 м.

Требуемая освещенность Е = 300 лк.

Коэффициент отражения стен Rc = 50 %, потолка Rn = 70 %.

Коэффициент запаса k =1,8, коэффициент неравномерности Z = 1,1.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 80, со световым потоком $Ф_{ЛД}$ = 4220 Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-80.

Одним из критериев оптимальности расположения светильников является величина λ, которая для люминесцентных светильников лежит в диапазоне 1,1–1,3.

Принимаем λ=1,1, расстояние светильников от перекрытия (свес) h_c = 0,3 м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = hn - hp,$$

где hn –высота светильника над полом, высота подвеса, hp – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: h_n = 3,5 м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле: $h = H - h_p - h_c = 5 - 0{,}8 - 0{,}3 = 3{,}9$ м.

$$L = \lambda \cdot h = 4{,}29 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10{,}5}{4{,}29} = 2{,}64 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{19}{4{,}29} = 4{,}42 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4{,}29}{3} = 1{,}43 \text{ м}$$

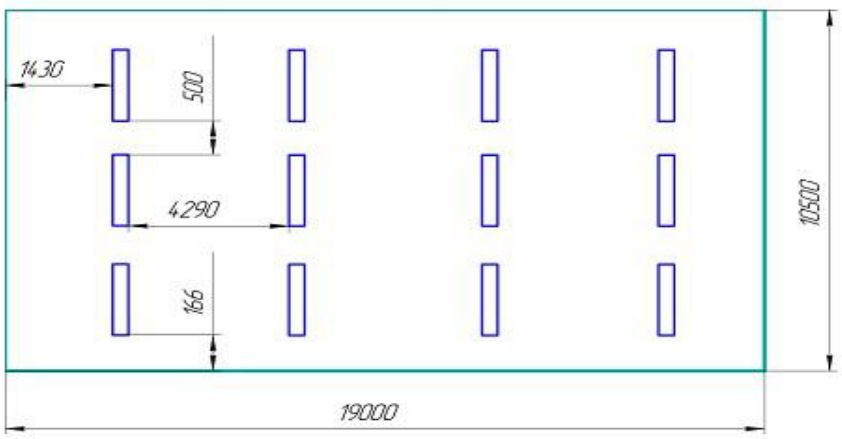


Рисунок 4.2.4 – Схема расположения светильников производственном помещении

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{19 \cdot 10.5}{3.9 \cdot (19+10.5)} = 1{,}73$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при: $\rho_{\text{П}}$= 70 %; $\rho_{\text{С}}$= 50%;

Индекс помещения i = 1,6 равен η = 0,61.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot \text{К}_{\text{З}} \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 19 \cdot 10{,}5 \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}1}{24 \cdot 0{,}61} = 4047{,}23 \text{лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 4047{,}23}{4220} \cdot 100\% = 4{,}09\%.$$

Таким образом: −10% ≤ 4,09% ≤ 20% , необходимый световой потоксветильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Бюро относится к помещению повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

3.3.Экологическая безопасность:

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

– экологизацию технологических процессов;

– очистки газа от вредных примесей;

– рассеивание газовых выбросов в атмосфере;

– соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

– Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO2, SO2, SO3 и др.).

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое

конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

·развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;

·очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;

·передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических

производств, предприятий строительной индустрии производство);

·обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;

·очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;

·создание водоохранах зон.

3.4.Безопасность в черезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории $А_н$, $Б_н$, $В_н$, $Г_н$ и $Д_н$.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В2 - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам).Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии

используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 4.4.1).

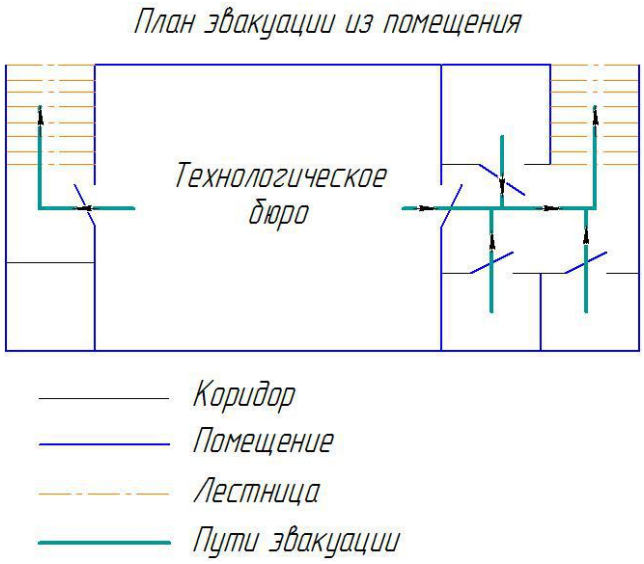


Рис 3.4.4. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

Заключение

1) выполнен анализ конструкции корпуса импульса до модернизации, выявлены недостатки, сформулированы цель и задачи работы.

2)Разработана технология изготовления модернизированного корпуса мотора и технологическая оснастка для выполнения операции рассверливания отверстий под втулки -штифты.

3. В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке.

4. Рассмотрены нормы безопасности работы, безопасность в чрезвычайных ситуациях, охрана окружающей среды и меры при обработке изготовлении деталей «Корпус мотора» и «Кондуктор для приспособления типа 1»

Список литературы

[1] Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакц ией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл.

[2] ГОСТ 5632 Это документ с сайта pkf-uralmet.ru.

[3]ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий (с Изменениями N 1, 2)

[4] Расчет припусков на обработку деталей./ под редауцией Т.А. Желебова. 2005. 52с.

[5]"ГОСТ 21779-82 (СТ СЭВ 2681-80). Система обеспечения точности гео метрических параметров в строительстве. Технологические допуски" (утв. Постановлением Госстроя СССР 10.06.1982 N 156)

[6] Информация о токарном станке 1К62, ссылка стайта: http://stanok-park.ru/.

[2] Информация о фрезерном станке с ЧПУ Lagun G-Cosmos 20 ООО «АрсеналМеталл Дистрибуция» 2017-2020.

[3] Сверла спиральные длинные с коническим хвостовиком ГОСТ 12121-7 7.

[9] Контактная информация о Р6М5К5 "Марочник стали и сплавов" (splav-kharkov.com).

[10] Расчет нормы времени на операцию на металлорежущих станках. http://lib.ssga.ru/.

[11]ГОСТ 380-2005. Межгосударственный стандарт. Сталь углеродистая о быкновенного качества. Марки. Common quality carbon steel. Grades. Дата в ведения - 2008-07-01.

[12] Стальные, вырезаемые кислородной резкой. ПрипускиГОСТ 12169-82. Электронный текст документа подготовлен ЗАО "Кодекс" и сверен по: официальное издание/М.: ИПК Издательство/ стандартов 2003/.

[13] Построение графа линейных размерных связейhttps://studbooks.net/.

[14] Основы технологиимашиностроения/ Studref - Студенческие реферативные статьи и материалы.

[15] DMU 50 Центр фрезерный 5- координатный http://stanki-katalog.ru/.

[16] Методики оценки конкурентоспособности предприятия. Учебно-методическое пособие Тоспсон А.А., Сирикленд.

[17] SWOT анализ: основы метода и ключевые элементы\ PowerBranding.ru/.

Приложение А

Чертеж детали представлен на листе N01

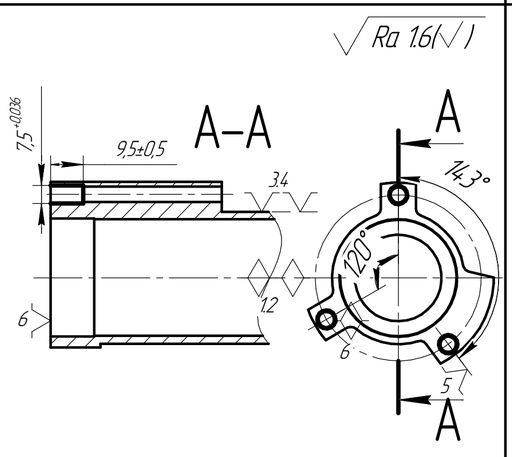
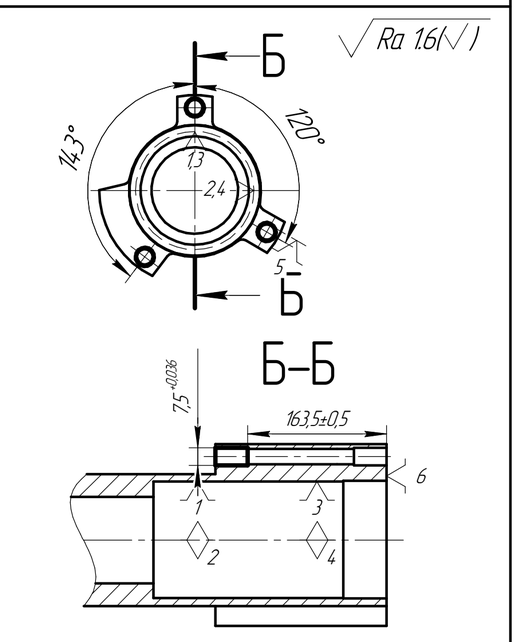
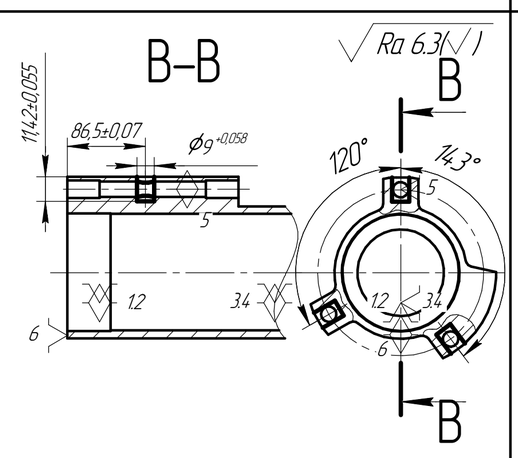
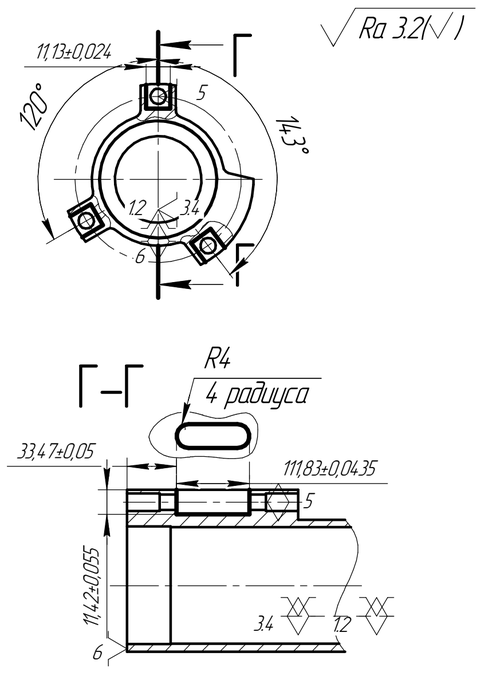
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

О.М.

ИШНПТ-154А80010.00.00.03

Карта технологического процесса

Материал: Наименование, марка	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка: Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг
Инконель 718 ГОСТ 5632		4.27		Старый корпус мотора	1	4,63

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент: Режущий	Инструмент: Измерительный	Наличие одноврем. обраб. сторон	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки: Подача мм/об	Подача мм/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	Нормы времени: To	Tвс	Tпз	Tшт	Tшт. к	Разряд работы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	А	Рассверленная (на токарном станке)		Станок токарный 1К62	Приспособление специальное	Спиральное сверло 7,5х90 ГОСТ 12121-77	Штангенциркуль ШЦ-II-250-630 0.05 ГОСТ 166-89	1	3	7,5	9.5	0.2	0.05	25.5	509	12	6,4	8.5	16	17,1	33,1	
	0	Установить и зкрепить деталь.																				
	1	Рассверливать 3 отверстия ⌀ $7,5^{+0,036}$, и выдерживая размеры 9,5±0,5.																				
15	А	Рассверленная (на токарном станке)						1	3	7,5	9.5	0.2	0.05	25.5	509	12	6,4	8.5	16	17,1	33,1	
	0	Установить и зкрепить деталь.																				
	1	Рассверливать 3 отверстия ⌀ $7,5^{+0,036}$, и выдерживая размеры 16,3,5±0,5.																				
	А	Сверленная (на фрезерном станке)		Вертикальный консольно-фрезерный станок 6а12п	Приспособление специальное	Спиральное сверло 9х110 ГОСТ 12121-77		1	3	9	11.36	4.5	0.05	21.2	4.25	12	1.9	10.5	16	14.3	30.3	
	0	Установить и зкрепить деталь..																				
	1	Сверлить 3 отверстия ⌀ $9^{+0,058}$, и выдерживая размеры 11,4±0,055, 86,5±0,07																				
20	2	Фрезеровать 3 паз, и выдерживая размеры 11,13±0,024, 11,4±0,055, 33,4 7±0,05, 111,83±0,0435, R4				Концевая фреза 8х19х63 ГОСТ 17025-71		1	9	11.1	11.36	0.4	0.15	179	1194	30	55	2.5	16	66,1	82,1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		У Хайян		
Пров.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-154А80010.00.00.03

Технологический процесс

Лит.	Масса	Масштаб

Лист 1 Листов 3

ТПУ группа 154А61

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены

Не для коммерческого использования

Копировал Формат А1

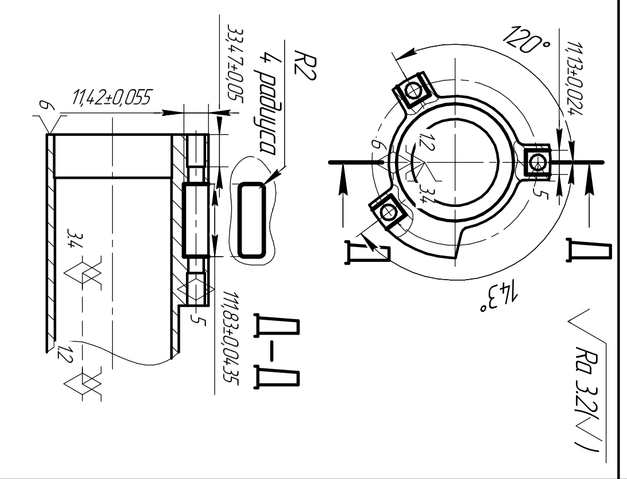
КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены

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

Не для коммерческого использования

Номер операции	Наименование и содержание операции и переходов	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Режимы обработки: Подача мм/об	Подача мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания м/мин	Нормы времени: To	Tвс	Tпз	Tшт	Tшт. к
1	3	Вертикальный консольно-фрезерный станок 6а12п	Приспособление специальное	Концевая фреза 4х11х43 ГОСТ 17025-71	0.2	478	2388	30	7.1	2.5	16	11.1	27.1
2	Фрезеровать углы 3 позиц и выдерживая размеры 11.13±0.024, 33±7±0.05, 11.42±0.055, 11.83±0.035, R2			Штангенциркуль ШЦ-II-250-630 0.5 ГОСТ 166-89	0.2				1	9	11.1	11.36	

Операционный эскиз



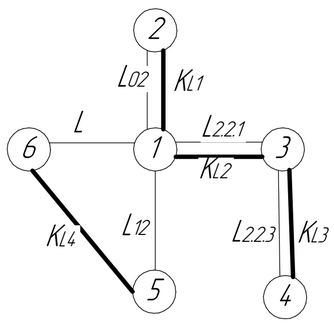
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

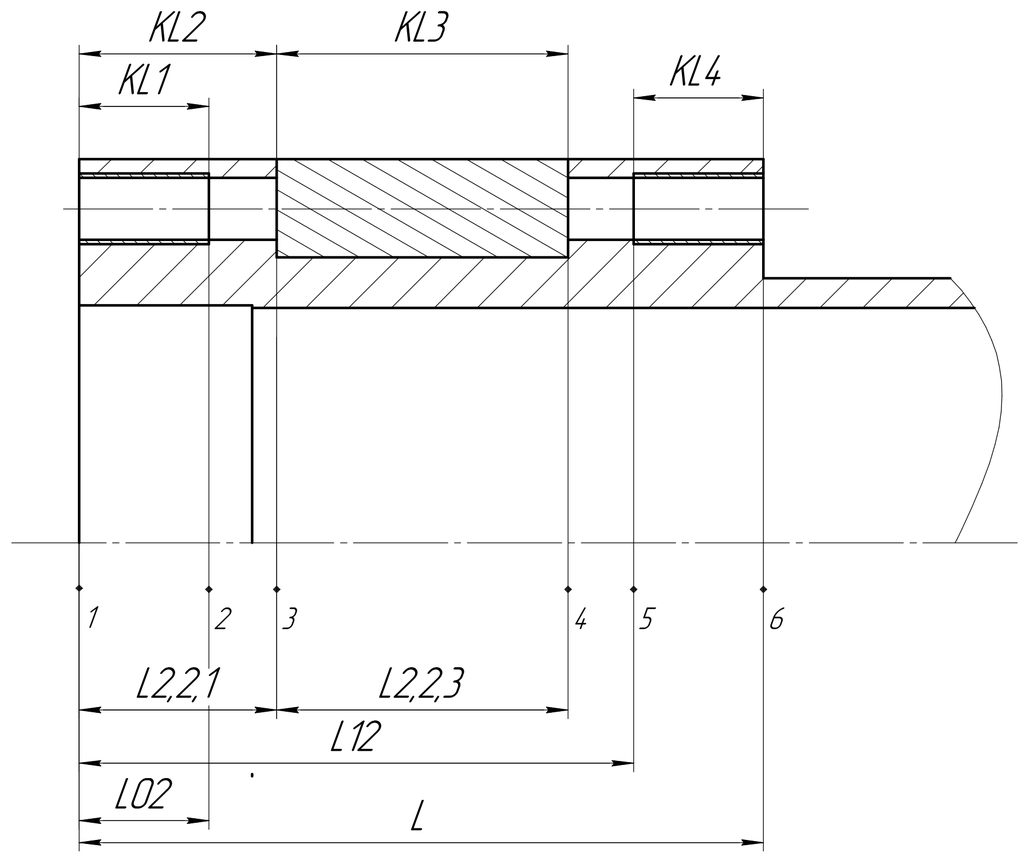
ИШНПТ-154А80010.00.00.03

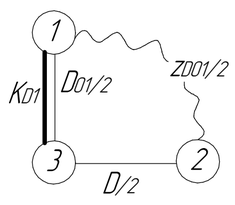
Копировал

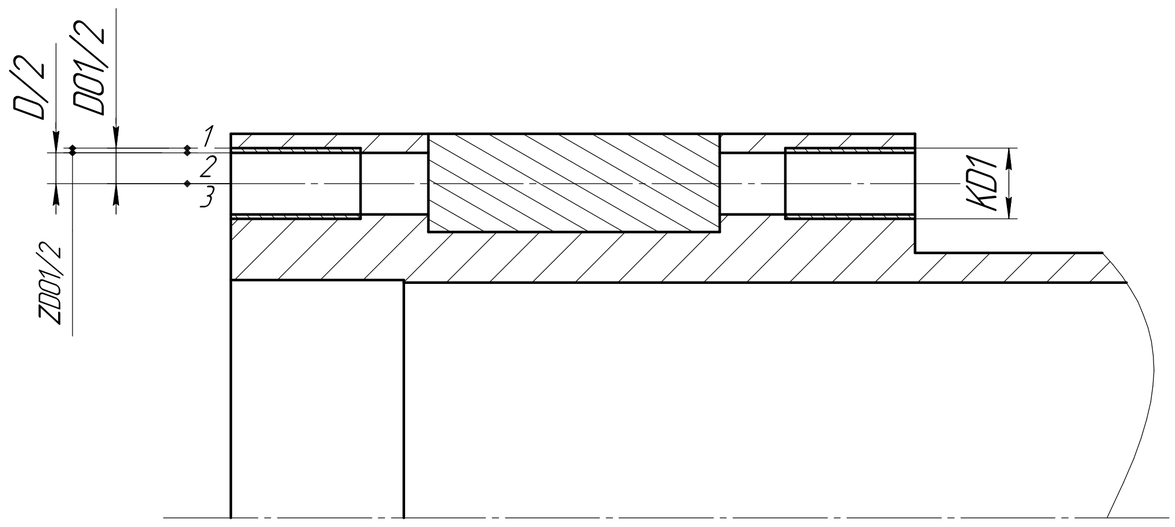
Формат А1

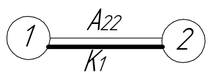
Лист 2

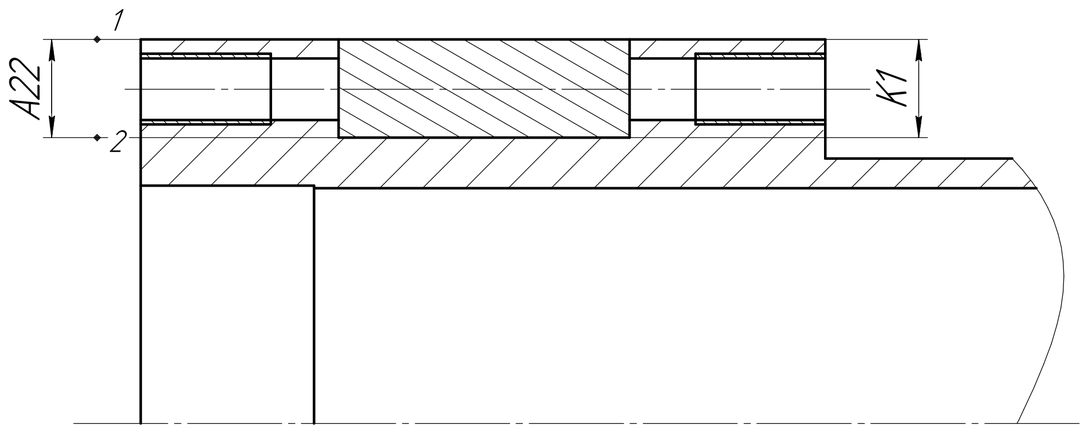


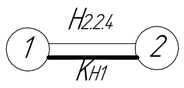


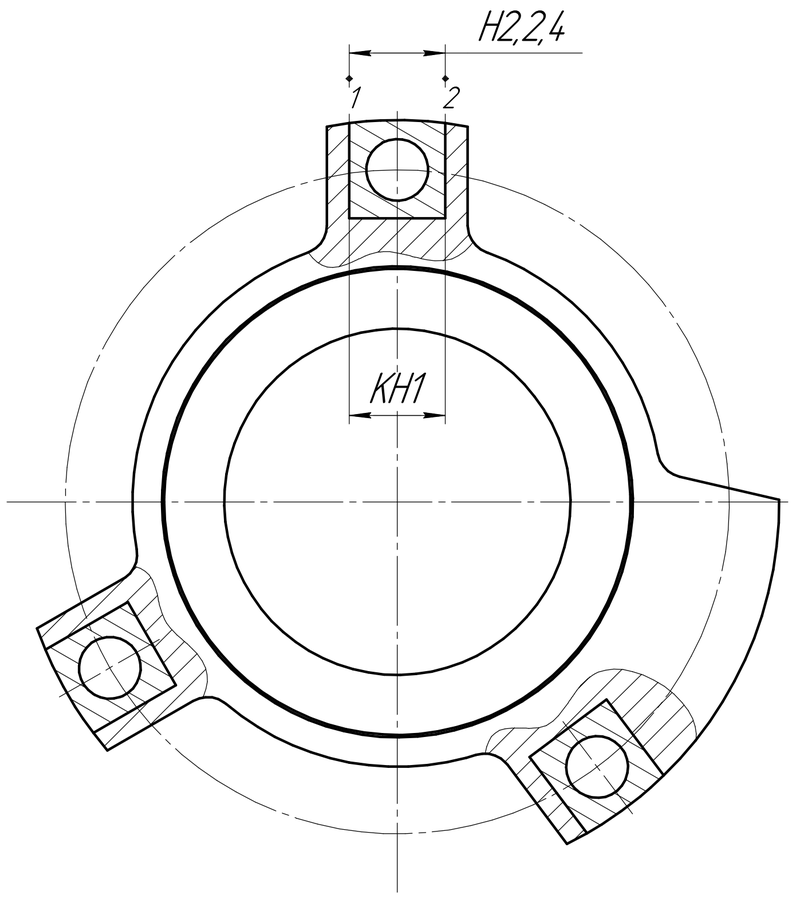












КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-154А80010.00.00.03	Лист 3

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А1

Приложение Б

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

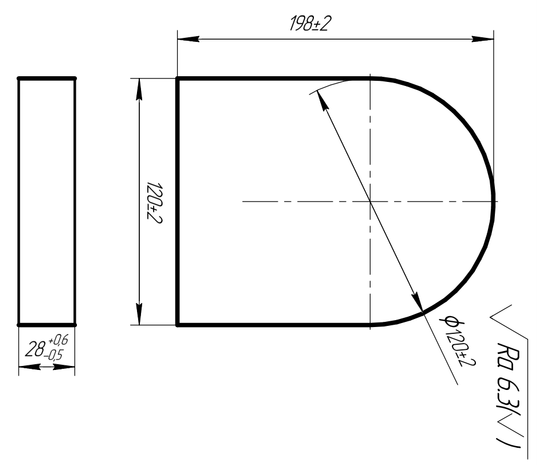
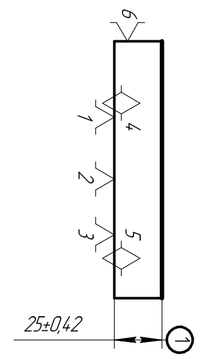
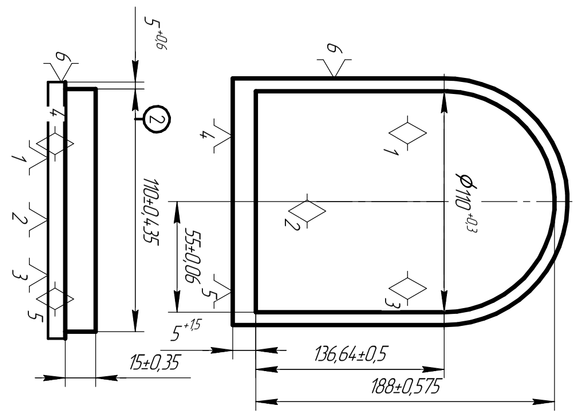
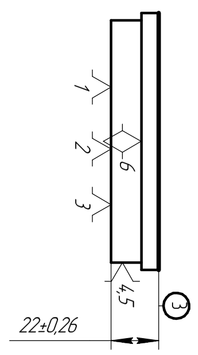
Копировал: Сорокин-Бакланов Ю.Ю.

Чертеж детали представлен на листе

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Карта технологического процесса

0.1.

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операции и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент: Режущий	Инструмент: Измерительный	Наличие одноврем. обраб. сторон	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки: Подача, мм/об	Режимы обработки: Подача, мм/мин	Режимы обработки: Частота, об/мин	Режимы обработки: Скорость резания, м/мин	Нормы времени: To	Нормы времени: Tвс	Нормы времени: Tпз	Нормы времени: Tшт	Нормы времени: Tшт. к	Разряд работы
05	0	Заготовительная																				
	1	Отрезать заготовку плазменной резкой и выдержать размеры 198±2, 120±2, Ø120±2, $28^{+0.6}_{-0.5}$				Плазменная резка ГОСТ14.792-80		1	1		584.5					0.8	0.73	0.98	16	2	18	
10	0	Фрезерная																				
	1	Фрезеровать поверхность 1, выдержав размер 25±0.42				Торцевая фреза 125x40x40 z=12 ГОСТ 26595-85		1	1	125	352	3	0.6	4.76	793	312	7.4	1.96	12	10.8	22.8	
	2	Фрезеровать поверхность 2, выдержав размеры Ø110 $^{+0.3}$, 136.64±0.5, 55±0.06, 188±0.575, $5^{+1.5}$, 110±0.35, 15±0.35, $5^{+0.6}$.				Концевая фреза 20x38x123 ГОСТ 17026-71		1	1	20	723.5	5	0.1	334	667	4.2	2.2	14.2	12	4.2	16.2	
15	0	Фрезерная																				
	1	Фрезеровать поверхность 3, выдержав размер 22±0.26.				Торцевая фреза 125x40x40 z=12 ГОСТ 26595-85			1	125	323	3	0.6	4.76	793	312	7.4	1.96	12	10.8	22.8	1
				Универсальный фрезерный станок DMU50	Приспособление специальное		Штангенциркуль ШЦ-II-250-630 0.5 ГОСТ 166-89															

Материал: Наименование, марка	Сталь 3сп ГОСТ 380-2005
Материал: Код ед. величины	
Материал: Масса детали, кг	3.2
Заготовка: Код и вид	
Заготовка: Профиль Размеры	Прокат листовой ГОСТ 12819-82
Заготовка: Кол.	1
Заготовка: Масса, кг	3.5

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.		У. Хоанг		
Пров.		Арнгольд А.И.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-154А80010.00.00.04

Технологический процесс

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1	Листов 4	

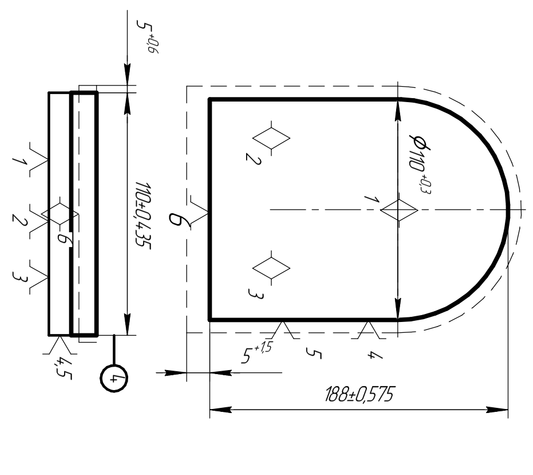
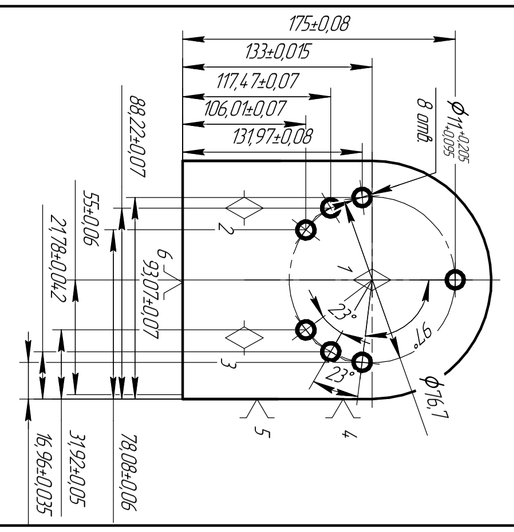
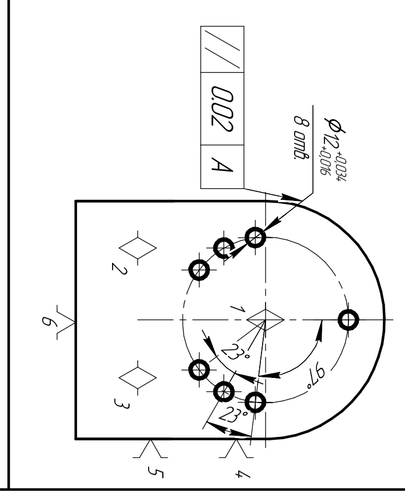
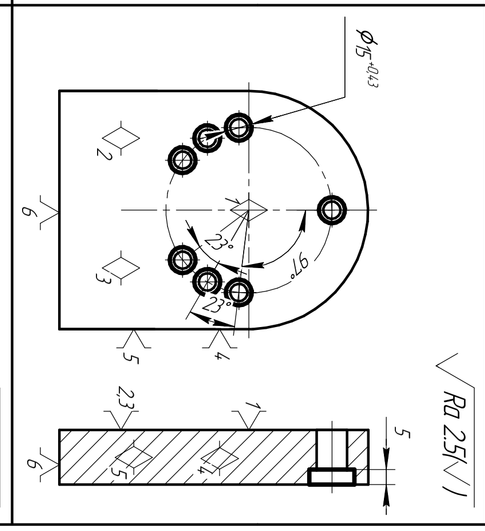
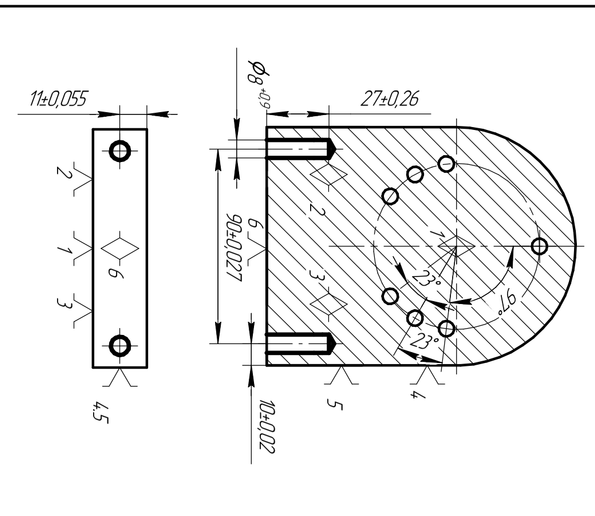
ТПУ Группа 154А61

Формат А1

ИШНПТ-154А80010.00.00.04

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

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

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операции и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент: Режущий	Инструмент: Измерительный	Режимы обработки: Подача мм/об	Подача мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	Нормы времени: To	Tвс	Tпз	Tшт	Tшт. к	Наличие одноврем. обраб. сторон	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	14	15	16	17	18	19	20	21	22	9	10	11	12	13
	2	Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размеры Ø110$^{-0.3}$, 188±0.575, 5$^{+1.5}$, 5$^{-0.6}$, 110±0.435		Универсальный фрезерный станок DMU50	Приспособление специальное	Концевая фреза 20х38х123 ГОСТ 17026-71	Штангенциркуль ШЦ-II-250-630 0.5 ГОСТ 166-89	0,1	355	710	4,5	2,04	14,2	12	4	16	1	1	20	72,35	5
	3	Сверлить 7 отверстий D29 на проход, и выдерживая размеры Ø11$^{+0.205}_{+0.095}$, Ø76,7, 175±0,08, 133±0,05, 117,47±0,07, 106,01±0,07, 131,97±0,08, 93,07±0,07, 88,22±0,07, 78,08±0,06, 55±0,06, 31,92±0,05, 21,78±0,042, 16,96±0,035				Спиральное сверло 11х57 ГОСТ 12121-77		0,32	112	411	15,3	1,28	0,7	12	2,3	14,3	1	7	11	22	5,5
	4	Рассверлить 7 отверстий Ø12$^{+0.034}_{+0.016}$ проход				Спиральное сверло 12х134 ГОСТ 12121-77		0,6	211	351	13,2	0,8	0,7	16	1,8	17,8	1	7	12	22	0,5
	5	Зенковать 7 отверстий Ø15$^{+0.43}$ на глубину 5мм				Ценковка цилиндрическая 15 ГОСТ 26258-87		0,5	123	14,5	6,8	0,7	0,5	16	1,4	17,4	1	7	15	5	1,5
	6	Сверлить 2 отверстия Ø8$^{+0.9}$ на глубину 27±0,26, и выдерживая размер 10±0,02, 90±0,027, 11±0,055				Спиральное сверло 8х100 ГОСТ 12121-77		0,14	104	739	18,6	0,56	0,5	16	1,1	17,1	1	2	8	27	4

Ra 2,5(√) Ra 2,5(√) Ra 2,5(√) Ra 2,5(√) Ra 6,3(√)

*-размер для справки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИШНПТ-154А80010.00.00.04

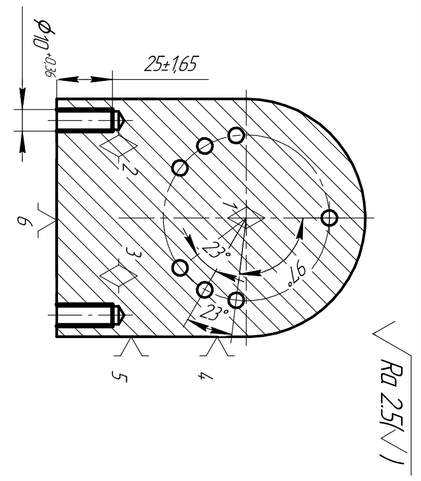
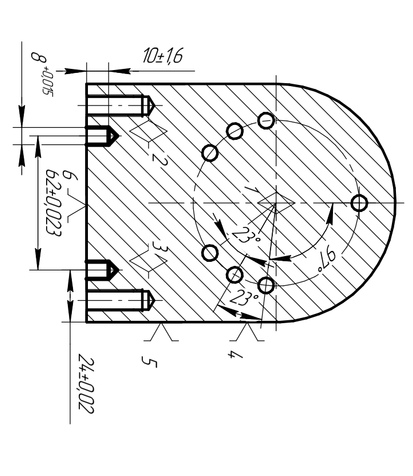
Копировал | Формат А1

Лист 2

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены

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

Перенесено с оригинала (сокращенный)

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операции и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент: Режущий	Инструмент: Измерительный	Режимы обработки: Подача мм/об	Режимы обработки: Подача мм/мин	Режимы обработки: Частота об/мин	Режимы обработки: Скорость резания, м/мин	Нормы времени: To	Нормы времени: Твс	Нормы времени: Тпз	Нормы времени: Тшт	Нормы времени: Тшт. к
1	2	3	4	5	6	7	8	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	7	Нарезать внутренней резьбы на 2 отверстия и выдержать размеры Ø10$^{+0,36}$ на глубину 25±165		Универсальный фрезерный станок DMU50	Приспособление специальное	Концевая фреза 8х19х63 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,01 ГОСТ 166-89	0,2	177	882	22,2	0,24	0,5	16	0,9	16,9
	8	Фрезеровать 2 отверстия Ø8$^{+0,15}$ на глубину 10±16 и выдержать размер 62±0,023, 24±0,02.				Короткая метчка М10х1,5мм/р ГОСТ 3266-81		15	530	353	111	0,11	0,5	16	0,7	16,7

ИШНПТ-154А80010.00.00.04

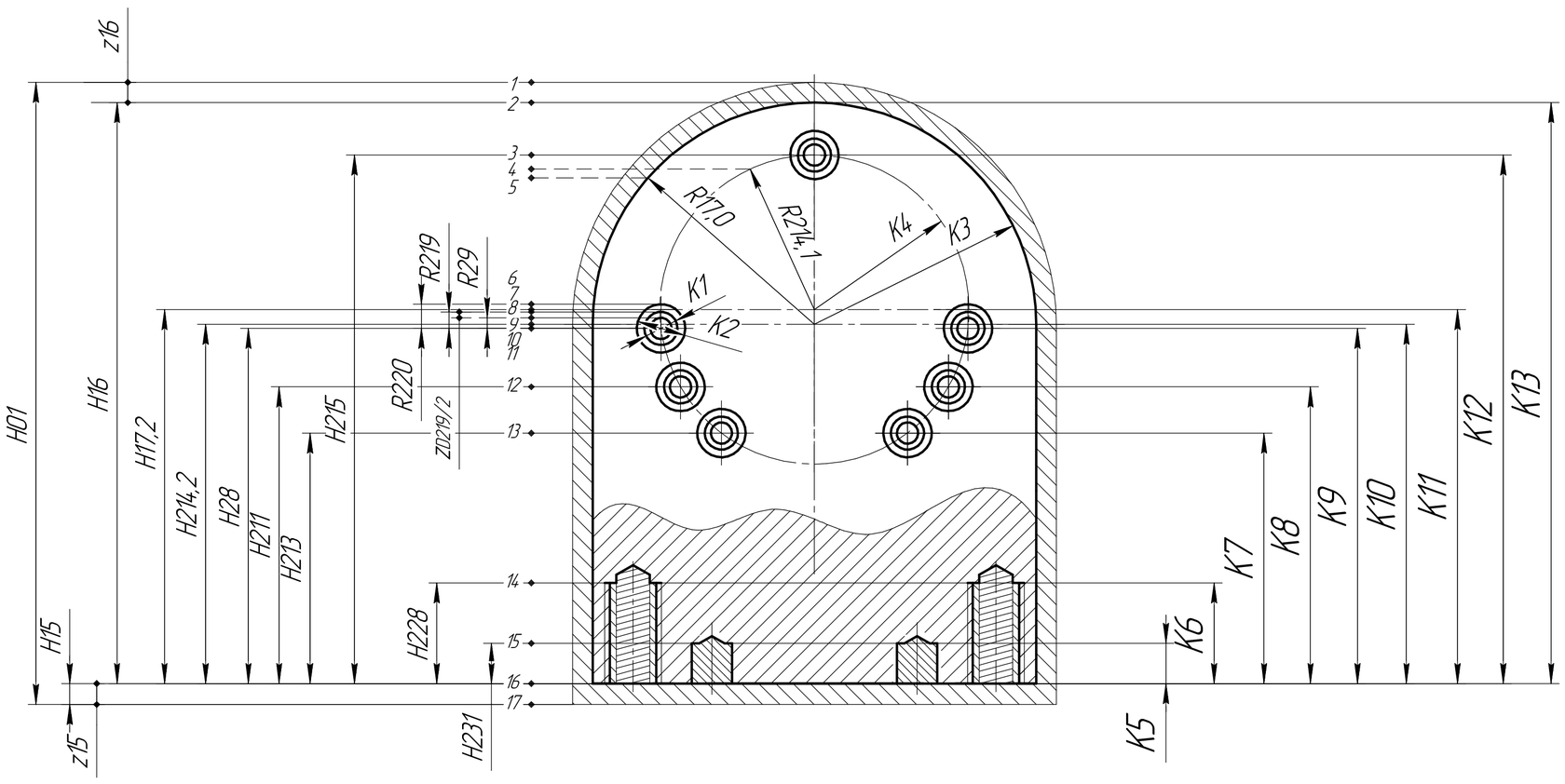
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

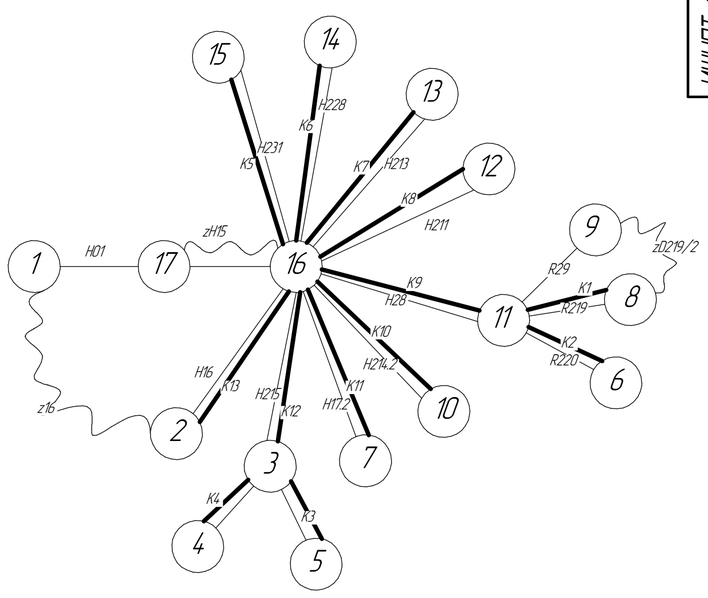
ИШНПТ-154А80010.00.00.04

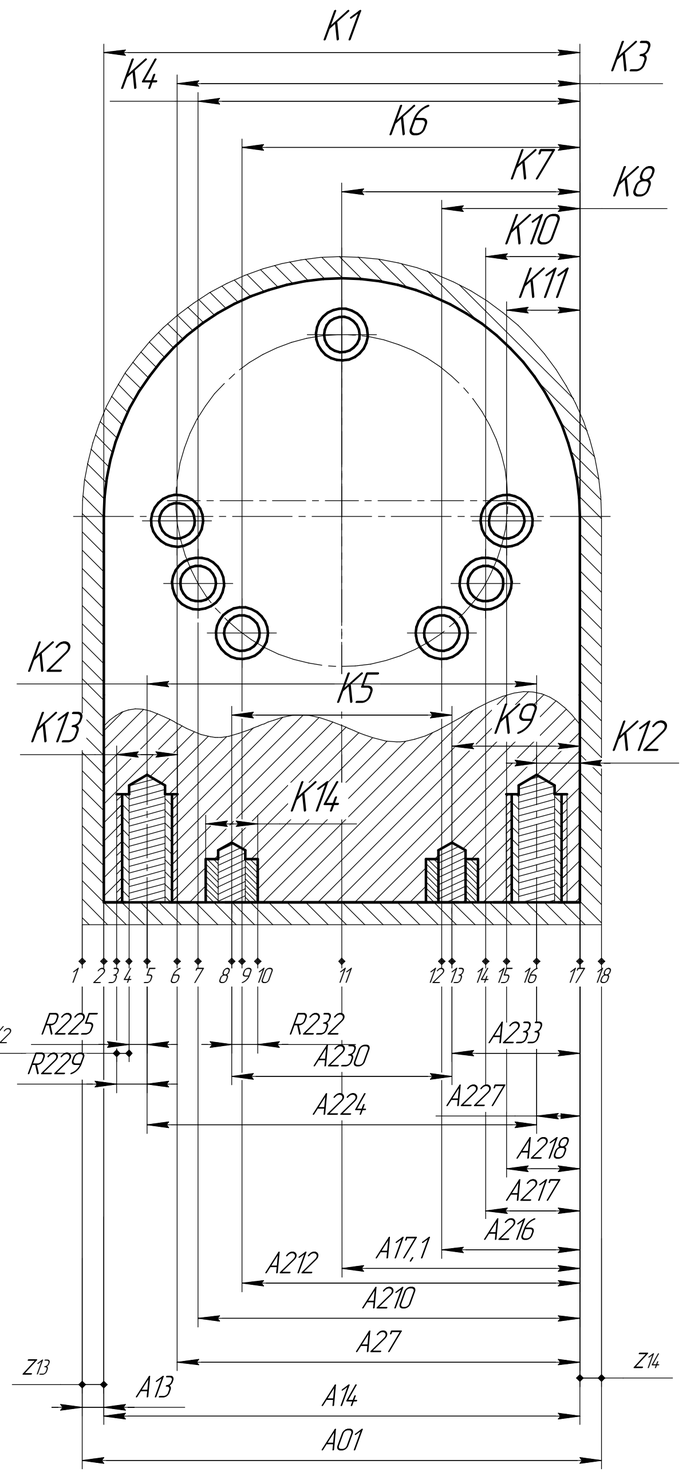
Копировал

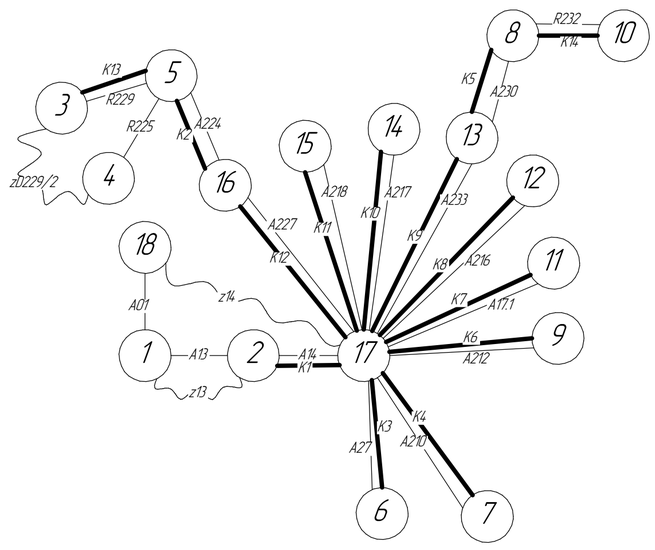
Формат А1

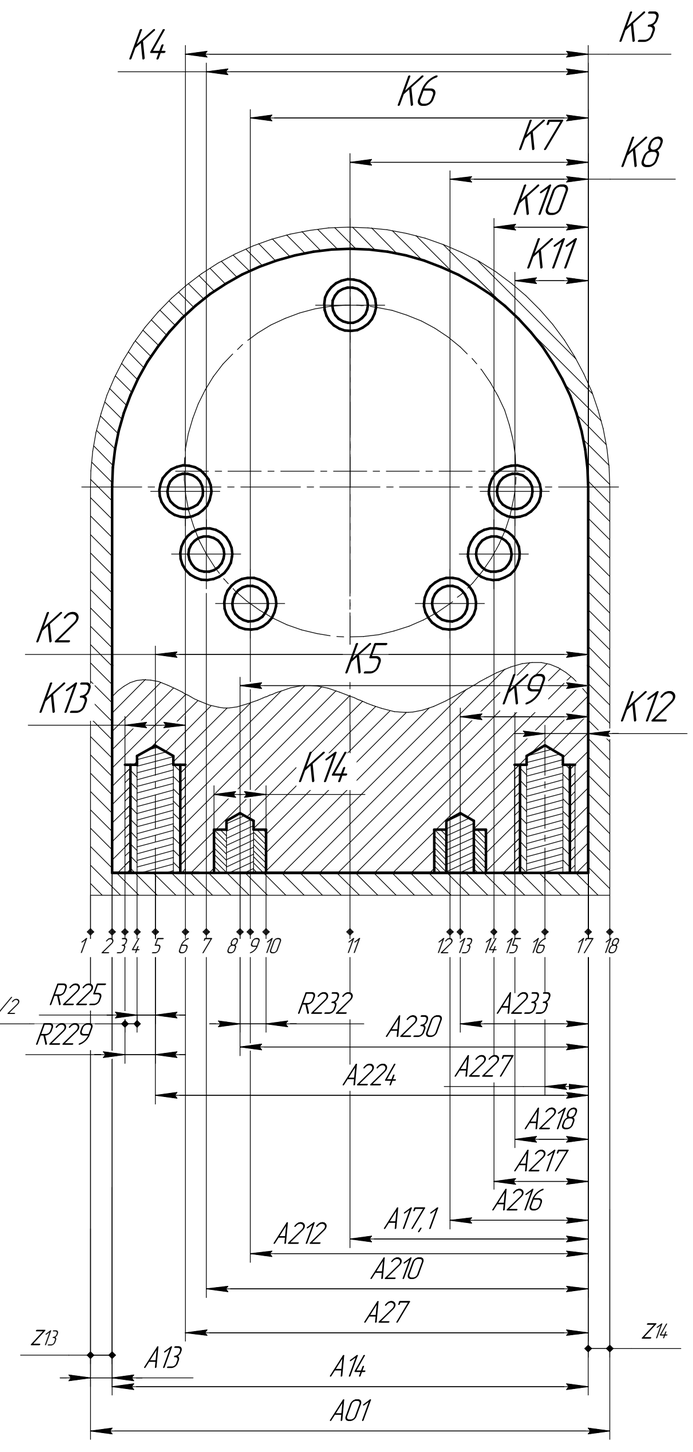
Лист 3

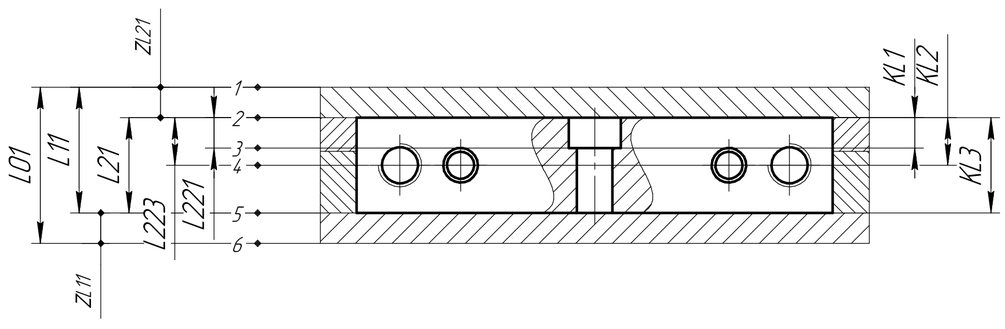


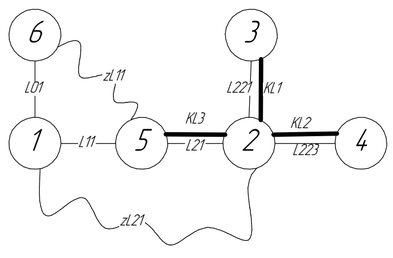












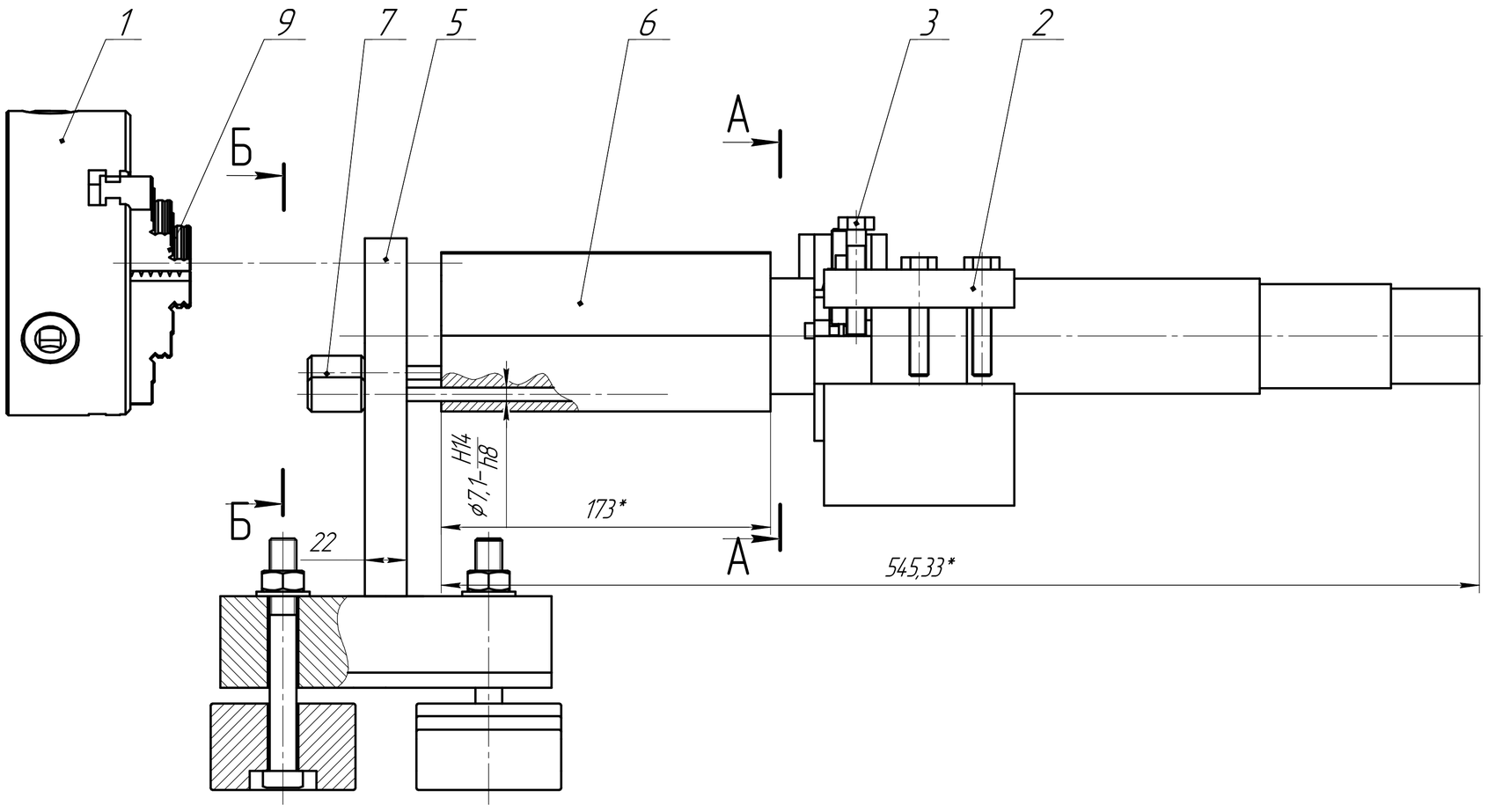
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-154А80010.00.00.04	Лист 4

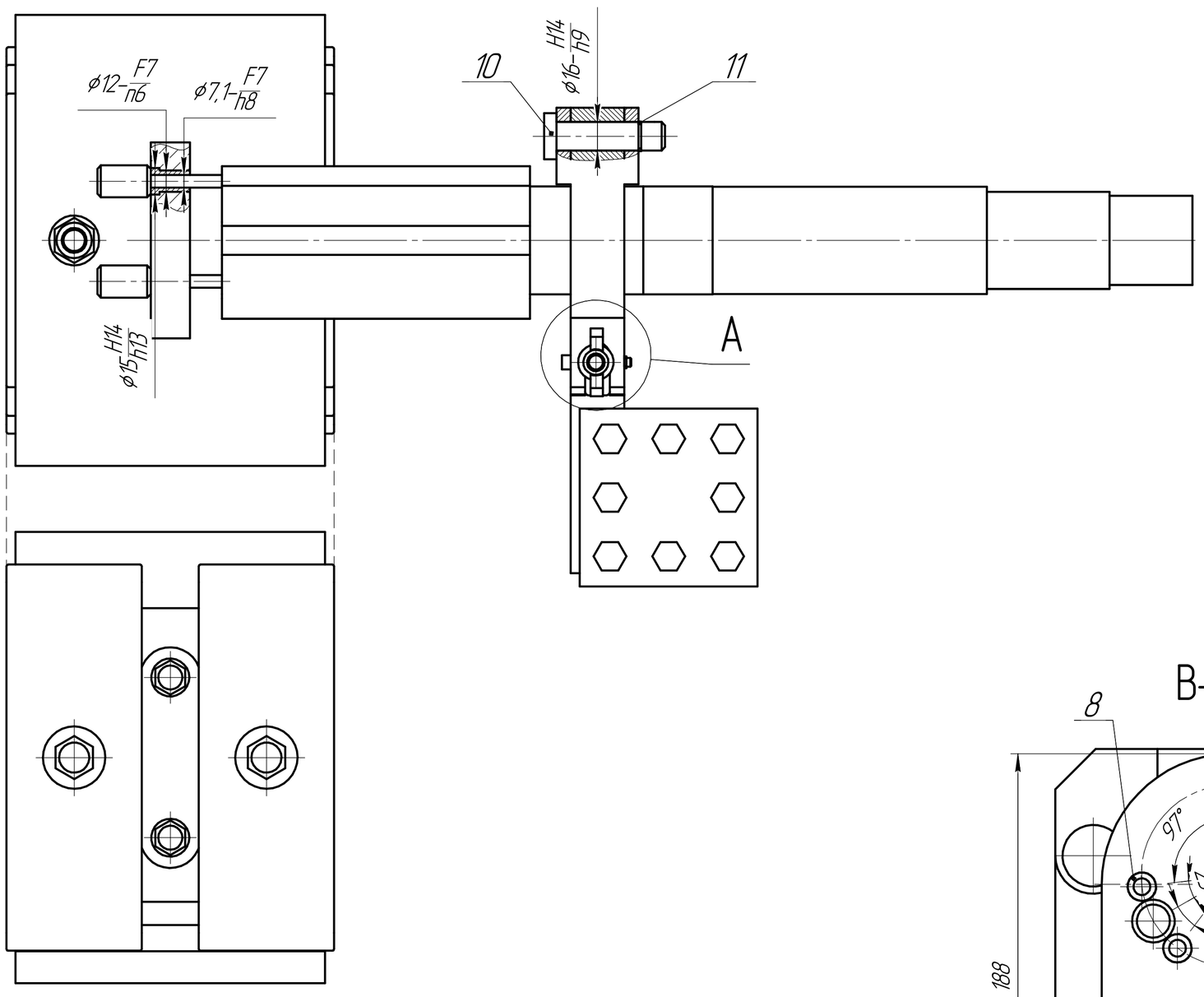
Копировал | Формат А1

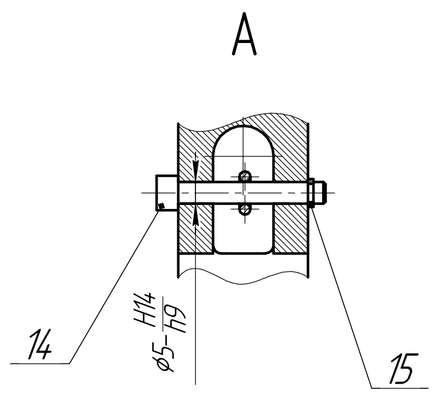
КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены
Не для коммерческого использования

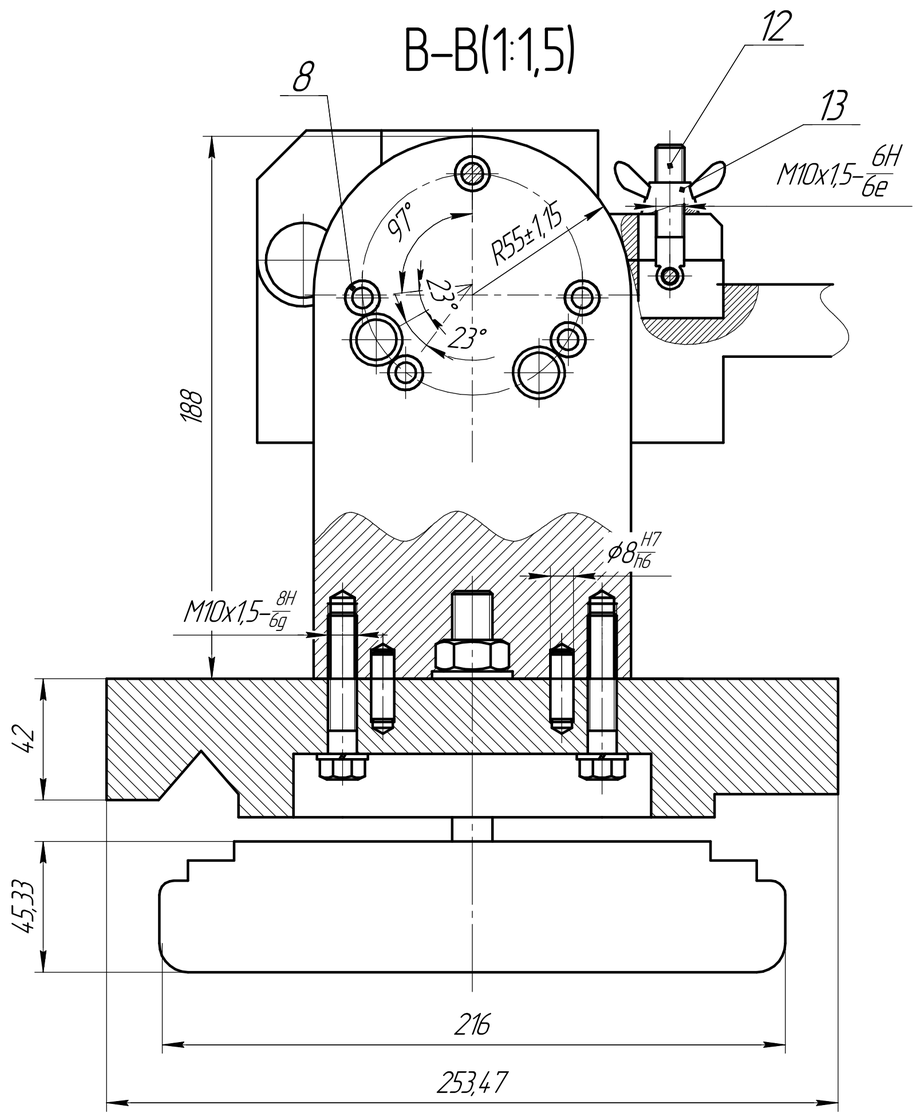
Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

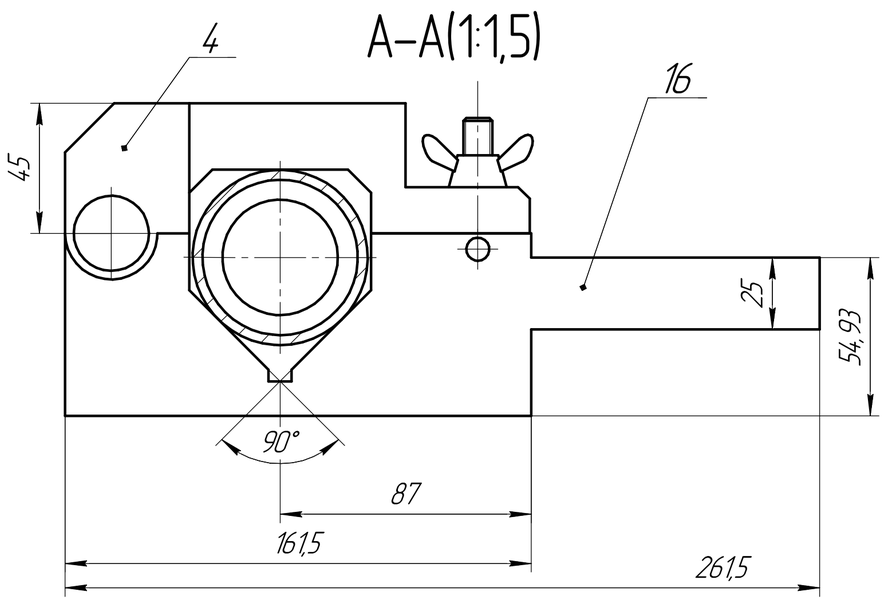
Приложение В











Технические характеристики

1. Усилие зажима Q=500Н.
2. Способ установки детали на приспособление – ручной.

Технические требования

1. * – Размеры для справок.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.2 – mH: H14, h14, IT14/2.
3. неуказанные радиусы скругления 1.5мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ–154А80010.00.01.01		
Разраб.		У Хаиян			Сборочный чертеж приспособление типа 1	Лит. / Масса / Масштаб 1:2	
Пров.		Арляпов А.Ю.				Лист / Листов 1	
Т.контр.						ТПУ гр.154А61	
Н.контр.							
Утв.							

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования Копировал Формат А1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
A2			ИШНПТ-156А80010.00.01.01	Сборочный чертеж		
				приспособление типа 1		
				Детали		
		1		Токарный патрон	1	
		2		Суппорт токарного станка	1	
		3		Болт для суппорта	8	
		4		Крышка державки	1	
		5	ИШНПТ-156А80010.00.00.03	Кондуктор	1	
		6	ИШНПТ-156А80010.00.00.02	Корпус мотора	1	
		7		Специальный штифт 7.1х100	2	
		9		кулачка	3	
		10		Специальный шарнир	1	
		12		Поворотное винт М10	1	
		14		Специальный шарнир	1	
		16		Держатель державки	1	
				Стандартные изделия		
		4		Втулка ГОСТ3008-93	7	
		11		Стопорнойе кольцо	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				

Лит.	Лист	Листов
	1	2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				ГОСТ 13942-86		
		13		Гайка М10-6Н.6	1	
				ГОСТ 3030-76		
		15		Стопорное кольцо	1	
				ГОСТ 13942-86		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

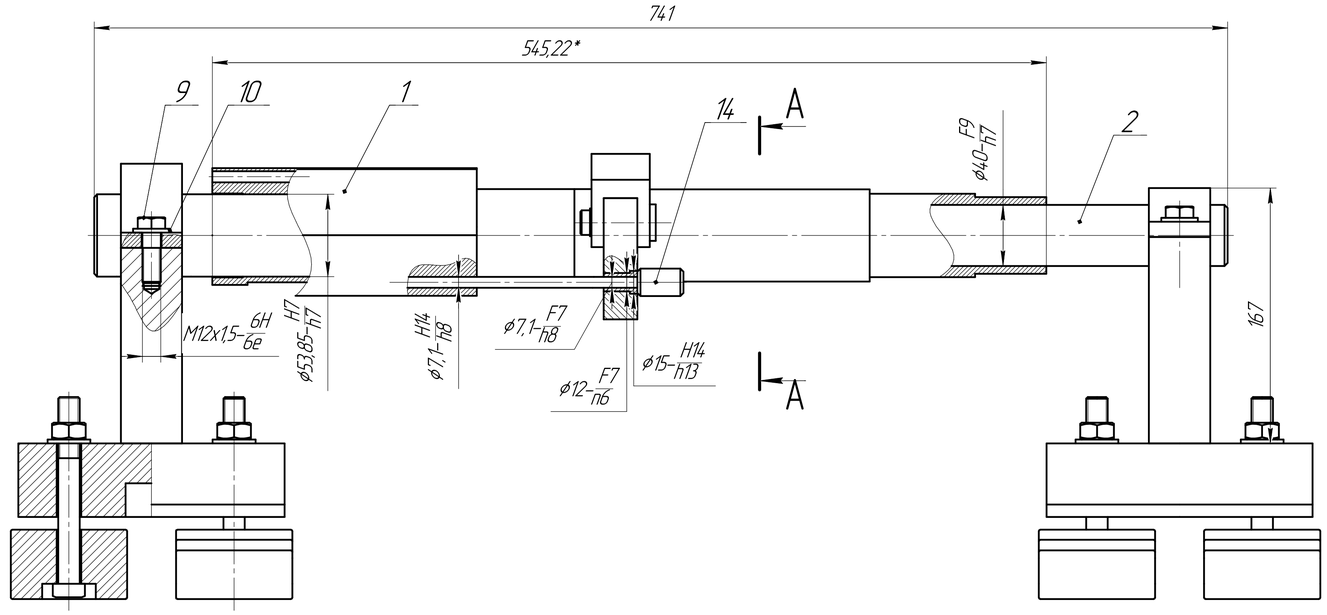
Лист 2

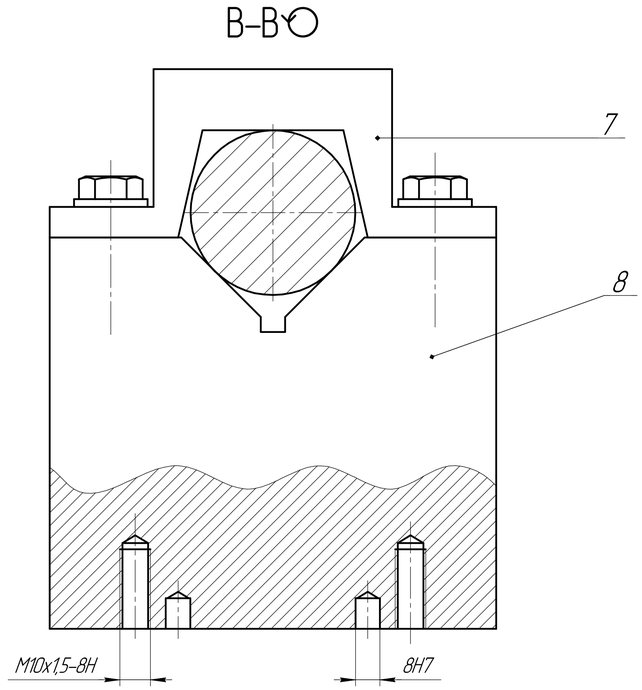
КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

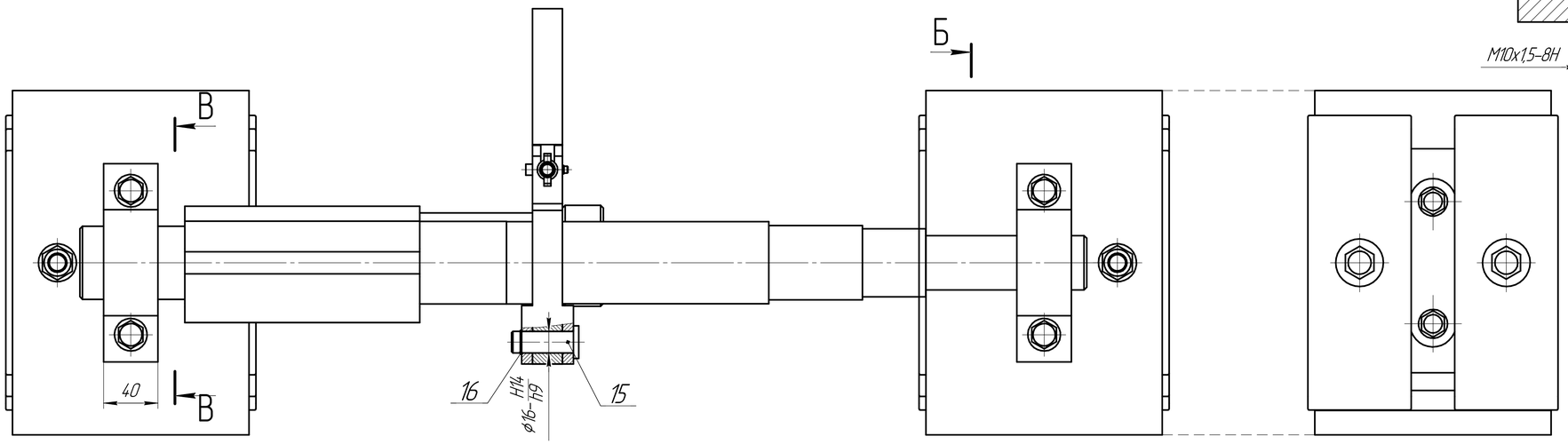
Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

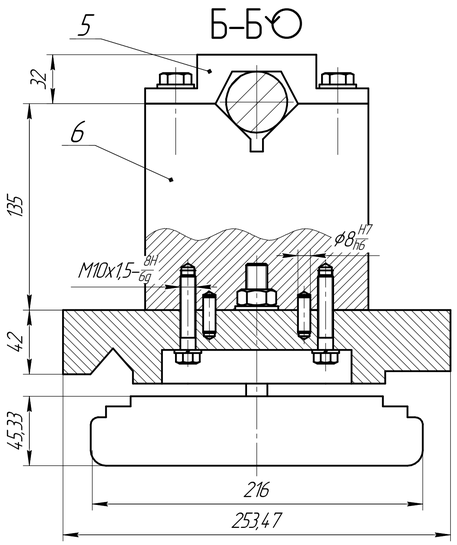
Приложение Г

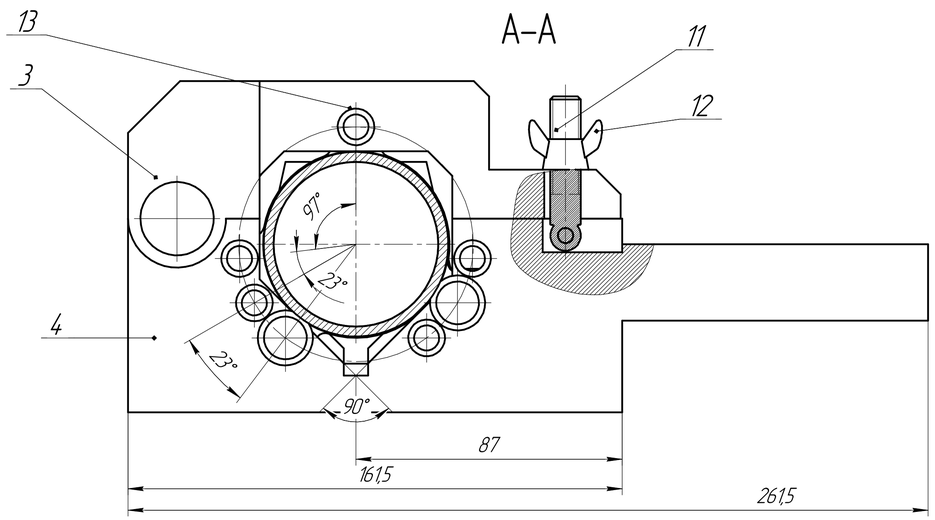
ИШНПТ-154А80010.00.01.02

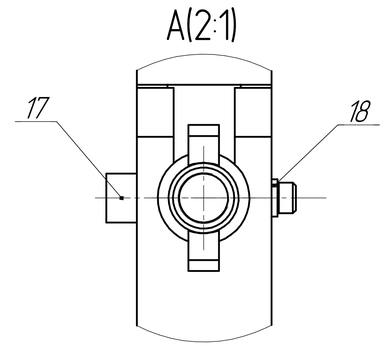












Технические характеристики

1. Усилие зажима Q=500Н.
2. Способ установки детали на приспособление – ручной.

Технические требования

1. * – Размеры для справок.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.2 – mH: H14, h14, IT14/2.
3. неуказанные радиусы скругления 1,5мм.

					ИШНПТ-154А80010.00.01.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сборочный чертеж приспособление типа 2	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		У Хоиян					52,43	1:2
Пров.		Арляпов А.Ю.				Лист	Листов 1	
Т.контр.						ТПУ группа 154А61		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

КОМПАС-3D v8.1 Учебная версия © 2199.000 "АСКОН-Системы проектирования" Россия. Все права защищены

Не для коммерческого использования

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
A2			ИШНПТ-154А80010.00.00.02	Сборочный чертеж		
				приспособление типа 2		
				Детали		
		1		Корпус мотора	1	
		2		Вал	1	
		3		Крышка кондуктора	1	
		4		Держатель кондуктора	1	
		5		Крышка призмы	1	
		6		Призма	1	
		7		Крышка призмы	1	
		8		Крышка призмы	1	
		11		Поворотный винт	1	
		14		Специальный штифт 7.1х100	2	
		15		Специальный шарнир	1	
		17		Специальный шарнир	1	
				Стандартные изделия		
		4		Болт М12х30	4	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				

Лит.	Лист	Листов
	1	2

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования Копировал Формат A4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				ГОСТ 7798-70		
		10		Шайба	4	
				ГОСТ 11371-78		
		12		Гайка М10-6Н.6	1	
				ГОСТ 3030-76		
		13		Втулка ГОСТ3008-93	7	
		16		Стопорнойе кольцо	1	
				ГОСТ 13942-86		
		18		Стопорнойе кольцо	1	
				ГОСТ 13942-86		

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Не для коммерческого использования Копировал Формат А4