

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ»)

Факультет машиностроения и аэрокосмической техники

Кафедра «Самолетостроение»

Направление подготовки 24.05.07, «Самолето- и вертолетостроение»

Профиль подготовки «Самолетостроение»

Конкурсная работа

Наименование работы: «Разработки технологического процесса обтекателя
мотогондолы двигателя ПД-8»

Разработал: Мигунов Дмитрий Алексеевич

Воронеж 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 Анализ и выбор способа получения заготовки	3
1.1 Выбор оборудования для изготовления носка мотогондолы	8
1.2 Технологический процесс и моделирование изготовления	10
2 Организационно-экономическая часть	19
2.1 Оценка длительности разработки проекта	19
2.2 Определение трудоемкости разработки проекта и его этапов	20
2.3 Расчет затрат на разработку проекта	23
2.4 Расчет инвестиционных вложений в проект	31
2.5 Расчет цеховой себестоимости для базового технологического процесса	37
2.6 Расчет цеховой себестоимости нового технологического процесса	42
2.7 Расчет показателей экономической эффективности проекта	46

1 Анализ и выбор способа получения заготовки

Габаритные размеры листов материала АК позволяют получить цельную заготовку. В качестве заготовки для носка мотогондолы предлагается использовать лист согласно схеме раскроя (рис.74) с тех припуском 300мм с каждого края по ширине и длине листа.

Для получения контура заготовки из листового проката рассмотрим наиболее распространенные виды резки металла, а именно: газокислородная, плазменная, лазерная и гидроабразивная. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки, ограничения по толщине и виду разрезаемого металла, способен обеспечить определенный уровень качества поверхности.

Газокислородная резка является наиболее распространенным видом резки металла за счет высокой производительности. Принципу действия резки заключается в горении металла. Перед этим обязателен предварительный подогрев места резки до температуры воспламенения, который производится подогревательным пламенем резака без подвода режущего кислорода. По достижении достаточного нагрева подают кислород, и когда его струя прорежет всю толщину металла, начинают равномерное перемещение резака по линии реза. Максимальная толщина газокислородной резки металла составляет 200 мм. Газокислородной резке поддаются далеко не все металлы, в частности алюминий. Его температура горения 900 °С, а плавления – 660 °С, следовательно, гореть он будет только в жидком состоянии, и получить стабильную форму реза невозможно.

К недостаткам этого вида резки относят большую ширину реза, вдоль которого остаются наплывы, грат и окислы, невозможность прохода по криволинейным контурам малых радиусов, значительное термическое воздействие на металл. Напряжения могут быть полностью сняты лишь с помощью термической обработки. Практически все недостатки газокислородной резки можно исключить при использовании плазмы.

Плазменная резка металла производится за счет интенсивного расплавления металла вдоль линии реза теплом сжатой электрической дуги и последующего удаления жидкого металла высокоскоростным плазменным потоком. Производительность плазменной резки в разы больше газокислородной, окалина на кромках отсутствует, а ширина зоны с цветами побежалости в пять раз меньше. Для плазменной резки необходимы только электроэнергия и воздух, а в качестве расходных материалов сопла и электроды. Поэтому данный вид является одним из самых экономичных способов. Плазменная резка экономически целесообразна для обработки алюминиевых сплавов толщиной до 120 мм.

К недостаткам данного метода можно отнести то, что происходит частичная потеря материала, кромка приобретает большую твердость, а последующая обработка требует дополнительных затрат.

Лазерная резка заключается в интенсивном воздействии лазерного луча на металл. Преимущества данного метода: наименьшая ширина реза, которая может достигать 0,1 мм, высокая производительность и качество поверхности, отсутствие динамических или статических напряжений, воздействующих на металл. Полученные края ровные, без заусенцев, на срезе может быть виден след от воздействия высоких температур. Лазерный луч позволяет разрезать металлы толщиной до 15 - 20 мм, хотя наибольший эффект достигается при толщине 6 мм.



Рисунок 1 – График оптимального способа резки металла

Существенным недостатком лазерной резки является низкий коэффициент полезного действия лазера (порядка 15%), что не позволяет обрабатывать листы толще 12 мм. На рисунке 2.9.1 представлен график оптимального способа резки металла в зависимости от толщины материала и объема производства.

Гидроабразивная резка – это самая инновационная и прогрессивная технология резки металла. Сила струи воды, выходящей из сопла под огромным давлением, способна резать сталь до 300 мм. Предпочтительнее использование гидроабразивной резки при толщине пакета свыше 6 мм.

Важнейшим преимуществом технологии водоструйной резки перед другими видами обработки является отсутствие нагрева разрезаемых заготовок, высокое качество поверхностей реза, существенно меньшие потери материала по сравнению с традиционными процессами, большая скорость резки.

Недостатком метода гидроабразивной резки металла можно назвать крайне высокую стоимость резки и расходных материалов. Невысокая скорость реза тонколистовой стали. К тому же рабочие детали очень быстро

изнашиваются из-за высокого давления и требуют постоянного контроля и ремонта.

Бальная оценка преимуществ и недостатков рассмотренных видов резки по таким показателям как максимальная толщина реза, ширина и качество реза, эксплуатационные расходы и стоимость оборудования, а так же экологичность и безопасность представлена в таблице 1. Максимальная оценка 10 баллов, минимальная - 1 балл .

Таблица 1

Вид резки	Максимальная толщина металла	Ширина реза	Качество реза	Производительность	Эксплуатационные расходы и стоимость оборудования	Экологичность и безопасность
Газокислородная	8	5	5	6	5	3
Плазменная	6	6	7	9	7	5
Лазерная	3	10	9	7	4	7
Гидроабразивная	9	8	10	5	2	8

Для раскроя листа из сплава АК4 предлагается использовать оборудование для лазерной резки AMADA LC-2415 Alpha4 2500, технические характеристики которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Значение
Размер стола, мм	1550 x 2520
Максимальный размер листа для обработки, мм	1550 x 5040
Скорость перемещения по осям X, Y, м / мин	80
Скорость перемещения по оси Z, м / мин	60
Максимальный вес обрабатываемого листа, кг	330
Точность позиционирования, мм	0,01
Повторяемость, мм	0,005
Мощность лазера, Ватт	2500
Скорость резания, м / мин	0 - 20
Максимальная толщина реза конструкционной стали, мм	12
Максимальная толщина реза нержавеющей стали, мм	6
Максимальная толщина реза алюминия, мм	4
Энергопотребление общее, кВт	72

Схема раскроя листового проката представлена на рисунке 2.

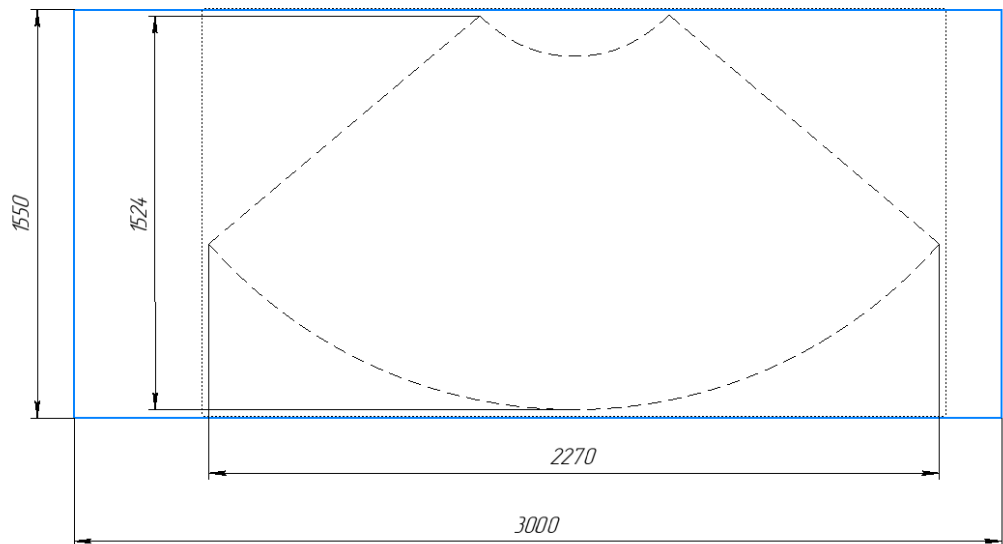


Рисунок 2 – Схема раскроя листового проката

1.1 Выбор оборудования для изготовления носка мотогондолы

Имеющееся на предприятии изготовителе Филиал ПАО «ИЛ»- ВАСО оборудование соответствует техническим требованиям, предъявляемым к оборудованию для изготовления обтекателя мотогондолы двигателя ПД-8 методом прессования.

Используемая оснастка: Оправка, технологический прижим (2 шт.), штамп колибровочный (1 шт.), инструментальный штамп с глубиной вытяжки:

- 1 переход – глубина вытяжки 60 мм.
- 2 переход – глубина вытяжки 95 мм.
- 3 переход – глубина вытяжки 95 мм.

Используемое оборудование: пресс листоштамповочный К3535А

Краткие характеристики листоштамповочного прессы К3535А показаны в таблице 3.

Таблица 3

Номинальное усилие прессы, кН	3150
Ход ползуна, мм	400
Число ходов ползуна в минуту	25
Регклировка расстояния между штолом и ползуном, мм	250
Регулировка расстояния между столом и ползуном, мм	750



Рисунок 3 – Пресс листоштамповочный К3535А

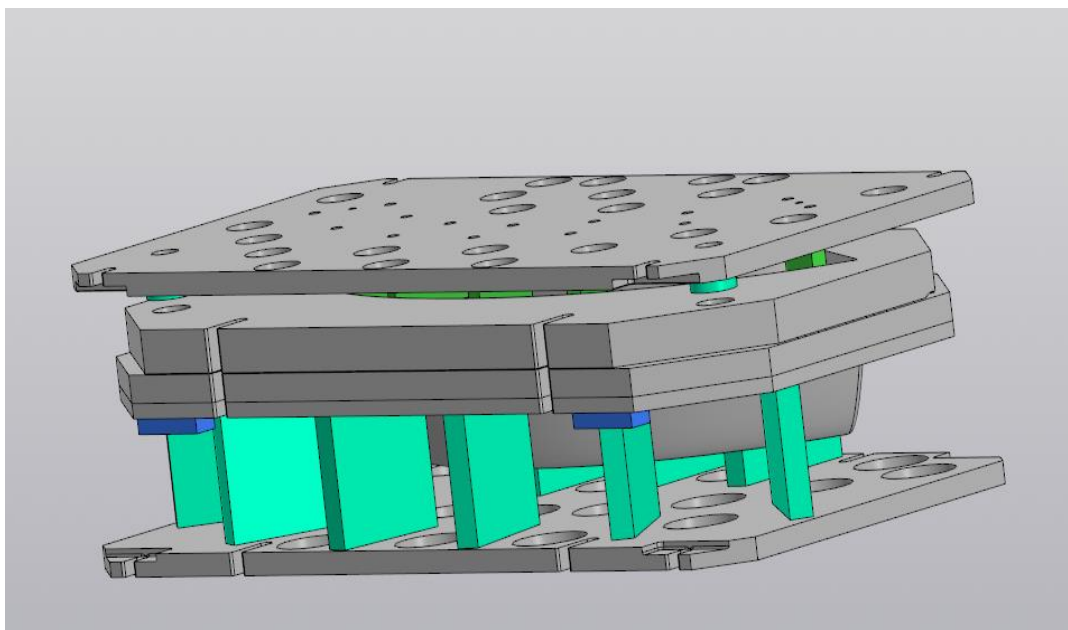


Рисунок 4 – Инструментальный штамп

1.2 Технологический процесс и моделирование изготовления обтекателя мотогондолы двигателя ПД-8 методом формования.

Предлагаемый технологический процесс представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Технологический процесс изготовления носка мотогондолы двигателя ПД-8

№ операции	Содержание операции
005	Контроль заготовки мм. Контроль БТК
010	Установить и закрепить штамп I перехода на рабочую поверхность прессы
015	Перемещение на участок смывки, смыть и протереть заготовку с двух сторон
020	Вытянуть деталь на инструментальном штампе I перехода с правкой. Снять деталь, протереть, осмотреть
025	Термическая обработка (отжиг). Контроль БТК
030	Установить и закрепить штамп II перехода на рабочую поверхность прессы

035	Вытянуть деталь на инструментальном штампе II перехода с правкой. Снять деталь, протереть, осмотреть
040	Разметить деталь, обрезать по разметке, разгладить гофры.
045	Термическая обработка (закалка). Контроль БТК
050	Установить и закрепить штамп III перехода на рабочую поверхность прессы
055	Вытянуть деталь на инструментальном штампе III перехода с правкой. Снять деталь, протереть, осмотреть
060	Посадить деталь по верхней части обшивки, развести деталь по наружному и внутреннему контуру. Править, выгладить гофры
065	Отфрезеровать технологический припуск в детали,
070	Установить и закрепить калибровочный штамп
075	Калибровать деталь на калибровочном штампе
080	Контроль массы, контроль приемочный. Гальваническая обработка
085	Контроль отсутствия дефектов после анодирования, клеймить и красить деталь

Для моделирования хода операций предложенного технологического процесса воспользуемся программой QForm Cloud 11.0.1. QForm — это программный комплекс для моделирования и оптимизации процессов обработки металлов давлением. Программа основана на методе конечных элементов, разрабатывается фирмой «КванторФорм».

QForm моделирует холодную и горячую объёмную штамповку, ковку, продольную, сортовую и винтовую прокатки, листовую штамповку, раскатку колец, прессование профилей, термообработку и эволюцию микроструктуры.

Входные данные расчета прессования для 3 переходов представлены в таблице 5

Таблица 5

Привод	Гидравлический
Материал заготовки	АК4
Материал инструмента (штампа)	Сталь 10
Смазка	Минеральное масло

Номинальная скорость подачи инструмента, мм/с	2
Максимальное число итераций	200
Расстояние между прижимами и заготовкой, мм	1,5

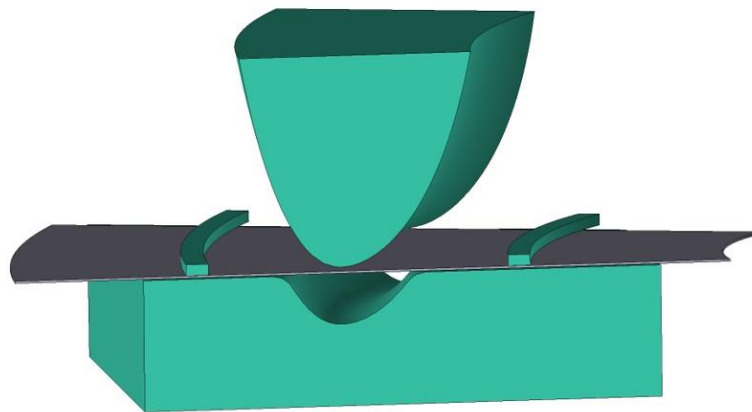


Рисунок 5 – Упрощенная схема установки 1-го перехода, глубина вытяжки 60 мм

При моделировании программой формообразования заготовки на первом переходе было выполнено 93 шага. Конечные напряжения и деформации заготовки представлены на рисунках 6,7,8,9.

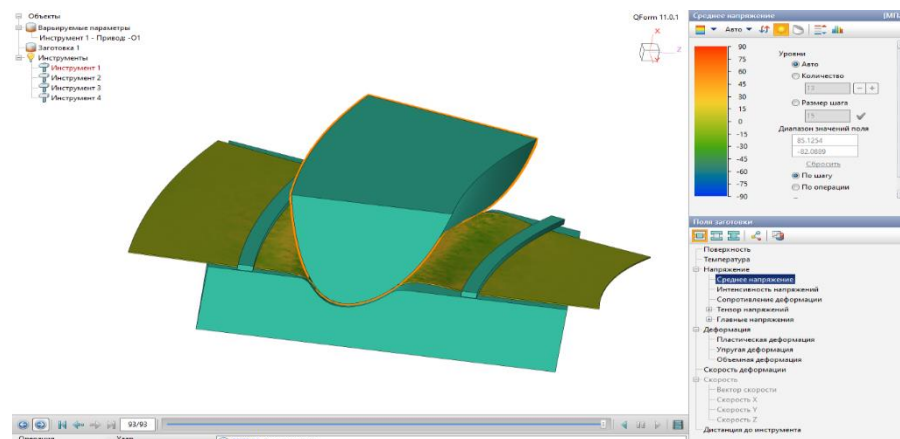


Рисунок 6 – Среднее напряжение при изготовлении детали на первом переходе.

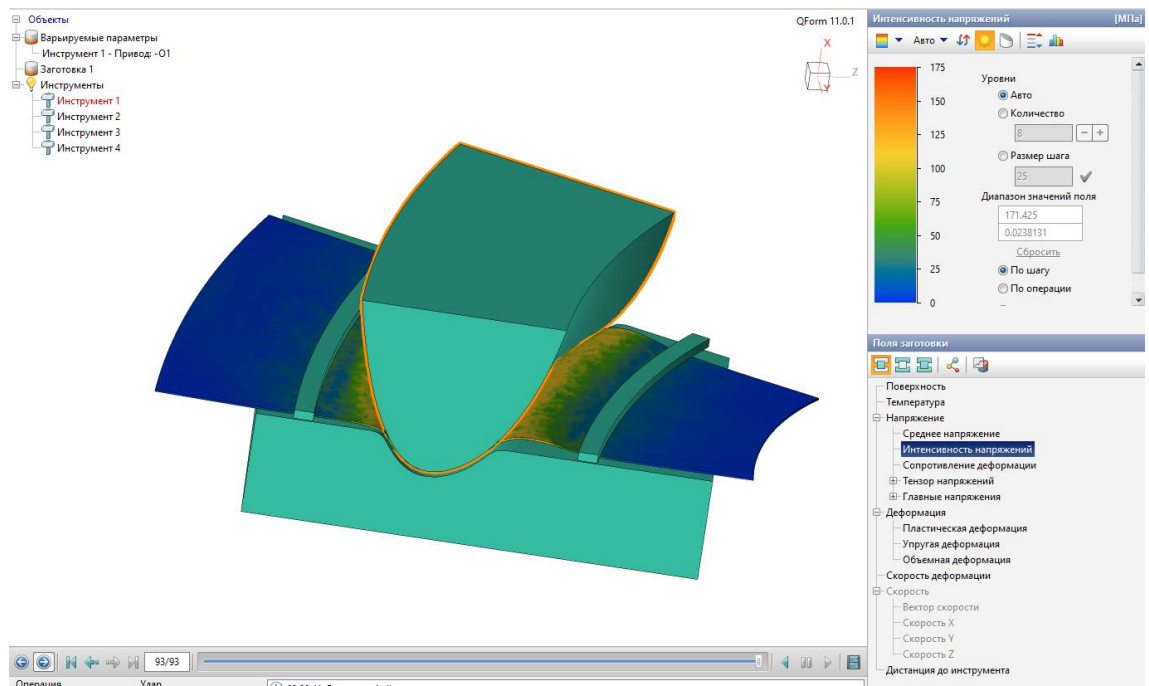


Рисунок 7 – Интенсивность напряжения при изготовлении детали на первом переходе

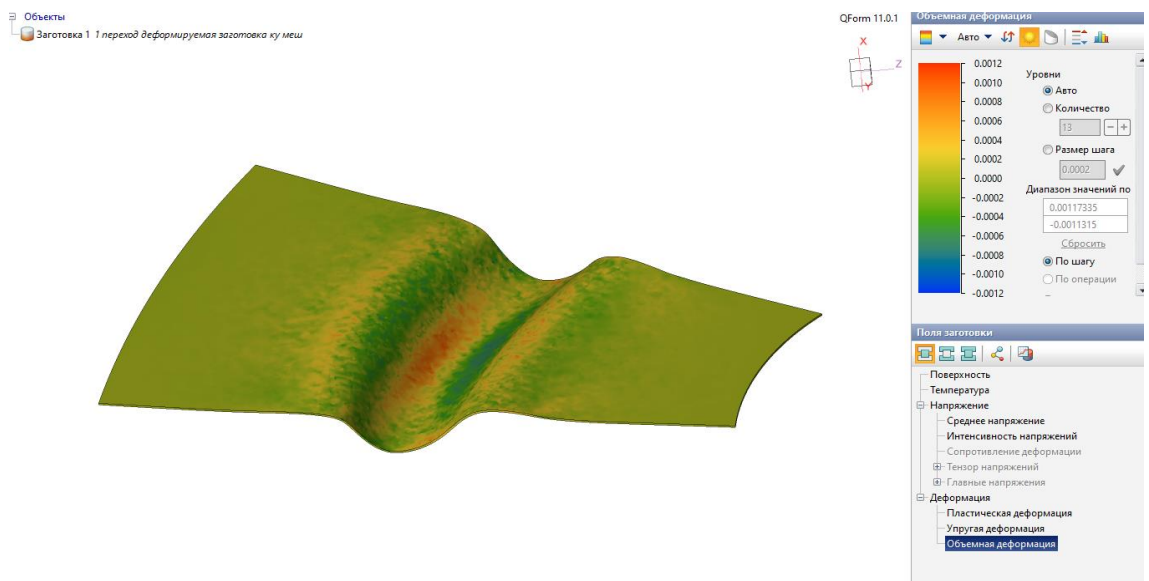


Рисунок 8 – Объемная деформация при изготовлении детали на первом переходе

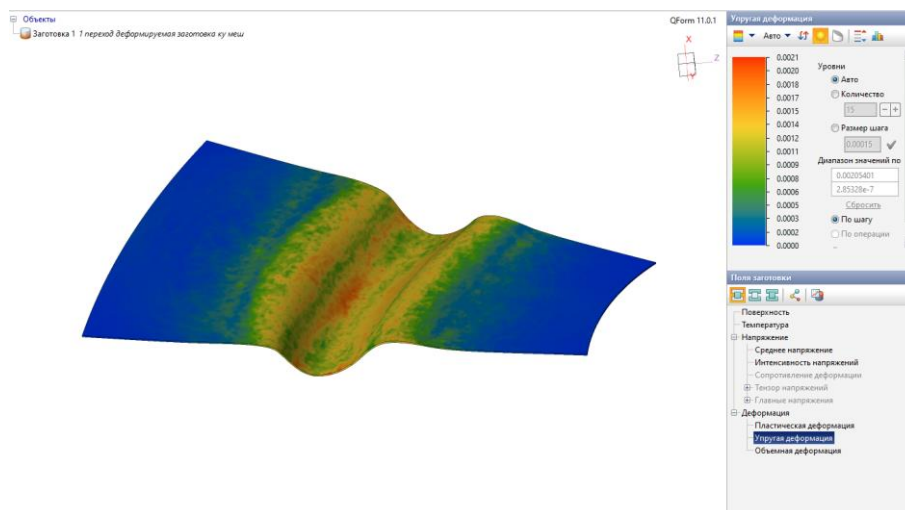


Рисунок 9 – Упругая деформация при изготовлении детали на первом переходе.

При просмотре результатов моделирования хода операций первого перехода можно отметить, что процесс протекает без замечаний, складкообразований не наблюдается. Можно переходить к моделированию 2-го перехода.

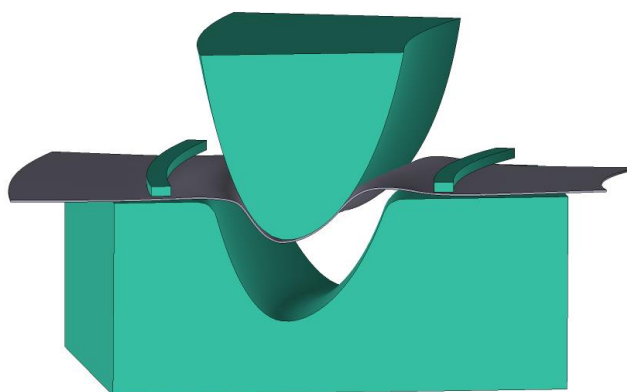


Рисунок 10 – Упрощенная схема установки 2-го перехода, глубина вытяжки 95 мм

При моделировании программой формообразования заготовки на первом переходе было выполнено 330 шагов. Конечные напряжения и деформации заготовки представлены на рисунках 11,12,13,14.



Рисунок 11 – Среднее напряжение при изготовлении детали на втором переходе.

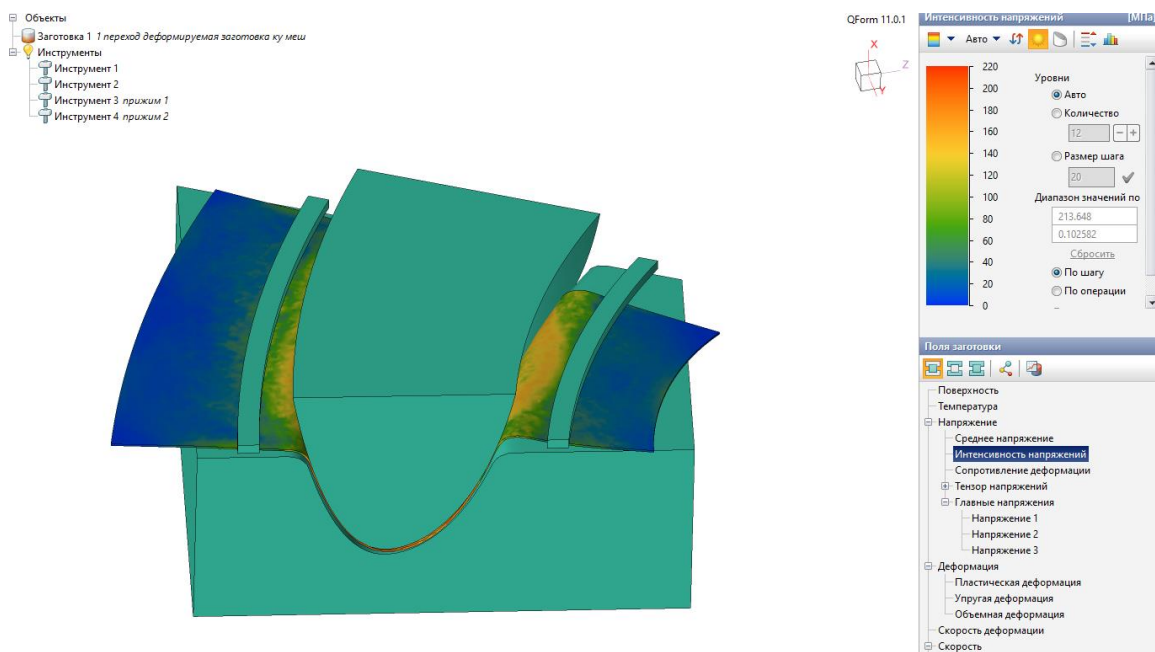


Рисунок 12 – Интенсивность напряжения при изготовлении детали на втором переходе

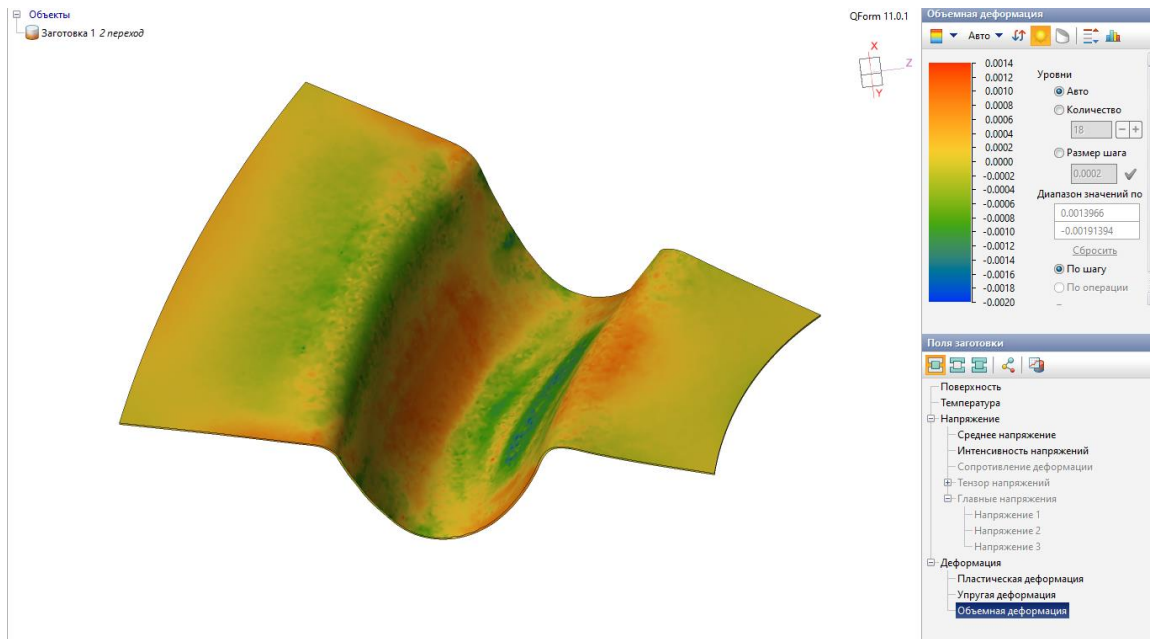


Рисунок 13 – Объемная деформация при изготовлении детали на втором переходе

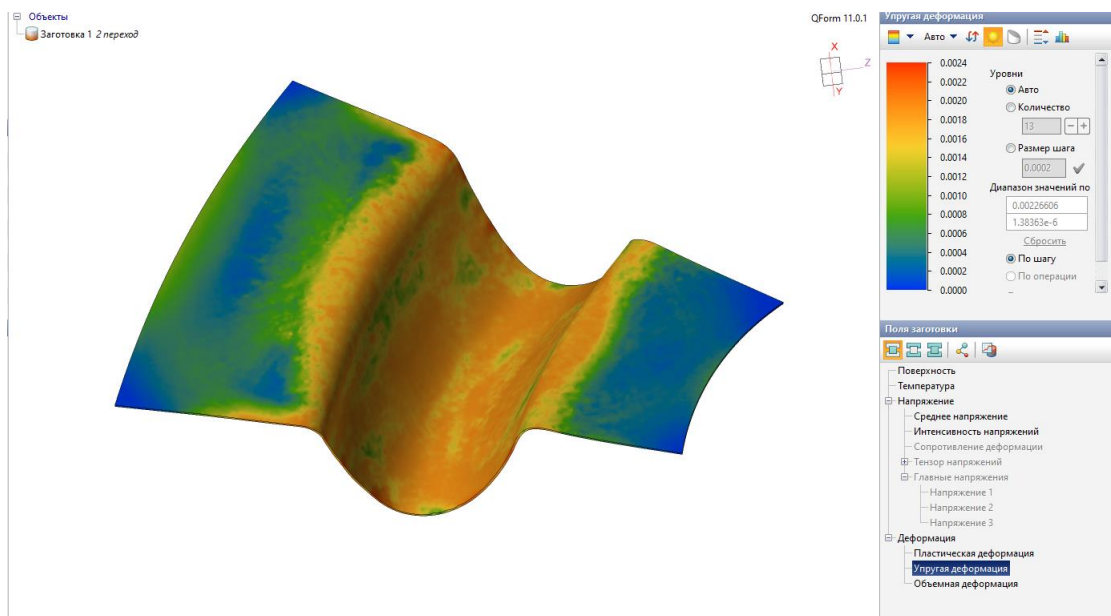


Рисунок 14 – Упругая деформация при изготовлении детали на втором переходе.

При просмотре результатов моделирования хода операций второго перехода можно отметить значительной рост средних напряжений и интенсивности напряжения, так же скачек деформаций заготовки значительно

отличающийся от моделирования первого перехода. Переходим к моделированию третьего перехода.

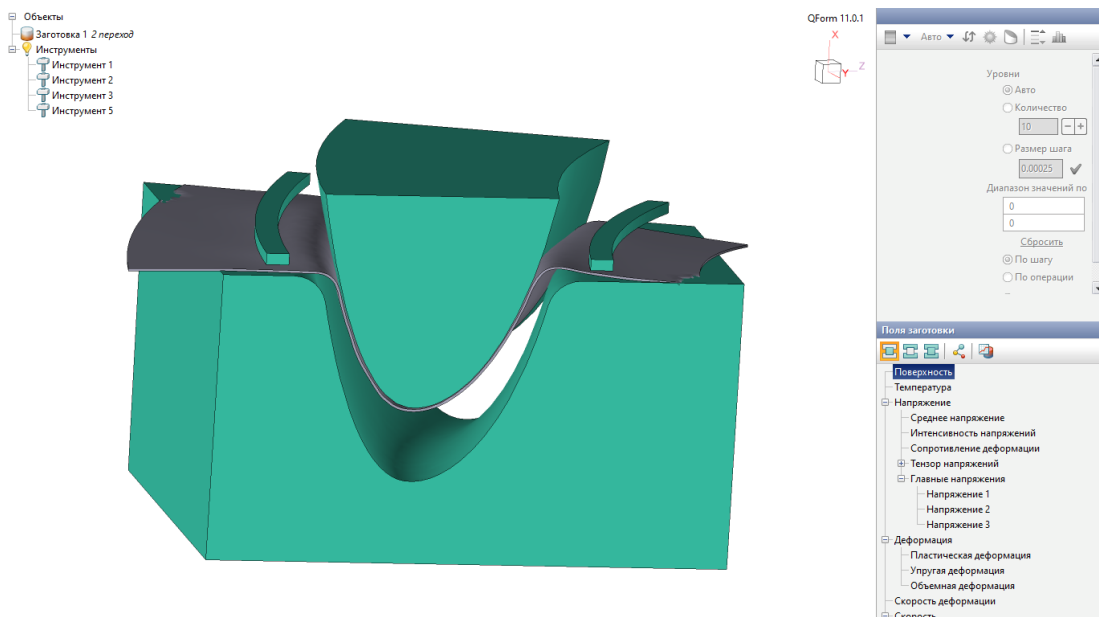


Рисунок 15 – Упрощенная схема установки 3-го перехода, глубина вытяжки 95

При моделировании программой формообразования заготовки на третьем переходе был выполнен 271 шаг. Конечные напряжения и деформации заготовки представлены на рисунках 16,17,18,19.

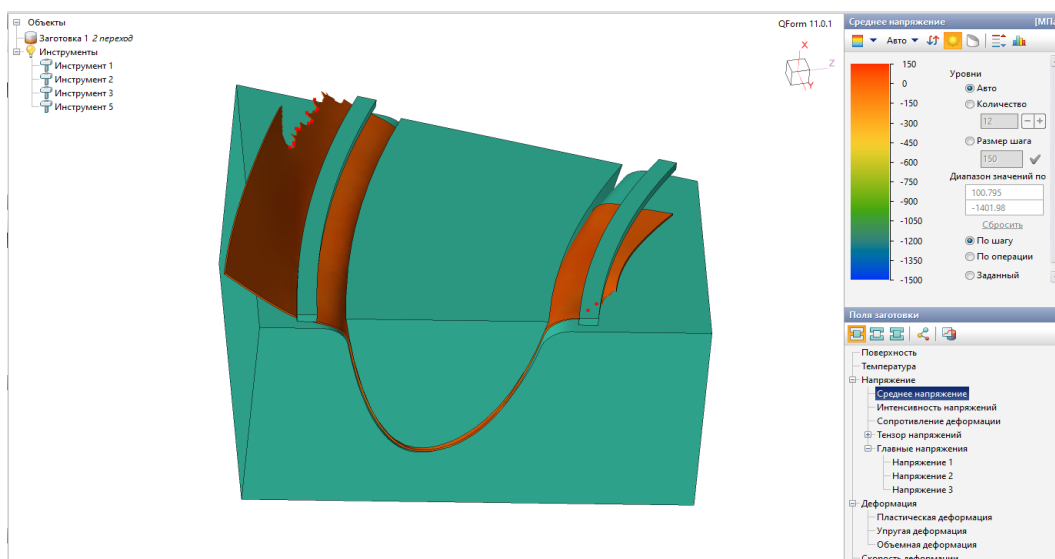


Рисунок 16 – Среднее напряжение при изготовлении детали на третьем переходе

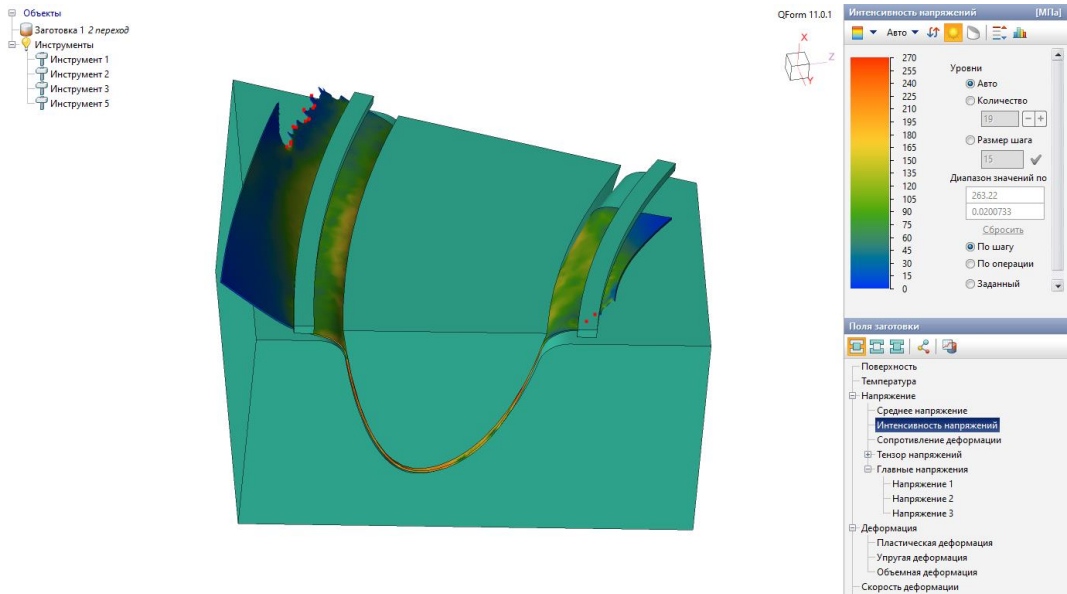


Рисунок 17 – Интенсивность напряжения при изготовлении детали на третьем переходе

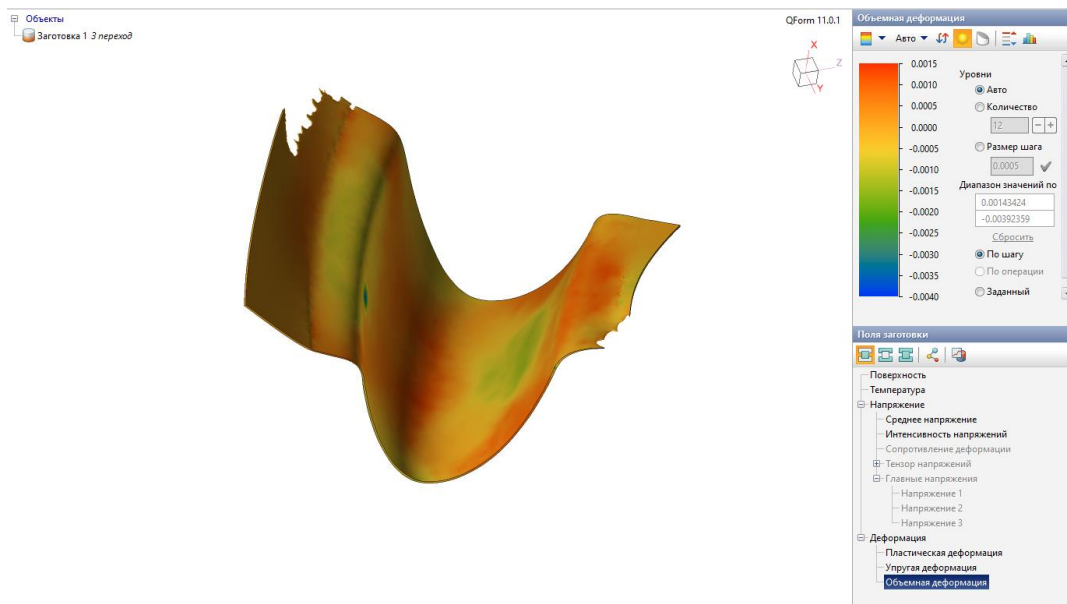


Рисунок 18 – Объемная деформация при изготовлении детали на третьем переходе

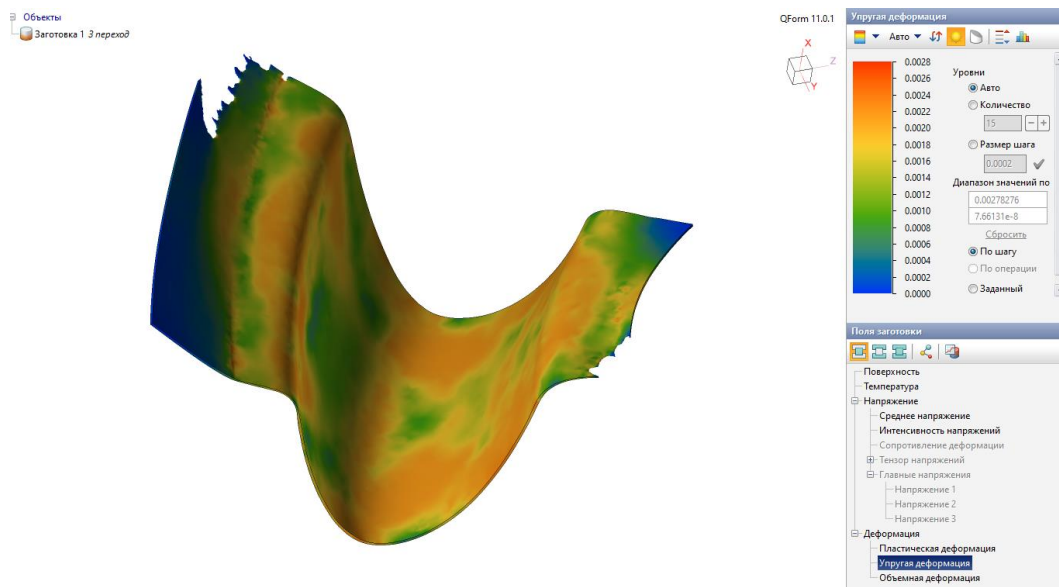


Рисунок 19 – Упругая деформация при изготовлении детали на третьем переходе.

При просмотре результатов моделирования хода операций третьего перехода можно отметить заметную деформацию металла в заготовке, резкий рост напряжений и деформаций в заготовке. Так как разрушение металла находится в зоне технологического припуска который в последствие выполнения операций технологического процесса будет обрезан результат моделирования принимается как успешный.

2 Организационно-экономическая часть

2.1 Оценка длительности разработки проекта

Все расчеты ведутся согласно методике.

Длительность всего проекта T , мес. определяется по формуле:

$$T = T_a \cdot K_{сл} \cdot K_{л}, \quad (2.1)$$

где T_a – длительность проекта, принятого в качестве аналога, мес.;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности;

$K_{л}$ – коэффициент листаж.

Принимаются следующие значения величин:

$$T_a = 4 \text{ мес.};$$

$$K_{сл} = 1,12;$$

$$K_{л} = 1,07.$$

$$T = 4 \cdot 1,12 \cdot 1,07 = 4,8 \text{ мес.}$$

2.2 Определение трудоемкости разработки проекта и его этапов

Трудоемкость разработки проекта определяется исходя из потребного количества исполнителей по проекту, длительность проекта и полезного фонда времени одного работающего в месяц по формуле:

$$t = T \cdot F_{д} \cdot Ч_{исп}, \quad (2.2)$$

где t – Общая трудоемкость проекта, чел.-ч.;

$F_{д}$ – действительный фонд рабочего времени в месяц, ч.;

$Ч_{исп}$ – потребное количество исполнителей по проекту, чел.;

T – длительность разработки проекта, мес. (дн., ч).

Для определения действительного фонда рабочего времени необходимо составить баланс рабочего времени одного специалиста (таблица 6).

Таблица 6 – Баланс рабочего времени одного специалиста

Показатели	Величина показателя	
	в днях	в часах
1	2	3
1 Календарный фонд времени, $F_{к}$, дн.	30,00	-
2 Число нерабочих дней (праздничных и выходных), $F_{вп}$, дн.	8,00	-

3	Номинальный фонд рабочего времени, F_H , дн.	22,00	-
4	Невыходы на работу, $F_{НЕВ}$, дн.	1,10	-
5	Явочный фонд рабочего времени, $F_Я$, дн.	20,90	-
6	Продолжительность рабочего дня по режиму, $T_{СМ}$, ч.	-	8,00
7	Внутрисменные потери рабочего времени, $T_{ПОТ}$, ч.	-	0,20
8	Средняя продолжительность рабочего дня, $T_{СР}$, ч.	-	7,80
9	Действительный (эффективный) фонд рабочего времени, $F_Д$, ч.	-	163,02

Номинальный фонд рабочего времени F_H , дн. определяется по формуле:

$$F_H = F_K - F_{ВП}, \quad (2.3)$$

где F_K – календарный фонд времени, дн.;

$F_{ВП}$ – число нерабочих дней, дн.

$$F_H = 30 - 8 = 22 \text{ дн.}$$

Невыходы на работу $F_{НЕВ}$, дн планируются в процентах от номинального фонда времени.

$$F_{НЕВ} = F_H \cdot 0,05, \quad (2.4)$$

$$F_{НЕВ} = 22 \cdot 0,05 = 1,1$$

Явочный фонд времени $F_Я$, дн. определяется по формуле:

$$F_Я = F_H - F_{НЕВ}, \quad (2.5)$$

$$F_Я = 22 - 1,1 = 20,9 \text{ дн.}$$

Продолжительность рабочего дня принимается: $T_{СМ} = 8$ ч.

Внутрисменные потери: $T_{ПОТ} = 0,2$ ч.

Средняя продолжительность рабочего дня $T_{СР}$, ч определяется по формуле:

$$T_{CP} = T_{CM} - T_{ПОТ}, \quad (2.6)$$

$$T_{CP} = 8 - 0,2 = 7,8 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени определится по формуле:

$$F_{Д} = T_{CP} \cdot F_{Я}, \quad (2.7)$$

$$F_{Д} = 7,8 \cdot 20,9 = 163,02 \text{ ч.}$$

В таблице 7 показано распределение занятости и месячный оклад в зависимости от занимаемой должности:

Таблица 7 – Штатное расписание сотрудников

Должность	Количество, чел.	Коэффициент занятости (K _{ЗАН})	Месячный оклад, р. (O _{МЕС})	Часовая ставка, р.
1	2	3	4	5
1 Инженер-конструктор (I категория)	1,00	1,00	60 000,00	368,05
2 Инженер-технолог (II категория)	1,00	0,50	45000,00	276,04
3 Руководитель	1,00	0,30	105000,00	644,10
Итого	3,00	-	-	-

Тогда общая трудоемкость t , ч определяется:

$$t = 4,8 \cdot 163,02 \cdot (1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,3) = 1408,49 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

Часовая тарифная ставка i -го работника $L_{ч i}$, р. определяется по формуле:

$$L_{ч i} = \frac{O_{МЕСi}}{F_{Д}}; \quad (2.8)$$

где $O_{МЕСi}$ – месячный оклад i -го работника, р.

$$L_{ч\ 1} = \frac{60\ 000}{163,02} = 368,05\text{р.};$$

$$L_{ч\ 2} = \frac{45000}{163,02} = 276,04\text{ р.};$$

$$L_{ч\ 4} = \frac{105\ 000}{163,02} = 644,10\text{ р.}$$

Результаты расчета трудоемкости проекта по этапам сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет трудоемкости проекта

Наименование этапа	Удельный вес, %	Трудоёмкость чел.-ч	Количество исполнителей, чел.
1	2	3	4
1 Подготовительный этап	10,00	140,85	2,00
2 Теоретический этап	25,00	352,12	3,00
3 Проектный этап	50,00	704,25	3,00
4 Заключительный этап	15,00	211,27	2,00
Итого	100,00	1408,49	-

2.3 Расчет затрат на разработку проекта

Сметная стоимость разработки проектного решения определяется по статьям расходов. В таблице 9 приведены данные для расчета материальных затрат.

Таблица 9 – Расчет материальных затрат

Наименование материала	Цена за единицу, р.	Норма расхода, шт.	Стоимость, р.
1 Бумага для МФУ (упаковка)	250,00	1,00	250,00
2 Канцелярские принадлежности	500,00	6,00	3 000,00
3 Картриджи для принтера	3 000,00	1,00	3 000,00

Итого	-	-	6 250,00
Транспортные расходы	-	-	625,00
Всего			6 875,00

Общие материальные затраты рассчитываются по формуле:

$$P_M = \sum_{j=1}^J q_{Mj} \cdot C_{Mj} + \frac{(\sum_{j=1}^J q_{Mj} \cdot C_{Mj}) \cdot N_{TP}}{100}, \quad (2.9)$$

где q_{Mj} – норма расхода j -го материала на разработку проекта, шт.;

C_{Mj} – цена единицы j -го материала, р.;

$j=1 \dots J$ – виды материалов, необходимые для разработки проекта;

N_{TP} – норма транспортных расходов, %.

Норма транспортных расходов $N_{TP} = 10\%$.

$$P_M = 1 \cdot 250 + 6 \cdot 500 + 1 \cdot 3\,000 + \frac{(1 \cdot 250 + 6 \cdot 500 + 1 \cdot 3\,000) \cdot 10}{100} = 6\,875 \text{ р.}$$

Расчет затрат на эксплуатацию оргтехники ведется по формуле (2.10):

$$P_{CO} = \sum_{n=1}^N S_{ч_n} \cdot l_{ч_n} \cdot k_n, \quad (2.10)$$

где $S_{ч_n}$ – стоимость часа эксплуатации n -го вида оборудования, р.;

$l_{ч_n}$ – количество отработанных часов n -ым оборудованием, ч;

k_n – количество единиц оборудования n -го вида, шт.

Стоимость часа эксплуатации $S_{ч_n}$, р. определяется по формуле:

$$S_{ч_n} = S_{A_n} + S_{PP_n} + S_{Э_n}, \quad (2.11)$$

где S_{An} – амортизационные отчисления с n-го вида оборудования, р./ч.;
 $S_{ПРn}$ – затраты на профилактику n-го вида оборудования, р./ч.;
 $S_{Эn}$ – затраты на электроэнергию, расходуемую n-ым видом оборудования, р/ч.

Амортизационные отчисления с n-го вида оборудования, S_{An} , р/ч определяются по формуле:

$$S_{An} = \frac{C_{ОБn} \cdot H_A}{D_{РАБ} \cdot t_n \cdot 100\%}, \quad (2.12)$$

где $C_{ОБn}$ – балансовая стоимость единицы оборудования n-го вида, р.;
 H_A – норма амортизации оборудования n-го вида, %;
 $D_{РАБ}$ – количество рабочих дней в году, дн.;
 t_n – нормативное количество часов работы оборудования в день, нормо-ч.

Амортизационные отчисления для ПК $S_{АПК}$, р/ч определяются:

$$S_{АПК} = \frac{60\,000 \cdot 30}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 9,11 \text{ р/ч.}$$

Так как стоимость МФУ не превышает 40 тыс.р., то это оборудование не является амортизируемым.

Затраты на профилактику оборудования $S_{ПРn}$, р/ч. определяются по формуле:

$$S_{ПРn} = \frac{C_{ОБn} \cdot H_{ПР}}{D_{РАБ} \cdot t_H \cdot 100\%}, \quad (2.13)$$

где $H_{ПР}$ – норма расходов на профилактику оборудования n-го вида, %.

Затраты на профилактику для ПК $S_{ПРПК}$, р/ч определяются:

$$S_{\text{ПРПК}} = \frac{60\,000 \cdot 2}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 0,61 \text{ р/ч.}$$

Затраты на профилактику для МФУ $S_{\text{ПРМФУ}}$, р/ч определяются:

$$S_{\text{ПРМФУ}} = \frac{10\,000 \cdot 2}{247 \cdot 0,5 \cdot 100} = 1,62 \text{ р/ч.}$$

Затраты на электроэнергию, расходуемую оборудованием $S_{\text{Э}n}$, р/ч определяются по формуле:

$$S_{\text{Э}n} = M_{\text{Ц}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}, \quad (2.14)$$

где $M_{\text{Ц}}$ – мощность оборудования, кВт.;

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – стоимость электроэнергии на момент выполнения плановых расчетов, р/кВт·ч.

Затраты на электроэнергию для ПК $S_{\text{ЭПК}}$, р/ч.:

$$S_{\text{ЭПК}} = 0,65 \cdot 6,5 = 4,23 \text{ р/ч.}$$

Затраты на электроэнергию для МФУ $S_{\text{ЭМФУ}}$, р./ч.:

$$S_{\text{ЭМФУ}} = 1 \cdot 6,5 = 6,5 \text{ р/ч.}$$

В конечном итоге стоимость часа эксплуатации $S_{\text{ч}n}$, р. (формула 2.11) определяется для ПК:

$$S_{\text{чПК}} = 9,11 + 0,61 + 4,23 = 13,95 \text{ р.}$$

Для МФУ:

$$S_{\text{чМФУ}} = 1,62 + 6,5 = 8,12 \text{ р.}$$

Количество отработанных часов $l_{\text{ч}_n}$, ч. определяется по формуле:

$$l_{\text{ч}_n} = D_{\text{мес}} \cdot T \cdot t_{\text{ч}}, \quad (2.15)$$

где $D_{\text{мес}}$ – количество дней использования оборудования в месяце, дн.;

T – продолжительность разработки, мес.;

$t_{\text{ч}}$ – количество часов использования оборудования в день, ч.

Для ПК:

$$l_{\text{чПК}} = 20,9 \cdot 4,8 \cdot 8 = 802,56 \text{ ч.}$$

Для МФУ

$$l_{\text{чМФУ}} = 20,9 \cdot 4,8 \cdot 0,5 = 50,16 \text{ ч.}$$

Принимаем: $l_{\text{чМФУ}} = 50,20 \text{ ч.}$

Затраты на эксплуатацию оргтехники $P_{\text{СО}}$, р. (формула 9.10) определяются:

$$P_{\text{СО}} = 13,95 \cdot 802,56 \cdot 6 + 8,12 \cdot 50,20 \cdot 1 = 67581,90 \text{ р.}$$

Для удобства все данные сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет затрат на эксплуатацию оргтехники

Показатель	Значения по видам оборудования	
	ПК	МФУ
1	2	3
1 Балансовая стоимость единицы оборудования, р.	60 000,00	10 000,00
2 Норма амортизации оборудования, %	30,00	-
3 Количество рабочих дней в году, дн.	247,00	247,00
4 Нормативное количество часов работы оборудования в день, ч	8,00	0,50
Амортизационные отчисления с оборудования, р/ч	9,11	-
5 Норма расходов на профилактику оборудования, %	2,00	2,00
Затраты на профилактику оборудования, р/ч	0,61	1,62
6 Мощность оборудования, кВт	0,65	1,00
7 Стоимость электроэнергии, р/кВт·ч	6,5	
Затраты на электроэнергию, р/ч	4,23	6,50
Итого стоимость часа эксплуатации оборудования, р.	13,95	8,12
Количество отработанных оборудованием часов, ч	802,56	50,20
Количество единиц эксплуатируемого оборудования, шт.	6,00	1,00
Итого затраты на эксплуатацию оборудования, р	65587,90	407,62
Всего затраты на эксплуатацию оргтехники, р.	65995,52	

Основная заработная плата рассчитывается, по формуле 2.16, для каждого исполнителя исходя из его часовой ставки и времени, потраченного на разработку проекта.

$$P_{\text{ОЗП}_i} = L_{\text{ч}_i} \cdot t_i \cdot \text{Чисп}_i, \quad (2.16)$$

где $L_{\text{ч}_i}$ – часовая ставка i -го работника в соответствии с квалификационной категорией, р.;

t_i – затраты времени на разработку проекта i -го работника, ч.;

Чисп_i – количество работников i -й квалификации, принимающих участие в разработке проекта, чел.

$$\begin{aligned} P_{\text{ОЗП}_1} &= 368,05 \cdot 782,49 \cdot 1 = 287995,44 \text{ р.}, \\ P_{\text{ОЗП}_2} &= 276,04 \cdot 391,25 \cdot 1 = 108000,65 \text{ р.}, \\ P_{\text{ОЗП}_4} &= 644,10 \cdot 234,75 \cdot 1 = 151202,48 \text{ р.} \end{aligned}$$

Результаты расчетов затрат на оплату труда представлены в таблице 11. Дополнительная заработная плата $P_{\text{ДЗП}}$, р. определяется по формуле:

$$P_{\text{ДЗП}} = \frac{P_{\text{ОЗП}} \cdot N_{\text{Доп}}}{100\%}, \quad (2.17)$$

где $N_{\text{Доп}}$ – норматив дополнительной заработной платы, %.

$$P_{\text{ДЗП}} = \frac{547198,57 \cdot 20}{100} = 109439,71 \text{ р.}$$

Страховые взносы $P_{\text{ОТЧ}}$, р. рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{ОТЧ}} = \frac{(P_{\text{ОЗП}} + P_{\text{ДЗП}}) \cdot N_{\text{СТР}}}{100\%}, \quad (2.18)$$

где $N_{\text{СТР}}$ – норматив страховых взносов, %.

$$P_{\text{отч}} = \frac{(547198,57 + 109439,71) \cdot 30,20}{100} = 198304,76 \text{ р.}$$

Накладные расходы $P_{\text{НАК}}$, р. рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{НАК}} = \frac{P_{\text{ОЗП}} \cdot N_{\text{НАК}}}{100\%}, \quad (2.19)$$

где $N_{\text{НАК}}$ – норматив накладных расходов, %.

Таблица 11 – Расчет затрат на оплату труда и страховые взносы

Профессия исполнителя	Затраты времени на разработку проекта, ч	Коэффициент занятости исполнителя	Часовая ставка исполнителя, р.	Количество исполнителей, чел.	Зарботная плата за период разработки проекта, р.
1	2	3	4	5	6
1 Инженер – конструктор (I категория)	782,49	1,00	368,05	1,00	287995,44
2 Инженер - технолог (I категория)	391,25	0,50	276,04	1,00	108000,65
3 Руководитель	234,75	0,30	644,1	1,00	151202,48
Итого					547198,57
Дополнительная заработная плата $P_{\text{ДЗП}} = \frac{P_{\text{ОЗП}} \cdot 20\%}{100\%}$,					109439,71
Страховые взносы $P_{\text{СВ}} = \frac{(P_{\text{ОЗП}} + P_{\text{ДЗП}}) \cdot 30,2\%}{100\%}$,					198304,76

$$P_{\text{НАК}} = \frac{547198,57 \cdot 50}{100} = 273599,29 \text{ р.}$$

Результаты расчета сметной стоимости и договорной цены проекта представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет сметной стоимости разработки проекта

Наименование статьи затрат	Сумма, р.
1	2
1 Материальные затраты	6 875,00
2 Эксплуатация оргтехники	65995,52
3 Основная заработная плата исполнителей	547198,57
4 Дополнительная заработная плата исполнителей	109439,71
5 Страховые взносы	198304,76
6 Накладные расходы	273599,29
Сметная стоимость разработки проекта	1201412,85
Нормативная прибыль (15%)	180211,92
Договорная цена	1381624,77

2.4 Расчет инвестиционных вложений в проект

Инвестиционные вложения на внедрение в производственно-хозяйственную деятельность мероприятий, предусмотренных проектом, определяются по формуле:

$$K = C_{\text{ПР}} + C_{\text{ОБ}} + C_{\text{КАДР}}, \quad (2.20)$$

где $C_{\text{ПР}}$ – сметная стоимость проекта, р.;

$C_{\text{ОБ}}$ – стоимость приобретения, монтажа и наладки технических средств (станков, оснастки и пр.), р.;

$C_{\text{КАДР}}$ – стоимость обучения персонала, р.

Для новой технологии необходимо изготовить оснастку и обучить сотрудников. Далее проводится расчет затрат на изготовление оснастки.

Расчет затрат на основные материалы выполняется по нормам расходов основных материалов, представленным в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на основные материалы

Наименование материала	Цена, кг	Норма расхода, кг	Стоимость, р.
Сталь 10 (плита 3000x1000x300), 4 шт.	101 р	28281,6	2856441,60
Транспортные расходы (5%)			142822,08
Всего			2999263,68

Трудоемкость изготовления оснастки составляет 96 нормо-ч. Затраты на оплату труда производственных рабочих сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на оплату труда производственных рабочих

Технологическая операция	Профессия рабочего (разряд)	Трудоемкость операции, норма-ч	Часовая ставка рабочего, р.	Заработная плата, р.
1	2	3	4	5
Фрезеровка	Фрезеровщик (5 разряд)	96	380,00	36480
Основная заработная плата				36480
Дополнительная заработная плата (20%)				7296
Страховые взносы (30 %)				13132,80
Итого затраты на оплату труда основных производственных рабочих				56908,80

Далее рассчитываются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

Для изготовления оснастки используется Фрезерный центр SPITZEN SMG-16.

Амортизационные отчисления за один машинный час работы оборудования A_r , р. определяются по формуле:

$$A_{\Gamma} = \frac{Ц_{\text{БАЛ}} \cdot H_A}{\Phi_{\Gamma} \cdot 100\%}, \quad (2.21)$$

где $Ц_{\text{БАЛ}}$ – балансовая стоимость оборудования, р.;

H_A – норма амортизации, %;

Φ_{Γ} – годовой фонд времени работы оборудования, ч.

$$A_{\Gamma} = \frac{9856000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 324,21 \text{ р.}$$

Амортизационные отчисления за общее время работы оборудования $A_{\text{МАШ}}$, р. определяются по формуле:

$$A_{\text{МАШ}} = A_{\Gamma} \cdot t, \quad (2.22)$$

где t – машинное время, нормо-ч.

$$A_{\text{МАШ}} = 324,21 \cdot 96 = 31124,16 \text{ р.}$$

Далее проводится расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования. Затраты на материалы и запчасти для ремонта оборудования составляют 0,2% от стоимости основных материалов.

$$Z_{\text{РЕМ}} = 2999263,68 \cdot 0,002 = 5998,53 \text{ р.}$$

Заработную плату вспомогательных рабочих (включая страховые взносы) предлагается рассчитать укрупненно в процентах от фонда заработной платы основных производственных рабочих (25%).

$$З_{\text{всп}} = 0,25 \cdot 43776 = 10944 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию для технологических нужд $З_{\text{э}}$, р. определяются по формуле:

$$З_{\text{э}} = \frac{\sum_{i=1}^I (P_i \cdot n_i) \cdot t_i \cdot K_t \cdot K_m}{K_n} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (2.23)$$

где P_i – установленная мощность единицы оборудования на i -ой операции, кВт.;

n_i – принятое количество единиц оборудования на i -ой операции, ед.;

t_i – машинное время i -ой операции, нормо-ч.;

K_t – коэффициент загрузки оборудования по времени;

K_m – коэффициент загрузки оборудования по мощности;

K_n – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети;

$Ц_{\text{э}}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, р.

$$З_{\text{э}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 96 \cdot 0,93 \cdot 0,95}{0,96} \cdot 7,92 = 699,73 \text{ р.}$$

Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений определяется исходя из норматива 10 000 р. в год на одного основного производственного рабочего.

Износ инструмента за один машино-час работы оборудования $И_t$, р. определяется по формуле:

$$И_t = \frac{H_{\text{из}} \cdot Ч_{\text{осн}}}{\Phi_{\Gamma}}, \quad (2.24)$$

где $H_{\text{из}}$ – норматив износа инструмента на одного производственного рабочего, р.;

$Ч_{\text{осн}}$ – численность основных производственных рабочих, чел.;

Φ_{Γ} – рабочий фонд времени, ч.

$$I_t = \frac{10\,000 \cdot 1}{1\,976} = 5,06 \text{ р/ч.}$$

Износ инструмента за машинное время работы оборудования $I_{\text{МАШ}}$, р. определяется по формуле:

$$I_{\text{МАШ}} = I_t \cdot t, \quad (2.25)$$

где t – машинное время всех операций, выполняемых на станках в данном технологическом процессе, нормо-ч.

$$I_{\text{МАШ}} = 5,06 \cdot 96 = 485,76 \text{ р.}$$

Прочие расходы $Z_{\text{пр}}$, р. определяются на уровне 11% от суммы ранее рассчитанных статей затрат.

$$\begin{aligned} Z_{\text{пр}} &= 0,11 \cdot (31124,16 + 5998,53 + 10944 + 699,73 + 485,76) \\ &= 5417,74 \text{ р.} \end{aligned}$$

Все расчеты для удобства сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи	Сумма расходов, р.
1	2
Амортизация оборудования	31124,16
Материалы и запчасти	5998,53
Заработная плата вспомогательных рабочих (включая страховые взносы), занятых обслуживанием оборудования	10944

Электроэнергия для технологических нужд	699,73
Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений	485,76
Прочие расходы	5417,74
Итого	54669,92

Цеховые расходы $Z_{\text{ЦЕХ}}$, р. определяются по норме расхода на уровне 70% от основной заработной платы производственных рабочих.

$$Z_{\text{ЦЕХ}} = 0,70 \cdot 36480 = 25536 \text{ р.}$$

Цеховая себестоимость изделия $S_{\text{ЦЕХ}}$, р. рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЦЕХ}} = Z_{\text{М}} + Z_{\text{ОЗП}} + Z_{\text{ДЗ}} + Z_{\text{СТР}} + Z_{\text{РСЭО}} + Z_{\text{ЦЕХ}}, \quad (2.26)$$

где $Z_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, р.;

$Z_{\text{ОЗП}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{ДЗ}}$ – дополнительная заработная плата производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{СТР}}$ – затраты на страховые взносы, р.;

$Z_{\text{РСЭО}}$ – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{ЦЕХ}}$ – цеховые расходы, р.

$$\begin{aligned} S_{\text{ЦЕХ}} &= 2999263,68 + 36480 + 7296 + 13132,80 + 54669,92 + 25536 \\ &= 3136378,40 \text{ р.} \end{aligned}$$

Результаты расчета инвестиционных вложений сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Расчет инвестиционных вложений в проект

Наименование затрат	Сумма, р.
1	2

Сметная стоимость разработки проекта	1201412,85
Затраты на изготовление новой оснастки	3136378,40
Итого	4337791,25

2.5 Расчет цеховой себестоимости для базового технологического процесса

Расчет затрат на основные материалы выполняется по нормам расходов. При этом учитывается стоимость транспортных расходов. Для удобства все результаты сведены в таблицу 17.

Расчет основной заработной платы осуществляется по операциям технологического процесса исходя из трудоемкости операции и часовой тарифной ставки рабочего соответствующего разряда, выполняющего данную операцию.

Таблица 17 – Затраты на основные материалы

Наименование материала	Цена, р./кг	Норма расхода, кг	Стоимость, р.
1	2	3	4
Ак4	760	11,1	8436
Транспортные расходы (7%)			590.52
Всего			9026,52

Дополнительная заработная плата производственных рабочих определяется по нормативу от основной заработной платы.

Сумма страховых взносов определяется по нормативу, действующему в РФ на дату плановых расчетов, от суммы основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих.

Расчеты выполняются в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на оплату труда производственных рабочих

Технологическая операция	Профессия рабочего (разряд)	Трудоемкость операции, норма-ч	Часовая ставка рабочего, р.	Заработная плата, р.
1	2	3	4	5
Раскрой	Оператор 4-го разряда	2,00	268,00	536,00
Фрезерование	Фрезеровщик 5-го разряда	3,00	380,00	1140,00
Слесарная	Слесарь 5-го разряда	20,00	380,00	7600,00
Штамповка	Штамповщик 5-го разряда	10,00	380,00	3800,00
Снятие свинца цинка, рыхление	Гальваник 4-го разряда	3,00	268,00	804,00
Формовка	Оператор пресса 4-го разряда	2,00	268,00	536,00
Основная заработная плата				14417,00
Дополнительная заработная плата (20%)				2883,40
Страховые взносы (30%)				5190,12
Итого затраты на оплату труда основных производственных рабочих				22490,52

Далее определяются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Расчет ведется аналогично расчету в пункте 2.4.

Амортизационные отчисления за один машинный час работы оборудования A_r , р. определяются по формуле (2.21):

$$A_{r1} = \frac{10000000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 328,95 \text{ р.},$$

$$A_{r2} = \frac{5000000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 164,47 \text{ р.},$$

$$A_{Г3} = \frac{6700000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 220,39 \text{ р.},$$

$$A_{Г4} = \frac{9856000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 324,21 \text{ р.},$$

Амортизационные отчисления за машинное время работы оборудования $A_{МАШ}$, р. определяется по формуле (2.22):

$$A_{МАШ1} = 328,95 \cdot 2 = 657,90 \text{ р.},$$

$$A_{МАШ2} = 164,47 \cdot 10 = 1644,7 \text{ р.},$$

$$A_{МАШ3} = 220,39 \cdot 2 = 440,78 \text{ р.},$$

$$A_{МАШ4} = 324,21 \cdot 3 = 972,63 \text{ р.},$$

Таблица 19 – Расчет амортизации оборудования

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Машинное время работы, нормо-ч.	Балансовая стоимость оборудования, р.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления за один машино-час работы оборудования, р.	Амортизационные отчисления за машинное время работы оборудования, р.
1	2	3	4	5	6	7
Лазерный комплекс Amada LC 1212 Alpha III	50,00	2,00	10000000,00	6,50	328,94	657,88
Молот листоштамповочный (падающий) МЛ-5,0.	-	10,00	5000000,00	6,50	164,47	1644,7
Пресс Гидравлический QRD-600.	35	2	6700000,00	6,50	220,39	440,78

Портальные фрезерные центры SPITZEN SMG-16	60	3	9856000,00	6,50	324,21	972,63
Итого						3715,99

Затраты на материалы и запчасти для ремонта оборудования составляют 0,3% от стоимости основных материалов.

$$Z_{\text{РЕМ}} = 0,003 \cdot 9026,52 = 27,08 \text{ р.}$$

Заработную плату вспомогательных рабочих (включая страховые взносы) предлагается рассчитывать укрупненно в процентах от фонда заработной платы основных производственных рабочих.

$$Z_{\text{ВСП}} = 0,25 \cdot 17300,4 = 4325,1 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию для технологических нужд определяются по формуле (9.23):

$$Z_{\text{Э}} = \frac{(50 \cdot 2 \cdot 1 + 0 \cdot 10 \cdot 1 + 35 \cdot 2 \cdot 1 + 60 \cdot 3 \cdot 1) \cdot 0,93 \cdot 0,95}{0,96} \cdot 7,92$$

$$= 322,11 \text{ р.}$$

Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений определяется исходя из норматива 10 000 р. В год на одного основного производственного рабочего.

Износ инструмента за один машино-час работы оборудования I_t , р. определяется по формуле (2.24):

$$I_t = \frac{10\,000 \cdot 6}{1\,973} = 30,41.$$

Износ инструмента за машинное время работы оборудования $I_{\text{МАШ}}$, р. определяется по формуле (9.25):

$$I_{\text{МАШ}} = 30,41 \cdot (2 + 10 + 2 + 3) = 516,97 \text{ р.}$$

Прочие расходы $Z_{\text{пр}}$, р. определяются на уровне 11% от суммы ранее рассчитанных статей затрат.

$$Z_{\text{пр}} = 0,11 \cdot (3715,99 + 27,08 + 4325,1 + 322,11 + 516,97) = 979,80 \text{ р.}$$

Для удобства результаты расчетов сведены в таблицу 20.

Таблица 20 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи	Сумма расходов, р.
1	2
Амортизация оборудования	3715,99
Материалы и запчасти	27,08
Заработная плата вспомогательных рабочих (включая страховые взносы), занятых обслуживанием оборудования	4325,1
Электроэнергия для технологических нужд	322,11
Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений	516,97
Прочие расходы	979,80
Итого	9 887,05

Цеховые расходы $Z_{\text{ЦЕХ}}$, р. определяются по норме расхода на уровне 77% от основной заработной платы производственных рабочих.

$$Z_{\text{ЦЕХ}} = 0,77 \cdot 14417 = 11101,09 \text{ р.}$$

Цеховая себестоимость изделия $S_{\text{ЦЕХ}}$, р. рассчитывается по формуле (2.26):

$$S_{\text{ЦЕХ}} = 9026,52 + 14417 + 2883,4 + 5190,12 + 9887,05 + 11101,09 \\ = 52\,505,18\text{р.}$$

2.6 Расчет цеховой себестоимости нового технологического процесса

Новый технологический процесс изготовления шпангоута отличается путем получения заготовки

Затраты на материалы для нового технологического процесса представлены в таблице 21.

Затраты на оплату труда производственных рабочих исходя из технологических операций представлены в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на основные материалы

Наименование материала	Цена, р./кг	Норма расхода	Стоимость, р.
1	2	3	4
Ак 4	760 р	11,1кг	8436
Транспортные расходы (7%)			590,52
Всего			9026,52

Таблица 22 – Затраты на оплату труда производственных рабочих

Технологическая операция	Профессия рабочего (разряд)	Трудоемкость операции, норма-ч	Часовая ставка рабочего, р.	Заработная плата, р.
1	2	3	4	5
Раскрой	Оператор 4-го разряда	2,00	268,00	536,00

Фрезерование	Фрезеровщик 5-го разряда	3,00	380,00	1140,00
Слесарная	Слесарь 5-го разряда	7,00	380,00	2660,00
Прессование	Оператор пресса 4-го разряда	7,00	268,00	1876,00
Основная заработная плата				6212,00
Дополнительная заработная плата (20%)				1242,40
Страховые взносы (30%)				2236,32
Итого затраты на оплату труда основных производственных рабочих				9690,72

В таблице 23 представлена сводка данных по амортизации оборудования.

Таблица 23 – Расчет амортизации оборудования

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Машинное время работы, нормо-ч.	Балансовая стоимость оборудования, р.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления за один машино-час работы оборудования, р.	Амортизационные отчисления за машинное время работы оборудования, р.
Лазерный комплекс Amada LC 1212 Alpha III	50,00	2,00	10000000,00	6,50	328,94	657,88
Портальные фрезерные центры SPITZEN SMG-16	60	3,00	9856000,00	6,50	324,21	972,63
Пресс листоштампо	11	7,00	6000000,00	6,50	197,37	1381,59

вочный К3535А						
Итого						3012,1

Амортизационные отчисления за один машинный час работы оборудования A_r , р. определяются по формуле (2.21):

$$A_{r1} = \frac{10000000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 328,94 \text{ р.},$$

$$A_{r2} = \frac{9856000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 324,21 \text{ р.},$$

$$A_{r3} = \frac{6000000 \cdot 6,5}{247 \cdot 8 \cdot 100} = 197,37 \text{ р.}$$

Амортизационные отчисления за машинное время работы оборудования $A_{\text{МАШ}}$, р. определяется по формуле (2.12):

$$A_{\text{МАШ}1} = 328,94 \cdot 2 = 657,88 \text{ р.},$$

$$A_{\text{МАШ}2} = 324,21 \cdot 3 = 972,63 \text{ р.},$$

$$A_{\text{МАШ}3} = 197,37 \cdot 7 = 1381,59 \text{ р.}$$

Затраты на материалы и запчасти для ремонта оборудования составляют:

$$Z_{\text{РЕМ}} = 0,002 \cdot 9026,52 = 18,05 \text{ р.}$$

Зарботную плату вспомогательных рабочих (включая страховые взносы) предлагается рассчитывать укрупненно в процентах от фонда заработной платы основных производственных рабочих.

$$Z_{\text{ВСП}} = 0,25 \cdot 7454,4 = 1863,6 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию для технологических нужд определяется по формуле (9.23):

$$Z_{\text{э}} = \frac{(50 \cdot 2 \cdot 1 + 60 \cdot 3 \cdot 1 + 11 \cdot 7 \cdot 1) \cdot 0,93 \cdot 0,95}{0,96} \cdot 7,92 = 2602,13 \text{ р.}$$

Износ инструмента за один машино-час работы оборудования I_t , р определяется по формуле (2.24):

$$I_t = \frac{10\,000 \cdot 4}{1\,973} = 20,27 \text{ р./ч.}$$

Износ инструмента за машинное время работы оборудования $I_{\text{МАШ}}$, р определяется по формуле (2.25):

$$I_{\text{МАШ}} = 20,27 \cdot (2 + 3 + 7) = 243,24 \text{ р.}$$

Прочие расходы $Z_{\text{пр}}$, р. определяются на уровне 11% от суммы ранее рассчитанных статей затрат.

$$Z_{\text{пр}} = 0,11 \cdot (3012,1 + 18,05 + 1863,6 + 2602,13 + 243,24) = 851,3 \text{ р.}$$

Для удобства результаты расчетов сведены в таблицу 24.

Таблица 24 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи	Сумма расходов, р.
1	2
Амортизация оборудования	3012,1
Материалы и запчасти	18,05
Заработная плата вспомогательных рабочих (включая страховые взносы), занятых обслуживанием оборудования	1863,6
Электроэнергия для технологических нужд	2602,13

Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений	243,24
Прочие расходы	851,3
Итого	8590,42

Цеховые расходы $Z_{\text{цех}}$, р распределяются по норме расхода на уровне 77% от основной заработной платы производственных рабочих составят:

$$Z_{\text{ЦЕХ}} = 0,77 \cdot 6212,00 = 4783,24.$$

Цеховая себестоимость изделия определяется:

$$S_{\text{ЦЕХ}} = 9026,52 + 6212,00 + 1242,40 + 2236,32 + 8590,42 + 4783,24 \\ = 32090,90 \text{ р.}$$

В таблице 25 представлены значения цеховой себестоимости базовой и новой технологии

Таблица 25 – Цеховая себестоимость изделия

Статьи затрат	Сумма, р.	
	Базовый техпроцесс	Новый техпроцесс
1 Затраты на основные материалы	9026,52	9026,52
2 Заработная плата производственных рабочих	22490,52	9690,72
3 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	9887,05	8590,42
4 Цеховые расходы	5739,89	4783,24
Итого цеховая себестоимость	52505,18	32090,90

2.7 Расчет показателей экономической эффективности проекта

Оценка эффективности проекта по совершенствованию технологического процесса производства продукции заключается в

сопоставлении фактических затрат на процесс производства продукции по действующей технологии с возможными затратами на процесс производства продукции по усовершенствованной технологии.

Годовой экономический эффект от применения усовершенствованного технологического процесса производства продукции определяется по формуле:

$$\text{Э}_Г = (\text{З}_{\text{БАЗ}i} - \text{З}_{\text{НОВ}i}) \cdot \text{Q}_{\text{НОВ}}; \quad (2.27)$$

где $\text{З}_{\text{БАЗ}i}$ – приведенные затраты для базового технологического процесса производства продукции, р.;

$\text{З}_{\text{НОВ}i}$ – приведенные затраты для нового технологического процесса производства продукции, р.;

$\text{Q}_{\text{НОВ}}$ – годовой объем производства продукции (по усовершенствованной технологии), шт.

Приведенные затраты З_i , р определяются по формуле:

$$\text{З}_i = S_{\text{цех } i} \cdot (1 + k_{\text{бр } i}) + E_{\text{Н}} \cdot K_i; \quad (2.28)$$

где $S_{\text{цех } i}$ – цеховая себестоимость производства единицы продукции, р.;

$k_{\text{бр } i}$ – коэффициент, учитывающий потери от брака;

$E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности инвестиционных вложений;

K_i – удельные инвестиционные вложения в совершенствование технологического процесса производства продукции, р.

Удельные инвестиционные вложения K_i , р рассчитываются путем деления ранее рассчитанных инвестиционных вложений на годовой объем

производства продукции. Количество изделий, выпускаемых в год составляет 24 шт. Процент брака принимается 0,05.

Приведенные затраты для базового технологического процесса $Z_{\text{БАЗ}}$, р. определяются:

$$Z_{\text{БАЗ}} = 52505,18 \cdot (1 + 0,05) + 0,15 \cdot \frac{4337791,25}{24} = 82\,241,64 \text{ р.}$$

Приведенные затраты для нового технологического процесса:

$$Z_{\text{НОВ}} = 32090,90 \cdot (1 + 0,05) + 0,15 \cdot \frac{4337791,25}{24} = 60806,64 \text{ р.}$$

Годовой экономический эффект Δ_r , р. определяется:

$$\Delta_r = (82\,241,64 - 60806,64) \cdot 24 = 514440,00 \text{ р.}$$

514440,00р. – годовой экономический эффект на изготовление 1 секции обтекателя мотогондоллы двигателя ПД-8.

1543320,00р. – годовой экономический эффект на изготовление цельного обтекателя мотогондоллы двигателя.

3086640р. – годовой экономический эффект на изготовление самолетокомплекта обтекателей мотогондоллы двигателя ПД-8.