

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры
подвески двигателя автомобиля Lada Vesta

Студент(ка)	<u>С.В. Жижин</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>А.В. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Л.Н. Горина</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Жижин Сергей Вячеславович гр. ТМбз-1131

1. Тема «Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя
автомобиля Lada Vesta»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертёж детали; объём выпуска
100 000 дет./год; режим работы двухсменный; материалы преддипломной практики

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и/или режущего инструмента

4) Описание графической части работы

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 0,5
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
6) Приспособление	1 – 1,5
7) Режущий инструмент	0,5 – 1
8) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность технического объекта Л.Н. Горина

Экономическая эффективность работы Н.В. Зубкова

Нормоконтроль В.Г. Виткалов

7. Дата выдачи задания « » марта 2016 г.

Руководитель квалификационной работы	выпускной		А.В. Бобровский
		(подпись)	(И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению			С.В. Жижин
		(подпись)	(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобровский
(подпись)

« ____ » _____ 2016 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Студента Жижина Сергея Вячеславовича

По теме «Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Технологическая часть работы				
Проектирование приспособления и режущего инструмента				
Безопасность и экологичность технического объекта				
Экономическая эффективность работы				
Описание графической части работы				
Окончательное оформление пояснительной записки, корректировка недочетов чертежей графической части.				

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____	А.В. Бобровский
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	С.В. Жижин
(подпись)	(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК

Жижин С.В. Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

Кафедра: Оборудование и технология машиностроительного производства.

ТГУ: Тольятти, 2016 г., 81 с., 6 л. формата А1.

Целью бакалаврской работы является разработка технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

Предложено применить высокоскоростной обрабатывающий центр с быстрой сменой инструментов, оптимизировать инструмент на комбинированной операции и оптимизировать программу обработки на станке с ЧПУ. Также была разработана конструкция быстроперенастраиваемого приспособления.

Эффективность внедрения новых методов обработки подтверждена расчетами трудоемкости.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	5
СОДЕРЖАНИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	8
1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	9
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ДЕТАЛИ.....	9
1.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.	10
1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.	12
1.4 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	13
1.5 ЗАДАЧИ РАБОТЫ. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССА	15
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	16
2.1. ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	16
2.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	17
2.2.1. ВЫБОР ВИДА И МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	17
2.2.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КРОНШТЕЙНА.....	23
2.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	25
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИПУСКОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ.....	26
2.4.1. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ.....	26
2.5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА	30
2.5.1. РАЗРАБОТКА СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ	30
2.5.2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ.....	31
2.5.3. ПЛАН ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ.....	32
2.5.4. ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	33
2.5.5. ВЫБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	37
2.5.6. ВЫБОР СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	38
2.5.7. ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ.....	39
2.6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.....	41
2.6.1. СТРУКТУРА ОПЕРАЦИЙ. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДОВ.	41
2.6.2. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ	41
2.6.3. РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ.....	45
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	48
3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	48
3.1.1. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	51

3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕРЛА-ЗЕНКЕРА	53
4. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ.....	57
5. ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
58	
5.1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	
ОБЪЕКТА	58
5.2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ	
И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ,	
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И	
КОНЕЧНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ.....	59
5.3. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ	
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ.	60
5.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ	
БЕЗОПАСНОСТИ РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
(ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ	
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И УТИЛИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ).....	62
5.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	64
5.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	66
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
ЛИТЕРАТУРА	72
ПРИЛОЖЕНИЕ	74

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Решение о создании нового автомобиля LADA Vesta на ОАО «АВТОВАЗ» потребовало применить новый подход к проектированию автомобиля. Однако для производства нового автомобиля необходимо иметь не только передовую конструкцию входящих в нее деталей, но и передового, конкурентоспособного подхода к их изготовлению.

Несомненно, только применение передовых достижений в технологиях изготовления деталей позволит получить детали с минимальной себестоимостью.

Именно поэтому, главной задачей, поставленной перед технологами при производстве кронштейна левой опоры подвески двигателя, было создание передовой технологии изготовления с минимальной себестоимостью.

Для решения поставленной задачи необходимо провести анализ всех этапов изготовления детали:

- заготовки;
- оборудования;
- оснастка;
- инструмент;
- режимы обработки;
- контроля.

Проанализировав эти этапы, взяв для каждого самые эффективные, получим технологический процесс с минимальной себестоимостью.

Только так, применив комплексный подход к изготовлению каждой детали можно создать конкурентноспособный автомобиль, отвечающий самым современным требованиям и обладающий минимальной себестоимостью.

Исходя из вышеперечисленного можно сказать, что цель бакалаврской работы - создание технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя с минимальной себестоимостью его изготовления.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ДЕТАЛИ

Автомобиль Lada Vesta – это динамичный, современный автомобиль, созданный специалистами ОАО «АВТОВАЗ» и отвечающий всем требованиям по безопасности (рис. 1.1.).



Рис. 1.1. Автомобиль Lada Vesta.

Деталь – кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta является важной деталью подвески двигателя. Он предназначен для базирования и закрепления коробки переключения передач на кузове автомобиля. Кронштейн резьбовыми отверстиями крепится к элементам кузова, а тремя опорами поддерживает коробку переключения передач. Деталь воспринимает на себя нагрузку от веса и вибрации работающего двигателя с коробкой переключения передач.

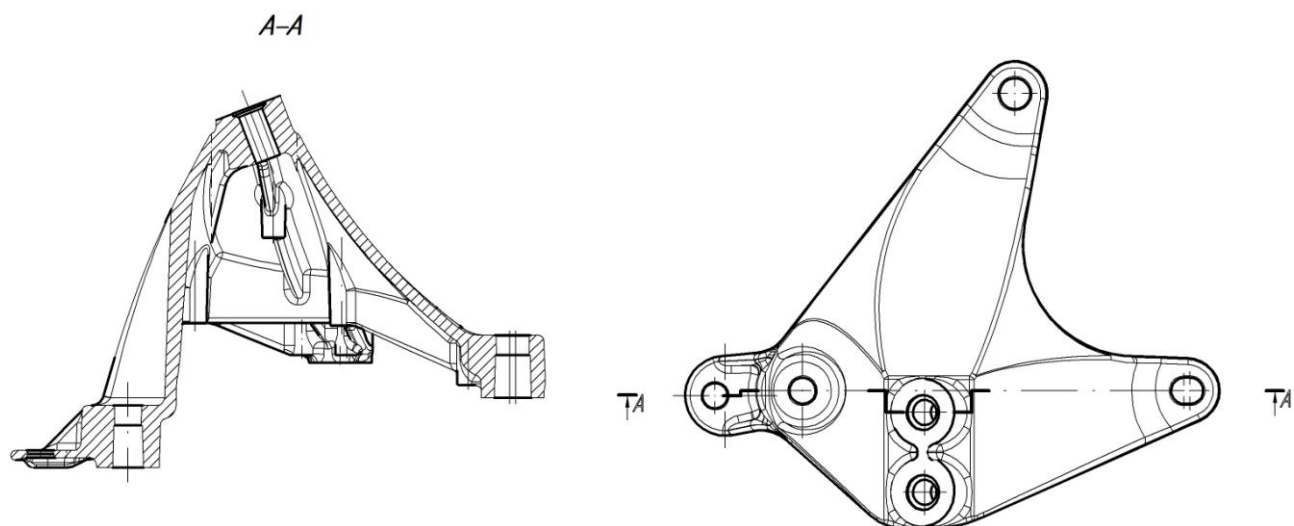


Рис. 1.1. Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

1.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.

Кронштейн изготовлен из алюминиевого сплава АК12М2 ГОСТ 1583-93 (состав сплава и его механические свойства указаны в табл.1.2. и табл.1.3. соответственно).

Таблица 1.2. Химический состав сплава АК12М2, %

Si, %	Fe, %	Cu, %	Mn, %	Mg, %	Zn, %	Ti, %
11...12,5	1,2	0,5...1,5	0,35	0,7...1,3	0,35	0,25

Таблица 1.3. Механические свойства сплава АК12М2

Плотность, γ , кг/м ³	Примерный интервал плавления, °C	Электрическая проводимость, %	Коэффициент теплопроводности, при 25°C (кал/С*СМ ³ *°C)	Твердость НВ	Относи- тельное удлине- ние, %
2713	540...570	29	0,28	до 110	1,5

Основными контрольные размеры и показатели в том числе особо важные, обозначенные на чертеже детали знаком «◇», являются:

- резьбовые отверстия;
- бобышка, база «Д»;
- отклонения взаимного расположения поверхностей: диаметра под резьбу к бобышке «Д»;

- линейные размеры взаимного расположения бобышек друг относительно друга.

Кронштейн устанавливается и закрепляется к кузову по привалочной плоскости бобышек с резьбовыми отверстиями, расположенной под углом, с помощью болтов.

Привалочные плоскости на которые устанавливается коробка переключения передач расположены параллельно друг другу на разном удалении друг от друга.

Укажем номера поверхностей на рис. 1.2. Классификация поверхностей по служебному назначению представлена в таблице 1.1.

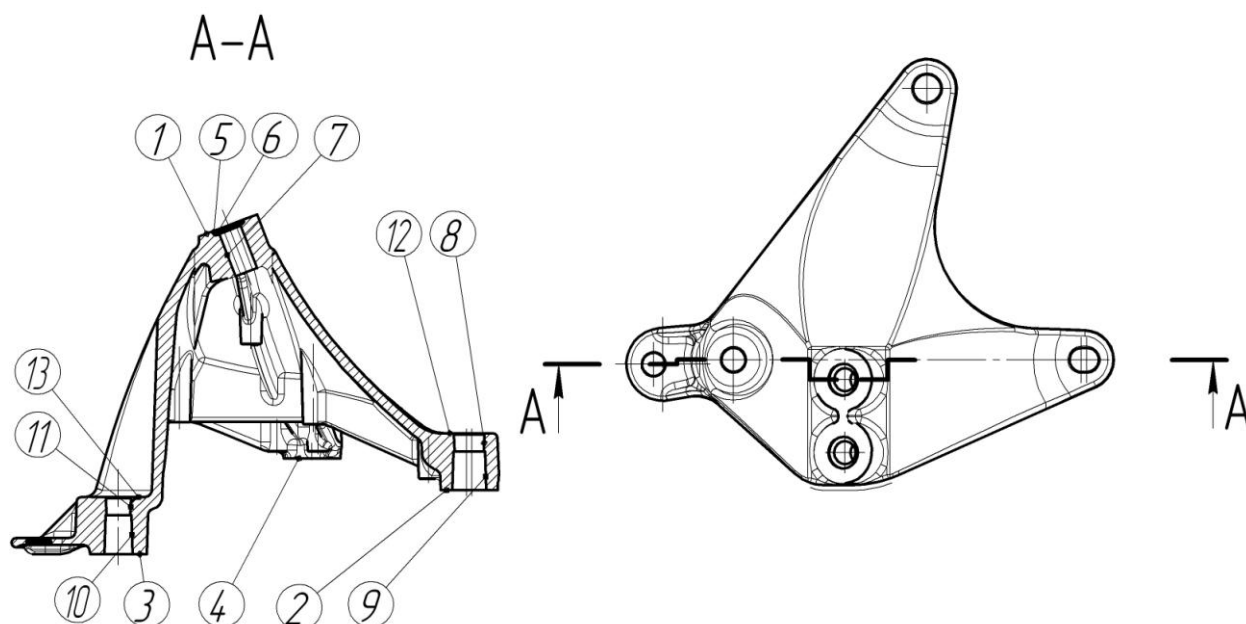


Рис. 1.2. Классификация поверхностей кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

Таблица 1.1. Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	1,7
Вспомогательная конструкторская база	2,3,4
Исполнительная поверхность	7, 10,11,8,9
Свободная поверхность	остальные

Применение алюминиевого сплава и способа получения заготовки, оговоренного в чертеже детали и заготовки, обеспечивает выполнение деталью ее служебного назначения.

Деталь несложна и не имеет трудностей в ее получении. Черновые базы заложены в заготовке.

1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операции за одним рабочим или единицей оборудования согласно ГОСТ 3.1121-84 [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{N}{P_m} \quad (1.1)$$

Где N – число различных операций, выполняемых в течении календарного времени (месяц);

P_m – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

На участке обработки кронштейна на данной единице оборудования общее число операций механической обработки составляет: $N = 10$. Число рабочих мест при этом равно: $P_m = 2$.

Таким образом:

$$K_{з.о.} = \frac{10}{2} = 5,$$

что соответствует серийному производству.

Принимаем тип производства – крупносерийный.

Годовая программа изготовления деталей $N_1 = 100\,000$ шт

Количество деталей на автомобиль $m = 1$ шт

Изготовление в запасные части $\beta = 25\%$

Предприятие работает две смены в сутки.

Действительный годовой фонд времени принимаем $F_d = 4141$ час.

Количество деталей для данной годовой программы определяется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \quad (1.2)$$

$$N = 100000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 125000 \text{ шт}$$

Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{N} \quad (1.3)$$

$$t_{\text{с}} = \frac{60 \cdot 4141}{125000} = 1,99 \text{ мин}$$

1.4 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В чертеже детали оговорен способ получения заготовки - литье под давлением. Этот способ универсален и характеризуется минимальными припусками на обработку, что оптимально в крупносерийном производстве.

Черновые базы – бобышки и отверстия оговорены в чертеже заготовки, обеспечивают надежное и точное закрепление заготовки на 1-ой операции технологического процесса. Деталь устанавливается на 3 упора в приспособлении на поверхности 12, 13 и ориентируется на 2-х подпружиненных пальцах по пролитым отверстиям, пов. 8, 11. В связи с тем, что деталь тонкостенная в чертеже заготовки оговорены места установки прижимов при обработке. Фрезеруются 3 бобышки – поверхности 2, 3, 4. На второй операции деталь базируется по обработанным на 1-ой операции бобышкам и ориентируется по пролитым отверстиям на подпружиненных пальцах, пов. 8, 11. При этом соблюдается принцип постоянства технологических баз, так как одни и те же базы используются на 2-х операциях это пов. 8, 11.

Последовательность операций технологического процесса обеспечивает заданную чертежом точность детали.

Применяемое оборудование в целом соответствует требованиям операций и размеров детали.

Режимы резания выбраны правильно, исходя из максимальных возможностей оборудования и обеспечивают оптимальную стойкость инструментов.

Оснащение операций технологического процесса не достаточна для условий крупносерийного производства. Велика доля ручного труда – на операциях применяются ручные зажимные приспособления – универсально-сборные приспособления (УСП). Для достижения заданного такта выпуска это недостаточно.

Применяемое оборудование – обрабатывающие центры модели ИС500ПМФ4 обладают существенным недостатком - длительным временем по смене инструмента – 22 с. Очень большие потери времени на смену инструмента, что в условиях крупносерийного производства недопустимо.

Применяемый инструмент – высокопроизводительный, из твердого сплава.

Действующий технологический процесс, в общем и целом обеспечивает выполнение заданных технических требований чертежа.

1.5 ЗАДАЧИ РАБОТЫ. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССА

Целью бакалаврской работы является разработка технологического процесса изготовления детали – кронштейна левой опоры подвески двигателя с минимальной себестоимостью.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Спроектировать заготовку с минимальными припусками.
- 2) Спроектировать и применить современный режущий инструмент из нового инструментального материала, обеспечивающий заданное качество обработки поверхностей.
- 3) Применить высокопроизводительное и высокоскоростное оборудование.
- 4) Спроектировать быстродействующее приспособление для закрепления и базирования заготовки.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Таблица 2.1. Основные параметры технологического процесса

№ п/п	Критерии выбора технологического процесса	Характеристика
1	Форма организации технологического процесса	Прерывно – поточная
2	Повторяемость выпуска изделий	Периодическое повторение партий
3	Унификация технологического процесса	Разработка специального технологического процесса на базе типового
4	Заготовка	Отливка
5	Припуски	Подробный расчет по переходам на 1 поверхность, на остальные – по таблицам
6	Оборудование	Специальное, универсальное с высокой долей механизации
7	Загрузка оборудования	Периодическая смена деталей на станках (обработка партиями)
8	Расстановка оборудования	С учетом характерного направления грузопотока деталей
9	Настройка оборудования	По измерительным инструментам и приборам
10	Оснастка	Специальная
11	Подробность разработки технологического процесса	Маршрутная карта и опер. карты
12	Расчет режимов резания	На одну поверхность аналитическим методом, на остальные – табличным

2.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

2.2.1. ВЫБОР ВИДА И МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Заготовку данной детали можно получить литьем в землю или в кокиль. По базовому техпроцессу заготовку получают литьем под давлением в кокиль. Этот способ характеризуется универсальностью и минимальными припусками на обработку. Однако изготовление кокиля требует больших финансовых затрат.

Сопоставим два варианта методов получения заготовки. В учебных целях для расчета примем альтернативный метод получения заготовки литьем в кокиль. Окончательный выбор метода определим экономическим расчетом по методике, изложенной в [3].

При экономическом обосновании выбора заготовок используют те же показатели, что и при выборе процессов механической обработки.

Оценку результатов различных вариантов получения заготовок чаще всего проводят по двум показателям:

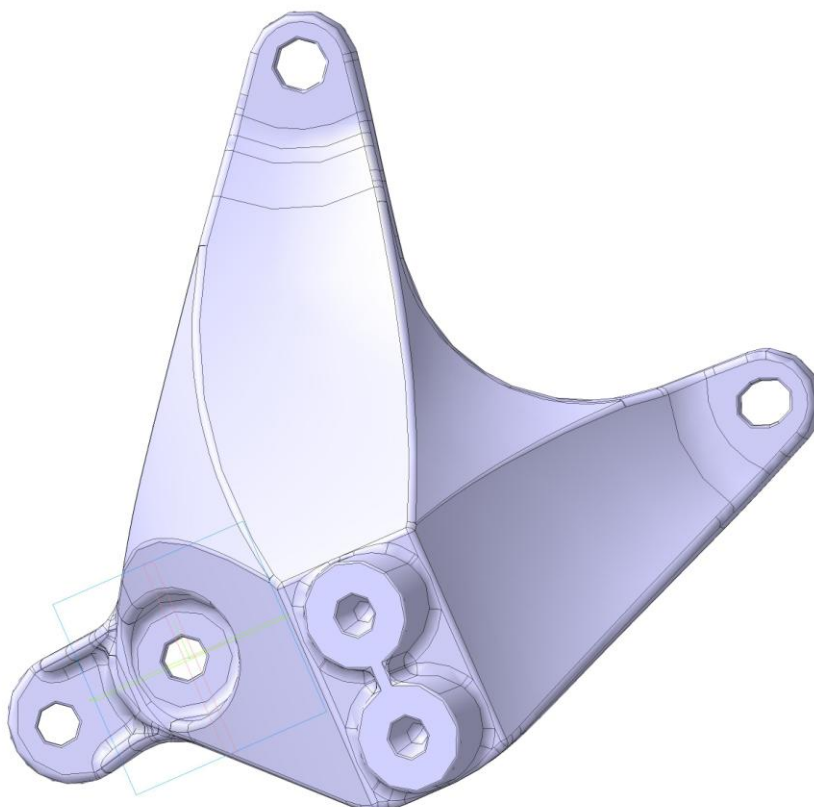
а) коэффициенту использования материала заготовки:

$$K_M = \frac{q}{Q}; \quad (2.1)$$

где q и Q – соответственно массы детали и заготовки;

б) технологической себестоимости изготовления детали.

Массы детали и заготовки определим из их массо-центровых характеристик математических моделей (рис. 2.1, 2.2).



 Дата 10.02.2016
 Документ Деталь J:\Заготовка кронштейна ВЕСТА.m3d

МЦХ

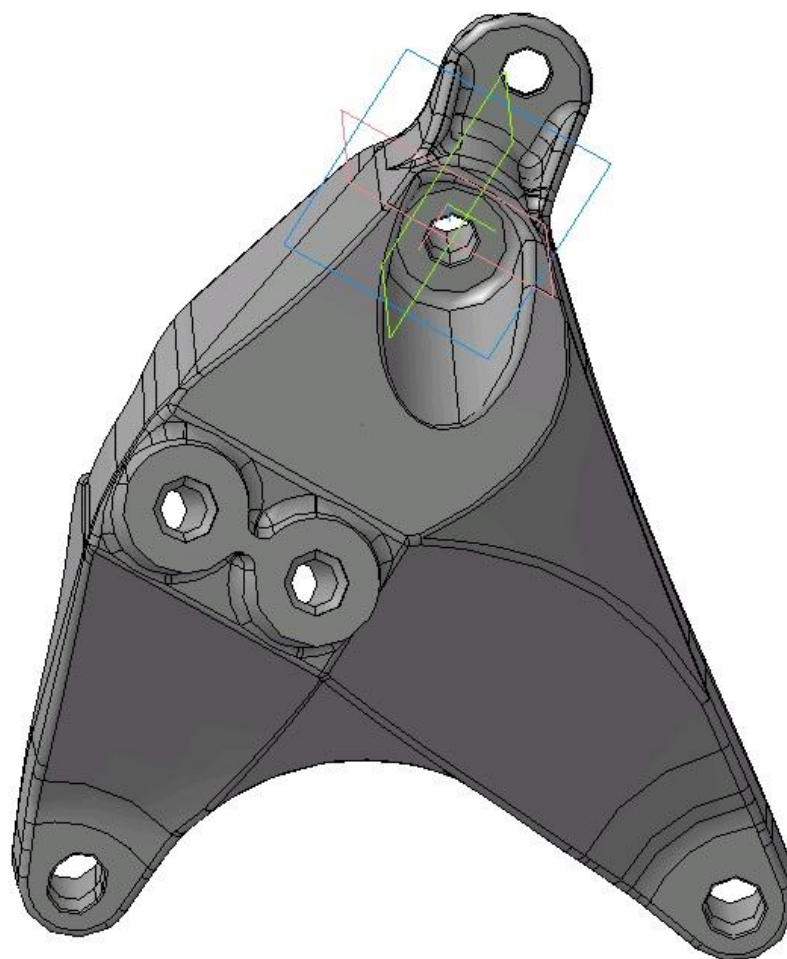
Заданные параметры

Материал тел	AK12M2
Плотность материала тел	Ro = 0.002800 г/мм3

Расчетные параметры (тела и компоненты)

Масса	M = 752.875412 г
Площадь	S = 94055.124512 мм2
Объем	V = 268884.075838 мм3
Центр масс	Xc = 55.896126 мм
Yc = 10.432118 мм	
Zc = 76.867497 мм	

Рис. 2.1. Математическая модель и массо-центровочная характеристика заготовки детали кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.



 Дата 10.02.2016
 Документ Деталь J:\Кронштейн ВЕСТА.m3d

МЦХ

Заданные параметры

Материал тел

AK12M2

Плотность материала тел

Ro = 0.002800 г/мм3

Расчетные параметры (тела и компоненты)

Масса

M = 739.276084 г

Площадь

S = 94536.939374 мм2

Объем

V = 264027.172809 мм3

Центр масс

Xc = 55.791126 мм

Yc = 10.987164 мм

Zc = 76.069262 мм

Рис. 2.2. Математическая модель и массо-центровочная характеристика детали кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

Таким образом, масса заготовки равна $Q = 0,75287$ кг, масса детали $q = 0,73927$ кг.

Сравнение вариантов получения заготовки обычно производится не по полной себестоимости, а по технологической.

Технологическая себестоимость включает только те статьи затрат, величины которых изменяются при переходе от одного процесса к другому.

На стадии проектирования технологических процессов оптимальный вариант заготовки и массу детали можно определить путем сравнения технологической себестоимости изготовления детали, рассчитанной по формуле:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q) \quad (2.2)$$

где C_T – технологическая себестоимость изготовления детали, руб;

$C_{ЗАГ}$ – стоимость 1 кг заготовки, $C_{ЗАГ} = 135$ руб [4];

$C_{ОТХ}$ – цена 1 кг отходов, $C_{ОТХ2016} = 50$ руб/кг [5], в ценах 1984 года $C_{ОТХ1984} = 0,146$ руб/кг ;

q – масса детали, кг, $q = 0,73927$ кг;

Q – масса заготовки, кг, $Q_1 = 0,75287$ кг, $Q_2 = 0,8$ кг – масса заготовки, полученной литьем в кокиль под давлением и литьем в кокиль соответственно;

$C_{МЕХ}$ – стоимость механической обработки, отнесенная к 1 кг срезаемой стружки, руб/кг.

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_C – текущие затраты на 1 кг стружки, руб/кг;

C_K – капитальные затраты на 1 кг стружки, руб/кг.

Для автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения $C_C = 0,188$ руб/кг, $C_K = 0,566$ руб/кг в ценах 1984 года.

Для перевода в текущие цены вычислим поправочный коэффициент изменения инфляции.

Коэффициент определим, путем сравнения стоимости лома алюминия в ценах 1984 года и 2016 года.

$$K_{ПОПР} = \frac{C_{ОТХ2016}}{C_{ОТХ1984}} = \frac{50}{0,146} = 342,465$$

Таким образом, $C_{C2016} = 0,188 \times 342,465 = 64,383$ руб/кг, $C_{K2016} = 0,566 \times 342,465 = 193,836$ руб/кг в ценах 2016 года.

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,2$. Предполагаем, что инвестиции окупятся в течении 5 лет.

Подставим в формулу (2.3) все известные значения:

$$C_{MEX} = 64,383 + 0,2 \cdot 193,836 = 103,15 \text{ (руб/кг)}$$

Это значение принимаем и для литья в кокиль и литья под давлением.

Определим стоимость заготовки, полученной литьем в кокиль под давлением.

$$C_{3AG2} = C_{OT} \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \quad (2.4)$$

где C_{OT} – базовая стоимость 1 кг литых заготовок, $C_{OT} = 135$ руб;

k_T – коэффициент, учитывающий точности отливки, $k_T = 1,1$;

k_C – коэффициент, учитывающий группу сложности, $k_C = 1$;

k_B – коэффициент, учитывающий массу отливки, $k_B = 0,81$;

k_M – коэффициент, учитывающий марку материала, $k_M = 1$;

k_n – коэффициент, учитывающий объем производства, $k_n = 1,09$.

Подставим все значения в формулу (2.4) и получим:

$$C_{3AG2} = 135 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1,09 = 131,11 \text{ (руб/кг)}$$

Стоимость заготовки, полученной литьем в кокиль:

$$C_{3AG1} = C_{ШГ} \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \quad (2.5)$$

где $C_{ШГ}$ – базовая стоимость 1 кг литых заготовок, $C_{ШГ} = 135$ руб;

k_T, k_C, k_B, k_M, k_n – коэффициенты, зависящие от класса точности, массы, группы сложности, марки материала и объема производства заготовок.

За базу принимается стоимость 1 кг отливок.

$k_T = 1,05$, $k_C = 1$; $k_B = 1,05$; $k_M = 5,94$; $k_n = 0,9$.

$$C_{3AG1} = 135 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 5,94 \cdot 0,9 = 795,68 \text{ (руб/кг)}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали по формуле (2.2):

для детали, заготовка которой получена литьем в кокиль под давлением:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot Q + C_{\text{мех}} \cdot (Q - q) - C_{\text{отх}} \cdot (Q - q)$$

$$C_T^2 = 131,11 \cdot 0,75285 + 103,15 \cdot (0,75285 - 0,73927) - 50 \cdot (0,75285 - 0,73927) = 99,438 \text{ (руб)}$$

для детали, заготовка которой получена литьем в кокиль:

$$C_T^1 = 795,68 \cdot 0,8 + 103,15 \cdot (0,8 - 0,73927) - 50 \cdot (0,8 - 0,73927) = 639,772 \text{ (руб)}$$

Совершенно очевидно, что выгоднее заготовка, полученная литьем в кокиль под давлением.

В дальнейших расчетах нам необходима будет только стоимость заготовки.

Стоимость заготовки определяется по формуле (2.6):

$$C_3 = C_{\text{заг}} \cdot Q - C_{\text{отх}} \cdot (Q - q) \quad (2.6)$$

Подставим известные значения и получим:

$$C_3 = 131,11 \cdot 0,75285 - 50 \cdot (0,75285 - 0,73927) = 98,027 \text{ (руб)}$$

Данную стоимость заготовки будем использовать в дальнейших расчетах.

2.2.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КРОНШТЕЙНА

Проектирование отливки осуществим по методике, изложенной в [2].

Проектирование разделяется на следующие этапы:

На основании выбранного способа литья определяем класс точности размеров и масс, а так же ряд припусков. Для данного способа получения заготовки интервал классов точности размеров от 3 до 7т и масс от 1 до 7 класса. Степень коробления элементов отливки от 2 до 5, степень точности поверхностей отливки от 3 до 7, шероховатость поверхностей отливки Ra3,2...8,0.

Принимаем 3-й класс точности размеров, 2-й степени коробления, 3-й степени точности поверхностей, 7-й класс точности масс и 1-й ряд припусков. Шероховатость поверхности отливки – Ra 3,2.

Точность отливки 3-2-3-7 ГОСТ 26645-85

По соответствующему ряду припусков и по допускам на размер определяем сами припуски и заносим их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2. Припуски и допуски отливки

Размер, мм	Составляющие общего допуска на размер отливки, мм:			Припуск на сторону, мм	Размер с припуском, мм	Размер отливки с допуском, мм
	Допуск линейных размеров	Допуск формы и расположения поверхностей	Допуск неровностей поверхностей			
22 ± 0,105	0,2	0,16	0,08	0,6	22,6	22,6 ± 0,22
25 ± 0,105	0,2	0,16	0,08	0,6	25,6	25,6 ± 0,22
28 ± 0,2	0,18	0,16	0,08	0,6	28	28 ± 0,21
42 ± 0,2	0,2	0,16	0,08	0,6	42	42 ± 0,22

Неуказанные литейные радиусы – 0,5 мм. Неуказанные литейные уклоны 2°max. Неуказанные толщины стенок 5 мм, неуказанные толщины ребер 4 мм.

Определим коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{q}{Q} = \frac{0,73927}{0,75285} = 0,982$$

Коэффициент использования материала превышает нормативный по машиностроению в целом $K_M^{НОРМ} = 0,83...0,85$, что говорит о том, что точность заготовки принята верно.

Чертеж заготовки представлен на листе графической части бакалаврской работы.

2.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для того, чтобы разработать технологический маршрут изготовления детали в целом, вначале необходимо разработать технологические маршруты на ее отдельные элементарные поверхности. В них укажем вид, количество технологических переходов, порядок их выполнения.

Таблица 2.3. Маршрут обработки поверхностей

№ пов.	Шероховатость	Технические требования чертежа		Маршрут обработки поверхности
		детали	заготовки	
1	Rz40	$22 \pm 0,105$	$22,6 \pm 0,22$	Ф
2	Rz40	$28 \pm 0,2$	$28 \pm 0,21$	Ф
3	Rz40	$28 \pm 0,2$	$28 \pm 0,21$	Ф
4	Rz40	$42 \pm 0,2$	$42 \pm 0,22$	Ф
5	Ra3,2	$\varnothing 14 \pm 0,09$	$8,5 \pm 0,075$	С-З
7	Ra3,2	M12×1,75-6H	$8,5 \pm 0,075$	С-З-Рн
8, 11	Размеры, получаемые в отливке.			
9,10,12,13	Черновые базы под первую механическую обработку.			

Обозначения в таблице:

Ф – фрезерование; С – сверление; З – зенкерование; Рн – резбонарезание.

2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИПУСКОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ

2.4.1. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ

Произведем расчет припуска на $\varnothing 10,2^{+0,27}$ мм – размер отверстия под резьбу М12×1,75-6Н [6].

Точность обработки диаметра 13 квалитета вполне достижима обычным сверлением. Однако в чертеже заложено требование перпендикулярности отверстия к базовому торцу – пов. 1, не более 0,2 мм (см. рис.1.2). Поэтому вводим еще одну операцию – зенкерование отверстия.

Поэтому последовательность обработки включает в себя: сверление, зенкерование.

Для расчета необходимо найти следующие исходные данные:

Rz_{i-1} — шероховатость, полученная на каждом переходе;

T_{i-1} — глубина дефектного слоя на поверхности, полученная на каждом переходе;

ρ_{i-1} — суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности относительно технологических баз на предшествующем переходе;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе или операции.

Исходя из этих данных рассчитываем минимальный припуск на каждый переход [13]:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left[Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (2.7)$$

В данном случае деталь базируется на отверстия и перпендикулярную к ним поверхность. Поэтому суммарное пространственное отклонение складывается из величины коробления обрабатываемой поверхности и погрешности расположения базовых отверстий относительно той же обрабатываемой поверхности.

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (2.8)$$

где $\rho_{кор}$ – коробление обрабатываемой поверхности, мкм;

$$\rho_{кор} = \Delta_K \cdot L = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ мкм} \quad (2.9)$$

где Δ_K – удельная кривизна заготовки, мкм/мм, $\Delta_K = 0,7$ мкм/мм;

L – длина технологической базы заготовки на первой операции, мм, $L = 25$ мм.

Погрешность расположения базовых отверстий в данном случае обусловлено неточностью расположения осей базовых отверстий к наружной поверхности и регламентируется допуском на размер от обрабатываемой поверхности до оси базовых отверстий:

$$\rho_{см} = \delta = 600 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} = \sqrt{17,5^2 + 600^2} = 600,25 \text{ мкм}$$

Остаточное пространственное отклонение определим по эмпирической формуле:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho \quad (2.10)$$

где k_y – коэффициент уточнения формы.

После предварительного сверления $k_y = 0,04$

$$\rho_{ост.предв} = 0,04 \cdot 600,25 = 24 \text{ мкм}$$

Погрешность установки заготовки определяем по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2} \quad (2.11)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования, мкм;

$\varepsilon_з$ – погрешность закрепления, мкм;

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность положения заготовки в приспособлении, мкм.

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет перекоса заготовки в горизонтальной плоскости в результате наличия зазоров между отверстиями и установочными пальцами.

Наибольший зазор:

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min} = 0,2 + 0,01 + 0,01 = 0,22 \text{ мм}$$

где δ_A – допуск на отверстие $\varnothing 12,5\text{мм}$, $\delta_A = 0,2\text{ мм}$;

δ_B – допуск на диаметр пальца, $\delta_B = 0,01\text{ мм}$;

$S_{\min}$ – минимальный зазор между пальцем и отверстием, $S_{\min} = 0,01\text{ мм}$.

Наибольший угол поворота заготовки на пальцах

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{L} = \frac{0,22}{154} = 0,001429$$

Погрешность базирования на длине обрабатываемого отверстия

$$\varepsilon_{\theta} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 23 \cdot 0,001429 = 0,033\text{ мм} = 33\text{ мкм}$$

Погрешность закрепления заготовки равна 0, $\varepsilon_3 = 0\text{ мкм}$.

Погрешность положения заготовки в приспособлении $\varepsilon_{\text{пр}}$ принимаем равным 10 мкм $\varepsilon_{\text{пр}} = 10\text{ мкм}$.

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} = \sqrt{33^2 + 10^2} = 34,48\text{ мкм}$$

Результаты расчетов заносим в расчетную карту.

Расчетный максимальный диаметр:

$$d_{\text{расч.}i-1}^{\max} = d_{\text{расч.}i}^{\max} - 2 \cdot Z_{\min i}, \text{ мм} \quad (2.12)$$

Аналогично вычисляем для других переходов и заносим в таблицу 2.4.

Предельно-округленные размеры:

$$d_{\max i} = d_{\text{расч.}i}^{\max}, \text{ мм (округленное значение)}$$

$$d_{\min.i-1} = d_{\max.i-1} - Td_{i-1}, \text{ мм} \quad (2.13)$$

Предельные припуски:

$$2Z_{\min.i} = d_{\min.i} - d_{\max.i-1}, \text{ мм} \quad (2.14)$$

Аналогично вычисляем для других переходов и заносим в таблицу 2.4.

$$2Z_{\max.i} = d_{\max.i} - d_{\min.i-1}, \text{ мм} \quad (2.15)$$

Таблица 2.4. Расчет припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам и операциям

Технологические операции и переходы при обработке	Элементы припуска, мкм				Допуск, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz_i	T_i	ρ	ε_{yi}		наименьший	наибольший	наименьший	наибольший
Кронштейн, отверстие Ø10,2 ^{+0,27} мм									
Отливка	40	100	-	-	220	8,16	8,38	-	-
Сверление	40	70	600,25	34,48	270	9,592	9,862	1482	1702
Зенкерование	40	25	24	34,48	270	10,2	10,47	304,02	573,02
Сумма:								1786	2275

2.5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА

2.5.1. РАЗРАБОТКА СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ

Целевое назначение черновых баз – подготовка технологических баз для последующих операций механической обработки, обеспечения правильного взаимного расположения обработанных и необработанных поверхностей детали.

При выборе технологических баз руководствуемся следующими принципами:

1. Соблюдать принцип совмещения технологических и конструкторских баз. В противном случае возникают погрешности базирования и необходимость ужесточения допусков.

2. Соблюдать возможность постоянства базы на всех операциях обработки.

3. Обеспечивать хорошую устойчивость заготовки на опорах станочного приспособления.

Целевое назначение технологических баз на промежуточных операциях – подготовка технологической базы для завершающей операции механической обработки.

В заготовке заложены черновые технологические базы – плоскости, пов. 12, 13. На 1 операции базирование производим по этим плоскостям и обрабатываем технологические базы на последующую операцию, они же вспомогательные конструкторские базы в детали, это пов. 2, 3, 4 – привалочные плоскости. Сетка крепежных отверстий пролита на заготовительной операции довольно точно, и их допустимо использовать как технологическую базу, поэтому ее не обрабатываем.

На 2 операции базируемся на установочные пальцы в отверстия пов. 9, 10 и плоскости 3, 4, 5. Обрабатываем основные конструкторские базы,

плоскость под наклоном 1, крепежные резьбовые отверстия 5, 6, 7, расположенные под наклоном (рис. 1.2.).

Реализация баз на 2 операции осуществляется с помощью срезанного пальца и цилиндрического пальца и жестких опор.

Схемы базирования детали на промежуточных операциях представлены на чертежах наладок, графической части работы.

При разработке теоретических схем базирования используем основные правила теории базирования.

- 1) правило шести точек;
- 2) правило единства баз;
- 3) правило постоянства баз.

Теоретические схемы базирования на операциях механической обработки представлены на чертеже плана обработки графической части работы.

Изображение опорных точек соответствует правилам ГОСТ 21495-76[7].

2.5.2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ

На основании маршрута обработки поверхностей, представленного в таблице 2.3 путем группировки сходных по методу обработки, точности, шероховатости и технологическим возможностям станков формируем операции механической обработки поверхностей.

Цель данного этапа – формирование техпроцесса, определение маршрута механической обработки детали, выбор технологического оборудования, назначение технических требований к технологическим операциям.

Формирование технологического маршрута обработки детали производим согласно базовому варианту техпроцесса, так как он является оптимальным для заданной точности детали.

Исходя из указанного принципа производства принимаем принцип формирования маршрута: концентрация операций.

При формировании маршрута обработки детали пользуемся рекомендациями [8, 9]:

1) Содержание операций планируем по принципу концентрации технологических переходов, что позволяет повысить точность и производительность обработки;

2) Чистовую и отделочную обработку конструкторских баз и исполнительных поверхностей выполняем на завершающей операции;

3) При выборе технологического оборудования отдаем предпочтение обрабатывающим центрам, оснащенным магазином режущих инструментов;

4) Станочные установочно-зажимные приспособления должны быть быстродействующими с механизированным зажимным приводом.

5) Сформированный технологический маршрут сводим в таблицу 2.5.

На основе технологического маршрута разрабатывается план обработки, показывающий в графической форме последовательность обработки детали по операциям.

2.5.3. ПЛАН ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

План обработки приведен на листе графической части.

На плане обработки приводятся теоретические схемы базирования, нумеруются обрабатываемые и базовые поверхности и оси. Проставлены все выполняемые операционные размеры с их обозначениями. Записаны все технические требования, выполняемые при обработке. Допуски на операционные размеры, отклонения формы и расположения поверхностей назначены согласно базовому варианту техпроцесса. Допуски на размеры на заготовительной операции (литье в кокиль под давлением) назначены по ГОСТ 26645-85, допуски соответствуют третьему классу точности размеров отливок [2].

Указана шероховатость обрабатываемых поверхностей согласно разрабатываемому техпроцессу.

Таблица 2.5. Технологический маршрут обработки кронштейна

№ операции	Название	Номера обрабатываемых поверхностей	Квалитет, IT	Шероховатость, Ra
10 Фрезерная с ЧПУ				
Поз. 1 Установить заготовку на 3 опоры с ориентацией по 2 пальцам и закрепить (пов.8,11,12,13)				
Поз. 2	Фрезерование	12,13	14	Rz40
20 Комбинированная с ЧПУ				
Поз. 1 Загрузка и закрепление заготовки				
Поз. 2	фрезерование	1	14	Rz40
Поз. 3	сверлить	7	14	Rz40
Поз. 4	зенкерование	5,6,7	12	Rz20
Поз. 5	резьбонарезание	7	6	2,5
030	Слесарная	Все обработанные	-	
040	Моечная	Все	-	-
050	Контрольная	-	-	-

2.5.4. ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

При выборе оборудования необходимо учитывать целый ряд показателей:

- производительность;
- стоимость;
- уровень автоматизации и механизации.

Показатели, зависящие от технологической последовательности и содержания операций:

- точностные и качественные характеристики изготавливаемого изделия;
- расход материалов;
- универсальность или переналаживаемость оборудования;
- компоновка и габариты;
- безопасность;
- показатели вредности (уровень шума, вибрации, загрязнение окружающей среды).

Кроме того, необходимо учитывать комплектность и гарантируемую долговечность, а также многое другое.

Первые два показателя являются приоритетными.

При нашей программе выпуска 100 000 шт/год выбор однозначно падает на высокопроизводительное оборудование. В условиях крупносерийного производства для изготовления корпусных деталей чаще всего используют высокоскоростные обрабатывающие центры с быстрой сменой инструментов, агрегатные станки, реже – автоматические линии. Оборудование, применяемое в базовом технологическом процессе не удовлетворяет этим требованиям.

Используемое приспособление является универсальным, с ручным зажимом, что не соответствует идеологии крупносерийного производства.

Применим высокоскоростной обрабатывающий центр фирмы HAAS, США, модель DM-1 [10]. Технические характеристики представлены в таблице 2.6.

Также оснастим выбранное оборудование системой смены паллет в связи с крупносерийным производством и необходимостью обеспечить максимальный такт выпуска (около 2 минут).

Таблица 2.6. Технические характеристики оборудования

Параметры рабочей зоны	
Размеры рабочей поверхности стола с Т-обр. пазами, мм	
длина	660
ширина.....	381
Количество Т-образных пазов.....	3
Ширина Т-образных пазов, мм.....	16
Расстояние между соседними Т-образными пазами, мм	125
Максимально допустимая нагрузка на стол (равномерно распределенная), кг	113
Параметры шпинделя	
Исполнение конуса шпинделя	ISO40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	15000
Максимальный крутящий момент (при n=1700 об/мин), Нм.....	62
Максимальная мощность на шпинделе, кВт	11,2
Способ передачи крутящего момента	Прямой
Смазка подшипников шпинделя	Воздушно-масляная
Охлаждение шпинделя.....	Воздушное
Максимальная частота вращения при резьбонарезании, об/мин.....	5000
Максимальный размер резьбы при нарезании метчиком (алюм.)	M12 x 1,75 мм

Параметры перемещений рабочих органов	
Величина рабочих перемещений по осям, мм	
по оси X	508
по оси Y	406
по оси Z	394
Максимальная величина рабочих подач, м/мин.....	30,5
Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин.....	61
Параметры инструментального магазина	
Исполнение инструментального магазина.....Бокового типа	
Тип устанавливаемых оправок	
CT40	
Количество инструментальных позиций в магазине.....	
18	
Максимальный диаметр устанавливаемого инструмента, мм	
при пустых соседних позициях	64
при занятых соседних позициях.....	51
Максимальная длина инструмента, мм.....	178
Максимальный вес устанавливаемого инструмента, кг.....	2,5
Время смены инструмента от стружки к стружке, сек	1,8
Параметры точности	
Точность позиционирования суппорта, мм.....	±0,0050
Повторяемость позиционирования суппорта, мм.....	±0,0025
Параметры устройства ЧПУ	
Тип устройства	
Haas	
Количество управляемых осей	
3 (4)	
Тип монитора для отображения информации	
LCD 15"	
Скорость обработки программ, блоков/сек	
до 1000	
Тип интерфейса (скорость передачи данных, Бод).....	
RS232 (115200)	
Тип интерфейса для подключения съемных носителей памяти.....	
USB	
Объем памяти для хранения программ, кБ	
1024	
Минимальная дискретность задаваемых значений, мм	
0,001	
Параметры управления УЧПУ	
• ISO программирование в G-кодах;	
• графическая 2D-визуализация;	
• 17 встроенных стандартных циклов обработки;	
• текстовый редактор управляющих программ;	
• круговой многофункциональный JOG-маховичок;	
• калькулятор для расчета режимов резания и геометрии;	
• мониторинг режущего инструмента по нагрузке и стойкости;	
• функция компенсации инструмента с возможностью учета износа;	
• метрическая и дюймовая система;	
• возможность продолжения программы с любого кадра;	
• автодиагностика станка;	
• 5 дополнительных M-функций для вспомогательного оборудования.	
Параметры подключения и установки	
Электропитание	
3 ф. 400В, 50 Гц	
Потребляемая электрическая мощность, кВА.....	
28	
Требования к сжатому воздуху рабочее давление в сети, бар.....	
6,9	
рабочий расход, л/мин	
113	
Габаритные размеры станка, мм	
длина	
2540	
ширина.....	
1727	
высота	
2616	

Особенности конструкции
• Полностью закрытое герметичное защитное ограждение.
• Серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента.
• Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих.
• ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой.
• Система автоматической смазки направляющих и ШВП.
Базовая комплектация
• Система подачи СОЖ с баком на 170 л.
• Ручной пневмопистолет для удаления стружки с детали.
• Автоматическая централизованная система смазки.
• Лампа индикации состояния станка.
• Электромеханический замок дверей ограждения рабочей зоны.
• Функция автоматического отключения станка.
• Комплект регулировочных опор.
MT Рабочий стол метрического исполнения
USB USB порт
RTAP Цикл прямого резьбонарезания
EPFDM Блок раннего обнаружения исчезновения электропитания
EXPACK Экспортная упаковка
INTRN Внутренний трансформатор (354–480 В)
CE Соответствие нормам безопасности CE
KEY Кнопочный выключатель для блокировки памяти для пульта управления



Рис. 2.3. Вертикально-фрезерный 4-х осевой обрабатывающий центр HAAS DM-1 с ЧПУ.

2.5.5. ВЫБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

В связи с крупносерийным производством детали на некоторых операциях, например, обработки ступенчатого отверстия предпочтение отдаем специальному инструменту. На остальных операциях – фрезерования и резьбонарезания определяем стандартные и нормализованные режущие инструменты.

На операции фрезерования выбираем стандартную торцевую фрезу $\varnothing 40$ с 3 сменными неперетачиваемыми пластинами.

Пластины выбираем по рекомендациям справочной литературы для обработки алюминиевого сплава. В базовом варианте технологического процесса имеем пластину TPCN1603 PPR-GH01.

Расшифруем кодовое обозначение пластины:

T – треугольная форма пластины, оптимальная для применяемой обработки торцовым фрезерованием,

P – задний угол $\alpha = 11^\circ$, оптимальный для обработки алюминия,

C – высокая точность пластины – оптимально для заданной точности обработки по чертежу детали,

N – тип пластины цельная без центрального отверстия, оптимально для выбора высокой производительности при обработке, повышенная прочность пластины,

16 – диаметр вписанной окружности в треугольную форму пластины, оптимально для размера обрабатываемой поверхности и типоразмера фрезы,

03 – высота пластины 3,18 мм, оптимально для размера обрабатываемой поверхности и режимов обработки материала.

P – угол в плане, 90° ,

P – вспомогательный задний угол, $\alpha=11^\circ$,

R – исполнение пластины, правое, вращение фрезы по часовой стрелке

G – стружколом

H01 – твердый сплав без покрытия ф. Sandvik Coromant [11], ближайший отечественный аналог ВК6ОМ.

Проанализировав инструмент, применяемый в базовом технологическом процессе сделаем вывод, что геометрия, типоразмер, материал режущей части фрезы и пластин выбраны в целом правильно, оптимально для заданной производительности обработки.

Метчик, применяемый на операции резьбонарезания отверстия M12x1,75 имеет винтовые, полированные канавки для исключения адгезии и лучшего отвода стружки из зоны резания. Материал метчика – быстрорежущая сталь P6M5 с покрытием TiN.

Проанализировав режимы резания базового технологического процесса, были выявлены лимитирующие переходы. Это сверление/зенкерование 2 ступенчатых отверстий под резьбу, пов. 5,6,7. На данном переходе используется специальный комбинированный инструмент ступенчатый сверло/зенкер Ø10,3/14 из быстрорежущей стали P6M5.

Для увеличения производительности спроектируем новый комбинированный инструмент, на основе современных исследований в проектировании режущего инструмента из твердого сплава с износостойким покрытием [12].

2.5.6. ВЫБОР СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В действующем производстве для зажима заготовки используются двухместные приспособления с ручным зажимом на обеих операциях. Схему базирования и закрепления оставляем без изменений. В ходе проектирования приспособления в качестве зажимных механизмов применим быстродействующие эксцентриковые зажимы для увеличения производительности операции.

2.5.7. ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Контроль линейных размеров будем производить с помощью калибров, резьбовых – резьбовой пробкой. Выбираем точность применяемых измерительных приборов и инструментов в 3 раза выше измеряемого размера или параметра.

Выбранный инструмент представлен в таблице 2.7 и, подробно, в маршрутной и операционной карте приложения.

Таблица 2.7. Инструмент, оснастка и средства измерения

№ оп.	Наименование операции	Режущий инструмент	Измерительный инструмент	Оснастка
10	Фрезерная с ЧПУ	1. Фреза торцевая Ø40 с механическим креплением СНП z=3, 2. Пластина металлорежущая TPCN1603 PPR-GH-01 3 шт. 3. Шабер	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, калибр для размера 28±0,2, калибр для размера 42±0,2.	Специальное приспособление
20	Комбинированная с ЧПУ	1. Фреза торцевая Ø40 с механическим креплением СНП z=3, 2. Пластина металлорежущая TPCN1603 PPR-GH-01 3 шт. 3. Сверло/зенкер комбинированный Ø10,3/14 спец. 4. Метчик M12x1,75-6H P6M5 с покрытием. 3. Шабер	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, калибр-пробка резьбовая M12x1,75-6H, калибр для размера 32±0,2, калибр для размера 8,7+/-0,4, 144,2, 48,2, калибр для контроля перпендикулярности 0,2.	Специальное приспособление
30	Моечная	-	-	-
40	Контрольная	-	Штангенциркули, нутромеры, резьбовые пробки-калибры	Специальное контрольное приспособление

2.6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Цель раздела – разработка технологической документации на изменяющиеся операции техпроцесса.

2.6.1. СТРУКТУРА ОПЕРАЦИЙ. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДОВ.

Последовательность переходов операций проектируемого техпроцесса принимаем аналогичную базовому техпроцессу, последовательность переходов которого является рациональной и оптимальной для данной детали в указанных условиях.

Однако в проектируемом технологическом процессе используем вместо горизонтального (в базовом варианте), вертикальный обрабатывающий центр. И если в базовом техпроцессе, 4 ось реализовывалась через поворот стола, то в проектируемом реализации происходит за счет поворота инструментального шпинделя.

2.6.2. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

В связи с тем, что мы полностью заменяем применяемое оборудование, рассчитаем режимы резания для всех операций технологического процесса, а именно 10, 20 проектируемого технологического процесса.

В технологическом процессе мы имеем несколько типов технологических переходов, расчет режимов резания проведем по следующей методике[9]:

Для сверления-зенкерования

Выбираем подачу на оборот S_o , мм/об

Скорость резания, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} \cdot K_v; \quad (2.16)$$

где C_v, q, m, y – коэффициент и показатели степени, определяемые условиями обработки

T – стойкость сверла, мин

K_v – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}; \quad (2.17)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал, $K_{mv} = 0,8$ (для алюминиевых сплавов) [9],

K_{lv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{lv} – коэффициент, учитывающий длину сверления,

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

Для фрезерования

Выбираем по [9] подачу на зуб фрезы, S_z , мм/зуб,

тогда на оборот фрезы с n зубьями

$$S_o = S_z \cdot n, \text{ мм/об}$$

Скорость резания (окружная скорость фрезы)

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \cdot K_v; \quad (2.18)$$

где C_v, q, m, x, y, u, p – коэффициент и показатели степени, определяемые условиями обработки

B – ширина фрезерования, мм

Z – количество зубьев фрезы,

T – стойкость фрезы, мин

K_v – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}; \quad (2.19)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал, $K_{mv} = 0,8$ (для алюминиевых сплавов) [9],

K_{lv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об / мин}$$

Для резьбонарезания

При нарезании резьбы следуем следующей методике.

Подача на оборот S_0 мм/об – равна шагу резьбы.

Скорость резания, при резьбонарезании метчиками:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} \cdot K_v; \quad (2.20)$$

где C_v, q, m, y – коэффициент и показатели степени, определяемые условиями обработки

T – стойкость метчика,

K_v – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Tv} \cdot K_{uv}; \quad (2.21)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал, $K_{mv} = 0,8$ (для алюминиевых сплавов) [9],

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{Tv} – коэффициент, учитывающий класс точности резьбы,

Расчет основного машинного времени обработки T_0 в мин,

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S_0 \cdot n}; \quad (2.22)$$

где L_{PX} – расчетная длина обработки, мм,

i – число рабочих ходов режущего инструмента;

n – частота вращения шпинделя станка, об/мин;

S – подача режущего инструмента, мм/об.

Частота вращения шпинделя станка определяется как:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (2.23)$$

Для произведения расчетов будем использовать пакет MS Excel. Результаты расчетов сведем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8. Режимы резания на операции технологического процесса

№	Наименование	S ₀ , мм/об	n, об/мин	T ₀ , мин
Базовый техпроцесс				
10 Фрезерная с ЧПУ				
1	Фрезеровать пов. 2,3,4	0,3	2000	0,125
Итого:				0,125
20 Комбинированная с ЧПУ				
1	фрезеровать пов. 1	0,5	1000	0,12
	Сверлить/Зенкеровать пов. 5,6,7	0,26	2000	0,055
	Резьбонарезание пов. 7	1,75	100	0,251
Итого:				0,426
Проектируемый техпроцесс				
10 Фрезерная с ЧПУ				
1	Фрезеровать пов. 2,3,4	0,84	2296	0,039
Итого:				0,039
20 Комбинированная с ЧПУ				
1	фрезеровать пов. 1	0,84	2296	0,031
	Сверлить/Зенкеровать пов. 5,6,7	0,26	2000	0,055
	Резьбонарезание пов. 7	1,75	100	0,251
Итого:				0,337

2.6.3. РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ

Расчет технических норм времени произведем на все операции.

Штучное время в условиях серийного производства определяется по формуле:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт} \quad (2.23)$$

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{OB} + T_{OT} \quad (2.24)$$

Где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин; n – количество деталей в настроечной партии, шт.; T_0 – основное время, мин; T_B – вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время вычисляется по следующей формуле:

$$T_B = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} \quad (2.25)$$

T_{yc} – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{зо}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{УП}$ – время на приемы управления, мин;

$T_{ИЗ}$ – время на измерение детали, мин;

$T_{ОБ}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

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

В серийном производстве, $T_{ОБ}$ и $T_{ОТ}$ по отдельности не определяются. По нормативам время определяется как процент от оперативного времени и составляет 5 %.

Время на приемы управления $T_{УП}$ складывается, для токарных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров с ЧПУ из $T_{ВКЛ}+T_{РЕВ}+T_{БОП}$ – времени на включение и выключение на смену инструмента в revolverной головке и быстрый подвод и отвод инструмента.

Таким образом вспомогательное время для сверлильно-фрезерно-расточных операций на станках с ЧПУ равно:

$$T_B = T_{УС} + T_{ЗО} + T_{ВКЛ} + T_{РЕВ} + T_{БОП} + T_{ИЗ}$$

Нормы времени на операции сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9. Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ операции	T_0	T_B					T_{TO}	T_{OP}	$T_{ШТ}$	$T_{ПЗ}$	n	$T_{ШК}$
		$T_{УС}$	$T_{ЗО}$	$T_{УП}$	$T_{СМ}$	$T_{ИЗ}$						
Базовый вариант												
10	0,125	0,50	0,02	0,01	0,00	0,16	0,82	0,04	0,86	120,00	300,00	1,26
20	0,426	0,50	0,02	0,01	1,10	0,16	2,22	0,11	2,33	120,00	300,00	2,73
Проектируемый вариант												
10	0,039	0,10*	0,02*	0,01		0,16	0,20	0,01	0,22	120,00	300,00	0,62
20	0,337	0,10*	0,02*	0,01	0,09	0,16	0,59	0,03	0,63	120,00	300,00	1,03

- В связи с тем, что применяемое оборудование оснащено системой смены паллет, это время не учитывается в расчете, так как данные переходы происходят параллельно при обработке другой детали.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В базовом технологическом процессе детали «кронштейн левой опоры подвески двигателя» на операции 010 «Фрезерная с ЧПУ» применяется двухместное приспособление с ручным винтовым зажимным механизмом. В условиях крупносерийного производства это неприемлемо из-за его низкой производительности. Поэтому подвергнем его модернизации. В связи с тем, что идеология технологического процесса не изменяется, то оставляем приспособление как в базовом варианте, однако изменяем тип зажима заготовки. Применим быстродействующие эксцентриковые зажимы.

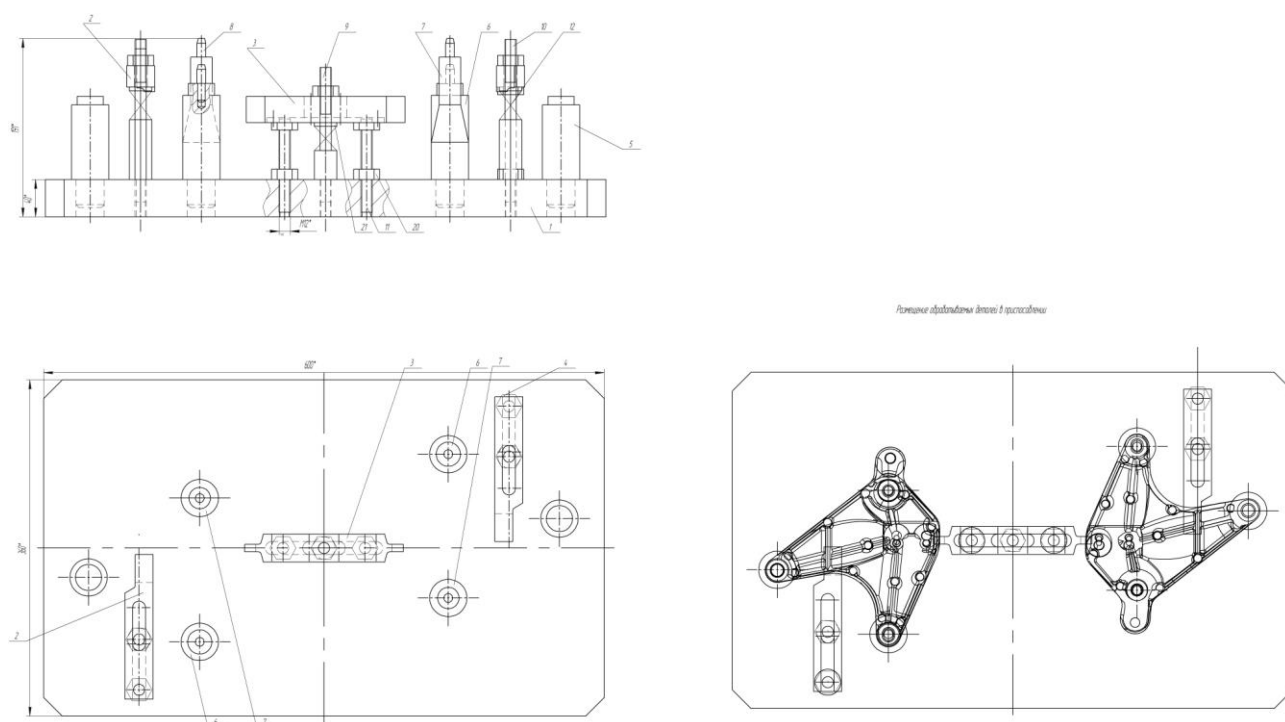


Рис. 3.1. Зажимное приспособление, применяемое в базовом технологическом процессе на 10-й операции.

Заготовки устанавливаются на 3 опоры (каждая) по бобышкам. Каждая заготовка ориентируется по 2 подпружиненным пальцам. Затем прижимаются

3-мя прихватами. При применении эксцентриковых механизмов, применим вместо 1 прихвата, осуществляющего прижим одновременно двух заготовок – 2 прихвата, оснащенных эксцентриковым механизмом. Применяемые эксцентриковые механизмы значительно сэкономят время на закрепление деталей.

Закрепление заготовки в приспособлении, расположенном на паллете происходит вне станка, во время обработки предыдущей детали.

Рассчитаем по заданным режимам резания (силам резания) и выбранной схеме установки усилие, которое необходимо приложить к эксцентриковому механизму.

Согласно формулы [13, стр. 124] необходимое усилие для зажима равно:

$$W = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2} \quad (3.1)$$

где k – коэффициент запаса

P – усилие резания, Н

f_1 и f_2 – коэффициенты трения в контактах с зажимным элементом и опорах, $f_1 = 0,15$; $f_2 = 0,25$

Коэффициент запаса [8]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.2)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса; $K_0 = 1,5$;

K_1 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента $K_1 = 1,4$;

K_2 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки; $K_2 = 1,2$;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании; $K_3 = 1,2$;

K_4 - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом, для ручных зажимов; $K_4 = 1,3$;

K_5 - коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма; $K_5 = 1,2$;

K_6 - коэффициент, учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью; $K_6 = 1,5$.

Тогда:

$$K = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 7,076$$

Рассмотрим фрезерование 3 бобышек.

Сила резания P_z равна:

$$P_z = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{\text{затуп}} \cdot K_{\text{тр}}, \quad (3.3)$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 825$;

t – глубина резания, $t = 0,6$ мм;

S_z - подача на зуб фрезы, $S_z = 0,28$ мм/зуб;

B – ширина фрезерования, $B = 25$ мм;

Z – число зубьев фрезы, $z = 3$;

D – диаметр фрезы, $D = 40$ мм;

n – число оборотов шпинделя, $n = 2296$ об/мин на 20 операции;

$k_{\text{затуп}}$ – коэффициент затупления режущего инструмента $k_{\text{затуп}} = 1,4$;

x, y, n, q, w – поправочные коэффициенты,

$x = 1$; $y = 0,75$; $n = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$;

$$P_z = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot 825 \cdot 0,6^1 \cdot 0,28^{0,75} \cdot 25^{1,1} \cdot 3 \cdot 1,4}{40^{1,3} \cdot 2296^{0,2}} = 121,346 \text{ Н}$$

Необходимая сила зажима равна (3.1):

$$W = \frac{7,076 \cdot 121,346}{0,15 + 0,25} = 2146,659 \text{ Н}$$

В чертеже заготовки оговорены 2 места, по которым следует зажимать ее в процессе обработки. Разделим необходимое усилие на 2, на каждый прихват.

Принимаем прихват с равными плечами, поэтому усилие эксцентрикового механизма равно усилию зажима.

Таким образом, необходимо обеспечить усилие зажима на каждой точке приложения:

$$W_1 = \frac{2146,659}{2} = 1073,33 \text{ Н}$$

Расчет эксцентрика сводится к определению эксцентриситета (хода кулачка), и вычисляется по формуле[13]:

$$e = \frac{S_1 + \delta + \frac{W}{j_1}}{1 - \cos \alpha_{\vartheta}} \quad (3.4)$$

где S_1 – зазор, обеспечивающий свободную установку заготовки в приспособлении, $S_1 = 0,2$ мм;

δ - допуск от технологической базы до места приложения прихвата, $\delta = 0,2$ мм;

j_1 – жесткость эксцентрикового механизма, обычно $j_1 = 20000$ Н/мм;

α_{ϑ} – угол поворота эксцентрикового механизма, $\alpha_{\vartheta} = 60^\circ$

Эксцентриситет равен:

$$e = \frac{0,2 + 0,2 + \frac{1073,33}{20000}}{1 - \cos 60^\circ} = 0,907$$

По ГОСТ 9061-68 [14] выбираем ближайший стандартный кулачок со следующими параметрами:

Наружный диаметр $D = 40$ мм

Эксцентриситет $A = 2$ мм

Ход кулачка $h = 1$ мм

Сила закрепления $P_3 = 3,8$ кН

Крутящий момент на рукоятке $M_{кр} = 15$ кН*мм

3.1.1. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособление базируется на столе станка.

Приспособление содержит плиту 3, на которой установлены опоры 6, 7, 8 для базирования и ориентации детали. Также на плите установлены шпильки 9, необходимые для работы прижимов 4, 5, установленных на шпильки и

зажимающих деталь за счет установленных на них эксцентриковых кулачков 1, которые в свою очередь давят на опоры 11, 12. Поддержание прижимов осуществляется с помощью пружин 13 и регулируется с помощью гаек 17.

Приспособление работает следующим образом.

Деталь устанавливается на приспособление по опорам 6,7,8, ориентируется по фиксаторам 14. Прижимы 4, 5 оператор вручную вводит в зону зажима детали. С помощью эксцентриковых кулачков 1 рукояткой оператор зажимает детали. Происходит обработка. После обработки детали, оператор освобождает деталь с помощью рукоятки эксцентриковых кулачков 1, выводит из мест зажима детали прижимы и снимает деталь.

Чертеж приспособления представлен на листе графической части бакалаврской работы.

3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕРЛА-ЗЕНКЕРА

Спроектируем сверло-зенкер для получения ступенчатого отверстия, заданного технологическими характеристиками чертежа детали.

Произведем расчет конструктивных параметров цельного ступенчатого сверла-зенкера, с цилиндрическим хвостовиком, предназначенного для обработки сквозного ступенчатого отверстия $\varnothing 10,2^{+0,27}$; $\varnothing 14 \pm 0,135$ в алюминиевом сплаве АК12М2. Материал инструмента – твердый сплав ВК6ОМ. Проектируемое сверло-зенкер выполняет отверстие под дальнейшее нарезание резьбы.

Расчет произведем по рекомендациям и методике, изложенной в [12].

Для начала определим геометрические параметры режущей части сверла.

Сверло $\varnothing 10,2$ мм, по ГОСТ 885-77 принимаем поле допуска h8 ($-0,027$).

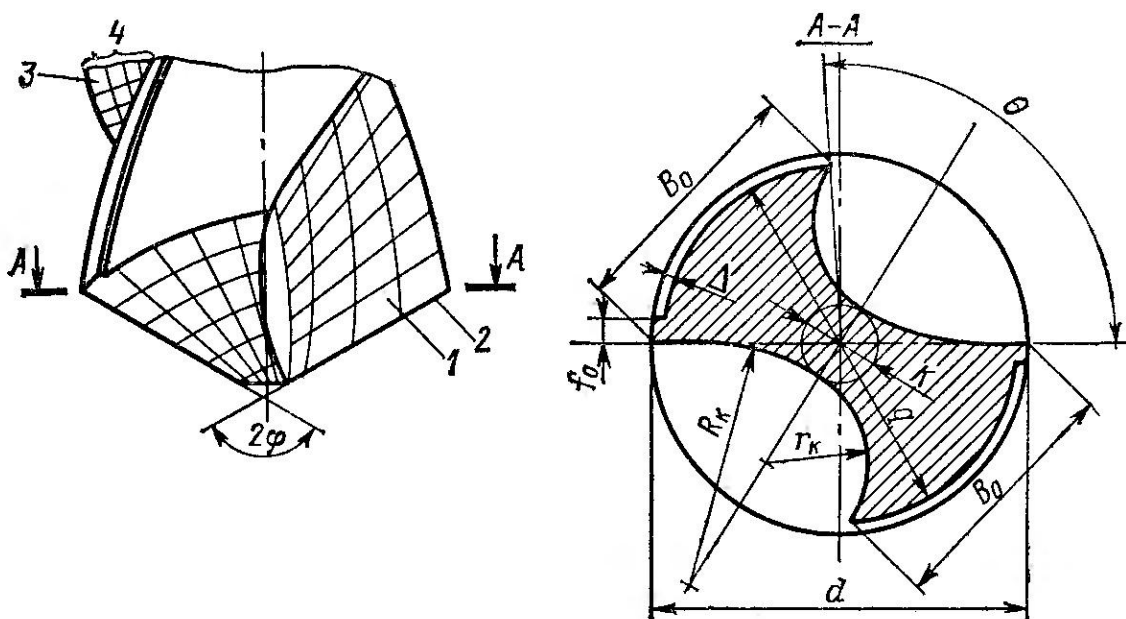


Рис 3.2. Профиль поперечного сечения сверла

Угол наклона канавок $\omega = 45^\circ$

Профиль сверла и диаметр сердцевин $k = 0,25 \times d = 0,25 \times 10,2 = 2,55$ мм

Высота ленточки $\Delta = 0,1$ мм

Диаметр спинки $q = d - 2 \times \Delta = 10,2 - 2 \times 0,1 = 10 \text{ мм}$

Задний угол $\alpha = 12^\circ$

$\Psi = 60^\circ$

Выбираем режущую часть с двойной заточкой $b = 2,5 \text{ мм}$

Геометрические параметры профиля стружечных канавок.

$R_k = 0,94 \times d = 0,94 \times 10,2 = 9,56$

$r_k = 0,196 \times d = 0,196 \times 10,2 = 2$

$\theta = 92^\circ$

Ширина пера $B = B_0 / \cos \omega$, где B_0 – ширина пера, измеренная в нормальном к оси сечении сверла. (выбираем конструктивно, графически).

Ширина ленточки $f_{0\max} = 0,45 \times \sqrt{d} = 1,43 \text{ мм}$, принимаем 1 мм

Допуск симметричности сердцевины $0,15 \text{ мм}$

Допуск осевого биения режущих кромок $0,06 \text{ мм}$

Радиальное биение $0,06 \text{ мм}$

Длина режущей части сверла, выбираем 35 мм .

Выбор основных параметров зенкера.

Тип стружечных канавок – прямые, $\omega = 0^\circ$

Профиль поперечного сечения – простой, рис. 3.3.

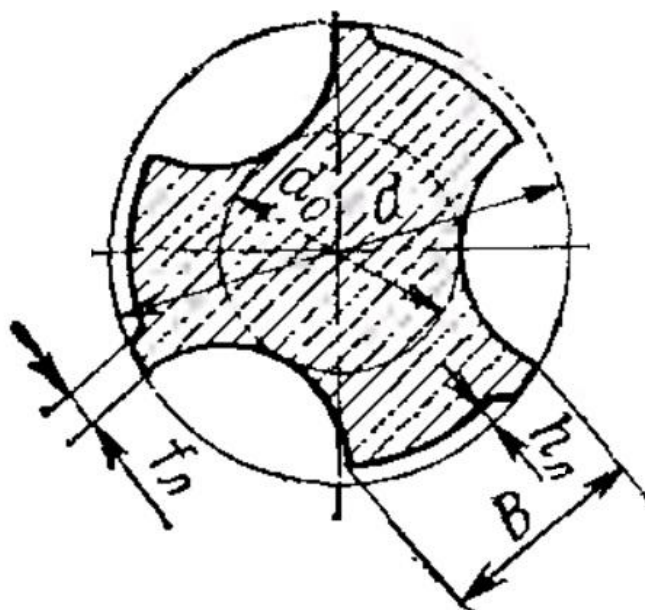


Рис 3.3. Профиль поперечного сечения зенкера

Диаметр сердцевины $d_0 = (0,35 \dots 0,5)d$

Для $\varnothing 14$ $d_{02} = 0,5 \times 14 = 7$ мм

Ширина лезвия $B = (0,4 \dots 0,48)d$

Для $\varnothing 14$ $B_2 = 0,4 \times 14 = 5,6$ мм

Высота ленточки $h_{л} = (0,02 \dots 0,04)d$

Для $\varnothing 14$ $h_{л2} = 0,04 \times 14 = 0,56$ мм

Ширина ленточки $f_{л} = 0,8 \dots 1,8$ мм, выбираем $f_{л} = 1$ мм

Отклонения наружного диаметра зенкера.

Выбираем допуск $h8$.

Обратная конусность $0,04 \dots 0,08$ на 100 мм, выбираем 0,04 мм

Шероховатость рабочих поверхностей передней и задней Rz 1,6 мкм, причем в связи с обработкой алюминиевого сплава, переднюю поверхность полировать.

Допуск осевого биения – 0,06 мм

Допуск радиального биения – 0,06 мм

Геометрические параметры режущей части.

Передний угол $\gamma_N = 25 \dots 30^\circ$, выбираем $\gamma_N = 30^\circ$

Угол в плане зависит от формы получаемого отверстия $\varphi = 60^\circ$, в связи с тем, что чертежом детали оговорена фаска 60° при переходе от $\varnothing 10,2$ к $\varnothing 14$ мм.

Задний угол $\alpha_N = 6 \dots 8^\circ$, выбираем $\alpha_N = 6^\circ$

Для определения длины режущей части, необходимо ввести некоторые параметры, а именно

Диаметр отверстия до обработки

Для $\varnothing 14$ $d_{отв2} = 10,2$ мм

Припуск на сторону $t = \frac{d - d_0}{2}$

Для $\varnothing 14$ $t_2 = \frac{14 - 10,2}{2} = 1,9$ мм

Запас $\Delta = (0,5 \dots 1)t$

Для $\varnothing 14 \Delta_2 = 1,9 \text{ мм}$

Длина режущей части (минимальная)

$$l_2^{14} = (9 + t) \cdot \text{ctg} \varphi = (9 + 1,9) \cdot \text{ctg} 60^\circ = 2,194 \text{ мм}$$

С учетом длины обрабатываемых отверстий, выбираем

$$l_2^{14} = 3 \text{ мм}$$

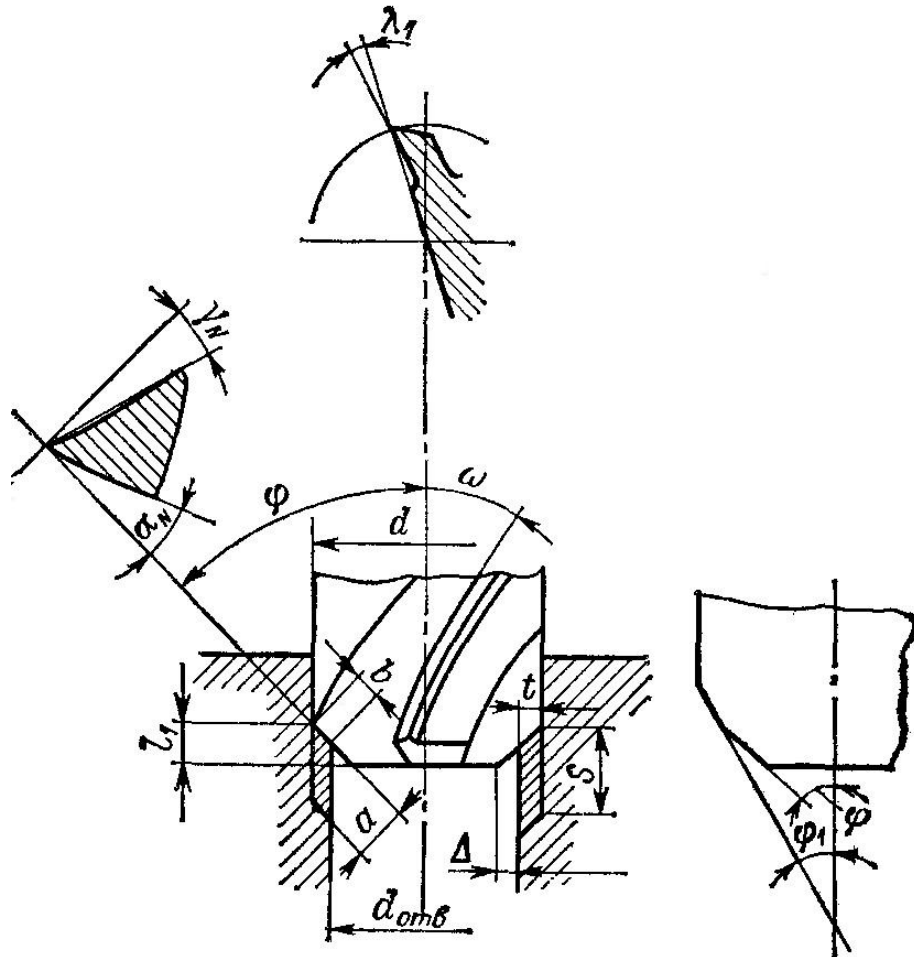


Рис 4.2. Геометрические параметры рабочей части зенкера

Длина хвостовой части зенкера – $L_{\text{хв}} = 60 \text{ мм}$

Хвостовик изготовлен из стали 40Х, метод крепления монолитной твердосплавной рабочей части – сварка трением.

Общая длина зенкера с учетом двух ступеней:

$$L = l_1^{10,2} + l_2^{14} + L_{\text{хв}} = 35 + 5 + 60 = 100 \text{ мм}$$

На листе графической части имеем чертеж спроектированного сверла-зенкера.

4. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

В графической части бакалаврской работы представлено 6 листов формата А1.

На чертеже детали и заготовки внесены следующие изменения по сравнению с чертежом, выполненным на ОАО «АВТОВАЗ»:

- заменены все ссылки на стандарты предприятия на ГОСТы;
- заменены условные обозначения мест выталкивателей на принятое по ЕСКД;
- заменены места первой механической обработки на принятые по ГОСТ;
- на чертеже заготовки, указаны допуски, рассчитанные при проектировании отливки;
- уточнена масса заготовки согласно математической модели.

Изменения внесены по причине использования чертежа детали в любом другом предприятии без необходимости изучения специальных стандартов предприятия, а при изготовлении детали использовать только открытые источники информации.

На чертеже плана обработки представлена последовательность обработки детали, проставлены необходимые размеры, теоретические схемы базирования, получаемые допуски, наименование и модель оборудования. Обрабатываемые поверхности указаны красными линиями.

На чертеже наладки указаны – схема базирования и закрепления детали в приспособлении, обрабатываемый инструмент, обрабатываемые размеры с достигаемой точностью, наименование операции, модель оборудования, режимы резания и трудоемкость.

Также в графической части представлены чертежи спроектированного зажимного приспособления и рассчитанного сверла-зенкера.

Все чертежи выполнены в ПО Компас График.

5. ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

В данном разделе бакалаврской работы рассматриваются вопросы организации охраны труда на производственном участке по изготовлению кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta.

5.1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

Таблица 5.1. Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta	10 Фрезерная с ЧПУ	Оператор станков с ЧПУ 4 разряда	Обрабатывающий центр с ЧПУ фирмы HAAS, США, модель DM-1, Приспособление зажимное специальное, фреза торцевая Ø40 с механическим креплением СНП z=3, шабер, Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, калибр для размера 28±0,2, калибр для размера 42±0,2.	СОЖ – ВЕЛС-1 5%, алюминиевая стружка АК12М2 ГОСТ 1583-93, обтирочная ветошь
		20 Комбинированная с ЧПУ	Оператор станков с ЧПУ 5 разряда	Обрабатывающий центр с ЧПУ фирмы HAAS, США, модель DM-1, Приспособление зажимное специальное, фреза торцевая Ø40 с механическим креплением СНП z=3, Пластина металлорежущая TRCN1603 PPR-GH-01 3 шт, сверло/зенкер комбинированный Ø10,3/14 спец., Метчик M12x1,75-6H P6M5 с покрытием, шабер, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, калибр-пробка резьбовая M12x1,75-6H, калибр для размера 32±0,2, калибр для размера 8,7+/-0,4, 144,2, 48,2, калибр для контроля	

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
				перпендикулярности 0,2.	
		30 Моечная	Оператор моечной установки 4 разряда	Камерная моечная машина, сетчатый контейнер	Перегретая вода
		40 Контрольная	Контроллер 4 разряда	Специальное контрольное приспособление Штангенциркули, нутромеры, резьбовые пробки-калибры	Спирт для протирки средств измерений

5.2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНЕЧНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Таблица 5.2. Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	10 Фрезерная с ЧПУ. Фрезерование поверхностей детали. 20 Комбинированная с ЧПУ Фрезерование поверхностей детали, сверление отверстий, нарезание резьбы	Движущиеся машины и механизмы	Металлорежущее оборудование - обрабатывающий центр с системой смены паллет Межоперационный транспорт – электропогрузчик.
		Подвижные части производственного оборудования	
		Повышенные уровни шума, вибрации	
		Повышенные значения напряжения в электрической цепи	
		Повышенная или пониженная температура в помещении	Производственный корпус. Неэффективные системы вентиляции, кондиционирования и отопления в корпусе
		Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны	Производственный корпус. Неэффективное общее и местное освещение. Недостаточное количество светоаэрационных фонарей и их загрязненность, редкая периодичность очистки.
		Острые кромки, заусенцы и шероховатость заготовок, инструментов и оборудования	Заготовки, поступающие на механический участок, оборудование, инструмент.
		Канцерогенные вредные вещества	СОЖ при металлообработке, раствор моечной машины.

5.3. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ.

Таблица 5.3. Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Все движущиеся и вращающиеся части станка, механизмов ограждаются, окрашиваются в сигнальный желтый цвет, траектория движения производственного транспорта обозначается разметкой и ограждается отбойниками.	-
2	Подвижные части производственного оборудования		-
3	Повышенные уровни шума, вибрации	Шум и вибрация поддерживаются в пределах нормы с помощью использования в станках (в местах источников шума) прокладочных материалов, а также с помощью виброгашения при жестком креплении оборудования и применении вибропоглощающих материалов.	Ботинки кожаные с защитным подноском с толстой подошвой
4	Повышенные значения напряжения в электрической цепи	отключение установки (части установки) от источника питания в конце рабочей смены; заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлителей, включение заземляющих ножей); ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние.	П.3
5	Повышенная или пониженная температура в помещении	Санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной трудовой деятельности работающих, обеспечиваются системами отопления, вентиляции и освещения.	-
6	Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны	Производственное освещение необходимо для улучшения условий зрительной работы, снижения утомляемости, повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции. Освещение на участке применяется естественное и искусственное. В дневное время естественное освещение осуществляется через окна (верхние и боковые), а в вечернее время – искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, в некоторых местах (на токарных операциях) комбинированное.	-
7	Острые кромки, заусенцы и шероховатость заготовок, инструментов и оборудования	Для предупреждения травматизма глаз применяются смотровые защитные экраны, изготовленные из прозрачного материала; Для предупреждения вылета детали или инструмент применяются зажимные приспособления	Для оператора с ЧПУ: Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и управления механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; Фартук для защиты от общих производственных загрязнений и

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
			механических воздействий с нагрудником; Ботинки кожаные с защитным подноском; Нарукавники; Перчатки с полимерным покрытием; Перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием; Очки защитные; Каска защитная; Подшлемник под каску.
8	Канцерогенные вредные вещества	Использование СИЗ (защитных очков, респираторов, химстойких перчаток, костюмов) , смотровых экранов, систем дистанционного видеонаблюдения опасных, рабочих зон,	Для оператора с ЧПУ см. п. 7. Для оператора моечной установки: Сапоги резиновые с защитным подноском 1 пара Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием Перчатки резиновые или из полимерных материалов Перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием Очки защитные или щиток защитный Наушники противошумные или вкладыши противошумные Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий

5.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА
(ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И УТИЛИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ).

Таблица 5.4. Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок для механической обработки кронштейна	Обрабатываю- щий центр с ЧПУ фирмы HAAS, США, модель DM-1 Камерная моечная машина	пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);	1) пламя и искры; 2) тепловой поток; 3) повышенная температура окружающей среды; 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; 5) пониженная концентрация кислорода;	образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования и хранящейся продукции и материалов; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.
			пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	6) снижение видимости в дыму (задымленных пространствен- ных зонах).	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования

Таблица 5.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Пожарный щит, включающий в себя: песок, асбестовая кошма или полотно, Ведро, инструмент, огнетушитель пенный (для тушения на участке), порошковый (для тушения электроустановок)	Огнетушитель ОВМ-100, Огнетушитель ОУ-8	пожарные краны; сплинкерная система пожаротушения с тепловыми легкоплавкими датчиками	сплинкерная система пожаротушения, АУПС – автоматическая система пожарной сигнализации – Гранит – 4. Дымовые и тепловые пожарные извещатели на участке.	Огнетушитель ОВМ-100, Огнетушитель ОУ-8, пожарный рукав	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения – очки, респиратор, противогаз.	Лопата, багор, ведро, топор	Локальная система оповещения, сирена, автоматическое оповещение ближайшей пожарной части о пожаре в системе ЕДДС – единой дежурно-диспетчерской службы

Таблица 5.6. Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta	контроль за производством огневых и покрасочных работ	На месте проведения работ должны присутствовать первичные средства пожаротушения – огнетушитель, кошма, ведро с водой. Работы проводить после оформления наряда-допуска на огневые работы.
	контроль за режимом курения	На производстве оборудовать изолированное, закрытое помещение для курения с принудительной вытяжкой и первичными средствами пожаротушения – огнетушителями.
	контроль за средствами пожаротушения (проверка и замена огнетушителей)	Периодическая проверка средств пожаротушения, регламентированная замена по срокам поверки огнетушителей, перемотка пожарных рукавов.
	контроль за уборкой масла и мусора	Указать в технологической документации периодичность и метод уборки рабочего места в конце смены.
	контроль за расстановкой тары в соответствии с планировкой	Нанести разметку на полу мест установки тары в соответствии с планировочным решением.
	проведение противопожарного инструктажа	Проводить инструктажи: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой в зависимости от причины. Производить анализ производственного травматизма на производстве с целью устранения или снижения его в дальнейшем; контролировать ход проведения инструктажа на производстве, соблюдать культуру производства.

5.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.

Таблица 5.7. Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
--	---	--	--	--

Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta	Масло, СОЖ, масляный туман в зоне обработки	Появления пыли, диоксида серы. Соединения хлора, азота разрушают озоновый слой.	При выбросе отработанной воды происходит загрязнение гидросферы	-
	Стружка, пыль,		В зонах свалок и сброса сточных вод происходит загрязнения почвы и грунтовых вод.	Захоронение бытовых отходов является причиной нарушения верхних слоев земной коры. Почвенный покров сильно загрязняется в зонах рассеивания вредных выбросов в атмосферу.
	Ветошь Необходимость утилизации ртутных ламп местного освещения			

Таблица 5.8. Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Участок для механической обработки кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу очищается фильтрами для того, чтобы в атмосферном воздухе населенных пунктов не было вредных веществ, превышающих санитарные нормы, а в воздухе, поступающем внутрь производственных помещений, концентрации не превышали величины $0,3q_{\text{пдж}}$ для рабочей зоны этих помещений.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	На производстве имеется ЛОС – локальное очистное сооружение, предусматривающее предварительную очистку технологических жидкостей до ее утилизации на региональные очистные сооружения. В составе очистных сооружений предусматриваются решетки или решетки - дробилки, песколовки и песковые площадки, усреднители, флотационные установки, отстойники, илоуплотнители, биологические фильтры. На участке механической обработки применяется маслянная и эмульсионная СОЖ. В составе СОЖ присутствуют мелкая металлическая стружка, литевой шлам. Решетки имеют прозоры 16 мм. Механизированная очистка решеток от отходов предусматривается при количестве отходов $0,1 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Применяются горизонтальные песколовки производительностью свыше $10000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Флотационные установки применяют для очистки СОЖ и эмульсий, веществ, содержащих нефтепродукты. Однако следует отметить, что цикл работы СОЖ на нашем предприятии замкнут, т.е. сначала СОЖ подается для работы, затем, циркулируя через очистные сооружения и холодильник, идет назад в работу. Только после признания СОЖ непригодной она отправляется в сточные воды, затем в региональные очистные сооружения, где разлагается на составляющие. Очищенная вода сбрасывается назад в водоем. Оставшиеся масляные компоненты СОЖ используются в мелких неотвественных смазочных работах.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отходы металла, стружка и бракованные изделия направляются на повторную переплавку. Бумажная упаковка подвергается повторной переработке, направляется на участки сбора макулатуры. Использованное масло, оставшиеся масляные компоненты СОЖ используются в мелких неотвественных смазочных работах, как уже сказано выше. Только при признании материалов непригодными к дальнейшему использованию их направляют на близлежащие свалки и полигоны для захоронения

5.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия, представленные в таблице 5.1.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы наиболее существенные, которые представлены в таблице 5.2.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а также подобраны средства индивидуальной защиты для работников, указанных в таблице 5.3..

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (Таблица 5.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.6).

Идентифицированы экологические факторы (таблица 5.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8).

Таким образом, с точки зрения безопасности и экологичности, работу следует считать удовлетворяющим необходимым правилам и стандартам.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемой техники и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

Базовый вариант: для выполнения двух операций технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta 10 и 20, применяется обрабатывающий центр с ЧПУ, модель ИС500ПМФ4-1. Инструмент фирмы Sandvik Coromant выбран согласно имеющимся данным по базовому варианту. А именно на операции 10 – фреза торцевая $\varnothing 40$ с механическим креплением пластин из твердого сплава Н01, $z = 3$; на операции 20 – фреза торцевая $\varnothing 40$ с механическим креплением пластин из твердого сплава Н01, $z = 3$; сверло-зенкер комбинированное $\varnothing 14/10,2$ мм из твердого сплава ВК6ОМ и метчик $M12 \times 1,75$, Р6М5 с покрытием TiN.

Проектный вариант: на операциях 10 и 20 предлагается заменить оборудование на вертикально-фрезерный 4-х осевой обрабатывающий центр НААС DM-1 с ЧПУ с системой смены паллет. Остальные, необходимые элементы технологического процесса остаются без изменения, речь идет об используемом инструменте.

Предлагаемые совершенствования позволят сократить трудоемкость выполнения сравниваемых операций с 1,26 мин до 0,62 мин на операции 10 и на операции 20 с 2,73 мин. до 1,03 мин., это данные по штучному времени. А по основному времени получены следующие результаты: операция 10 – с 0,125 мин. до 0,039 мин.; операция 20 – с 0,426 мин. до 0,337 мин.

Не смотря на существенное сокращение трудоемкости операции необходимо обосновать обоснованность предлагаемого технологического процесса, т.к. предлагаемое на замену оборудование импортного производства. Для этого, применяя специальную методику [16], определяем

капитальные вложения ($K_{ВВ.ПР}$) в осуществление мероприятий, которые составляют 6994445,27 руб.

Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по сравниваемым вариантам представлена на рис. 6.1 и 6.2

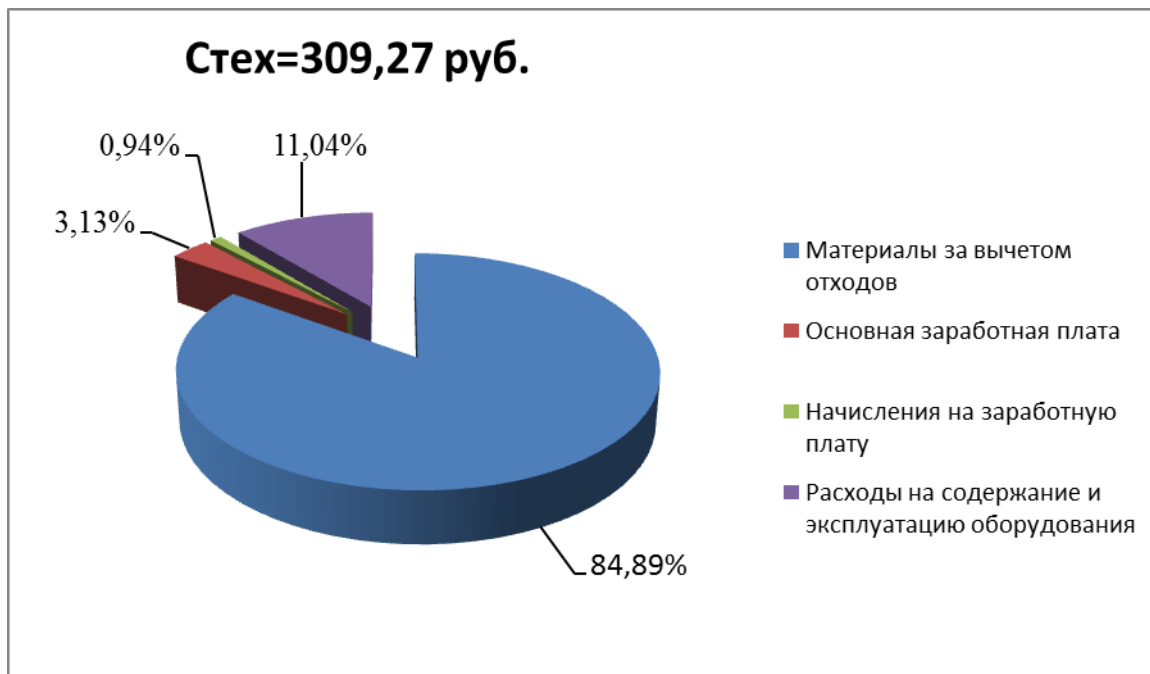


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по базовому варианту

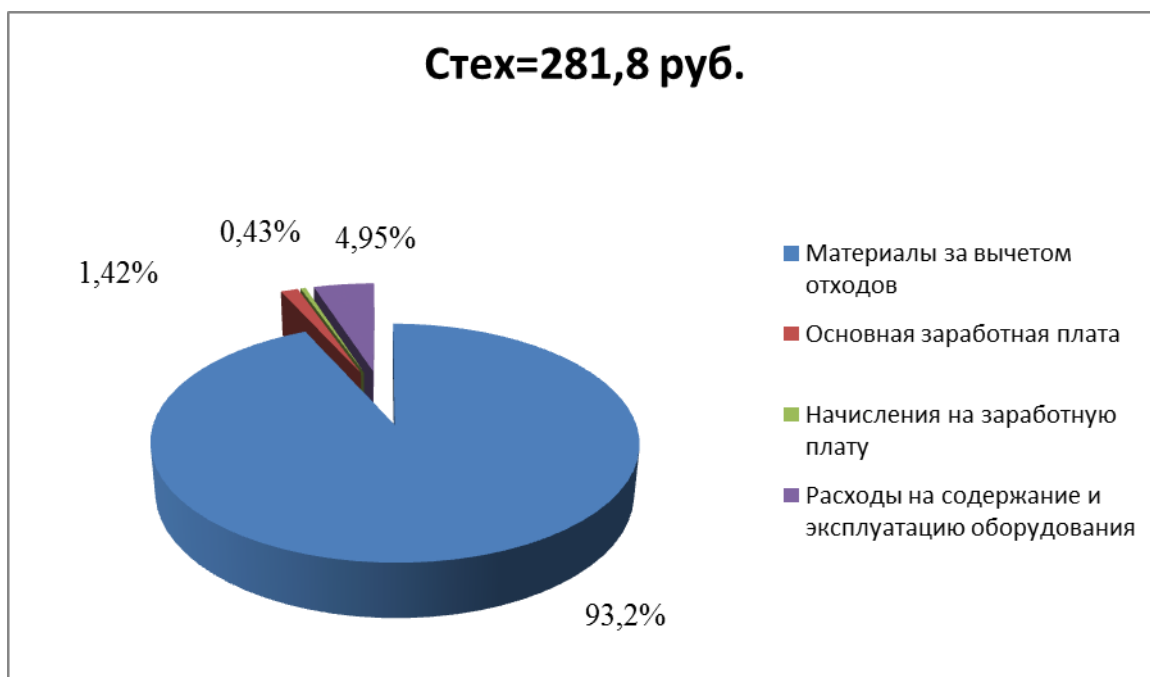


Рисунок 6.2 – Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по базовому варианту

Используя методику составления калькуляции полной себестоимости [16] мы получили следующие данные по этому параметру: базовый вариант – 345,5 руб.; проектный вариант – 297,26 руб.

Базируясь на полученных данных, проведем экономическое обоснование предлагаемых изменений в технологический процесс по следующей методике.

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (345,5 - 297,26) \cdot 100000 = 4824000 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 4824000 \cdot 0,2 = 964800 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 4824000 - 964800 = 3859200 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{6994445,27}{3859200} + 1 = 2,812 = 3 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} Д_{ОБЩ.ДИСК} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) &= 3859200 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = \\ &= 8814412,8 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = 8814412,8 - 6994445,27 = 1819967,53 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{Д_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{8814412,8}{6994445,27} = 1,26 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Замена оборудования на операции 10 и 20 технологического процесса позволила снизить трудоемкость их выполнения, что привело к уменьшению себестоимости на 13,96%. Окупаемость работы наступит в течение 3-х лет.

Проведенные экономические расчеты доказали эффективность работы с величиной интегрального экономического эффекта в размере 1819967,53 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы над бакалаврской работой был разработан технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta. Было заменено технологическое оборудование на всех операциях технологического процесса, позволившее снизить время обработки и путем сравнения технико-экономических показателей дало экономический эффект в размере 1 819 967,53 руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3.1121-84. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции). Введен 1.01.86. М.: Издательство стандартов. 1986. – 48 с.
2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введен 1.01.90. М.: Издательство стандартов. 1993. – 55 с.
3. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов] – 4-е изд., перераб. и доп./А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред – М.: Высшая школа, 1983. – 256 с.
4. <http://www.umt-ural.ru/>
5. <http://www.metsplaw.ru/price-list/>
6. ГОСТ 19257-73. Отверстия под нарезание метрической резьбы. Диаметры Введен 1.01.74. М.: Издательство стандартов. 2002. – 17 с.
7. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Введен 26.01.76. М.: Издательство стандартов. 1977. – 37 с.
8. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. 912 с., ил.
9. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. 944 с., ил.
10. <http://www.abamet.ru/catalog/metallorzhushhie/frezernye-chpu/v-obrabatyvajushhie-centry/haas-dm-1/>
11. www.sandvik.com

12. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н., А.Н. Шевченко; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение Ленинградское отделение, 1987 – 846 с., ил.
13. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособления: Учеб. Пособие для студентов вузов машиностроительных спец./Горохов В.А. и др. – Мн.: Выш. шк., 1986.-238 с.: ил.
14. ГОСТ 9061-68. Кулачки эксцентриковые круглые для станочных приспособлений. Конструкция. Введен 1.01.69. М.: Издательство стандартов. 1998. – 3 с.
15. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» Учебно-методическое пособие/ Горина, Л.Н., Фесина М.И. –Тольятти: ТГУ, 2016 – 32 с.
16. Зубкова Н.В. Расчет экономической эффективности: Методическое пособие./ Н.В. Зубкова. Тольятти: ТГУ, 2006. – 123 с.

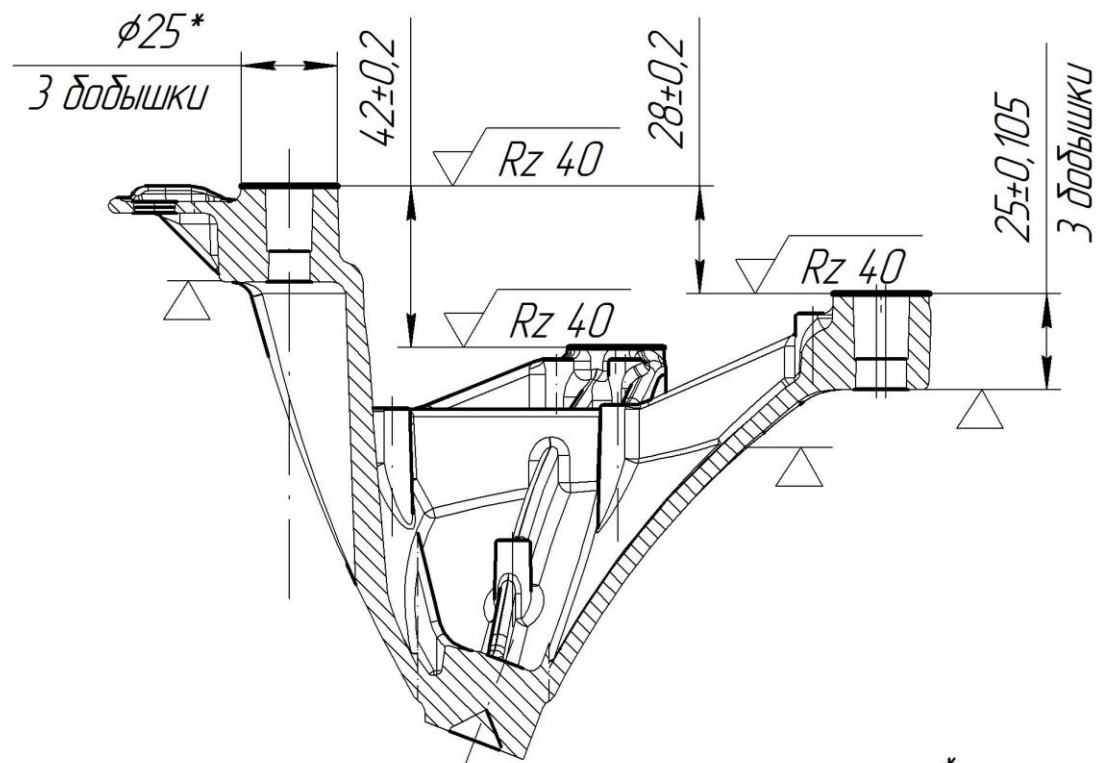
ПРИЛОЖЕНИЕ

Дубл.					ГОСТ 3.1118-82. Ф.1																								
Взам.																													
Подл.																													
													Изм.	Конструкт.изменение			Технолог		Дата										
																Лист 1		Листов 2											
Разраб	Жижин							ТГУ		XX XXXXXX-XXXXXXX-XX																			
Провер	Бобровский							Кафедра «ОТМП»																					
Н.конт	Виткалов							Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada Vesta																					
Утверд	Бобровский																												
M01	AK12M2													ГОСТ 1583-91															
M02	Код			ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки			Профиль и размеры			Кд	МЗ													
					0.739			0.982				Отливка			1	0.752													
A	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Инструкция по ТБ																			
Б	Код , наименование оборудования								СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт										
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,Код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх										
A 01	XXXXX: : : 0000: Заготовительная								:										:										
Б 02	XX.XX.XXX.XXX Литьевая машина								:										:	:	:	:	:						
О 03	Литье под давлением.																												
A 04	XXXXX:0 :16 : 0010:4234 Фрезерная с ЧПУ								:ИХХХ										:										
Б 05	XX.XX.XXX.XXX Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS DM-1								: 0:										:	:	:	:	:	120.0000:	0.2200				
О 06	Фрезеровать пов. 2,3,4 - торцы.																												
A 07	XXXXX: : : 0020:4237 Комбинированная с ЧПУ								:ИХХХ										:										
Б 08	XX.XX.XXX.XXX Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS DM-1								: 0:										:	:	:	:	:	120.0000:	0.6300				
О 09	Фрезеровать пов. 1, сверлить/зенкеровать пов. 5,6,7, нарезать резьбу пов. 7.																												
МК		03.05.16																											

ГОСТ 3.1118-82. ф.1а

Дубл.																										
Взам.																										
Подл.																										
															Изм.	Конструкт.изменение				Технолог			Дата			
																			Лист 2		Листов 2					
															XX XXXXXX-XXXXXXX-XX											
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Инструкция по ТБ											
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт					
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, Код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх					
А 10	XXXXX:0 :25 : 0025:0130 МОЕЧНАЯ										:ИХХХ						:									
Б 11	XX.XX.XXX.XXX Камерная моечная машина										: 0:281 :3:0 :1 :						: : : : 10.0000: 0.1250									
О 12	Промыть, просушить сжатым воздухом.																									
А 13	XXXXX:13 : : 0027:0200 КОНТРОЛЬНАЯ										:ИХХХ						:									
Б 14	XX.XX.XXX.XXX Стол контрольный										: :147 : : : :						: : : :									
О 15	Выборочный контроль параметров, согласно карты измерения.																									
МК		03.05.16																								

Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										Изм.	Конструкт.изменение		Технолог		Дата	
												Лист 1		Листов 2		
Разраб	Жижин				ТГУ		XX XXXXXX-XXXXXXX-XX				ИХХХ					
Провер	Бобровский				Кафедра «ОТМП»											
Н.конт	Виткалов				Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля				Цех		Уч.	РМ	N оп.			
Утверд	Бобровский				Lada Vesta				XXXXXX				0010			
Код, Наименование операции					Материал		Твердость		ЕВ	Мд	Профиль и размеры		Мз	КОИД		
4234 Фрезерная с ЧПУ					AK12M2 ГОСТ 1583-93		НВ 110		09	0.739	ОТЛИВКА		0.752	1		
Код, Модель оборудования					Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	Сож					
XX.XX.XXX.XXX HAAS DM-1					XXXXXXXXXX		0.125		120.0000	0.22	Эмульсия "ВЕЛС-1" 5%					
Т	Наименование, ГОСТ инструмента и приспособлений					Обозначение, Код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх		
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
О 01	10. Установить заготовку на 3 опоры с ориентацией по 2 пальцам и закрепить.															
Т 02	Приспособление зажимное специальное : : : : 1:															
О 03	20. Фрезеровать пов., выдерживая размеры 25+/-0,105,28+/-0,2,42+/-0,2.															
Т 04	Фреза торцевая ф40 с мех. креплением СНП z=3 : : : : 1:															
Т 05	Пластина металлорежущая : : TPCN1603 PPR-GH-01 : : : : 1:															
Р 06	: T01 : 40.00 : : : : 0.15 :2296.00 : 288.50															
О 07	30. Удалить заусенцы.															
Т 08	Шабер : : : : 1:															
О 09	40. Контроль размеров исполнителем согласно карты эскизов.															
Т 10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.01 .ГОСТ 166-80 : : : : 1:															
Т 11	Калибр для размера 28+/-0,2 : : : : 1:															
Т 12	Калибр для размера 42+/-0,2 : : : : 1:															
ОК		03.05.16														



* – размер для справки