

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт _____ Институт Электронного Образования _____
 Специальность _____ Технология Машиностроения _____
 Кафедра _____ Технология Машиностроения _____

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
 Усовершенствование технологического процесса изготовления детали
 "Корпус преобразователя частот"

УДК 621.81-2.62-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302/35	Омельченко Александр Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Червач Ю.Б.			

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу « Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов О.Н.	к.э.н		

По разделу « Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.	к.т.н		

Томск - 2016 г.

ВКР. ТАМП. 151001.01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Омельченко А.М.		
Пров.		Червач Ю.Б.		
Н.контр.				
Утв.				

Корпус

Лит.	Лист	Листов
	1	104
ТПУ ИДО 3-4302/35		

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Содержание:

Введение.....	4
1 Технологическая часть.....	6
1.1 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.....	7
1.2 Определение типа, форм и методов производства.....	9
1.3 Выбор заготовки.....	11
1.3.1 Расчёт получения заготовки.....	13
1.4 Принятый технологический процесс.....	15
1.5 Определение минимальных припусков на обработку.....	22
1.6 Размерный анализ техпроцесса.....	24
1.7 Расчёт режимов резания.....	35
1.8 Выбор оборудования.....	47
1.9 Расчет норм времени операций техпроцесса.....	55
2 Конструкторская часть.....	66
2.1 Проектирование специального станочного приспособления.....	67
2.2 Назначение приспособления.....	67
2.3 Схема базирования заготовки.....	67
2.4 Описание конструкции и работы приспособления.....	68
2.5 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.....	69
2.6 Расчет приспособления на точность.....	69
2.7 Анализ технических требований.....	70
2.8 Разработка технологической схемы сборки.....	70
3 Экономическая часть.....	72
4 Социальная ответственность.....	79
4.1 Производственная безопасность.....	80
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке технологии изготовления детали "Корпус".....	81
4.1.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	81
4.1.1.2 Повышенный уровень шума и вибраций.....	82
4.1.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	85
4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке технологии изготовления детали "Корпус".....	86

Подп. и дата	
Изм. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Изм. № подл.	

4.1.2.1 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, вращающиеся заготовки.....	86
4.1.2.2 Поражение электрическим током	88
4.1.2.3 Воздействие химических факторов.....	92
4.2 Экологическая безопасность.....	93
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	95
4.3.1 Пожарная безопасность.....	98
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	99
Заключение.....	103

Графический материал:

ВКР.ТАМП.151001.02 Корпус. Заводской чертеж (формат А1)	
ВКР.ТАМП.151001.03 Корпус. Исправленный чертеж (формат А1)	
ВКР.ТАМП.151001.04 Карта технологического процесса (формат А1)	
ВКР.ТАМП.151001.05 Размерный анализ (формат А1)	
ВКР.ТАМП.151001.06 Приспособление (формат А1)	
Список литературы.....	104

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР.ТАМП.151001.01		Лист
												3

Введение.

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества технологических процессов, разрабатываемых на нём.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен учитывать также с расчётом максимально полного использования возможностей оборудования.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01	Лист
						4
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата		

конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В дипломном проекте решается задача по совершенствованию существующего производственного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дфл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01

Справ. №

Перв. примен.

Технологическая часть.

Подп. и дата

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разраб.		Омельченко А.М.		
			Пров.		Червач Ю.Б.		
			Н.контр.				
			Утв.				

ВКР.ТАМП.151001.01		
Корпус	Лит.	Лист
		6
		Листов
		104
ТПУ ИДО 3-4302/35		

1.1 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.

В машиностроение показатели качества изделия тесно связано с точностью обработки деталей машин. Технологический анализ позволяет улучшить технико-экономические показатели технологического процесса.

Анализ детали «Корпус» показал, что чертеж содержит необходимые сведения для возможных способов получения заготовки, массе детали. Существует возможность применения универсального оборудования и инструмента для некоторых поверхностей, так как и с его помощью можно добиться заданных конструктором параметров. Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивают обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям.

Разрезы и выносные элементы не достаточно четко и однозначно определяют ее конфигурацию. Большая часть обработки производится в глухие отверстия и не на проход, что затрудняет обработку. Практически все размеры выполняются с высокой точностью. Необходимо применение специального инструмента и оборудования, что ведет к значительному увеличению себестоимости изделия.

В качестве технологических баз используются цилиндрические поверхности, которые позволяет обработать почти все наружные и внутренние поверхности. Для достижения требуемой точности изготовления детали необходимо применение специальной оснастки.

В общем можно сделать заключение, что данная деталь является не технологичной.

Далее в результате работы над дипломным проектом произведём изменения:

1. В основной надписи исправим материал:

«Сплав Д16Т ГОСТ 4784-97» на «Пруток Д16.Т КР45 ГОСТ 21488-97» - в соответствии с требованиями ГОСТ 21488-97.

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

ВКР.ТАМП.151001.01

*Лист
7*

2. В основной надписи исправим масштаб:
«Масштаб 1:1» на «Масштаб 5:1» – так как чертеж составлен в масштабе 5:1.

3. В надписи с техническими требованиями исправим пункт 1:

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1» на «Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т» – в соответствии с требованиями ГОСТ 30893.1-2002.

4. На чертеже для разрезов А-А и Б-Б уберем указание масштаба 5:1 – масштаб разрезов соответствует масштабу чертежа.

5. Для более точного пояснения конфигурации изделия выполним дополнительный вид В.

6. Исправим длину резьбы:

«М3х0,5 – 6Н х MIN – 8^{+0,5}» на «М3х0,5 – 6Н х 6⁺¹ – 8^{+0,5}».

7. Продлим размерную линию размера 4,0^{+0,2} до отверстия расположенного ниже.

8. Для более понятного восприятия информации исправим обозначение радиусов: R1 (16 радиусов) и R1 (12 радиусов) на R1 (по контуру) для каждого элемента.

9. Для обеспечения требуемой точности изготовления детали назначим базовые поверхности: размер $\phi 11,00^{+0,02}$ – база Г; торец детали – база Д; выберем базовые оси Е и Ж.

10. Для обеспечения требуемой точности изготовления дополнительно назначим допуск симметричности на размеры: 8,75^{+0,05}; 10,70^{+0,05}; 4,00^{+0,05}; 4,30^{+0,05} относительно баз Г, Е, Ж.

11. Для обеспечения требуемой точности расположения резьбовых отверстий М3 назначим позиционный допуск для межцентровых размеров: 17; 16,3; 3,85 относительно баз Г и Д.

12. Уберем штриховку на ребрах жесткости.

Технологический контроль чертежа производится, исходя из требований ЕСКД и ГОСТа на разработку и оформление конструкторской документации.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
8

1.2 Определение типа, форм и методов производства

В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объёма выпуска изделий современное производство подразделяется на следующие типы: единичное, серийное и массовое. От типа производства во многом зависит характер технологического процесса и его построение. Тип производства зависит от 2 факторов: заданной программы и трудоёмкости изготовления изделия.

Коэффициент серийности:

$$K_c = \frac{t_b}{T_{шт}};$$

где, t_b – такт выпуска изделия.

$T_{шт} = 60$ мин – средняя величина штучного времени на механическую обработку.

$$t_b = \frac{F_d \times K_u \times 60}{N};$$

где, F_d – действительный годовой фонд времени оборудования.

$K_u = 0,75$ – коэффициент, учитывающий потери по организационным причинам

$N = 500$? годовая программа выпуска.

$$F_d = F_n \times \left(1 - \frac{K}{100}\right);$$

$F_n = d \times t \times n$ – номинальный фонд работы оборудования при 2-х сменном режиме, час;

$K = 3\%$ –? коэффициент, учитывающие потери номинального времени на ремонт оборудования;

$d = 247$ – рабочих дней в 2016 году;

$t = 8$ час. – продолжительность рабочей смены;

$n = 2$ – количество рабочих смен в день.

$$F_d = 247 \times 8 \times 2 \times \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3833 \text{ час.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР. ТАМП.151001.01

Лист
9

Тогда коэффициент серийности найдём по формуле:

$$K_c = \frac{t_{\theta}}{T_{шт}} = \frac{F_{\theta} \times K_u \times 60}{N \times T_{шт}} = \frac{3833 \times 0,75 \times 60}{500 \times 60} = 5,74 ;$$

При $1 \leq K_c=5,74 \leq 10$ производство принимается крупносерийное.

Определим оптимальное количество детали в партии для одновременного запуска на изготовление:

$$n_n = \frac{N \times C}{d} ;$$

где, C – рекомендуемый запас деталей на цеховом складе (для крупных деталей – 2-3 дня, для средних – 4-6 дней, для мелких – 7-10 дней).

$$n_n = \frac{500 \times 5}{248} = 10,21 \approx 10 \text{ дет.}$$

Так как партия детали представляет их количество, которое изготавливается на рабочем месте с однократной затратой подготовительно-заключительного времени, то её размер оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели и организацию производства.

На основании расчетов производство принимается крупносерийным, оптимальное количество деталей в партии для запуска ? 10 штук.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01	Лист
Взам. инв. №	Инд. № дубл.							10

1.3 Выбор заготовки

Современное развитие человечества неразрывно связано с разработкой новых технологий, созданием новых материалов для применения в различных отраслях промышленности и продления срока службы создаваемых деталей, машин и оборудования.

Д16Т – это конструкционный термоупроченный и естественностаренный сплав в заготовке, который применяется в различных областях народного хозяйства.

Его применяют и для изготовления силовых элементов конструкций в авиатехнике: деталей обшивки, каркаса, шпангоутов, нервюр, тяги управления, лонжерон.

Также из него выпускают и детали работающие при температуре в пределах 120–230 °С.

Он применяется и в автомобильной промышленности для изготовления кузовов, труб и других достаточно прочных деталей.

Химический состав в % материала Д16Т.

Таблица 1.

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей	-
до 0,5	до 0,5	0,3–0,5	до 0,1	до 0,15	90,9–94,7	3,8–4,9	1,2–1,8	до 0,25	прочие, каждая 0,05; всего 0,15	Ti+Zr<0

Физические свойства материала Д16Т.

Таблица 2

T (град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	α 10 ⁶ (1/град)	λ (Вт/м*град)	ρ (кг/м ³)	С (Дж/кг*град)	R 10 ³ Ом*м
20	0,72			2770		
100		22,9	130		0,922	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Твердость Д16Т: $HB 10^{-1} = 105 \text{ МПа}$

Д16Т плохо поддается сварке и может свариваться только точечной сваркой, поэтому в большинстве случаев закрепляется с помощью заклепок и других разъемных и неразъемных соединений.

Так как в принятом технологическом процессе первые операции токарные прием заготовку – круг.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	ВКР.ТАМП.151001.01	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.3.1 Расчет получения заготовки.

Для получения необходимой детали выбираем заготовку ?
Сортовой круглый прокат нормальной точности, $\varnothing 45_{-1}$ мм и
длиной $32^{+0,5}$ мм. По ГОСТ 21488-97.

Масса заготовки из круглого проката:

$$Q^{пр} = \rho \times V, \text{ кг.}$$

где, $\rho = 2,77 \times 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$ – плотность материала;

V – объем прутка, мм^3 .

$$V = \pi \times R^2 \times L, \text{ мм}^3.$$

где, R – радиус прутка, мм;

L – длина заготовки, мм.

$$V = 3,14 \times 22,5^2 \times 32 = 50868, \text{ мм}^3.$$

Тогда:

$$Q^{пр} = 2,77 \times 10^{-6} \times 50868 = 0,14, \text{ кг.}$$

Коэффициент полезного использования материала:

$$K_{у.м.}^{пр} = \frac{m_d}{m_z}$$

где, m_d – масса детали, кг;

m_z – масса заготовки, кг.

$$K_{у.м.}^{пр} = \frac{0,04}{0,14} = 0,28$$

Стоимость заготовки из проката рассчитывается по формуле:

$$S^{пр} = M \times ? C_{0,3}$$

где, M – затраты на материал, руб;

$? C_{0,3} ?$ – технологическая себестоимость правки, калибровки, резки, руб.

Затраты на материал высчитываются по формуле:

$$M = Q^{пр} \times S - (Q^{пр} - g) \times S_{отх}, \text{ руб.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

где, Q – масса заготовки, кг;

$S = 250$ руб/кг – цена 1 кг материала заготовки;

g – масса детали, кг;

$S_{отх} = 20$ руб/кг – цена 1кг отходов, руб.

$$M = 0,14 \times 250 - (0,14 - 0,04) \times 20 = 37, \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле:

$$? C_{о.з.} = \frac{T_{ст} \times k \times t_{шт}}{60}, \text{ руб.}$$

где, $T_{ст} = 120$ руб/час ? тарифная ставка рабочего? станочника;

$K = 1,15$? коэффициент, учитывающий зарплату наладчика станка;

$t_{шт}$ – штучное время выполнения заготовительной операции.

Штучное время рассчитывается по формуле:

$$t_{шт} = \frac{L_{рез} + y}{S_M} \times \phi, \text{ мин.}$$

где, $L_{рез} = 45$ мм. ? длина резания при разрезании проката на штучные заготовки;

$y = 6-8$ мм ? величина врезания и перебега при разрезании дисковой пилой; принимаем 7 мм;

$S_M = 60$ мм/мин – минутная подача при резании;

$\phi = 1,5$ – коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве. мин.

$$t_{шт} = \frac{45 + 7}{60} \times 1,5 = 1,3, \text{ мин.}$$

Тогда:

$$? C_{о.з.} = \frac{120 \times 1,15 \times 1,3}{60} = 2,99, \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката равна:

$$S_{пр} = 37 + 2,99 = 39,99, \text{ руб.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист

14

1.4 Принятый маршрутный и операционный технологический процесс.

При разработке технологического процесса обработки детали «Корпус» требуется предварительно изучить её конструкцию и функции. Технологический процесс должен обеспечивать повышение производительности труда, качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Технологический процесс обработки детали «Корпус» включает в себя несколько этапов: обработка наружных поверхностей при установке на необработанные и предварительно обработанные поверхности, получение базовых поверхностей, используемых в дальнейшем на других операциях.

При разработке технологического процесса обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

1. Обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку.
2. Использовать по возможности только стандартный режущий инструмент.
3. Не проектировать обработку на уникальных станках.
4. С целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01	Лист
						15
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм. № докл.	Подп. и дата		

Номер			Наименование и содержание оперций и переходов	Операционный эскиз
операции	установки	перехода		
005	А	1	Заготовительная. Обработать поверхность 1, выдержав размер $29^{+0,6}$ мм.	
		2	Контролировать размер $29^{+0,6}$ мм.	
010	А	1	Токарная с ЧПУ. Установить и снять заготовку. Обработать поверхность 1, выдержав размер $0,5^{+0,3}$ мм.	
		2	Обработать поверхность 2, выдержав размеры: $\phi 4,0_{-0,2}$ мм.; $15^{+0,5}$ мм.	
		3	Контролировать размеры $\phi 4,0_{-0,2}$ мм. и $15^{+0,5}$ мм.	
010	Б	1	Установить и снять заготовку. Обработать поверхность 1, выдержав размер $28_{-0,1}$ мм.	
		2	Обработать поверхность 2, выдержав размеры: $\phi 4,0_{-0,2}$ мм. и $15^{+0,5}$ мм.	
	Б	3	Центровать поверхность 1.	
		4	Обработать поверхность 1, выдержав размеры: $\phi 9,4^{+0,15}$ мм.; $7,7^{+0,15}$ мм.	

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист 16

Копировал

Формат А4

Подп. и дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

015	A	5	Обработать поверхности 1, 2, 3, 4, 5 по программе, выдержав размеры: $\phi 21^{+0,2}$ мм, $\phi 10,2^{+0,2}$ мм, $\phi 10^{+0,2}$ мм, $\phi 4,6_{-0,15}$ мм, $\phi 3,5_{-0,15}$ мм, $1^{+0,1}$ мм, $4,4^{+0,15}$ мм, $10,7^{+0,2}$ мм, $12,4^{+0,2}$ мм, $14,4^{+0,2}$ мм.		Rz 125 10 мк
		6	Обработать поверхности 1, 2, 3, 4 по программе, выдержав размеры: $\phi 11,25^{+0,02}$ мм, $\phi 11^{+0,02}$ мм, $\phi 3,6_{-0,02}$ мм, $\phi 2,5_{-0,02}$ мм, $5^{+0,02}$ мм, $11,35^{+0,02}$ мм, $13,05^{+0,02}$ мм, $15^{+0,02}$ мм.		Rz 5 7 мк
		7	Контролировать размеры: $\phi 11,25^{+0,02}$ мм, $\phi 11^{+0,02}$ мм, $\phi 3,6_{-0,02}$ мм, $\phi 2,5_{-0,02}$ мм, $5^{+0,02}$ мм, $11,35^{+0,02}$ мм, $13,05^{+0,02}$ мм, $15^{+0,02}$ мм, $\phi 38_{-0,2}$ мм, $28_{-0,1}$ мм.		
	1	Фрезерная с ЧПУ. Установить и снять заготовку. Обработать поверхности 1, 2 по программе, выдержав размер $22_{-0,2}$ мм и допуск симметричности 0,05 мм относительно базы Г.		Rz 20 12 мк	
	2	Обработать поверхности 1, 2 по программе, выдержав размер $218_{-0,2}$ мм и допуск симметричности 0,05 мм относительно базы Г.		Rz 125 10 мк	
	3	Центровать поверхность 3, выдержав размер $35 \pm 0,01$ мм.			
	4	Обработать поверхность 1, выдержав размеры: $\phi 1,8^{+0,1}$ мм, 6^{-1} мм, $35 \pm 0,01$ мм.		Rz 100 12 мк	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Копировал

Формат А4

Лист 17

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

5		
6		
1	<p>Установить и снять заготовку. Центровать поверхность 1, выдержав размеры: 12,35±0,05 мм, 3,85 мм, 17 мм, 16,3 мм. и позиционный допуск 0,05 мм относительно баз Г и Д.</p>	
2	<p>Обработать поверхности 1,2,3, выдержав размеры: 12,35±0,05 мм, 3,85 мм, 17 мм, 16,3 мм, $\phi 2,7^{+0,1}$ мм, $\phi 2,5^{+0,1}$ мм, $\phi 2,7^{+0,5}$ мм, $4^{+0,2}$ мм, $8^{+0,5}$ мм и позиционный допуск 0,05 мм относительно баз Г и Д.</p>	
3	<p>Обработать поверхности 1,2, выдержав размеры: $3,4^{+0,1}$ мм, $3,7^{+0,1}$ мм, $8,1^{+0,1}$ мм, $10,1^{+0,1}$ мм, $4,7 \pm 0,05$ мм, $12,35 \pm 0,05$ мм. и допуск симметричности 0,025 мм относительно баз Г и Е.</p>	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист 18

Копировал

Формат А4

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

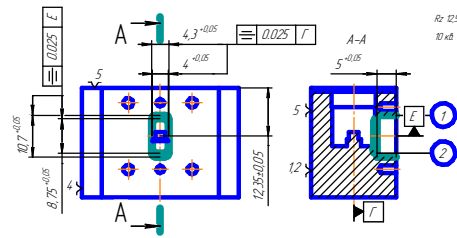
Инд. № подл.

4

Обработать поверхности 1,2, выдержав размеры: $4^{+0,05}$ мм, $4,3^{+0,05}$ мм, $8,75^{+0,05}$ мм, $10,7^{+0,05}$ мм, $5^{+0,05}$ мм, $2,35 \pm 0,05$ мм. и допуск симметричности 0,025 мм относительно баз Г и Е.

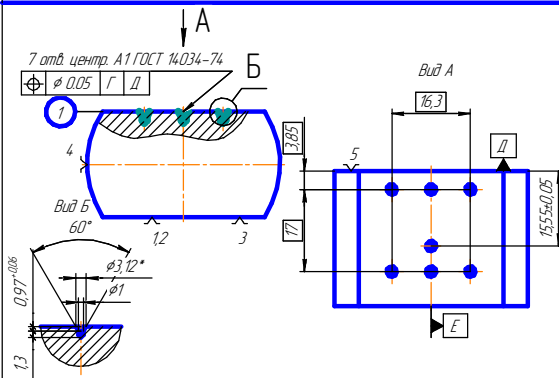
5

Контролировать размеры: $4^{+0,05}$ мм, $4,3^{+0,05}$ мм, $8,75^{+0,05}$ мм, $10,7^{+0,05}$ мм, $5^{+0,05}$ мм, $12,35 \pm 0,05$ мм, $3,85$ мм, 17 мм, $16,3$ мм, $\phi 2^{+0,1}$ мм, $\phi 2,5^{+0,1}$ мм, $\phi 2,7^{+0,5}$ мм, $4^{+0,2}$ мм, $8^{+0,5}$ мм, позиционный допуск 0,05 мм относительно баз Г и Д и допуск симметричности 0,025 мм относительно баз Г и Е.



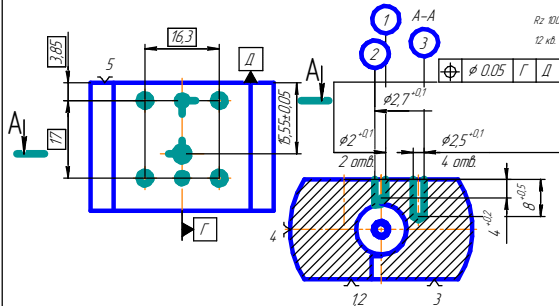
1

Установить и снять заготовку. Центровать поверхность 1, выдержав размеры: $15,55 \pm 0,05$ мм, $3,85$ мм, 17 мм, $16,3$ мм. и позиционный допуск 0,05 мм относительно баз Г и Д.



2

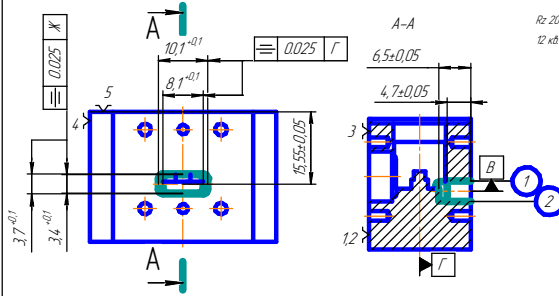
Обработать поверхности 1,2,3, выдержав размеры: $15,55 \pm 0,05$ мм, $3,85$ мм, 17 мм, $16,3$ мм, $\phi 2^{+0,1}$ мм, $\phi 2,5^{+0,1}$ мм, $\phi 2,7^{+0,5}$ мм, $4^{+0,2}$ мм, $8^{+0,5}$ мм и позиционный допуск 0,05 мм относительно баз Г и Д.



B

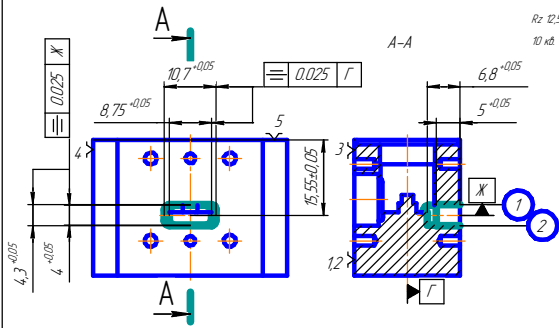
3

Обработать поверхности 1,2, выдержав размеры: $3,4^{+0,1}$ мм, $3,7^{+0,1}$ мм, $8,1^{+0,1}$ мм, $10,1^{+0,1}$ мм, $4,7 \pm 0,05$ мм, $6,5 \pm 0,05$ мм, $12,35 \pm 0,05$ мм. и допуск симметричности 0,025 мм относительно баз Г и Ж.



4

Обработать поверхности 1,2, выдержав размеры: $4^{+0,05}$ мм, $4,3^{+0,05}$ мм, $8,75^{+0,05}$ мм, $10,7^{+0,05}$ мм, $5^{+0,05}$ мм, $6,8^{+0,05}$ мм, $15,55 \pm 0,05$ мм. и допуск симметричности 0,025 мм относительно баз Г и Ж.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР. ТАМП. 151001.01

Копировал

Формат А4

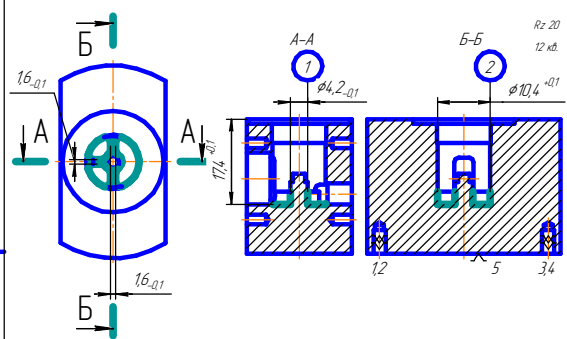
Лист 19

5
 Контролировать размеры: $4^{-0,05}$ мм, $4,3^{-0,05}$ мм, $8,75^{-0,05}$ мм, $10,7^{-0,05}$ мм, $5^{-0,05}$ мм, $6,8^{-0,05}$ мм, $15,55 \pm 0,05$ мм, $3,85$ мм, 17 мм, $16,3$ мм, $\phi 2^{-0,1}$ мм, $\phi 2,5^{-0,1}$ мм, $\phi 2,7^{-0,05}$ мм, $4^{-0,2}$ мм, $8^{-0,5}$ мм, позиционный допуск $0,05$ мм относительно баз Г и Д и допуск симметричности $0,025$ мм относительно баз Г и Ж.

Г

1

Установить и снять заготовку.
 Обработать поверхности 1, 2, выдержав размеры: $16_{-0,1}$ мм, $4,2_{-0,1}$ мм, $17,4^{+0,1}$ мм, $\phi 10,4^{+0,1}$ мм.



2

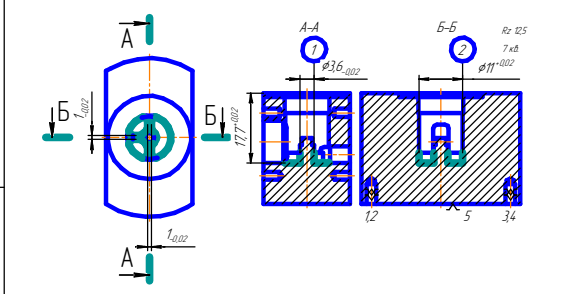
Контролировать размеры: $16_{-0,1}$ мм, $4,2_{-0,1}$ мм, $17,4^{+0,1}$ мм, $\phi 10,4^{+0,1}$ мм.

020

А

1

Электроразрионная.
 Установить и снять заготовку.
 Обработать поверхности 1, 2, выдержав размеры: $1_{-0,02}$ мм, $\phi 3,6_{-0,02}$ мм, $17,7^{+0,02}$ мм, $\phi 11^{+0,02}$ мм.



2

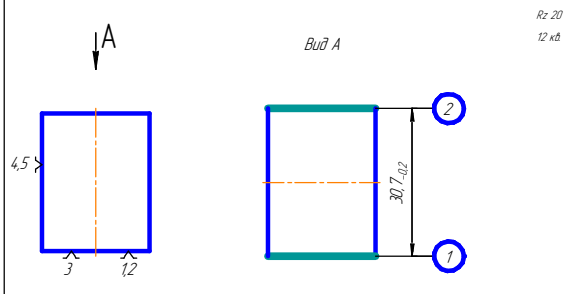
Контролировать размеры: $1_{-0,02}$ мм, $\phi 3,6_{-0,02}$ мм, $17,7^{+0,02}$ мм, $\phi 11^{+0,02}$ мм.

025

А

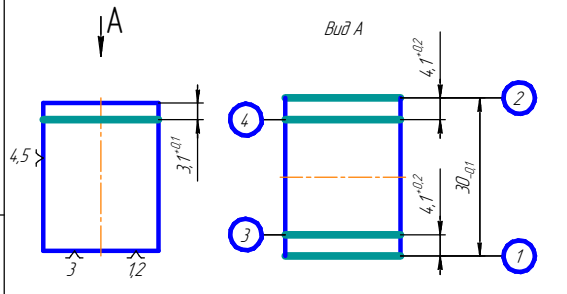
1

Фрезерная.
 Установить и снять заготовку.
 Обработать поверхности 1, 2, выдержав размер: $30,7_{-0,2}$ мм.



2

Обработать поверхности 1, 2, 3, 4, выдержав размеры: $4,1^{+0,2}$ мм, $3,1^{+0,1}$ мм, $30_{-0,1}$ мм.



3

Контролировать размеры: $4,1^{+0,2}$ мм, $3,1^{+0,1}$ мм, $30_{-0,1}$ мм.

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
20

030	А	1	Слесарная. Притупить острые кромки, снять заусенцы.
		2	Нарезать резьбу М3х0,5 - 6Н - 6 ⁺¹ .
		3	Контроль размеры: М3х0,5 - 6Н - 6 ⁺¹ .

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ВКР.ТАМП.151001.01				Лист
				21

1.5 Определение минимальных припусков на обработку

Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий припуск необходим для выполнения всех технологических переходов обработки данной поверхности, промежуточный — для выполнения отдельного перехода.

Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение припуска на обработку. Однако первичным, определяющим остальные категории припуска, является его минимальное значение. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле [3, стр. 42]:

$$Z_{i \min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \delta_{yi}^2}) \quad (1)$$

где $Z_{i \min}$ — минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

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

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

ρ_{i-1}^2 — суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

δ_{yi}^2 — погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2} \quad (2)$$

где, ρ_{Pi-1}^2 — погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникшая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$ — погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
22

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [1, стр. 42]:

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + p_{i-1} \cdot (3)$$

где, $p_{i-1} = \rho_{p_{i-1}} + \rho_{\phi_{i-1}}$.

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (1) и сводим их в таблицу 1.

В результате расчет минимального припуска сводиться к простому складыванию значений в каждой строке.

При определении продольных припусков в качестве ρ выбираем отклонение от перпендикулярности, торцовое биение. Параметры шероховатости, величины дефектного слоя и погрешность установки в трехкулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц приложений.

Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Расчет минимальных припусков на обработку.

Таблица 3.

	Rz_{i-1}	h_{i-1}	p_{i-1}	$?_i^2$	$Z_{i \min}$
$Z_{1,1}$	160	250	16	370	780,3
$Z_{2,2}$	60	75	100	-	235
$Z_{3,2}$	60	75	100	-	235
$Z_{4,2}$	60	75	100	-	235
$Z_{4,4}$	60	75	100	-	235

Таким образом, $p_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} = ? \times l$

где, $? \times k = 0,5$ – кривизна проката,
 $l = 32$ – вылет заготовки из патрона.

$$p_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} = ? \times k \times l = 0,5 \times 32 = 16 \text{ мкм.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дфл.
Подп. и дата	

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

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист
23

1.6 Размерный анализ техпроцесса

Расчётная схема изготовления детали представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях обработки детали.

На основании технологического процесса изготовления «Корпуса», составляется размерная схема которая представлена ниже, она содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе размерной схемы строится граф технологических размерных цепей.

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
24

Технологические размерные цепи, формирующиеся при изготовлении «Корпуса» в осевом направлении.

Таблица 4

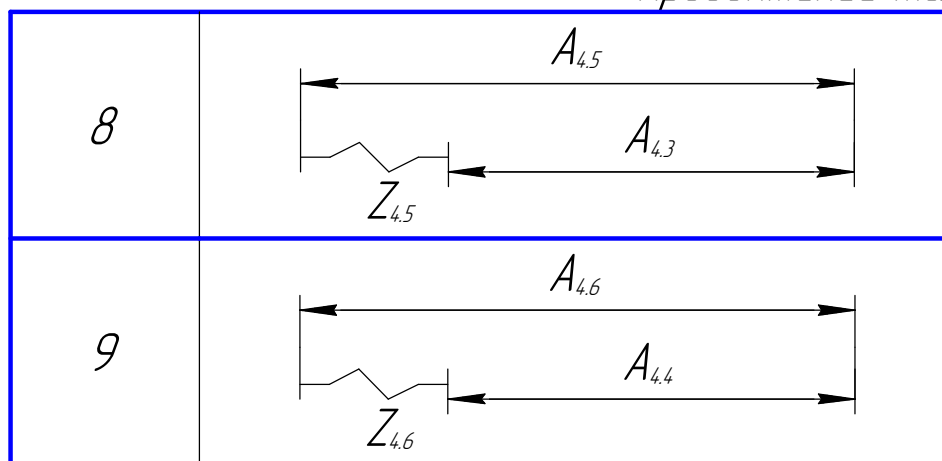
№	Технологическая размерная цепь
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
25



1. $A_{3.1} = A_{4.1} = 4^{+0.2}$
 $TK_5 = 0,2 \geq TA_{3.1} = TA_{4.1} = 0,2$

2. $A_{3.2} = A_{4.2} = 8^{+0.5}$
 $TK_6 = 0,5 \geq TA_{3.2} = TA_{4.2} = 0,5$

3. $A_{5.1} = A_{6.1} = 6^{+1}$
 $TK_7 = 1 \geq TA_{5.1} = TA_{6.1} = 1$

4. Расчет диаметр проката:

Находим среднее значение звена $D_{1.1}$:

$$D_{1.1}^c = D_{1.1} + \frac{ESD_{1.1} + ISD_{1.1}}{2} = 40 + \frac{0 - 0,2}{2} = 39,9 \text{ мм.}$$

Звено $D_{1.1}$ запишем в виде:

$$D_{1.1} = 39,9 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Находим допуск звена $D_{0.1}$:

$$TD_{0.1} = ESD_{0.1} - ISD_{0.1} = 0 - (-1) = 1 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение припуска $Z_{D1.1}$:

$$Z_{D1.1}^c = 2 \times Z_{D1.1 \min} + \frac{TD_{1.1} + TD_{0.1}}{2} = 1,56 + \frac{0,2 + 1}{2} = 2,16 \text{ мм.}$$

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дробл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Находим среднее значение звена $D_{0,1}$:

$$D_{0,1}^c = D_{1,1}^c + Z_{D_{1,1}}^c = 39,9 + 2,16 = 42,06 \text{ мм.}$$

Находим номинальное значение звена $D_{0,1}$:

$$D_{0,1} = D_{0,1}^c - \frac{ESD_{0,1} + ISD_{0,1}}{2} = 42,06 - \frac{0 - 1}{2} = 42,56 \text{ мм.}$$

Расчетное значение этого звена составляет:

$$D_{0,1} = 42,56_{-1} \text{ мм.}$$

Выбираем прокат диаметром: $D_{0,1} = 45_{-1} \text{ мм.}$

Находим фактическое значение припуска $Z_{D_{1,1}}$:

$$Z_{D_{1,1}} = D_{0,1} - D_{1,1} = 45_{-1} - 40_{-0,2} = 5_{-1}^{+0,2} \text{ мм.}$$

Проверочный расчет:

Решение прямой задачи методом максимума-минимума:

$$Z_{D_{1,1}} = 5_{-1}^{+0,2} \text{ мм.} - \text{ замыкающее звено.}$$

$D_{0,1} = 45 \text{ мм; } D_{1,1} = 40 \text{ мм}$ – составляющие звенья.

Распределим допуск замыкающего звена между составляющими звеньями:

$$TD_{0,1} = 1 \text{ мм; } TD_{1,1} = 0,2 \text{ мм}$$

На все составляющие звенья, кроме одного, назначаем предельные отклонения:

$$D_{0,1} = 45_{-1} \text{ мм.}$$

Для определения предельных отклонений звена $D_{1,1}$ находим координату середины поля допуска этого звена:

$${}_0D_{1,1} = {}_0D_{0,1} - {}_0Z_{D_{1,1}} = (-0,5) - (-0,4) = -0,1 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $D_{1,1}$:

$$ESD_{1,1} = {}_0D_{1,1} + \frac{TD_{1,1}}{2} = (-0,1) + \frac{0,2}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$ISD_{1,1} = {}_0D_{1,1} - \frac{TD_{1,1}}{2} = (-0,1) - \frac{0,2}{2} = -0,2 \text{ мм.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист
27

Таким образом, получим:

$$D_{1,1} = 40_{-0,2} \text{ мм.}$$

Решение обратной задачи методом максимума-минимума:

$Z_{D1,1}$ – замыкающее звено.

$D_{0,1} = 45_{-1}$ мм; $D_{1,1} = 40_{-0,2}$ мм – составляющие звенья.

Находим номинальное значение замыкающего звена:

$$Z_{D1,1} = D_{0,1} - D_{1,1} = 45 - 40 = 5 \text{ мм.}$$

Определим допуск замыкающего звена:

$$TZ_{D1,1} = TD_{0,1} + TD_{1,1} = 1 + 0,2 = 1,2 \text{ мм.}$$

Находим координату середины поля допуска замыкающего звена:

$${}_0Z_{D1,1} = {}_0D_{0,1} - {}_0D_{1,1} = (-0,5) - (-0,1) = -0,4 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $Z_{D1,1}$:

$$ESZ_{D1,1} = {}_0Z_{D1,1} + \frac{TZ_{D1,1}}{2} = (-0,4) + \frac{1,2}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

$$ISZ_{D1,1} = {}_0Z_{D1,1} - \frac{TZ_{D1,1}}{2} = (-0,4) - \frac{1,2}{2} = -1 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$Z_{D1,1} = 5_{-1}^{+0,2} \text{ мм.}$$

5. Находим фактическое значение припуска $Z_{A2,1}$:

$$Z_{A2,1} = D_{1,1} - A_{2,1} = 40_{-0,2} - 22,5_{-0,2} = 17,5_{-0,2}^{+0,2} \text{ мм.}$$

6. Расчет технологического размера $A_{2,1}$:

Находим среднее значение припуска $Z_{2,2}$:

$$Z_{2,2}^c = 2 \times Z_{2,2 \min} + \frac{TA_{2,1} + TA_{2,2}}{2} = 0,47 + \frac{0,2 + 0,1}{2} = 0,62 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{2,2}$:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	ВКР. ТАМП. 151001.01					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	28

$$A_{2,2}^E = A_{2,2} + \frac{ESA_{2,2} + ISA_{2,2}}{2} = 21,8 + \frac{0 - 0,1}{2} = 21,75 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{2,1}$:

$$A_{2,1}^E = A_{2,2}^E + Z_{2,2}^E = 21,75 + 0,62 = 22,37 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем:

$$A_{2,1} = 22,37 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Так как этот размер относится к валам, то примем:

$$A_{2,1} = 22,47_{-0,2} \text{ мм.}$$

Находим фактическое значение припуска $Z_{2,2}$:

$$Z_{2,2} = A_{2,1} - A_{2,2} = 22,5_{-0,2} - 21,8_{-0,1} = 0,7_{-0,2}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Проверочный расчет:

Решение прямой задачи методом максимума-минимума:

$$Z_{2,2} = 0,7_{-0,2}^{+0,1} \text{ мм.} - \text{ замыкающее звено.}$$

$$A_{2,1} = 22,5 \text{ мм; } A_{2,2} = 21,8 \text{ мм} - \text{ составляющие звенья.}$$

Распределим допуск замыкающего звена между составляющими звеньями:

$$TA_{2,1} = 0,2 \text{ мм; } TA_{2,2} = 0,1 \text{ мм}$$

На все составляющие звенья, кроме одного, назначаем предельные отклонения:

$$A_{2,1} = 22,5_{-0,2} \text{ мм.}$$

Для определения предельных отклонений звена $A_{2,2}$ находим координату середины поля допуска этого звена:

$${}_0A_{2,2} = {}_0A_{2,1} - {}_0Z_{2,2} = (-0,1) - (-0,05) = -0,05 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $A_{2,2}$:

$$ESA_{2,2} = {}_0A_{2,2} + \frac{TA_{2,2}}{2} = (-0,05) + \frac{0,1}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$ISA_{2,2} = {}_0A_{2,2} - \frac{TA_{2,2}}{2} = (-0,05) - \frac{0,1}{2} = -0,1 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР. ТАМП.151001.01

Лист
29

$$A_{2.2} = 21,8_{-0,1} \text{ мм.}$$

Решение обратной задачи методом максимума-минимума:

$Z_{2.2}$ – замыкающее звено.

$A_{2.1} = 22,5_{-0,2}$ мм; $D_{2.2} = 21,8_{-0,1}$ мм – составляющие звенья.

Находим номинальное значение замыкающего звена:

$$Z_{2.2} = A_{2.1} - A_{2.2} = 22,5 - 21,8 = 0,7 \text{ мм.}$$

Определим допуск замыкающего звена:

$$TZ_{2.2} = TA_{2.1} + TA_{2.2} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм.}$$

Находим координату середины поля допуска замыкающего звена:

$${}_0Z_{2.2} = {}_0A_{2.1} - {}_0A_{2.2} = (-0,1) - (-0,05) = -0,05 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $Z_{2.2}$:

$$ESZ_{2.2} = {}_0Z_{2.2} + \frac{TZ_{2.2}}{2} = (-0,05) + \frac{0,3}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

$$ISZ_{2.2} = {}_0Z_{2.2} - \frac{TZ_{2.2}}{2} = (-0,05) - \frac{0,3}{2} = -0,2 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$Z_{2.2} = 0,7_{-0,2}^{+0,1} \text{ мм.}$$

7. Расчет технологического размера $A_{3.3}$:

Находим среднее значение припуска $Z_{3.4}$:

$$Z_{3.4}^C = Z_{3.4 \text{ min}} + \frac{TA_{3.3} + TA_{3.4}}{2} = 0,235 + \frac{0,1 + 0,05}{2} = 0,31 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{3.4}$:

$$A_{3.4}^C = A_{3.4} + \frac{ESA_{3.4} + ISA_{3.4}}{2} = 5 + \frac{0,05 + 0}{2} = 5,025 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{3.3}$:

$$A_{3.3}^C = A_{3.4}^C - Z_{3.4}^C = 5,025 + 0,31 = 4,715 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01

$$A_{3,3} = 4,715 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Так как этот размер не относится ни к валам, ни к отверстиям, то после округления номинального значения окончательно получаем:

$$A_{3,3} = 4,7 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Находим фактическое значение припуска $Z_{3,4}$:

$$Z_{3,4} = A_{3,4} - A_{3,3} = 5^{+0,05} - 4,7 \pm 0,05 = 0,3_{-0,05}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Проверочный расчет:

Решение прямой задачи методом максимума-минимума:

$$Z_{3,4} = 0,3_{-0,05}^{+0,1} \text{ мм.} - \text{ замыкающее звено.}$$

$$A_{3,3} = 4,7 \text{ мм}; A_{3,4} = 5 \text{ мм} - \text{ составляющие звенья.}$$

Распределим допуск замыкающего звена между составляющими звеньями:

$$TA_{3,3} = 0,1 \text{ мм}; TA_{3,4} = 0,05 \text{ мм}$$

На все составляющие звенья, кроме одного, назначаем предельные отклонения:

$$A_{3,3} = 4,7 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Для определения предельных отклонений звена $A_{3,4}$ находим координату середины поля допуска этого звена:

$${}_0A_{3,4} = {}_0A_{3,3} + {}_0Z_{3,4} = 0 + 0,025 = 0,025 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $A_{3,4}$:

$$ESA_{3,4} = {}_0A_{3,4} + \frac{TA_{3,4}}{2} = 0,025 + \frac{0,05}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$ISA_{3,4} = {}_0A_{3,4} - \frac{TA_{3,4}}{2} = 0,025 - \frac{0,05}{2} = 0 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$A_{3,4} = 5^{+0,05} \text{ мм.}$$

Решение обратной задачи методом максимума-минимума:

$Z_{3,4}$ - замыкающее звено.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист
31

$A_{3,3} = 4,7 \pm 0,05$ мм; $D_{3,4} = 5^{+0,05}$ мм – составляющие звенья.

Находим номинальное значение замыкающего звена:

$$Z_{3,4} = A_{3,4} - A_{3,3} = 5 - 4,7 = 0,3 \text{ мм.}$$

Определим допуск замыкающего звена:

$$TZ_{3,4} = TA_{3,3} + TA_{3,4} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ мм.}$$

Находим координату середины поля допуска замыкающего звена:

$${}_0Z_{3,4} = {}_0A_{3,4} - {}_0A_{3,3} = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $Z_{3,4}$:

$$ESZ_{3,4} = {}_0Z_{3,4} + \frac{TZ_{3,4}}{2} = 0,025 + \frac{0,15}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

$$ISZ_{3,4} = {}_0Z_{3,4} - \frac{TZ_{3,4}}{2} = 0,025 - \frac{0,15}{2} = -0,05 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$Z_{3,4} = 0,3^{+0,1}_{-0,05} \text{ мм.}$$

8. Расчет технологического размера $A_{4,3}$:

$$A_{4,3} = A_{3,3}$$

9. Расчет технологического размера $A_{4,4}$:

Находим среднее значение припуска $Z_{4,6}$:

$$Z_{4,6}^c = Z_{4,6\min} + \frac{TA_{4,4} + TA_{4,6}}{2} = 0,235 + \frac{0,1 + 0,05}{2} = 0,31 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{4,6}$:

$$A_{4,6}^c = A_{4,6} + \frac{ESA_{4,6} + ISA_{4,6}}{2} = 6,8 + \frac{0,05 + 0}{2} = 6,825 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение звена $A_{4,4}$:

$$A_{4,4}^c = A_{4,6}^c - Z_{4,6}^c = 6,825 - 0,31 = 6,515 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем:

$$A_{4,4} = 6,515 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01	Лист
												32
Копировал											Формат А4	

Так как этот размер не относится ни к валам, ни к отверстиям, то после округления номинального значения окончательно получаем:

$$A_{4.4} = 6,5 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Находим фактическое значение припуска $Z_{4.6}$:

$$Z_{4.6} = A_{4.6} - A_{4.4} = 6,8^{+0,05} - 6,5 \pm 0,05 = 0,3^{+0,1}_{-0,05} \text{ мм.}$$

Проверочный расчет:

Решение прямой задачи методом максимума-минимума:

$$Z_{4.6} = 0,3^{+0,1}_{-0,05} \text{ мм.} - \text{ замыкающее звено.}$$

$$A_{4.4} = 6,5 \text{ мм}; A_{4.6} = 6,8 \text{ мм} - \text{ составляющие звенья.}$$

Распределим допуск замыкающего звена между составляющими звеньями:

$$TA_{4.4} = 0,1 \text{ мм}; TA_{4.6} = 0,05 \text{ мм}$$

На все составляющие звенья, кроме одного, назначаем предельные отклонения:

$$A_{4.4} = 6,5 \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Для определения предельных отклонений звена $A_{4.6}$ находим координату середины поля допуска этого звена:

$${}_0A_{4.6} = {}_0A_{4.4} + {}_0Z_{4.6} = 0 + 0,025 = 0,025 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $A_{4.6}$:

$$ESA_{4.6} = {}_0A_{4.6} + \frac{TA_{4.6}}{2} = 0,025 + \frac{0,05}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$ISA_{4.6} = {}_0A_{4.6} - \frac{TA_{4.6}}{2} = 0,025 - \frac{0,05}{2} = 0 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$A_{4.6} = 6,8^{+0,05} \text{ мм.}$$

Решение обратной задачи методом максимума-минимума:

$Z_{4.6}$ - замыкающее звено.

$$A_{4.4} = 6,5 \pm 0,05 \text{ мм}; D_{4.6} = 6,8^{+0,05} \text{ мм} - \text{ составляющие звенья.}$$

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					Лист
				ВКР. ТАМП. 151001.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

Находим номинальное значение замыкающего звена:

$$Z_{4.6} = A_{4.6} - A_{4.4} = 6,8 - 6,5 = 0,3 \text{ мм.}$$

Определим допуск замыкающего звена:

$$TZ_{4.6} = TA_{4.4} + TA_{4.6} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ мм.}$$

Находим координату середины поля допуска замыкающего звена:

$${}_0Z_{4.6} = {}_0A_{4.4} - {}_0A_{4.4} = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ мм.}$$

Находим предельные отклонения звена $Z_{4.6}$:

$$ESZ_{4.6} = {}_0Z_{4.6} + \frac{TZ_{4.6}}{2} = 0,025 + \frac{0,15}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

$$ISZ_{4.6} = {}_0Z_{4.6} - \frac{TZ_{4.6}}{2} = 0,025 - \frac{0,15}{2} = -0,05 \text{ мм.}$$

Таким образом, получим:

$$Z_{4.6} = 0,3_{-0,05}^{+0,1} \text{ мм.}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист

34

1.7 Расчет режимов резания

При расчете режимов резания руководствуемся следующими общими рекомендациями. В первую очередь устанавливают глубину резания t . На черновом этапе удаляется до 70% припуска, а на чистовые этапы оставляют не более 30%. Подача s назначается максимально допустимой. Скорость резания рассчитывают по формуле теории резания или устанавливают по нормативам исходя из условий выполнения обработки. После назначения режимов резания подсчитывают суммарную силу резания и по ней эффективную мощность.

Заготовительная

Принятие режимов резания для разрезания производится исходя из справочных данных для данного материала. Разрезание заготовки производится ленточной пилой со ступенчатым переключением скорости резания 22, 47, 70 м/мин.

Скорость резания $V = 15 - 40$ м/мин. [2, стр.425];

По паспорту оборудования выбираем скорость резания 22 м/мин.

Подача $S_m \leq 140$ мм/мин. [2, стр.425];

Принимаем $S = 100$ мм/мин.

Сверление

Расчет режимов резания для сверления производится исходя из диаметра инструмента, глубины сверления. Ориентировочные данные скорости резания и подачи взяты из справочной литературы. Полученные значения оборотов шпинделя преобразованы в приближенные значения из рядов предпочтительных чисел ГОСТ 8032-84.

Скорость резания рассчитаем по формуле [2, 382]:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v \text{ (м/мин)}$$

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
35

Значение коэффициентов:

$$q = 0,25$$

$$m = 0,125$$

При $S \leq 0,3$:

$$C_v = 36,3; y = 0,55$$

При $S > 0,3$:

$$C_v = 40,7; y = 0,4$$

T – стойкость инструмента. Примем $T = 20$ (мин).

S – подача (мм/об)

при диаметре сверла = 2...4 (мм) принимаем $S = 0,09...0,12$

K_v – поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{uv}$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала = 0,8

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления:

$$3D = 1; 4D = 0,85; 5D = 0,75; 6D = 0,7; 8D = 0,6;$$

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента = 1 (P6M5)

$$K_v = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{uv} = 0,8 \times 1 \times 1 = 0,8$$

Произведем расчет для сверления отверстия диаметром 2 мм. на глубину 4^{+0,2} мм.:

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v = \frac{36,3 \times 2^{0,25}}{20^{0,125} \times 0,12^{0,55}} \times 0,8 = 76,22 \text{ (м/мин)}$$

Число оборотов:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times D} = 1000 \times \frac{76,22}{3,14 \times 2} = 12136 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n = 12500 \text{ (об/мин)}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 2 \times 12500}{1000} = 78,5 \text{ (м/мин)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
36

Определим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p \text{ (Нм)}$$

Значение коэффициентов:

$$C_M = 0,005$$

$$q = 2$$

$$y = 0,8$$

K_p - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{mp} = 1$$

Тогда:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p = 10 \times 0,005 \times 2^2 \times 0,09^{0,8} \times 1 = 0,03 \text{ Нм}$$

Определим осевую силу:

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p \text{ (Н)}$$

Значение коэффициентов для крутящего момента:

$$C_p = 9,8$$

$$q = 1$$

$$y = 0,7$$

Тогда:

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p = 10 \times 9,8 \times 2^1 \times 0,09^{0,7} \times 1 = 36,32 \text{ (Н)}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{0,03 \times 15000}{9750} = 0,046 \text{ кВт}$$

Минутную подачу шпинделя определяем по формуле:

$$V_f = S \times n$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дфл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

37

Рекомендуемые режимы резания

Таблица 5

Диаметр поверхности, d , мм	Глубина резания t , мм	Скорость резания V , м/мин	Число оборотов n , об/мин	Подача S , мм/об	Подача S , мм/мин
1	2,3	76	24300	0,09	2187
1,8	0,9	90	16000	0,09	1395
2	1	78	12500	0,12	1500
2,5	5,5	831	10600	0,12	
2,7	1,35	84	10000	0,12	1200
9,4	2	79	2800	0,24	

Фактические режимы резания

Таблица 6

Диаметр поверхности, d , мм	Глубина резания t , мм	Скорость резания V , м/мин	Число оборотов n , об/мин	Подача S , мм/об	Подача S , мм/мин
1	2,3	39	12500	0,09	1125
1,8	0,9	70	12500	0,09	1125
2	1	62	10000	0,12	1200
2,5	5,5	31	4000	0,12	
2,7	1,35	84	10000	0,12	1200
9,4	2	42	1500	0,24	

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Точение

Расчет режимов резания для точения цилиндрических поверхностей производится исходя из диаметра заготовки, а так же вводятся необходимые поправочные коэффициенты. Рассчитаны режимы для максимальных и минимальных диаметров. Полученные значения скорости резания и оборотов шпинделя преобразованы в приближенные значения из рядов предпочтительных чисел ГОСТ 8032-84.

Скорость резания рассчитаем по формуле [2, 363]:

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

Значение коэффициентов:

$$x = 0,12$$

$$m = 0,28$$

При $S \leq 0,2$:

$$C_v = 485 ; y = 0,25$$

При $S > 0,2$:

$$C_v = 325 ; y = 0,5$$

T – стойкость инструмента. Примем $T = 20$ (мин).

S – подача (мм/об)

при $t = 3...5$ (мм) и диаметре жетали 20...40 (мм) принимаем $S = 0,4...0,5$.

K_v – поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv}$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала = 0,8

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки = 0,9

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента = 2,7 (ВК6)

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 0,8 \times 0,9 \times 2,7 = 1,944$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
39

Произведем расчет для обработки наружного диаметра 38_{-0,2} мм:

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v = \frac{325}{60^{0,28} \times 2^{0,12} \times 0,5^{0,5}} \times 1,944 = 261,26 \text{ (м/мин)}$$

Число оборотов:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times D} = 1000 \times \frac{261,26}{3,14 \times 38} = 2189 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n = 2240 \text{ (об/мин)}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 38 \times 2240}{1000} = 267,27 \text{ (м/мин)}$$

Сила резания:

$$P_{x,y,z} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p \text{ (Н)}$$

Значение коэффициентов:

Тангенциальной P_z :

$$C_p = 40$$

$$x = 1$$

$$y = 0,75$$

$$n = 0$$

K_p - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\phi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} = 1$$

K_{mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости = 2,75

$K_{\phi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане ϕ на составляющие силы резания = 0,94

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние переднего угла γ на составляющие силы резания = 1,1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01	Лист
											40

$K_{\lambda,p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главного лезвия λ на составляющие силы резания = 1

$K_{\gamma,p}$ - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине γ на составляющие силы резания = 1

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\gamma p} = 2,75 \times 0,94 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 2,84$$

Тогда:

$$P_{x,y,z} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p =$$

$$= 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,5^{0,75} \times 267,27^0 \times 2,84 = 1350 \text{ (Н)}$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1350 \times 267,27}{1020 \times 60} = 5,89 \text{ кВт}$$

Рекомендуемые режимы резания

Таблица 7

Диаметр поверхности d , мм	Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Число оборотов n , об/мин
45	1	0,1	2000	15000
40	1,5	0,2	2000	17000
21	0,25	0,05	600	9500
10,9	1,1	0,02	100	3000
2,8	1,1	0,02	100	13000
11,25	0,15	0,02	100	3000
2,5	0,15	0,02	100	13000

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
41

Фактические режимы резания

Таблица 8

Диаметр поверхности d , мм	Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Число оборотов n , об/мин
45	0,5	0,1	560	4000
40	1	0,2	475	4000
21	0,25	0,05	260	4000
10,9	0,35	0,02	105	3000
2,8	1,1	0,02	45	4000
11,25	0,15	0,02	105	3000
2,5	0,15	0,02	30	4000

Фрезерование

Расчет режимов резания для фрезерования производится исходя из диаметра инструмента, глубины фрезерования, а так же вводятся необходимые поправочные коэффициенты. Значения для расчета режимов резания взяты из каталога инструментов для твердосплавных фрез ϕ от 1 мм. Полученные значения скорости резания и оборотов шпинделя преобразованы в приближенные значения из рядов предпочтительных чисел ГОСТ 8032-84.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Скорость резания рассчитаем по формуле [2, 406]:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_v \text{ (м/мин)}$$

Значение коэффициентов:

$$C_v = 185,5$$

$$q = 0,45$$

$$x = 0,3$$

$$y = 0,2$$

$$u = 0,1$$

$$p = 0,1$$

$$m = 0,33$$

T – стойкость инструмента. Примем $T = 80$ (мин).

t – глубина резания. Для фрезы $\phi 20$ примем $t = 5$ мм.

B – ширина фрезерования. Примем $B = 5$ мм.

S_z – подача на зуб (мм/об). При черновом фрезеровании

$S_z = 0,4 \dots 0,6$. Принимаем $S_z = 0,5$.

K_v – поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv}$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала = 0,8

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки = 0,9

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента = 1 (Р6М5)

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

Произведем расчет для обработки наружного размера 22,5 мм.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_v =$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист

43

$$= \frac{185,5 \times 12^{0,45}}{80^{0,33} \times 5^{0,3} \times 0,5^{0,2} \times 5^{0,1} \times 4^{0,1}} \times 0,72 = 50,54 \text{ (м/мин)}$$

Число оборотов:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times D} = 1000 \times \frac{50,54}{3,14 \times 20} = 804,72 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n = 1000 \text{ (об/мин)}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 20 \times 1000}{1000} = 62,8 \text{ (м/мин)}$$

Сила резания:

$$P_z = 0,25 \times \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times Z}{D^q \times n^w} \times K_{тр}$$

Значение коэффициентов для крутящего момента:

$$C_p = 68,2$$

$$x = 0,86$$

$$y = 0,72$$

$$u = 1$$

$$q = 0,86$$

$$w = 0$$

$K_{тр}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества алюминиевых сплавов на силовые зависимости = 2,75

$$P_z = 0,25 \times \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z}{D^q \times n^w} \times K_{тр} =$$

$$= 0,25 \times \frac{10 \times 68,2 \times 5^{0,86} \times 0,5^{0,72} \times 5^1 \times 4}{20^{0,86} \times 1000^0} \times 2,75 = 1728,1 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 1000} = \frac{1728,1 \times 20}{2 \times 1000} = 17,28 \text{ Нм}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1728,1 \times 62,8}{1020 \times 60} = 1,77 \text{ кВт}$$

Рекомендуемые режимы резания

Таблица 9

Диаметр инструмента d , мм	Число зубьев Z , мм	Подача на зуб S_z , мм/зуб	Глубина резания t , мм	Ширина резания B , мм	Скорость резания V_{ϕ} , м/мин	Число оборотов n_{ϕ} , об/мин	Подача S , мм/мин
2	2	0,003	1	2	1100	175159	1050
2	2	0,003	0,35	2	1100	1751559	1050
16	2	0,09	2	4	1000	19904	3582
16	2	0,09	0,35	8	1100	21984	3640

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
45

Фактические режимы резания

Таблица 10

Диаметр инструмента d , мм	Число зубьев Z , мм	Подача на зуб S_z , мм/зуб	Глубина резания t , мм	Ширина резания B , мм	Скорость резания V_{ϕ} , м/мин	Число оборотов n_{ϕ} , об/мин	Подача S , мм/мин
2	2	0,003	0,85	2	75	12000	72
2	2	0,003	0,35	2	75	12000	72
16	2	0,09	2	4	500	10000	1800
16	2	0,09	0,35	8	500	10000	1800
16	2	0,09	2	4	75	1500	270
16	2	0,09	0,35	8	75	1500	270

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
46

1.8 Выбор оборудования.

Ленточнопильный станок MBS-1321W



Технические характеристики

Таблица 11

Зона обработки при 90°:	φ 330, ? 330x480 мм, ? 225x530 мм
Зона обработки при 45°:	φ 275, ? 330x275 мм
Зона обработки при 30°:	φ 330, ? 330x415 мм
Размеры ленточного полотна:	34x1,1x4100 мм
Диаметр шкивов:	458 мм
Скорости движения ленты: плавно	20 – 80 м/мин
Высота рабочего стола:	812 мм
Объем бака для СОЖ:	23 л
Выходная мощность:	2,2 кВт / S1 100%
Входная мощность:	4,1 кВт / S6 40%
Габаритные размеры (ДxШxВ):	2130x825x1100 мм
Масса:	750 кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Подп. и дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

47

Токарный станок с ЧПУ Compact 330



Технические характеристики.

Таблица 12

<i>Макс. диаметр обточки станка</i>	<i>330 мм</i>
<i>Макс. диаметр резки</i>	<i>145 мм</i>
<i>Макс. длина резки</i>	<i>160 мм</i>
<i>Угол наклона станины</i>	<i>45°</i>
<i>Перемещение по оси X / Z</i>	<i>160 мм</i>
<i>Внутреннее отверстие шпинделя</i>	<i>34 мм</i>
<i>Зажим шпинделя</i>	<i>ASA A2-5</i>
<i>Конусность шпинделя</i>	<i>1:20</i>
<i>Диапазон частоты вращения шпинделя</i>	<i>60-6000 об/мин</i>
<i>Мощность мотора</i>	<i>7.5 кВт/11 кВт</i>
<i>ЧПУ контроллер</i>	<i>KNUTH GPlus 450</i>
<i>Ускоренный ход подачи по оси X</i>	<i>30000 мм/мин</i>
<i>Ускоренный ход подачи по оси Z</i>	<i>30000 мм/мин</i>
<i>Скорость резки</i>	<i>5000 мм/мин</i>
<i>Точность позиционирования</i>	<i>±0.008 мм</i>

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Продолжение таблицы 12

Точность повторения	± 0.004 мм
Турель	Круговой сменщик
Количество инструментов	8 инструментов
Размер квадратного держателя инструментов	20 x 20 мм
Размер круглого держателя инструментов	25 мм
Диаметр	169 мм
Диапазон зажима	12-165 мм
Вес машины	2200 кг
Размеры машины	2020 x 1300 x 1620 мм
Энергопотребление, мощность	АС380V/3PH, 50Hz 12 кВт

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с числовым программным управлением HAAS VF-1.



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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
49

Технические характеристики.

Таблица 13

Макс. перемещение по оси X, мм	508
Макс. перемещение по оси Y, мм	406
Макс. перемещение по оси Z, мм	508
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	610
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	660
Ширина стола, мм	356
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг	1361
Ширина T-образных пазов, мм	16
Расстояние между T-образными пазами, мм	125
Размер конуса шпинделя	40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8100
Макс. мощность шпинделя, кВт	22,4
Макс. крутящий момент, кН	122
Макс. осевое усилие, кН	18,7
Макс. скорость холостых подач, м/мин	25,4
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	16,5
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	20
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	89

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
50

Продолжение таблицы 13

Макс. масса инструмента, кг	5,4
Время смены инструмента (среднее), сек	4,2
Точность позиционирования, мм	$\pm 0,0050$
Повторяемость, мм	$\pm 0,0025$
Объем бака СОЖ, л	208

Горизонтально-фрезерный 6Р81Г



Технические характеристики.

Таблица 14

Размеры рабочей поверхности стола, мм	1000 x 250
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	710
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	250

Продолжение таблицы 14

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР.ТАМП.151001.01	Лист
											51

<i>Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм</i>	<i>400</i>
<i>Класс точности</i>	<i>H</i>
<i>Расстояние от торца поворотного шпинделя стола, мм</i>	<i>50 – 410</i>
<i>Наибольшее выдвигание гильзы поворотного шпинделя, мм</i>	<i>60</i>
<i>Пределы частот вращения шпинделя, мин⁻¹</i>	<i>40 – 2000</i>
<i>Ускоренное продольное перемещение стола, мм/мин</i>	<i>2900</i>
<i>Ускоренное поперечное перемещение стола, мм/мин</i>	<i>2300</i>
<i>Ускоренное вертикальное перемещение стола, мм/мин</i>	<i>1150</i>
<i>Мощность электродвигателя привода шпинделя, кВт</i>	<i>5,5</i>
<i>Мощность электродвигателя привода стола, кВт</i>	<i>1,5</i>
<i>Конус шпинделя по ГОСТ 30064-93</i>	<i>ISO 50</i>
<i>Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм</i>	<i>2135 x 1865 x 1695</i>
<i>Масса станка с электрооборудованием, кг</i>	<i>2 300</i>

<i>Инд. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инд. № дубл.</i>
<i>Подп. и дата</i>	

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
-------------	-------------	-----------------	--------------	-------------

ВКР.ТАМП.151001.01

*Лист
52*

*Электроэрозионный станок
Mitsubishi Electric EA8.*



Технические характеристики.

Таблица 15

<i>Максимальный размер заготовки, мм</i>	<i>740x470x150</i>
<i>Максимальный вес заготовки, кг</i>	<i>500</i>
<i>Размер стола, мм</i>	<i>500x350</i>
<i>Материал стола</i>	<i>сталь</i>
<i>Конструкция станка</i>	<i>неподвижный рабочий стол</i>
<i>Перемещения по осям (XxYxZ), мм</i>	<i>300x250x250</i>
<i>Максимальный вес электрода, кг</i>	<i>25</i>
<i>Максимальный рабочий ток, А</i>	<i>60</i>
<i>Наилучшая шероховатость, мкм</i>	<i>0,1</i>
<i>Точность, достигаемая на детали, мм</i>	<i>±0,003</i>
<i>Минимальный износ электрода, %</i>	<i>0,1</i>
<i>Расстояние между столом и патроном EROWA, мм</i>	<i>182,5–432,5</i>
<i>Автоматический сменщик электродов, поз.</i>	<i>4</i>

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Продолжение таблицы 15

Система управления	MITSUBISHI (64 разряд, RISC технологии), RAM 256 МБ
Объем бака дизелектрика, л	196
Степень фильтрации рабочей жидкости, мкм	3
Количество фильтров, шт.	1
Система пожаротушения	Стандарт
Компрессорная система охлаждения дизелектрика	Стандарт
С-ось	Стандарт
Момент инерции оси С, кгсм ²	2000
Полная подключаемая электрическая мощность, кВА	6,8
Активная потребляемая электрическая мощность, кВт	5,4
Давление сжатого воздуха, МПа	5-6
Макс. расход сжатого воздуха, л/мин	27
Общий вес установки, кг	1600
Габаритные размеры установки, мм	1900x1717x2000

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

54

1.9 Расчет норм времени операций техпроцесса

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}$$

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

n – количество деталей в настроечной партии, штук.

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин.

$$T_{шт} = T_o + T_{\theta} + T_{од} + T_{от}$$

где, T_o – основное время, мин.

T_{θ} – вспомогательное время, мин.

$T_{од}$ – время, на обслуживание рабочего места, мин.

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат на отдельные приемы:

$$T_{\theta} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}$$

где, $T_{у.с}$ – время на установку и снятие детали, мин.

$T_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.

$T_{уп}$ – время на приемы управления, мин.

$T_{из}$ – время на измерение детали, мин.

Время на обслуживание рабочего места в массовом производстве равно:

$$T_{од} = T_{тех} + T_{орг}$$

где, $T_{тех}$ – техническое обслуживание рабочего места, мин.

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин.

Определим основное время:

$$T_o = \frac{L \times i}{S}$$

где, L – длина рабочего хода, мм

i – число проходов

S – подача, мм/мин

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
55

$$L = I +$$

где, I – длина резания, мм.

– величина перебега, мм. Примем $= 1$ мм.

Операция 005:

Основное время:

переход 1:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(52 + 1) \times 1}{100} = 0,53 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{3.0} + T_{yn} + T_{uz}$$

где, $T_{y.c} = T_{3.0} = 0,034$ мин.

$T_{yn} = 0,2$ мин.

$T_{uz} = 0,12$ мин.

$$T_b = T_{y.c} + T_{3.0} + T_{yn} + T_{uz} = 0,034 + 0,034 + 0,2 + 0,12 = 0,388 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{on} = T_o + T_b = 0,53 + 0,388 = 0,918 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$T_{тех} = 2,5$ мин.

$T_{орг} = 1,7\%$ от $T_{он} = 0,014$ мин

$T_{от} = 7\%$ от $T_{он} = 0,059$ мин

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 0,53 + 0,388 + 2,5 + 0,014 + 0,059 = 3,421 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$T_{п.з} = 8$ мин.

$n = 500$ шт.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{8}{500} + 3,421 = 3,44 \text{ мин.}$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
ВКР. ТАМП. 151001.01				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Копировал				Формат А4
				56

Операция 010:

Установ А:

Основное время:

переход 1:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(22,5 + 1) \times 4}{0,1 \times 4000} = 0,23 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(15 + 1) \times 3}{0,2 \times 4000} = 0,06 \text{ мин.}$$

$$T_o = 0,46 + 0,06 = 0,52 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz}$$

где, $T_{y.c} = T_{z.o} = 0,06$ мин.

Во время работы происходит 2 подвода и 2 отвода инструмента и 2 смены инструмента:

$$T_{yn} = 2 \times 0,05 + 2 \times 0,05 + 2 \times 0,05 = 0,3 \text{ мин.}$$

$$T_{uz} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz} = 0,06 + 0,06 + 0,3 + 0,12 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{on} = T_o + T_b = 0,23 + 0,52 = 0,75 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 1,7\% \text{ от } T_{он} = 0,017 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{он} = 0,07 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 0,23 + 0,52 + 2,5 + 0,017 + 0,07 = 3,567 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

57

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{12}{500} + 3,567 = 3,591 \text{ мин.}$$

Установ Б:

Основное время:

переход 1:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(22,5 + 1) \times 4}{0,1 \times 4000} = 0,23 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(15 + 1) \times 4}{0,2 \times 4000} = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(5,52 + 1) \times 1}{0,12 \times 4000} = 0,013 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(7,7 + 1) \times 1}{0,24 \times 1500} = 0,024 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(7 + 1) \times 4}{0,05 \times 4000} = 0,16 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(18,1 + 1) \times 2}{0,02 \times 4000} = 0,47 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(18,5 + 1) \times 1}{0,02 \times 4000} = 0,24 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{(18,65 + 1) \times 1}{0,02 \times 4000} = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_o = 0,23 + 0,06 + 0,013 + 0,024 + 0,16 + 0,47 + 0,24 = 1,427 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ц.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{ц.п}} + T_{\text{ц.з}}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

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

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист
58

где, $T_{у.с} = T_{з.о} = 0,06$ мин.

Во время работы происходит 6 подводов и 6 отводов инструмента и 6 смен инструмента:

$$T_{уп} = 6 \times 0,05 + 6 \times 0,05 + 6 \times 0,05 = 0,9 \text{ мин.}$$

$$T_{уз} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_{\theta} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{уз} = 0,06 + 0,06 + 0,9 + 0,33 = 1,35 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{о} + T_{\theta} = 1,427 + 1,35 = 2,797 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{\theta} + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орз} = 1,7\% \text{ от } T_{оп} = 0,047 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{оп} = 0,19 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_{о} + T_{\theta} + T_{тех} + T_{орз} + T_{от} = 1,427 + 1,35 + 2,5 + 0,047 + 0,19 = 5,514 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{500} + 5,514 = 5,538 \text{ мин.}$$

Операция 015:

Установ А:

Основное время:

переход 1:

$$T_{о} = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(35 + 1) \times 28}{1800} = 1,12 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_{о} = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(35 + 1) \times 4}{1800} = 0,16 \text{ мин.}$$

переход 3:

Подп. и дата						
Инд. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инд. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01	Лист
						59

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(2,27 + 1) \times 1}{1125} = 0,005 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(6 + 1) \times 1}{1125} = 0,012 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(7,85 + 1) \times 2}{72} = 0,49 \text{ мин.}$$

$$T_o = 1,12 + 0,16 + 0,005 + 0,012 + 0,49 = 1,787 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{u.z}$$

где, $T_{y.c} = T_{z.o} = 0,034 \text{ мин.}$

Во время работы происходит 10 подводов и 10 отводов инструмента и 5 смен инструмента:

$$T_{y.n} = 10 \times 0,05 + 10 \times 0,05 + 5 \times 0,05 = 1,25 \text{ мин.}$$

$$T_{u.z} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{u.z} = 0,034 + 0,034 + 1,25 + 0,33 = 1,648 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{op} = T_o + T_b = 1,787 + 1,648 = 3,435 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 1,7\% \text{ от } T_{op} = 0,058 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{op} = 0,24 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 1,787 + 1,648 + 2,5 + 0,058 + 0,24 = 6,233 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{500} + 6,233 = 6,261 \text{ мин.}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР. ТАМП. 151001.01

Лист

60

Установ Б:

Основное время:

переход 1:

$$T_o = 7 \times \frac{L \times i}{S} = 7 \times \frac{(2,27 + 1) \times 1}{1125} = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(6 + 1) \times 1}{1200} = 0,005 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = 4 \times \frac{L \times i}{S} = 4 \times \frac{(8 + 1) \times 1}{1200} = 0,03 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(4 + 1) \times 1}{1200} = 0,008 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(37,7 + 1) \times 3}{72} = 1,61 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(30 + 1) \times 3}{72} = 1,29 \text{ мин.}$$

$$T_o = 0,02 + 0,005 + 0,03 + 0,008 + 1,61 + 1,29 = 2,963 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\theta} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{уз}}$$

где, $T_{\text{у.с}} = T_{\text{з.о}} = 0,034 \text{ мин.}$

Во время работы происходит 16 подводов и 16 отводов инструмента и 6 смен инструмента:

$$T_{\text{уп}} = 16 \times 0,05 + 16 \times 0,05 + 6 \times 0,05 = 1,9 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{уз}} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_{\theta} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{уз}} = 0,034 + 0,034 + 1,9 + 0,33 = 2,298 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\theta} = 2,963 + 2,298 = 5,261 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

61

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 1,7\% \text{ от } T_{оп} = 0,089 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{оп} = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = \\ = 2,963 + 2,298 + 2,5 + 0,089 + 0,36 = 8,21 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{500} + 8,21 = 8,238 \text{ мин.}$$

Установ В:

Основное время:

переход 1:

$$T_o = 7 \times \frac{L \times i}{S} = 7 \times \frac{(2,27 + 1) \times 1}{1125} = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(6 + 1) \times 1}{1200} = 0,005 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = 4 \times \frac{L \times i}{S} = 4 \times \frac{(8 + 1) \times 1}{1200} = 0,03 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(4 + 1) \times 1}{1200} = 0,008 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(37,7 + 1) \times 3}{72} = 1,61 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(30 + 1) \times 3}{72} = 1,29 \text{ мин.}$$

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
62

$$T_o = 0,02 + 0,005 + 0,03 + 0,008 + 1,61 + 1,29 = 2,963 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz}$$

где, $T_{y.c} = T_{z.o} = 0,034 \text{ мин.}$

Во время работы происходит 16 подводов и 16 отводов инструмента и 6 смен инструмента:

$$T_{yn} = 16 \times 0,05 + 16 \times 0,05 + 6 \times 0,05 = 1,9 \text{ мин.}$$

$$T_{uz} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz} = 0,034 + 0,034 + 1,9 + 0,33 = 2,298 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{op} = T_o + T_b = 2,963 + 2,298 = 5,261 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 1,7\% \text{ от } T_{op} = 0,089 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{op} = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 2,963 + 2,298 + 2,5 + 0,089 + 0,36 = 8,21 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{500} + 8,21 = 8,238 \text{ мин.}$$

Установ Г:

Основное время:

преход 1:

$$T_o = \frac{L \times i}{S} = \frac{(45,84 + 1) \times 2}{72} = 1,3 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

63

где, $T_{yc} = T_{з.о} = 0,034$ мин.

Во время работы происходит 16 подводов и 16 отводов инструмента и 6 смен инструмента:

$$T_{уп} = 1 \times 0,05 + 1 \times 0,05 + 1 \times 0,05 = 0,15 \text{ мин.}$$

$$T_{уз} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_{\theta} = T_{yc} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{уз} = 0,034 + 0,034 + 0,15 + 0,33 = 1,16 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_{\theta} = 1,3 + 1,16 = 2,46 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_{\theta} + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орз} = 1,7\% \text{ от } T_{оп} = 0,041 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{оп} = 0,17 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_{\theta} + T_{тех} + T_{орз} + T_{от} = 1,3 + 1,16 + 2,5 + 0,041 + 0,17 = 5,171 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{500} + 5,171 = 5,199 \text{ мин.}$$

Операция 025:

Установ А:

Основное время:

преход 1:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(21,8 + 1) \times 14}{270} = 2,36 \text{ мин.}$$

преход 2:

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(21,8 + 1) \times 4}{270} = 0,67 \text{ мин.}$$

преход 3:

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист

№ докум.

Подп.

Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

64

Копировал

Формат А4

$$T_o = 2 \times \frac{L \times i}{S} = 2 \times \frac{(21,8 + 1) \times 1}{270} = 0,16 \text{ мин.}$$

$$T_o = 2,36 + 0,67 + 0,16 = 3,19 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz}$$

где, $T_{y.c} = T_{z.o} = 0,034 \text{ мин.}$

$$T_{yn} = 0,25 \text{ мин.}$$

$$T_{uz} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_b = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz} = 0,034 + 0,034 + 0,25 + 0,12 = 0,438 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{op} = T_o + T_b = 3,19 + 0,438 = 3,628 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{од} + T_{от}$$

$$T_{тех} = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 1,7\% \text{ от } T_{op} = 0,061 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 7\% \text{ от } T_{op} = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 3,19 + 0,438 + 2,5 + 0,061 + 0,25 = 6,439 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин.}$$

$$n = 500 \text{ шт.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{500} + 6,439 = 6,467 \text{ мин.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01				65

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Конструкторская часть.

Подп. и дата	Изм. № дораб.	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	---------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Омельченко А.М.		
Пров.		Червач Ю.Б.		
Н.контр.				
Утв.				

ВКР.ТАМП.151001.01

Корпус

Лит.	Лист	Листов
	66	104
ТПУ ИДО 3-4302/35		

2.1 Проектирование специального станочного приспособления

В данном разделе ВКР разрабатывается приспособление для чернового фрезерования внутренней поверхности и последующей ее чистой обработки на электроэрозионной операции. Приводится назначение приспособления, его состав, сборка на станке, требования, предъявляемые к точности приспособления, решаются вопросы базирования заготовки.

2.2 Назначение станочного приспособления

Приспособление предназначено для базирования заготовки на столе станка на фрезерной и электроэрозионной операции при обработке следующих поверхностей: $\phi 10,8^{+0,02}$ мм, $1_{-0,02}$, $17,7^{+0,02}$.

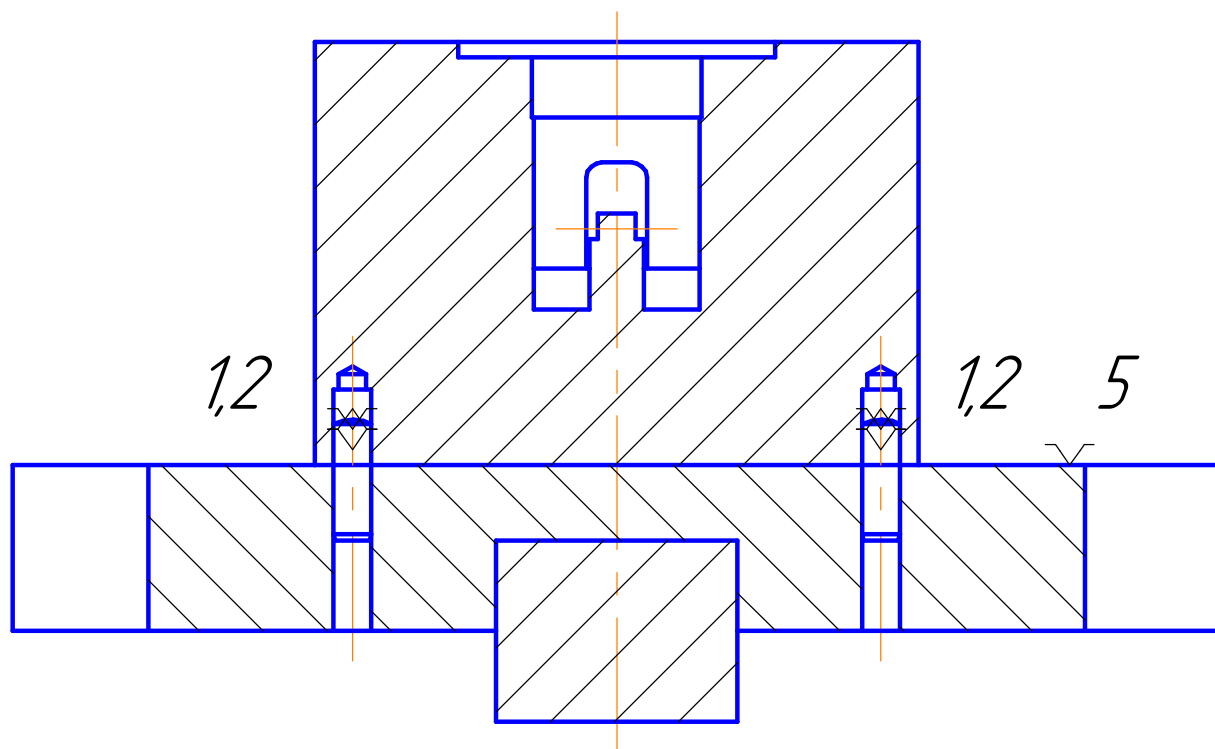
Проектируемое приспособление должно быть простым в изготовлении и минимальным по металлоёмкости. Основным предназначением приспособления является обеспечение заданного базирования, установка заготовки с целью достижения необходимых параметров точности, предъявляемых к детали.

2.3 Схема базирования заготовки

Приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела ? создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Лист	67



Для получения экономичного и простого в изготовлении приспособления, а также с целью уменьшения металлоемкости закрепляющих элементов, выбираем закрепление заготовки на штифтах.

2.4 Описание конструкции и работы приспособления.

Приспособление применяется для чернового фрезерования внутренней поверхности и последующей ее чистовой обработки на электроэрозионной операции в детали «Корпус». Базирование заготовки осуществляется по двум штифтам $\phi 2,5^{+0,008}_{+0,002}$ мм.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8–1,2 мм. и с последующей закалкой до твердости HRC3 50...55.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
68

2.5 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями ? параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.6 Расчет приспособления на точность

При выполнении операции 020 (Электроэрозионная) определяем необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

- Допуск размера $\phi 10,8$ составляет 0,02 мм ;

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки $?_o$, которая не должна превышать допуск выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $?_o \leq \delta$.

1. Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы:

$$?_o \leq \delta - \sqrt{?_{\delta}^2 + ?_z^2 + ?_y^2 + ?_n^2 + ?_u^2}$$

где:

$\delta = 0,02$ мм. - допуск выполняемого размера;

$?_{\delta} = 0$ мм. - погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$?_z = 0$ мм. - погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

$?_y = 0$ мм. - погрешность установки приспособления на

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
69

станке;

$?_n = 0,005$ мм – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления;

$?_u = 0,005$ мм – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$$?_o \leq \delta - \sqrt{?_{\delta}^2 + ?_z^2 + ?_y^2 + ?_n^2 + ?_u^2} =$$
$$= 0,02 - \sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,005^2 + 0,005^2} = 0,012 \text{ мм}$$

Следовательно, допуск перпендикулярности оси заготовки относительно основания не должен превышать этого значения. Принимаем допуск 0,01 мм.

2.7 Анализ технических требований

Технические требования:

1. Отклонение от перпендикулярности оси установленной заготовки относительно основания не более 0,01 мм на длине заготовки.

Сконструированное приспособление технологично. Корпус приспособления изготавливается из листового проката с последующей механической обработкой.

Разработанное нами приспособление облегчает установку, настройку и ускоряет обработку.

Недостатком приспособления является то, что область его применения ограничена.

2.8 Разработка технологической схемы сборки

Составим технологическую карту сборки приспособления, маршрут технологического процесса сборки приведен в таблице 16.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП.151001.01

Таблица 16

<i>№ операции</i>	<i>Название</i>	<i>Содержание</i>
<i>005</i>	<i>Сборка приспособления</i>	<i>1. Запрессовать шпонку (дет. 2) в основание (дет. 1). 2. Запрессовать штифты (дет. 3) в основание (дет. 1)</i>
<i>010</i>	<i>Контрольная</i>	<i>1. Проверить отклонение перпендикулярности, указанное на чертеже</i>

<i>Изм. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инд. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>ВКР. ТАМП. 151001.01</i>				<i>Лист</i>
				<i>71</i>

Справ. №

Перв. примен.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Подп. и дата

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разраб.		Омельченко А.М.		
			Пров.		Червач Ю.Б.		
			Н.контр.				
			Утв.				

ВКР. ТАМП. 151001.01			
<h2>Корпус</h2>	Лит.	Лист	Листов
		72	104
ТПУ ИДО 3-4302/35			

Целью выполнения данного раздела является сравнительная оценка экономической эффективности изготовления «Корпуса» двумя различными технологическими процессами.

Экономическая эффективность ? соотношение между получаемыми результатами производства ? продукцией и материальными услугами, с одной стороны, и затратами труда и средств производства с другой стороны.

Себестоимость продукции ? денежное выражение текущих затрат на производство и реализацию продукции.

Исходные данные

Таблица 17

Программа выпуска, шт/год	500
Период оборота, час	8
Режим работы (смен), S	2
Продолжительность смены, $T_{см}$	45
Регламентированные перерывы, $T_{рег}$	60
Технологические неизбежные потери продукции, $\alpha_{пт}$, %	3
Вес детали, кг	0,04
Цена материала за кг, руб	250
Средний коэффициент использования материала, %	28
Цена отходов материала, руб	20
Тип производства	Крупносерийное
Стоимость электроэнергии за 1 кВт/ч, руб	4

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
73

Калькуляция данных, для технологического процесса

Определяем фонд времени работы оборудования:

$$T_{\text{ном}} = (D_2 - D_{\text{вых} + \text{пр}}) \times S \times T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \times T_{\text{сокp}}, \text{ час/год}$$

где, D_2 - число дней в планируемом периоде. Для 2016 года примем 366 дней.

$D_{\text{вых} + \text{пр}}$ - количество выходных и праздничных дней. Для 2016 года примем 119 дней.

S - число рабочих смен в сутки. Примем $S = 2$.

$T_{\text{см}}$ - длительность рабочей смены. Примем $T_{\text{см}} = 8$ часов.

$T_{\text{сокp}}$ - продолжительность нерабочего времени в предпраздничные дни. Примем $T_{\text{сокp}} = 1$ час.

$$T_{\text{ном}} = (D_2 - D_{\text{вых} + \text{пр}}) \times S \times T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \times T_{\text{сокp}} = \\ = (366 - 119) \times 2 \times 8 - 12 \times 1 = 3940, \text{ час/год}$$

Определим программу запуска

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \times 100}{100 - \alpha_{\text{пт}}}, \text{ шт/год}$$

где, $\alpha_{\text{пт}}$ - технологически неизбежные потери.

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \times 100}{100 - \alpha_{\text{пт}}} = \frac{500 \times 100}{100 - 3} = 515, \text{ шт/год}$$

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса

В современных условиях техника и технология позволяют изготавливать детали, различными способами.

Расчёт стоимости материала:

Цена материала одного изделия составляет:

$$C_m = \frac{m}{K_u} \times C_m, \text{ руб}$$

где, m - масса одного изделия, кг;

K_u - средний коэффициент использования материала;

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
74

C_M – стоимость материала, руб/кг;

Тогда цена материала:

$$C_M = \frac{m}{K_U} \times C_M = \frac{0,04}{0,28} \times 250 = 35,71 \text{ руб.}$$

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отх} = \left(\frac{m}{K_U} - m \right) \times C_{отх}, \text{ руб.}$$

где, $C_{отх}$ – цена отходов, руб;

Цена отходов на одно изделие:

$$C_{отх} = \left(\frac{m}{K_U} - m \right) \times C_{отх} = \left(\frac{0,04}{0,28} - 0,04 \right) \times 20 = 2,05, \text{ руб.}$$

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят:

$$C_{м.осн.} = C_M \times C_{отх} = 35,71 - 2,05 = 33,66 \text{ руб.}$$

Операции первого технологического процесса изготовления «Корпуса», с указанием штучно-калькуляционного времени, стоимости работы (в соответствии с тарифной сеткой завода):

Таблица 18

№ операции	Наименование операции	$T_{шт.к.}$, мин	Основная з.п. ($Z_{осн.}$), руб
005	Заготовительная	3,44	10,32
010	Токарная с ЧПУ	9,16	27,48
015	Фрезерная с ЧПУ	27,93	83,79
020	Электроэрозионная	15	45
025	Фрезерная	6,46	19,38
	Всего	61,99	185,97

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

Дополнительная заработная плата:

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством ? оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \times K_{доп} = 185,97 \times 0,09 = 16,73 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели:

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяется следующей зависимостью:

$$C_{соц} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \times K_{соц}, \text{ руб.}$$

где, $K_{соц}$ - коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, включает в себя: отчисления в пенсионный фонд 26 % ; на социальное страхование 2,9% ; на медицинское страхование 5,1% ; $K_{соц} = 34\%$ от затрат на заработную плату:

$$C_{соц} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \times K_{соц} = \\ = (185,97 + 16,73) \times 0,34 = 68,92 \text{ руб.}$$

Прямые затраты:

$$C_{п} = C_{м. осн} + Z_{осн} + Z_{доп} + C_{соц} = 33,66 + 185,97 + 16,73 + 68,92 = \\ = 305,28 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы:

Общепроизводственные расходы составляют 130 % от основной заработной платы для крупносерийного производства:

$$C_{пр} = Z_{осн} \times 130\% = 185,97 \times 1,3 = 241,76 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию:

Электричество, потраченное на работу оборудования при изготовлении детали.

$$E_{об} = N_{об} \times C_э \times t_о$$

где, $E_{об}$ - затраты на электроэнергию потребляемую оборудованием, руб.

$N_{об}$ - мощность, потребляемая оборудованием, кВт ;

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

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

ВКР. ТАМП.151001.01

C_3 – тарифная цена за 1 кВт/час ;

t_0 – время работы оборудования, час ;

Амортизационные отчисления:

Рассчитывается за время выполнения работы на оборудовании, которое имеется в наличии.

$$A = \frac{C_{од} \times H_{а.от} \times t_0}{T_{ном}}$$

где, A – Амортизационные отчисления, руб. ;

$C_{од}$ – стоимость оборудования, руб. ;

$H_{а.от}$ – норма амортизационных отчислений, % . Примем $H_{а.от} = 7\%$;

t_0 – время работы оборудования, час. ;

$T_{ном}$ – номинальный фонд времени работы оборудования, час/год.

Затраты на электроэнергию и амортизацию оборудования на одну деталь представлены в таблице 16

Таблица 19

Наименование оборудования	Время использования, час.	Мощность, кВт/ч	Расходы на эл. энергию, руб.	Амортизационные отчисления, руб
MBS – 1321W	0,057	4,1	0,93	1,51
Compact 330	0,15	12	7,2	5,3
HAAS-VF-1	0,46	22,4	41,21	20,43
Mitsubishi EA8	0,25	5,4	5,4	11,1
6P91Г	0,1	7	2,8	2,66
	1,01	50,9	57,54	41

Общая производственная себестоимость:

$$C_{о.пр} = C_n + C_{пр} + A + Э_{од} = 305,28 + 241,76 + 41 + 57,54 = 645,58, \text{руб.}$$

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
77

Калькуляционная стоимость «Корпуса»

Таблица 20

<i>Наименование</i>	<i>руб.</i>
<i>Материалы</i>	<i>35,71</i>
<i>Основная заработная плата</i>	<i>185,97</i>
<i>Отчисления на соц. страхование</i>	<i>68,92</i>
<i>Затраты на электроэнергию</i>	<i>57,54</i>
<i>Амортизационные отчисления</i>	<i>41</i>
<i>Общие производственные затраты</i>	<i>241,76</i>
<i>Дополнительная заработная плата</i>	<i>16,73</i>
<i>Производственная себестоимость</i>	<i>645,58</i>

<i>Инд. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инд. № дубл.</i>
<i>Подп. и дата</i>	

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

ВКР.ТАМП.151001.01

*Лист
78*

Перв. примен.

Справ. №

Социальная ответственность.

Подп. и дата

Инд. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Омельченко А.М.		
Пров.		Червач Ю.Б.		
Н.контр.				
Утв.				

ВКР.ТАМП.151001.01

Корпус

Лит.	Лист	Листов
	79	104
ТПУ ИДО 3-4302/35		

В разделе социальная ответственность рассмотрены вопросы, связанные с особенностями производственного процесса при изготовлении детали «Корпус» на предприятии ЗАО НПФ «Микран», при токарных операциях на станке с ЧПУ Comrac 330, фрезерных операциях на станке с ЧПУ HAAS VF-1; фрезерных операциях на горизонтально-фрезерном станке 6P81Г.

Рабочее место расположено в цеху металлообработки АО «Научно-производственная фирма Микран» (далее АО «НПФ Микран»). Завод расположен в черте города, вблизи жилого района.

Проведён анализ возможного появления опасных и вредных производственных факторов и их влияние на условия работы; разработаны мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение или устранение этих факторов.

4.1. Производственная безопасность

К вредным производственным факторам относятся факторы воздействия которых может вызвать профессиональные заболевания, к опасным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых может привести к травме.

В производственных помещениях, где производится технологический процесс изготовления детали «Корпус», возможно появление следующих опасных и вредных производственных факторов:

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Общие требования по СНиП 23-05-2010.

2. Повышенный уровень шума и вибраций. Общие требования к защите от шума и вибраций на рабочих места должны соответствовать ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ и ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ.

3. Повышенный уровень электромагнитных излучений.

4. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, вращающиеся заготовки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
80

Общие требования в соответствии с ГОСТ 12.2.003–74.

5. Поражение электрическим током. Общие требования предъявляемые к электробезопасности по ГОСТ Р 12.1.019–2009.

6. Пожарная безопасность. Общие требования предъявляемые к пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ.

7. Воздействие химических факторов.

4.1.1. Анализ выявленных опасных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Корпус".

4.1.1.1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542–96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300–500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
81

кд/м². Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должно осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5 % на остальной территории. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (K_p), он не должен превышать 5 %, что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Если ВЧ ПРА отсутствуют, применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

4.1.1.2. Повышенный уровень шума и вибраций

Основными причинами возникновения шума и вибраций является работа Токарного станка с ЧПУ Comrast 330, фрезерного станка с ЧПУ HAAS VF-1; фрезерного станка 6Р81Г; которые производят основной съём металла. К источникам шума относят: работу двигателя и других передаточных механизмов (подшипников качения, зубчатых передач), неуравновешенные вращающиеся части машины, взаимодействие режущего инструмента с обрабатываемой деталью, неисправность или износ механизмов. Действие шума приводит к утомлению рабочих и операторов, увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм, может привести к ухудшению слуха, глухоте, нарушается пищеварение, а также приводит к ослаблению памяти и внимания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ВКР.ТАМП.151001.01	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Интенсивный шум вызывает изменения сердечнососудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменения артериального кровяного давления.

Причинами возбуждения вибраций являются возникающие при работе станков неуравновешенные силовые воздействия, которые могут возникать из-за неоднородности материала обрабатываемой детали, несовпадение центра массы детали и оси ее вращения, а также вибрации, вызываемые транспортными средствами при их движении по неровному пути.

В производственном процессе при работе станков, в основном, имеют место широкополосные шумы – это шумы с непрерывным спектром шириной более одной октавы. Допустимые нормы шума в производственных помещениях представлены в таблице 21.

Таблица 21

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровень звука и эквивалентный уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия	95	87	82	78	75	73	71	69	80

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
83

Основные меры защиты от шума и вибраций:

1. Средства звукоизоляции (звукоизолирующие ограждения зданий и помещений; звукоизолирующие кожухи; звукоизолирующие кабины; акустические экраны, выгородки)

2. Средства звукопоглощения (звукопоглощающие облицовки; объемные (штучные) поглотители звука)

3. Средства виброизоляции (виброизолирующие опоры; упругие прокладки; конструкционные разрывы)

4. Средства демпфирования (элементы с сухим трением; элементы с вязким трением; элементы с внутренним трением)

5. Глушители шума (абсорбционные; реактивные (рефлексные); комбинированные).

6. Архитектурно-планировочные методы защиты:

- рациональные акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов;

- рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов;

- рациональное размещение рабочих мест;

- рациональное акустическое планирование зон и режима движения транспортных средств и транспортных потоков;

- создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека.

7. Организационно-технические методы защиты:

- применение малозумных технологических процессов (изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.);

- оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля;

- применение малозумных машин, изменение конструктивных элементов машин, их сборочных единиц;

- совершенствование технологии ремонта и обслуживания машин;

- использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях.

8. Средства индивидуальной защиты от шума:

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;
- противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему;
- противошумные шлемы и каски;
- противошумные костюмы.

9. Применение принудительного смазывания трущихся поверхностей;

10. Рациональная организация труда и отдыха;

11. Исключение взаимодействия поверхностей контакта, вызывающие вибрацию, с руками работающих.

4.1.1.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 22.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01	Лист
											85

*Предельно допустимые значения энергетической экспозиции.
Таблица 22*

<i>Диапазон частот</i>	<i>Предельно допустимая энергетическая экспозиция</i>		
	<i>По электрической составляющей, (В/м)² × ч</i>	<i>По магнитной составляющей, (А/м)² × ч</i>	<i>По плотности потока энергии (мкВт/см²) × ч</i>
<i>30 кГц – 3 МГц</i>	<i>20000</i>	<i>200</i>	<i>–</i>
<i>3 – 30 МГц</i>	<i>7000</i>	<i>не разработаны</i>	<i>–</i>
<i>30 – 50 МГц</i>	<i>800</i>	<i>0,72</i>	<i>–</i>
<i>50–300 МГц</i>	<i>800</i>	<i>не разработаны</i>	<i>–</i>
<i>300 МГц – 300 ГГц</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>200</i>

4.1.2. Анализ выявленных опасных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Корпус".

4.1.2.1. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, вращающиеся заготовки.

Подвижными частями оборудования являются:

- 1. Подвижные столы и стойки станков;*
- 2. Вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;*
- 3. Ходовые винты;*
- 4. Передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.*

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009–80 опасной

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

ВКР.ТАМП.151001.01

скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003–74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).

2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026–76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. При установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом.

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

Подп. и дата

Изм. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
87

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

4.1.2.2. Поражение электрическим током.

Основное оборудование на участке, используемое при изготовлении данной детали работает от сети 380 вольт. Непосредственно причиной поражения током может стать: случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением; появление на корпусе оборудования напряжения в результате повреждения изоляции из за многократных изгибов соединительного провода.

Основные меры защиты от поражения электрическим током:

1. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры.
- безопасное расположение токоведущих частей.
- изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение (см. ГОСТ Р МЭК 61140);
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

2. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

- защитное заземление;
- зануление.
- выравнивание потенциалов;
- защитное экранирование;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты.

3. Для обеспечения защиты от поражения термическим действием электрической дуги при работах в закрытых и открытых электроустановках (оборудование электрических сетей, станций и подстанций, контактная сеть железных дорог) со снятием и без снятия напряжения дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

4. Для защиты от поражения электрическим током при прикосновении работающих к элементам электроустановок, находящихся под наведенным напряжением, вызванным электромагнитным влиянием электроустановок, находящихся под рабочим напряжением (двухцепные ВЛ электропередачи, грозозащитные тросы ВЛ, кабельные линии, ВОЛС и контактная сеть железных дорог переменного тока), дополнительно следует применять шунтирующие (электропроводящие) комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

Защитное заземление.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие заземления основано на снижении напряжения прикосновения при переходе напряжения на нетоковедущие части, что достигается выравниванием потенциала корпуса и земли, как за счет малого сопротивления заземления, так и за счет повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли.

Целью расчета защитного заземления является определение числа, размера и сопротивления заземляющих элементов.

Проведем расчет заземления для цеха в котором производится «Корпус»:

Цех имеет следующие размеры:

A – ширина помещения – 24 м ;

B – длина помещения – 30 м ;

H – высота помещения – 8 м ;

Определим удельное электрическое сопротивление грунта с учетом климатического коэффициента:

$$R_{расч.} = R_{изм.} \times \psi$$

где, $R_{изм.}$ – удельное сопротивление грунта (суглинок),

$$R_{изм.} = 10^2 \text{ Ом} \times \text{м}$$

ψ – климатический коэффициент, для суглинка $\psi = 1,5$

$$R_{расч.} = R_{изм.} \times \psi = 1,5 \times 10^2 = 150 \text{ Ом} \times \text{м.}$$

Для данного объекта нельзя указать сопротивление естественного сопротивления. В расчетах будем принимать, что его нет, т.е. $R_e = ?$

Определим сопротивление, искусственного заземлителя. Учтем, что искусственные и естественные заземлители соединены параллельно и общее их сопротивление не превышает сопротивления заземляющего устройства

$R_3 = 4 \text{ Ом}$, выбранного как наименьшее

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
90

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_U} + \frac{1}{R_e}$$

где, R_U – сопротивление, искусственного заземлителя.

Т.к. $R_e = ?$, то $R_U = R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Сопротивление, одиночного вертикального заземлителя:

$$R_{\text{ст.од}} = \frac{P_{\text{расч}}}{2 \times \pi \times l} \times \left(\ln \frac{2 \times l}{d} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times H + l}{5 \times H - l} \right)$$

где, l – длина стержня, $l = 2,5 \text{ м}$.

d – диаметр стержня, $d = 3,8 \times 10^{-2} \text{ м}$.

H – расстояние от поверхности грунта до середины стержня, $H = 1,75 \text{ м}$.

$$\begin{aligned} R_{\text{ст.од}} &= \frac{P_{\text{расч}}}{2 \times \pi \times l} \times \left(\ln \frac{2 \times l}{d} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times H + l}{5 \times H - l} \right) = \\ &= \frac{150}{2 \times 3,14 \times 2,5} \times \left(\ln \frac{2 \times 2,5}{3,8 \times 10^{-2}} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times 1,75 + 2,5}{5 \times 1,75 - 2,5} \right) = \\ &= 48,6 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Пусть необходимо 20 вертикальных заземлителей, расположенных на расстоянии $a = 3 \text{ м}$ друг от друга, тогда длина соединительной полосы будет равна:

$$l_n = n \times a = 20 \times 3 = 60 \text{ м}$$

При этом коэффициенты использования заземлителей из труб или уголков $\eta_{\text{ст}} = 0,5$.

Рассчитаем сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \frac{P_{\text{расч}}}{2 \times \pi \times l_n} \times \ln \frac{2 \times l_n^2}{b \times H}$$

где, b – ширина полосы, $b = 4 \times 10^{-2} \text{ м}$.

H – глубина залегания полосы, $H = 0,5 \text{ м}$.

$$R_n = \frac{P_{\text{расч}}}{2 \times \pi \times l_n} \times \ln \frac{2 \times l_n^2}{b \times H} = \frac{150}{2 \times 3,14 \times 60} \times \ln \frac{2 \times 60^2}{4 \times 0,5} = 5,1 \text{ Ом}$$

С учетом коэффициента использования соединительной

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
91

полосы $\eta_n = 0,27$:

$$R_n = \frac{r_n}{\eta_n} = \frac{5,1}{0,27} = 19 \text{ Ом}$$

Требуемое сопротивление растеканию вертикальных стержней:

$$R_{см} = \frac{R_n \times R_u}{R_n + R_u} = \frac{19 \times 4}{19 + 4} = 3,3 \text{ Ом.}$$

Учитывая коэффициент использования вертикальных заземлителей, окончательно определяют их число:

$$n = \frac{R_{см.од}}{\eta_{см} \times R_{см}} = \frac{48,6}{0,5 \times 3,3} = 30 \text{ (штук)}$$

Т.е. для организации эффективного заземления необходимо использовать 30 стержней.

Вывод: $R_{см} \leq 4 \text{ Ом}$, соответствует требованию.

4.1.2.3 Воздействие химических факторов.

Так как в состав технологического процесса входят операции с применением СОЖ, то будут иметь место следующие химические факторы:

1. по характеру воздействия на организм человека (токсические и раздражающие)
2. по пути проникновения в организм (через кожные покровы, органы дыхания)

При работе со смазочно-охлаждающей жидкостью, пары могут проникать через органы дыхания или кожные покровы рабочего, вызвав их раздражение, травму, заболевания.

Основные меры защиты от химических факторов:

1. Обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты: использование респираторов (РПГ-67, РЧ-60М), очков (типа ЗПС-80, ЗП2-60), спецодежду и спецобувь;
2. Защита кожного покрова осуществляется нанесением на кожу защитных паст (ИЭР-2, С42-95-72) и кремов (ПСМ-200,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР.ТАМП.151001.01	Лист
											92
Копировал										Формат	A4

«Силиконового»);

3. Применение менее опасных веществ, взамен существующих; проведение предварительных и периодических медицинских осмотров;

4. Разработка медицинских противопоказаний для работы с конкретными вредными веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении;

5. Проведение специальной подготовки и инструктажа обслуживающего персонала;

6. Очистка вентиляционных выбросов и рассеивание остаточных загрязнений;

7. Оснащение помещения окрасочного участка механической приточно-вытяжной вентиляцией.

Участки, где применяются вредные вещества, располагаются в отдельном цехе, что предотвращает вредное влияние на рабочих, занятых другой деятельностью.

4.2. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Использование новых, более эффективных технологических процессов, резкое повышение производительности и расширение масштабов производства потребовали увеличения затрат материальных и энергетических ресурсов, что, в свою очередь, привело к росту отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), промышленный мусор.

При этом стружка складировается в контейнеры и регулярно отгружается на приемный пункт по мере наполнения

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
93

контейнеров. Отработанную СОЖ сливают в металлические бочки, которые хранят в отдельном помещении. По мере наполнения емкостей, отходы увозят на другое предприятие, имеющее очистные сооружения.

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере их накопления увозят на утилизацию по договору с соответствующей организацией; в свою очередь промышленный мусор – на полигон.

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промплощадка предприятия не имеет. В результате проведенных расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия нет. Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон» и барботажно-вихревыми пылеуловителями.

Мероприятий по защите окружающей среды:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

3. Защита работающих от источников тепловых излучений.

4. Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

5. Применение средств воздухоочистки.

6. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

7. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

8. Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
94

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

При рассмотрении работы объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости. Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Сущность повышения устойчивости завода в чрезвычайных ситуациях заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования машиностроительного предприятия.

Устойчивость работы завода зависит от ряда факторов; способность инженерно-технического комплекса противостоять поражающим факторам; защищенность объектов от воздействия вторичных поражающих факторов; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции; надежность оповещения и связи; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ. При отсутствии вышеперечисленных факторов работа предприятия перестает быть устойчивой и может случиться авария или несчастный случай.

Производственная авария – это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии, которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. В случае

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР. ТАМП. 151001.01	Лист
						95

различного рода аварий и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работы и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.

В перечень спасательных работ входят:

1. Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;
2. Розыск пострадавших, извлечение их из под завалов, из задымленных помещений;
3. Эвакуация людей из опасной зоны;
4. Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. ЧС военного времени:
 - вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;
2. ЧС невоенного времени:
 - техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

– природные – то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

– биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта, подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод) на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:

1. Защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;

2. Производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;

3. Накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;

4. Сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;

5. Наличие между зданиями противопожарных разрывов;

6. Сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками разрушающихся конструкций.

Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящие не только от поведения людей, но и от природы.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
97

4.3.1. Пожарная безопасность.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений по взрывопожарной и пожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории Д.

Так как, в помещении, где происходит изготовления детали «Корпус» нет горючих веществ, а материалы находятся в холодном состоянии.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

1. Причины незлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем, курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня; самовоспламенение и самовозгорание веществ;

2. Причины электрического характера: короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Инструктаж работников под роспись по пожарной

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
98

безопасности Проведение учений

2. Обеспечение средствами пожаротушения

3. Обозначение аварийных выходов

4. В зависимости от категории пожара в цехе имеется: ящик с песком—1шт.; огнетушитель углекислотный ОУ—3 3шт. и огнетушитель порошковый ОП—3 3шт. (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); внутренний пожарный кран; пожарная изоляция.

5. Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться; обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и в доступном месте.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

—ГОСТ 12.0.003–74 «Опасные и вредные факторы».

—ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

—ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность».

—ГОСТ 14.004–83Машиностроительное производство поЛБ 10–382–00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

—Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ(ред. от 10.07.2012)“Технический регламенто требованиях пожарной безопасности”

ГОСТ 12.2.003–74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

—Федеральный закон от 24.07.1998 N 125–ФЗ (ред. от 29.12.2015) “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”

—Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68–ФЗ “О

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подп. и дата

Изм. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист

99

защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ “О пожарной безопасности”

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 ? 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

-ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственные, ведомственные и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о

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

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
100

труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа ? восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе ? для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, ? более чем на 30 календарных дней, для

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР.ТАМП.151001.01

остальных работ ? 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

2. Административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

3. Уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

4. Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

ВКР.ТАМП.151001.01

Лист
102

Заключение.

В результате данного проекта был проведён полный анализ и разработка технологического процесса получения «Корпуса» в условиях крупносерийного производства. Был обоснован способ получения заготовки, разработан маршрутный процесс изготовления детали, произведён выбор оборудования, режущего и измерительного инструмента, станочных приспособлений и технологических баз, рассчитаны припуски на механическую обработку, режимы резания.

Расчёт режимов резания позволил не только установить оптимальные параметры процесса резания, но и определить основное время на каждую операцию. Получение оптимального технологического процесса обработки детали в условиях крупносерийного производства в ходе дипломного проекта достигнуто. Подобрано соответствующее оборудование с установлением рациональных режимов резания и технологически обоснованных норм времени, режущий и измерительный инструмент. Проработана технологическая карта, произведён расчёт припусков.

Проделанная работа позволила закрепить и применить полученные знания по курсам: Технология машиностроения; Метрология, стандартизация, сертификация; Режущий инструмент.

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

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

ВКР. ТАМП.151001.01

Лист
103

Список литературы.

1. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой и др. *Справочник технолога-машиностроителя. Том 2.* М. «Машиностроение» 2003.
2. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой и др. *Справочник технолога-машиностроителя. Том 2.* М. «Машиностроение» 2003.
3. Скворцов В.Ф. *Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей.* ТПУ. 2009.
4. Е. П. Михеевич *Технология машиностроения.* ТПУ 2010.
5. А. Ф. Горбачев, В. А. Шкред *Курсовое проектирование по технологии машиностроения.* М. «Альянс» 2015

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	<i>ВКР. ТАМП.151001.01</i>					Лист
										104
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						