

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 машино-
строительных производств»**
профиль «Технология машиностроения»

Студент Дементьев Анатолий Михайлович гр. ТМбз-1131

1. Тема «Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя
автомобиля Lada X-Ray»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертёж детали; объём выпуска
50 000 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 режущего инструмента

4) Описание графической части работы

5) Безопасность и экологичность технического объекта

б) 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 выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<u>А.В. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<u>А.М. Дементьев</u> (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 Дементьева Анатолия Михайловича

По теме «Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray»

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

_____ (подпись)

А.В. Бобровский

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

А.М. Дементьев

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК

Дементьев А.М. Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray.

Кафедра: Оборудование и технология машиностроительного производства.

ТГУ: Тольятти, 2016 г., 73 с., 6 л. формата А1.

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

В бакалаврской работе (БП) разработан полный технологический процесс (ТП) изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя с использованием последних достижений Российской и мировой технологической науки. Проведя анализ исходных данных и определив тип производства, намечена стратегия разработки ТП, произведен выбор заготовки, технологических баз, методов обработки, разработан технологический маршрут и операционная технология. В технологическом процессе используются современное высокопроизводительное оборудование, режущий инструмент, быстрозахимные станочные приспособления.

Проанализировав способ получения заготовки – литье под давлением и сравнив его с альтернативными подтвердил правильность выбора способа получения заготовки в базовом варианте технологического процесса. В техпроцессе применил 5-ти координатную обработку, что привело к сокращению количества операций.

Каждый этап разработки технологического процесса сопровождается необходимыми расчетами, подтверждающими правильность выбора вариантов технических решений.

Работа состоит из пояснительной записки, включающей в себя с., 18 рис., 18 табл. Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	5
СОДЕРЖАНИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	9
1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	10
1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ	13
1.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ	15
1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА	15
1.4 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	16
1.5 ЗАДАЧИ РАБОТЫ. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССА.....	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ.....	18
2.1 ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХПРОЦЕССА.....	18
2.2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ	19
2.2.1 ВЫБОР ВИДА И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	19
2.2.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КРОНШТЕЙНА.....	21
2.3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ	23
2.4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА.....	24
2.4.1 РАЗРАБОТКА СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ	24
2.4.2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ.	24
2.5 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	25
2.6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ	29
2.6.1 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.	29
2.6.2 РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ.....	41
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	43
3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	43
3.1.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.	43
3.1.2. ВЫБОР СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	43
3.1.3. РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ	44
3.1.4. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ЗАЖИМА.....	45
3.1.5. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	49
3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	51
4 ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ.....	53
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	54
5.1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА	54

5.2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНЕЧНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ	ПРОИЗВОДСТВЕННО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ 55
5.3. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ.....	56
5.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА (ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И УТИЛИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ).....	58
5.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАССМАТРИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	59
5.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	66
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	68

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание нового современного автомобиля – сложная задача, требующая от предприятия задействования ресурсов в различных областях науки и техники. Поэтому многие предприятия идут по пути разработки автомобиля используя одну или несколько автомобильных платформ, создавая на ее базе различные автомобили.

Однако, используя одну и ту же платформу для производства в различных уголках земного шара перед региональными машиностроителями стоит задача создать качественный автомобиль, с минимальной себестоимостью используя те ресурсы, которые возможно применить в том или ином регионе.

В связи с тем, что для производства нового автомобиля используется универсальная платформа, перед машиностроителями России стоит задача как можно большей локализации изготовления узлов и деталей с целью сокращения логистических издержек и снижения себестоимости автомобиля, поддержания отечественных поставщиков автокомпонентов, создания рабочих мест.

Одновременно, локализация изготовления автокомпонентов, путем применения отечественного оборудования, инструмента и оснастки позволит создать предпосылки к развитию и возрождению отечественной промышленности в связи с взятым курсом, озвученным Президентом Российской Федерации В.В. Путиным на импортозамещение.

Целью бакалаврской работы является обеспечение заданного объема выпуска деталей кронштейна левой опоры подвески двигателя с минимальной себестоимостью, путем совершенствования технологического процесса его обработки до оптимального.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Автомобиль Lada X-Ray – это современный, компактный кроссовер, созданный на универсальной платформе В0 и производимый на ОАО «АВТО-ВАЗ» (рис. 1.1.).



Рис. 1.1. Автомобиль Lada X-Ray.

Деталь – кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray является важной деталью, служащей для крепления коробки переключения передач к кузову автомобиля. Он предназначен для базирования коробки передач в кузове и является надежным элементом крепления силового агрегата с КПП в капотном пространстве автомобиля. Кронштейн изготовлен из алюминиевого сплава АК12М2 по ГОСТ 1583-93. Обозначим химический состав и механические свойства сплава и представим их в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1. Химический состав сплава АК12М2, %

Кремний Si, %	Железо Fe, %	Медь Cu, %	Марганец Mn, %	Магний Mg, %	Цинк Zn, %	Титан Ti, %
11...12,5	1,2	0,5...1,5	0,35	0,7...1,3	0,35	0,25

Таблица 1.2. Механические свойства сплава АК12М2

Плотность, γ , кг/м ³	Примерный интервал плавления, °С	Электрическая проводимость, %	Коэффициент тепло- проводности, при 25°С (кал/С×СМ ³ ×°С)	Твердость по Брин- нелю НВ	Относи- тельное удлине- ние, %
2713	540...570	29	0,28	до110	1,5

На рисунке 1.2. показан кронштейн в сборе с болтами крепления к кузову.

Наличие запрессованных болтов с одной стороны ведет к удешевлению изготовления детали (нет необходимости выполнять резьбовую поверхность) и последующего монтажа и сборки, с другой в случае необходимости ремонта при ее поломке, заменять надо будет уже узел в сборе, что естественно дороже конечному потребителю.

Размеры, на которые при проектировании технологического процесса необходимо особо обратить внимание это размеры, обозначенные на чертеже знаком «◇» (имеются на заводском чертеже, см. приложение):

А) Линейные размеры плоскостей бобышек друг относительно друга;

Б) размеры отверстий под запрессовку болтов и допуски взаимного расположения их относительно бобышек крепления к КПП;

В) отклонения формы (плоскостность) плоскости, непосредственно базирующаяся на кузов.

Кронштейн устанавливается на коробку переключения передач и закрепляется болтами с шайбами. Предварительно перед сборкой кронштейна непосредственно на КПП и автомобиль в кронштейн запрессовываются два закладных болта. После установки и закрепления кронштейна на КПП, весь узел в сборе закрепляют на опору КПП на кузове автомобиля с помощью закладных-запрессованных болтов и гаек с шайбами. Далее к кронштейну крепится трубка гидропривода сцепления с помощью элемента крепления.

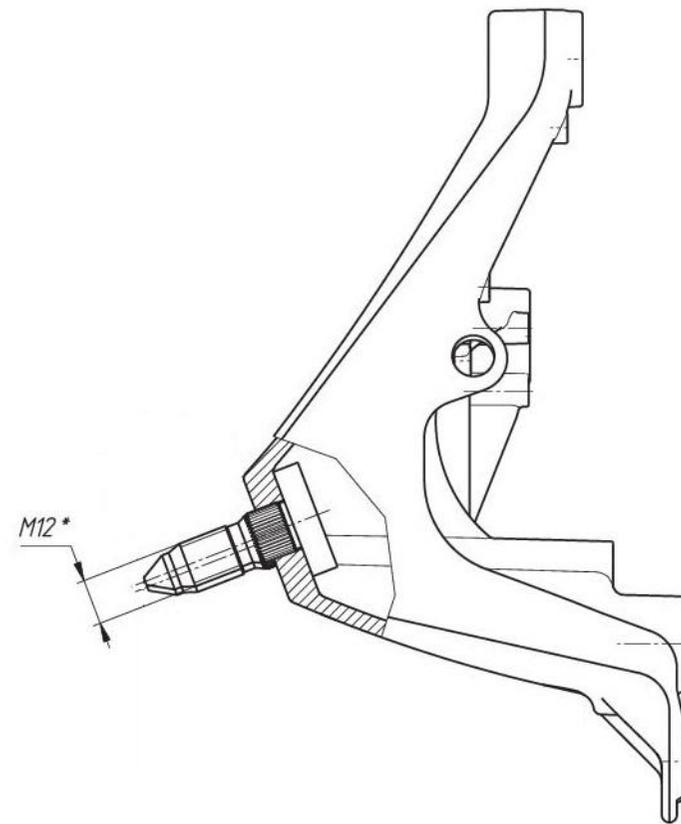
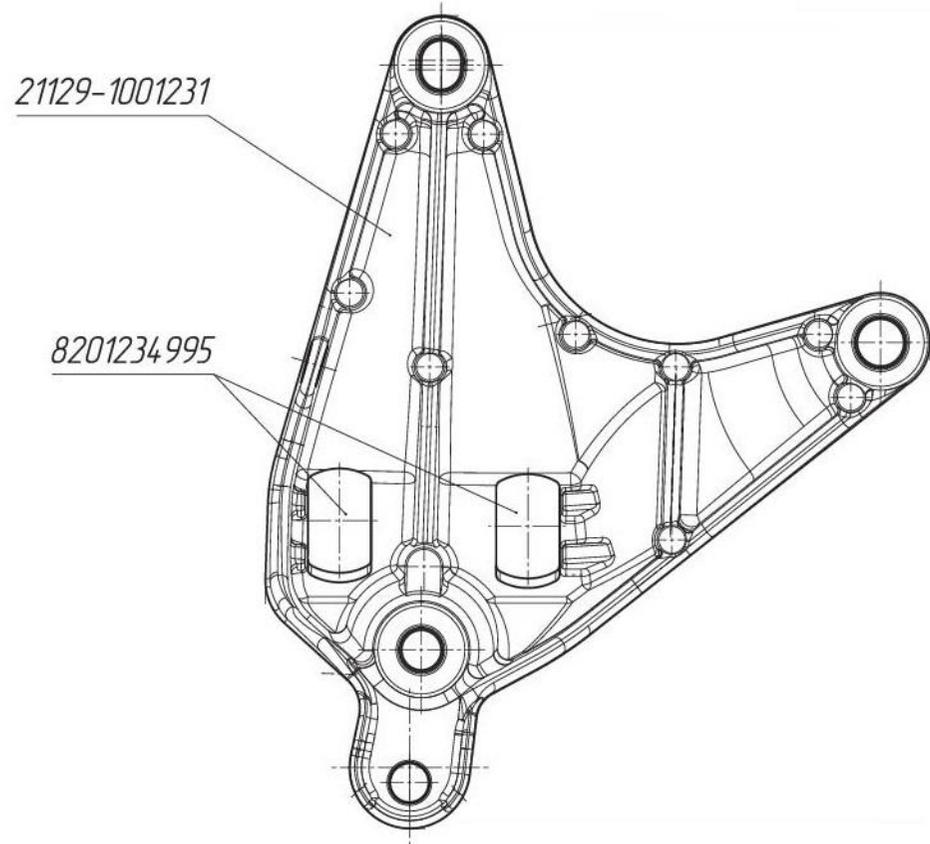


Рис. 1.2. Кронштейн в сборе

1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ

Обозначим обрабатываемые поверхности, пронумеруем их и проклассифицируем по видам предназначения. Результаты представим в таблице 1.3 и рис.1.3.

Таблица 1.3. Классификация поверхностей кронштейна

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная	1,2,3,9,17,18
Вспомогательная	10,11,12,13,14,15,16,19,20,21,4,5,6,3,7,8
Исполнительная	9,17,18
Свободная	остальные

Основные поверхности это поверхности, по которым происходит базирование к кузову и к КПП.

Вспомогательные это поверхности отверстий под болты, отверстие для крепления трубки гидропривода сцепления.

Исполнительная поверхность это отверстия под закладные болты.

Свободные все остальные.

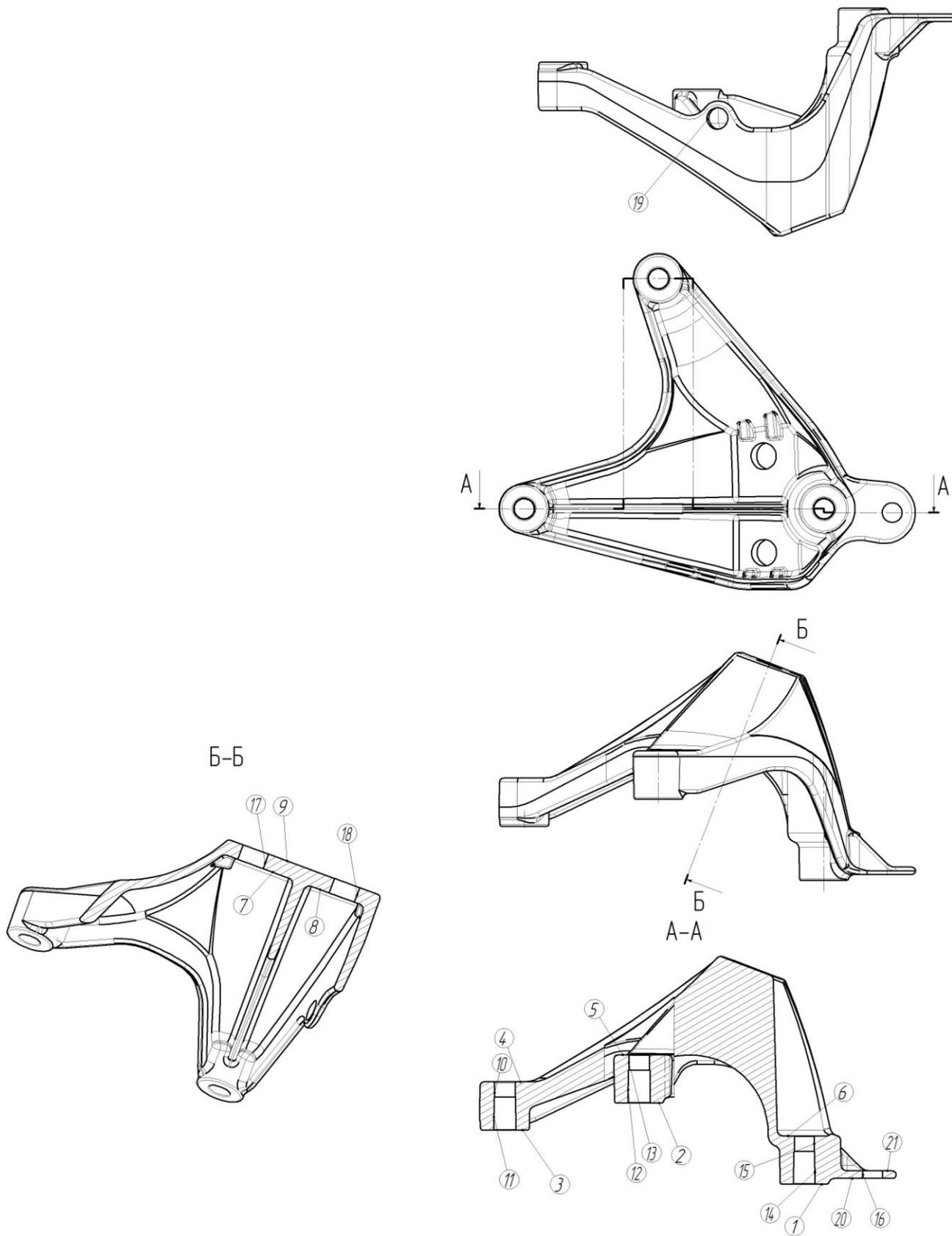


Рис.1.3. Классификация поверхностей кронштейна

1.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

Заготовка для детали изготавливается в базовом варианте техпроцесса литьем в кокиль. Конфигурация поверхностей и элементов детали не вызывает трудностей при их получении, поэтому можно сказать что метод технологичен.

Поверхности, получаемые механической обработкой, не требуют особых, специальных методов обработки. Все сводится к традиционному сверлению и фрезерованию. Некоторые поверхности (7,8,9,17,18) расположены под углом к остальным поверхностям, поэтому в процессе обработки деталь необходимо определенным образом ориентировать и базировать. Это можно сделать различными способами, например, выделить обработку этих поверхностей в отдельную операцию, или при использовании обрабатывающего центра, как в базовом варианте, перед их обработкой выполнять соответствующий поворот стола на заданный угол с заготовками.

Чертеж детали с точки зрения конструктора и технолога полон и достаточен по указанным основным отклонениям форм и размеров. По новым требованиям, внедренным на ОАО «АВТОВАЗ» особым знаком « \diamond » указаны важные отклонения и размеры.

1.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Согласно ГОСТ 3.1121-84 [1] тип производства выражается через коэффициент закрепления операции за одним рабочим или единицей оборудования:

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

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: $N = 8$. Число рабочих мест при этом равно: $P_m = 2$.

Таким образом:

$$K_{з.о.} = \frac{8}{2} = 4$$

что соответствует крупносерийному производству.

1.4 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Заготовку детали можно получить только различными вариантами методов литья в связи с применяемым материалом – литейным алюминиевым сплавом. Допускается получение литьем в кокиль, литьем в кокиль под давлением, литьем по выплавляемым моделям. Последний метод слишком дорог для заданной программы выпуска. В учебных целях рассмотрим два альтернативных метода получения заготовки литьем в кокиль (базовый) и литье под давлением в кокиль. Эти методы предпочтительны в условиях крупносерийного производства.

Литье в землю не обеспечивает заданной точности получения проливаемых размеров. А это ведет к увеличению трудоемкости, так как потребуются механическая обработка для их получения.

Деталь изготавливается в базовом технологическом процессе на 2 операциях.

На 1 операции деталь базируется по бобышкам 4,5,6 и ориентируется по 2 пальцам в пролитые отверстия 10,15. Обрабатываются поверхности крепления к КПП, это 1,2,3.

На 2 операции деталь базируется по бобышкам 1,2,3 и ориентируется по 2 подпружиненным пальцам в пролитые отверстия 10,15, что соответствует принципу единства баз. Обрабатываются поверхность крепления к кузову 9, отверстия 17,18, Затем с помощью поворота стола обрабатывается отверстие 19.

Оборудование, применяемое в технологическом процессе устаревшее, универсальное из того, что предприятие имеет в наличии. Это обрабатывающий центр ИС500ПМФ4.

Применение при производстве данной детали на этом оборудовании при заданной программе выпуска по моему мнению нецелесообразно по следующим причинам:

- обработка алюминиевых сплавов подразумевает высокие скорости резания, что не обеспечивает данное оборудование;
- обработка ведется с частой сменой инструмента, а цикл замены его на данном оборудовании составляет 22 с, что недопустимо много;
- в связи с отсутствием возможности подачи СОЖ через шпиндель невозможно применить инструмент с внутренней подачей СОЖ.

Применение нового современного оборудования позволит устранить вышеуказанные недостатки.

В остальном, качество получаемых деталей обеспечивается базовым технологическим процессом и соответствует конструкторской документации.

1.5 ЗАДАЧИ РАБОТЫ. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССА

В проектируемом технологическом процессе проведем анализ метода получения заготовки, путем сравнения двух альтернативных и произведем выбор на основе экономического расчета.

Применим новый высокоскоростной обрабатывающий центр с автоматической сменой паллет. Также применим высокопроизводительный твердосплавный инструмент на всех операциях лезвийной обработки.

Быстродействующее зажимное приспособление также позволит сократить трудоемкость обработки детали.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХПРОЦЕССА

Таблица 2.1. Стратегии разработки техпроцесса (ТП).

№ п/п	Критерии выбора ТП	Характеристика
1	Форма организации ТП	Поперечно – поточная
2	Повторяемость выпуска изделий	Периодическое повторение партий
3	Унификация ТП	Разработка спец. ТП на базе типовых
4	Заготовка	Литье в кокиль, под давлением
5	Припуски	Подробный расчет по переходам на 1 поверхность по Ковану, на остальные – по таблицам
6	Оборудование	Универсальное, специализированное
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	Универсальная, специальная
11	Подробность разработки ТП	Маршрутная карта и опер. карты
12	Расчет режимов резания	На одну поверхность аналитическим методом, на остальные – табличным
13	Нормирование	Пооперационное

2.2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

2.2.1 ВЫБОР ВИДА И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Изначально определяем, что заготовку кронштейна можно получить различными методами литья.

Выбор метода получения заготовки определим экономическим расчетом по методике [2].

Для сравнения в учебных целях выберем два наиболее оптимальных – 1 вариант – литье в кокиль, 2 вариант – литье в кокиль под давлением. Выбор этих методов для сравнения обоснован их высокой производительностью и относительно высокой точностью, что важно в крупносерийном производстве.

Основными показателями по которым оценивают правильность выбранного метода получения заготовки являются:

а) коэффициенту использования материала заготовки:

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

где q и Q – соответственно массы детали и заготовки, $q = 0,598$ кг;

б) технологической себестоимости изготовления детали.

Расчет будем вести в ценах 1984 года и затем переведем в текущие с помощью коэффициента инфляции, $K_{инф}=342$.

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, $C_{ЗАГ} = 128,5$ руб [3], $C_{ЗАГ1984} =$

$$\frac{128,5}{342} = 0,376;$$

$C_{ОТХ}$ – цена 1 кг отходов, $C_{ОТХ} = 75$ руб/кг [4], $C_{ОТХ1984} = \frac{75}{342} = 0,219$;

$C_{МЕХ}$ – 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.

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,33$.

Подставим в формулу (3.3) все известные значения:

$$C_{МЕХ} = 0,188 + 0,33 \cdot 0,566 = 0,375 \text{ (руб/кг)}$$

Это значение принимаем для обоих случаев.

Стоимость заготовки, полученной литьем в кокиль под давлением.

$$C_{ЗАГ2} = C_{ОТ} \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \quad (2.4)$$

где $C_{ОТ}$ – базовая стоимость 1 кг литых заготовок, $C_{ОТ} = 0,376$ руб;

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

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, $k_n = 1,09$. Подста-

вим все значения в формулу (2.4) и получим:

$$C_{ЗАГ2} = 0,376 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1,09 = 0,3652 \text{ (руб/кг)}$$

Стоимость заготовки, полученной литьем в кокиль:

$$C_{ЗАГ1} = C_{ШТ} \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \quad (2.5)$$

где $C_{ШТ}$ – базовая стоимость 1 кг литых заготовок, $C_{ШТ} = 0,376$ 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.

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

$$C_{3AG1} = 0,376 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 5,94 \cdot 0,9 = 2,216 \text{ (руб/кг)}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали по формуле (2.2):

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

$$C_T = C_{3AG} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q)$$

$$Q_{ЛКД} = 0,611 \text{ кг}$$

$$C_T^2 = 0,3652 \cdot 0,611 + 0,375 \cdot (0,611 - 0,598) - 0,219 \cdot (0,611 - 0,598) = 0,225 \text{ (руб)}$$

для детали, заготовка которой получена литьем в кокиль:

$$Q_{ЛК} = 0,650 \text{ кг}$$

$$C_T^1 = 0,3652 \cdot 0,650 + 0,375 \cdot (0,650 - 0,598) - 0,219 \cdot (0,650 - 0,598) = 1,448 \text{ (руб)}$$

Выгоднее заготовка, полученная литьем в кокиль под давлением.

В дальнейших расчетах представляет интерес только стоимость заготовки.

Стоимость заготовки определяется по формуле (2.6):

$$C_z = C_{3AG} \cdot Q - C_{ОТХ} \cdot (Q - q) \quad (2.6)$$

Подставим известные значения и получим (в ценах 1984 г):

$$C_{31984} = 0,225 \cdot 0,611 - 0,219 \cdot (0,611 - 0,598) = 0,1346 \text{ (руб)}$$

В ценах 2016 года получим:

$$C_z = C_{31984} \cdot K_{инф} = 0,1346 \cdot 342 = 46 \text{ (руб)}$$

Данную стоимость заготовки будем использовать в дальнейших расчетах.

2.2.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КРОНШТЕЙНА

Проектирование отливки выполним по методике, из [5].

Проектирование включает следующие этапы:

По ГОСТ 26645-85, в соответствии с выбранным способом литья определяем класс точности размеров и масс, и ряд припусков.

Для данного способа литья 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 1 ряду припусков и по допускам на размер выбираем сами припуски и выносим их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2. Припуски и допуски отливки в кокиль под давлением

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			
7±0,105	0,2	0,16	0,08	0,6	7,6	7,6±0,22
42±0,2	0,2	0,16	0,08	0,6	42	42±0,22
28±0,2	0,18	0,16	0,08	0,6	28	28±0,21
25±0,3	0,2	0,16	0,08	0,6	25,6	25,6±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:

$$K_M = \frac{q}{Q} = \frac{0,598}{0,611} = 0,979$$

Коэффициент использования материала больше нормативного по машиностроению $K_M^{НОРМ} = 0,83...0,85$, что говорит о высоком качестве спроектированной отливки.

Чертеж заготовки вынесен на лист графической части бакалаврской работы.

2.3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для удобства разработки технологического маршрута в таблицу 2.4 сведем методы и последовательность обработки отдельных поверхностей (номера и буквенное обозначение размеров). На рис. 1.2 представлен эскиз детали с пронумерованными поверхностями и буквенным обозначением их размеров.

Таблица 2.3. Маршрут обработки поверхностей

Номер поверхности	Последовательность обработки	Номер поверхности	Последовательность обработки
1	Ф	11	С
2	Ф	12	С
3	Ф	13	С
4	-	14	С
5	-	15	С
6	-	16	С
7	-	17	Ф
8	-	18	Ф
9	Ф	19	С
10	С		

С – сверление, Ф – фрезерование

2.4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА

2.4.1 РАЗРАБОТКА СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ

Подготовка баз на механическую обработку заложено в заготовке и отмечено на ее чертеже.

В качестве первых баз используем бобышки – пов. 4,6. В осевом направлении используем пролитые отверстия 10,15.

На второй операции, используя принцип единства и постоянства баз используем обработанные на первой операции бобышки 1,3. В осевом направлении используем пролитые отверстия 11,14 (выполненные едино с 10,15). Разработанные схемы базирования обеспечивают заданную конструктором точность.

2.4.2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ.

Технологический маршрут детали это последовательность технологических операций. При его формировании будем использовать принцип повышения точности и уменьшения шероховатости.

Маршрут обработки сведем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4. Маршрут обработки кронштейна

№ оп.	Наименование и содержание операции	Квалитет, IT	Ra, мкм
005	Заготовительная. Литье в кокиль под давлением	14	Ra20
010	Фрезерная с ЧПУ. Фрезеровать пов. 1,2,3.	12	Ra10
020	Комбинированная с ЧПУ. Фрезеровать пов. 9. Сверлить пов. 17,18. Сверлить пов. 19.	12 12 14	Ra10 Ra10 Ra10

2.5 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Исходя из показателей, присущих крупносерийному производству в связи с заданной программой выпуска – 50 тыс. шт/год, таких как производительность, стоимость, уровень автоматизации и механизации, а также показателей, зависящих 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) выбираем высокоскоростной обрабатывающий центр с автоматической сменой паллет.

Оборудование, применяемое в базовом технологическом процессе современным требованиям не удовлетворяет. Приспособление, применяемое в базовом техпроцессе, с ручным зажимом не соответствует идеологии крупносерийного производства.

Применим 5-ти координатный высокоскоростной обрабатывающий центр фирмы HERMLE, Германия, модель C12 [6] с устройством автоматической сменой паллет PW800 . Технические параметры представлены в таблице 2.5.

Применение 5-ти координатного обрабатывающего центра обосновано необходимостью выполнения обработки с минимальным количеством операций. В связи с тем, что деталь содержит несколько отверстий, расположенных под различными углами друг относительно друга, это отверстия 10, 13, 15, 17, 18, 19, плоскость 9, то выбор этот обоснован.



Рис.2.1. 5-ти координатный высокоскоростной обрабатывающий центр фирмы HERMLE, Германия, модель С12.



Рис.2.2. Устройство смены паллет фирмы HERMLE, Германия, модель PW800.

Таблица 2.5. Технические характеристики оборудования – обрабатывающего центра HERMLE C12 на 10, 20 операциях проектируемого техпроцесса [7]

Параметр	Значение
Рабочая зона	
Пути перемещения Ось X	350 мм
Пути перемещения Ось Y	440 мм
Пути перемещения Ось Z	330 мм
Наклонно-поворотный стол с ЧПУ	Ø320 мм
Максимальный диаметр обрабатываемой детали	Ø 600 мм
Диапазон	поворота ± 115°
Макс. нагрузка стола	100 кг
T-образные пазы звездообразные	4 шт. / 14 H7
Точности	
Разрешение	0,0001 мм
Допуск на позиционирование	0,008 мм
Параметры приводов движений	
Ускорение линейное (dynamik) X-Y-Z	4 (8) м/с
Усилие подачи линейное X-Y-Z	3000 Н
Частота вращения оси качания A стандартной (dynamik)	25 (55) об/мин
Частота вращения оси C стандартной (dynamik)	40 (80) об/мин
Частота вращения	12000 об/мин
Мощность/Крутящий момент 20 % ED	31 кВт /98 Нм
Система управления	Heidenhain TNC 640
Инструментальный магазин	
Посадочный типоразмер инструмента	SK 40
Количество гнезд в магазине ZM	35
Время от зажима до зажима	2 с
Прямая измерительная система	
СОЖ	
Внутренняя подача СОЖ с ленточно-бумажным фильтром	
Давление (регулируется вручную до)	макс. 80 бар /26 л/мм
Подключение к сети (внутренняя подача СОЖ)	400 В/50 Гц
Потребляемая мощность (внутренняя подача СОЖ)	17 кВА
Масса (Стандартное исполнение без опций, оснастки, заготовок и СОЖ)	ок. 6,8 т
Подключение к сети	400 В/50 Гц
Потребляемая мощность	46 кВА
Сжатый воздух	6 бар

Инструменты на обрабатывающий центр выбираем с пластинами из твердого сплава. Патроны используем цанговые с хвостовиком SK40. Выбор цанговых патронов обусловлен их высокой точностью и надежностью.

Для зажима заготовок на 20 операции применим спроектированное быстрозажимное приспособление, устанавливаемое на паллету станка. Зажим заготовки происходит вне станка в процессе обработки предыдущей детали.

Особенностью данного приспособления является то, что подвод рабочей среды к нему необходим только при разжиге заготовки. Поэтому нет необходимости обеспечивать сложный подвод рабочей среды непосредственно в зону обработки для осуществления зажима.

В связи с тем, что обрабатываемые размеры не высокой точности, то для осуществления контроля используем штангенциркули с ценой деления 0,05 мм, что достаточно для контроля заданной точности.

Подробно, выбор СТО изложен в маршрутной и операционных картах, представленных в приложении.

2.6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

2.6.1 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.

Режимы резания рассчитываем для всех операций в связи с тем, что оборудование и инструмент полностью меняются, несмотря на то, что идеология, последовательность операций и переходов в основном остается прежней. Произведем расчет для 10,20,30-й операции базового технологического процесса и 10,20 проектируемого (рис. 2.3-2.12).

Расчет произведем в программе MathCAD [8], результаты сведем в таблицу 2.6.

1. Фрезерование поверхностей 1,2,3 максимальной ширины В, мм:		$B := 23$
Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК60М(аналог), диаметром D, мм		$D := 40$
Число зубьев, z	$z := 3$	
Припуск на фрезерование, t, мм		$t := 0.6$
Подача на зуб, Sz, мм/зуб	$S_z := 0.28$	
Подача, S, мм/об	$S := z \cdot S_z$	$S = 0.84$
Определяем скорость резания, V, м/мин: Значение коэффициентов:		
	$x := 0.17$	$y := 0.32$ $u := 0.22$ $q := 0.22$ $C_v := 695$ $m := 0.33$ $p := 0$
Стойкость инструмента, T, мин:		$T := 120$
Поправочные коэффициенты	$K_{mv} := 1$	$K_{nv} := 0.9$ $K_{iv} := 2.7$
$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$		
$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$		$V = 644.107$
Частота вращения, об/мин	$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$	$n = 5125.641$
Ограничение по паспорту станка, об/мин		$n := 4500$
Определим силу резания, P, Н: Значения коэффициентов:	$x := 1$	$y := 0.75$ $u := 1.1$
	$q := 1.3$	$C_p := 825$ $w := 0.2$
Поправочные коэффициенты	$K_{mp} := 1$	
$P := \frac{10 \cdot 0.25 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^w}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$		$P = 69.122$
Крутящий момент, M, Н*м	$M_{кр} := \frac{PD}{2 \cdot 100}$	$M_{кр} = 13.824$
Мощность резания, кВт	$N_e := \frac{PV}{1020 \cdot 60}$	$N_e = 0.727$

Рис. 2.3. Расчет режимов резания оп. 10 базового техпроцесса в MathCAD.

1.Фрезерование поверхностей 4,5,6 максимальной ширины В, мм:		$B := 25$
Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК6ОМ(аналог), диаметром D, мм		$D := 40$
Число зубьев, z	$z := 3$	
Припуск на фрезерование, t, мм		$t := 0.6$
Подача на зуб, Sz, мм/зуб	$S_z := 0.28$	
Подача, S, мм/об	$S := z \cdot S_z$	$S = 0.84$
Определяем скорость резания, V, м/мин: Значение коэффициентов:		
	$x := 0.17$	$y := 0.32$ $u := 0.22$ $q := 0.22$ $C_v := 695$ $m := 0.32$ $p := 0$
Стойкость инструмента, T, мин:		$T := 120$
Поправочные коэффициенты	$K_{mv} := 1$ $K_{nv} := 0.9$ $K_{iv} := 2.7$	
	$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$	
	$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$	$V = 632.399$
Частота вращения, об/мин	$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$	$n = 5032.474$
Ограничение по паспорту станка, об/мин		$n := 4500$
Определим силу резания, P, Н: Значения коэффициентов:	$x := 1$ $y := 0.75$ $u := 1.1$	$q := 1.3$ $C_p := 825$ $w := 0.2$
Поправочные коэффициенты	$K_{mp} := 1$	
	$P := \frac{10 \cdot 0.25 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^q}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$	$P = 75.761$
Крутящий момент, M, Н*м	$M_{кр} := \frac{P \cdot D}{2 \cdot 1000}$	$M_{кр} = 15.152$
Мощность резания, кВт	$N_e := \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60}$	$N_e = 0.783$

Рис. 2.4. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 1, базового техпроцесса в MathCAD.

2. Фрезерование поверхности 9	
максимальной ширины В, мм:	$B := 33$
Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК6ОМ(аналог), диаметром D, мм	$D := 40$
Число зубьев, z	$z := 3$
Припуск на фрезерование, t, мм	$t := 0.6$
Подача на зуб, Sz, мм/зуб	$S_z := 0.28$
Подача, S, мм/об	$S := z \cdot S_z \quad S = 0.84$
Определяем скорость резания, V, м/мин:	
Значение коэффициентов:	
	$x := 0.17 \quad y := 0.32 \quad u := 0.22 \quad q := 0.22 \quad C_v := 695 \quad m := 0.32 \quad p := 0$
Стойкость инструмента, T, мин:	$T := 120$
Поправочные коэффициенты	$K_{mv} := 1 \quad K_{nv} := 0.9 \quad K_{iv} := 2.7$
	$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$
	$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad V = 594.929$
Частота вращения, об/мин	$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad n = 4734.294$
Ограничение по паспорту станка, об/мин	$n := 4500$
Определим силу резания, P, Н:	
Значения коэффициентов:	$x := 1 \quad y := 0.75 \quad u := 1.1$ $q := 1.3 \quad C_p := 825 \quad w := 0.2$
Поправочные коэффициенты	$K_{mp} := 1$
	$P := \frac{10 \cdot 0.25 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^q}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad P = 102.821$
Крутящий момент, M, Н*м	$M_{кр} := \frac{P \cdot D}{2 \cdot 100} \quad M_{кр} = 20.564$
Мощность резания, кВт	$N_e := \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad N_e = 1$

Рис. 2.5. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 2, базового техпроцесса в MathCAD.

3. Сверление 2 отверстий (пов. 17,18) диаметром 13,6мм на глубину 9 мм

Сверло из быстрорежущей стали P6M5, D, мм

$$D := 13.6$$

Подача, S, мм/об $S := 0.66$

Определяем скорость резания, V, м/мин:

Значение коэффициентов:

$$q := 0.25 \quad y := 0.4 \quad m := 0.125 \quad C_V := 40.7$$

Стойкость инструмента, T, мин: $T := 60$

Поправочные коэффициенты $K_{mv} := 0.8 \quad K_{iv} := 1 \quad K_{nv} := 1$

$$K_V := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

$$V := \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad V = 44.257$$

Частота вращения, об/мин $n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad n = 1.036 \times 10^3$

Определим силу резания P0,Н:

Значения коэффициентов: $q := 1.0 \quad C_P := 9.8 \quad y := 0.7$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$$P := 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} \quad P = 996.428$$

Крутящий момент, M, Н*м:

Значения коэффициентов: $q := 2.0 \quad C_M := 0.005 \quad y := 0.8$

$$M_{кр} := 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} \quad M_{кр} = 6.633$$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad N_e = 0.705$

Рис. 2.6. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 3, базового техпроцесса в MathCAD.

1. Сверление отверстия (пов.19) диаметром
11,2мм на глубину 5 мм

Сверло из быстрорежущей стали D, мм $D := 11.2$

Подача, S, мм/об $S := 0.45$

Определяем скорость резания, V, м/мин:

Значение коэффициентов:

$$q := 0.25 \quad y := 0.4 \quad m := 0.125 \quad C_V := 40.7$$

Стойкость инструмента, T, мин: $T := 60$

Поправочные коэффициенты $K_{mv} := 0.8 \quad K_{iv} := 1 \quad K_{nv} := 1$

$$K_V := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

$$V := \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad V = 49.14$$

Частота вращения, об/мин $n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad n = 1.397 \times 10^3$

Определим силу резания, P0, Н:

Значения коэффициентов: $q := 1.0 \quad C_P := 9.8 \quad y := 0.7$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$$P := 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} \quad P = 627.614$$

Крутящий момент, M, Н*м:

Значения коэффициентов: $q := 2.0 \quad C_M := 0.005 \quad y := 0.8$

$$M_{кр} := 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} \quad M_{кр} = 3.311$$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad N_e = 0.474$

Рис. 2.7. Расчет режимов резания оп. 30, базового техпроцесса в MathCAD.

1. Фрезерование поверхностей 1,2,3

максимальной ширины В, мм:

$$B := 23$$

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК60М(аналог), диаметром D, мм

$$D := 40$$

Число зубьев, z $z := 3$

Припуск на фрезерование, t, мм

$$t := 0.6$$

Подача на зуб, Sz, мм/зуб

$$S_z := 0.28$$

Подача, S, мм/об

$$S := z \cdot S_z$$

$$S = 0.84$$

Определяем скорость резания, V, м/мин:

Значение коэффициентов:

$$x := 0.17 \quad y := 0.32 \quad u := 0.22 \quad q := 0.22 \quad C_v := 695 \quad m := 0.32 \quad p := 0$$

Стойкость инструмента, T, мин:

$$T := 120$$

Поправочные коэффициенты

$$K_{mv} := 1$$

$$K_{nv} := 0.9$$

$$K_{iv} := 2.7$$

$$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

$$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad V = 644.107$$

Частота вращения, об/мин

$$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = 5125.641$$

Определим силу резания, P, Н:

Значения коэффициентов:

$$x := 1 \quad y := 0.75 \quad u := 1.1$$

$$q := 1.3 \quad C_p := 825 \quad w := 0.2$$

Поправочные коэффициенты

$$K_{mp} := 1$$

$$P := \frac{10 \cdot 0.25 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad P = 67.345$$

Крутящий момент, M, Н*м

$$M_{кр} := \frac{P \cdot D}{2 \cdot 1000}$$

$$M_{кр} = 13.469$$

Мощность резания, кВт

$$N_e := \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = 0.709$$

Рис. 2.8. Расчет режимов резания оп. 10, проектируемого техпроцесса в MathCAD.

1. Фрезерование поверхностей 4,5,6
максимальной ширины В, мм: $B := 25$

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК6ОМ(аналог), диаметром D, мм $D := 40$

Число зубьев, z $z := 3$

Припуск на фрезерование, t, мм $t := 0.6$

Подача на зуб, Sz, мм/зуб $S_z := 0.28$

Подача, S, мм/об $S := z \cdot S_z$ $S = 0.84$

Определяем скорость резания, V, м/мин:
Значение коэффициентов:

$x := 0.17$ $y := 0.32$ $u := 0.22$ $q := 0.22$ $C_v := 695$ $m := 0.3$ $p := 0$

Стойкость инструмента, T, мин: $T := 120$

Поправочные коэффициенты $K_{mv} := 1$ $K_{nv} := 0.9$ $K_{iv} := 2.7$

$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$

$$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad V = 632.399$$

Частота вращения, об/мин $n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$ $n = 5032.474$

Определим силу резания, P, Н:
Значения коэффициентов: $x := 1$ $y := 0.75$ $u := 1.1$
 $q := 1.3$ $C_p := 825$ $w := 0.2$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$$P := \frac{10 \cdot 0.25 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^w}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad P = 74.086$$

Крутящий момент, М, Н*м $M_{кр} := \frac{PD}{2 \cdot 100}$ $M_{кр} = 14.817$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{PV}{1020 \cdot 60}$ $N_e = 0.766$

Рис. 2.9. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 1, проектируемого техпроцесса в MathCAD.

2. Фрезерование поверхности 9
максимальной ширины В, мм: $B := 33$

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ВК6ОМ(аналог), диаметром D, мм $D := 40$

Число зубьев, z $z := 3$

Припуск на фрезерование, t, мм $t := 0.6$

Подача на зуб, Sz, мм/зуб $S_z := 0.28$

Подача, S, мм/об $S := z \cdot S_z$ $S = 0.84$

Определяем скорость резания, V, м/мин:
Значение коэффициентов:
 $x := 0.17$ $y := 0.32$ $u := 0.22$ $q := 0.22$ $C_v := 695$ $m := 0.3$ $p := 0$

Стойкость инструмента, T, мин: $T := 120$

Поправочные коэффициенты $K_{mv} := 1$ $K_{nv} := 0.9$ $K_{iv} := 2.7$

$K_v := K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$
 $C_v \cdot D^q$

$V := \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$ $V = 594.929$

Частота вращения, об/мин $n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$ $n = 4734.294$

Определим силу резания, P, Н:
Значения коэффициентов: $x := 1$ $y := 0.75$ $u := 1.1$
 $q := 1.3$ $C_p := 825$ $w := 0.2$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$P := \frac{10 \cdot 0.25 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^w}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$ $P = 101.782$

Крутящий момент, M, Н*м $M_{кр} := \frac{PD}{2 \cdot 100}$ $M_{кр} = 20.356$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{PV}{1020 \cdot 60}$ $N_e = 0.989$

Рис. 2.10. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 2, проектируемого техпроцесса в MathCAD.

3.Сверление 2 отверстий (пов.17,18) диаметром 13,6мм на глубину 9 мм

Сверло из твердого сплава ВК6ОМ (расчет), d, мм $d := 13.6$

Определяем подачу, S, мм/об: $S_0 := 0.2$

Определяем скорость резания, V, м/мин:

Значение коэффициентов:

$$HB := 110 \quad x := 0 \quad y := 0.5 \quad m := 0.4 \quad q := 0.4 \quad T := 60 \quad t := \frac{d}{2}$$

$$C_V := 33400 \quad K_E := 10 \quad K_L := 0.9 \quad n_V := 1.3$$

$$V := \frac{C_V d^q \cdot HB^{-n_V} \cdot K_E \cdot K_L}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} \quad V = 823.794$$

Частота вращения инструмента, n, об/мин

$$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad n = 1.928 \times 10^4$$

Ограничение по паспорту станка, n_ф, об/мин $n_{\delta} := 12000$

Фактическая скорость резания, V_ф, м/мин $V_{\delta} := \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\delta}}{1000}$

$$V_{\delta} = 512.708$$

Определим силу резания, P₀, Н:

Значения коэффициентов: $g := 1.0 \quad C_P := 9.8 \quad y := 0.7$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$$P := 10 \cdot C_P \cdot d^q \cdot S_0^y \cdot K_{mp} \quad P = 432.002$$

Крутящий момент, M, Н*м:

Значения коэффициентов: $g := 2.0 \quad C_M := 0.005 \quad y := 0.8$

$$M_{\delta\delta} := 10 \cdot C_M \cdot d^q \cdot S_0^y \cdot K_{mp} \quad M_{\delta\delta} = 2.552$$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{M_{\delta\delta} n_{\delta}}{9750} \quad N_e = 3.141$

Рис. 2.11. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 3, проектируемого техпроцесса в MathCAD.

4. Сверление отверстия (пов. 19) диаметром 11,2 мм на глубину 5 мм

Сверло из твердого сплава ВК60М (аналог), d, мм $d := 11.2$

Определяем подачу, S, мм/об: $S_0 := 0.2$

Определяем скорость резания, V, м/мин:

Значение коэффициентов:

$$HB := 110 \quad x := 0 \quad y := 0.5 \quad m := 0.4 \quad q := 0.4 \quad T := 60$$

$$C_V := 33400 \quad K_{II} := 10 \quad K_L := 0.9 \quad n_V := 1.3$$

$$V := \frac{C_V d^q \cdot HB^{-n_V} \cdot K_{II} \cdot K_L}{T^m \cdot x \cdot S_0^y} \quad V = 762.237$$

Частота вращения инструмента, n, об/мин

$$n := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad n = 2.166 \times 10^4$$

Ограничение по паспорту станка, n_ф, об/мин $n_{\phi} := 12000$

Фактическая скорость резания, V_ф, м/мин $V_{\phi} := \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\phi}}{1000}$

$$V_{\phi} = 422.23$$

Определим силу резания, P₀, Н:

Значения коэффициентов: $q := 1.0 \quad C_P := 9.8 \quad y := 0.7$

Поправочные коэффициенты $K_{mp} := 1$

$$P := 10 \cdot C_P \cdot d^q \cdot S_0^y \cdot K_{mp} \quad P = 355.767$$

Крутящий момент, M, Н*м:

Значения коэффициентов: $q := 2.0 \quad C_M := 0.005 \quad y := 0.8$

$$M_{kp} := 10 \cdot C_M \cdot d^q \cdot S_0^y \cdot K_{mp} \quad M_{kp} = 1.731$$

Мощность резания, кВт $N_e := \frac{M_{\phi} \cdot n_{\phi}}{9750} \quad N_e = 2.13$

Рис. 2.12. Расчет режимов резания оп. 20, перехода 4, проектируемого техпроцесса в MathCAD.

Расчет основного машинного времени обработки T_0 в мин,

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S_0 \cdot n}; \quad (2.1)$$

где $L_{р.х.}$ – расчетная длина обработки, мм,

i – число рабочих ходов режущего инструмента;

n – частота вращения шпинделя станка, об/мин;

S – подача режущего инструмента, мм/об.

Для произведения расчетов будем использовать пакет MS Excel. Результаты расчетов сведем в таблицу 2.6.

Таблица 2.6. 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. 1,2,3.	0,84	4500	0,018
Итого:				0,018
20 Комбинированная с ЧПУ				
1	Фрезеровать пов. 4,5,6	0,84	4500	0,0198
2	Фрезеровать пов. 9	0,84	4500	0,0175
3	Сверлить пов. 17,18	0,66	1036	0,0293
Итого:				0,0666
30 Сверлильная				
1	Сверлить пов. 19.	0,45	1397	0,00795
Итого:				0,00795
Проектируемый техпроцесс				
10 Фрезерная				
1	Фрезеровать пов. 1,2,3.	0,84	5125,6	0,016
Итого:				0,016
20 Комбинированная с ЧПУ				
1	Фрезеровать пов. 4,5,6	0,84	5032,5	0,0177
2	Фрезеровать пов. 9	0,84	4734,3	0,0166
3	Сверлить пов. 17,18	0,2	12000	0,0083
4	Сверлить пов. 19	0,2	12000	0,0021
Итого:				0,0448

2.6.2 РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ.

Штучно-калькуляционное время равно:

$$T_{ш.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт} \quad (2.2)$$

где n – размер партии запуска, шт;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от} \quad (2.3)$$

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:

$$T_B = T_{уc} + T_{зo} + T_{уп} + T_{из} \quad (2.4)$$

где $T_{уc}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{зo}$ – 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 $T_{от}$ определяется как процент от оперативного времени и составляет 5 %.

Время на приемы управления $T_{уп}$ складывается, для обрабатывающих центров из $T_{вкл} + T_{рев} + T_{боп}$ – времени на включение и выключение, на поворот револьверной головки и быстрый подвод и отвод инструмента.

Таким образом, вспомогательное время для обрабатывающих центров с ЧПУ равно:

$$T_B = T_{уc} + T_{зo} + T_{вкл} + T_{рев} + T_{боп} + T_{из}$$

Нормы времени на операции сведем в таблицу 2.7.

Таблица 2.7. Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ операции	T_0	T_B					T_{OB}	T_{OT}	$T_{ШТ}$	$T_{ПЗ}$	n	$T_{ШК}$
		$T_{УС}$	$T_{ЗО}$	$T_{ВКЛ}$	$T_{СМ}$	$T_{ИЗ}$						
Базовый вариант												
010	0,018	0,10	0,02	0,01	0	0,16	0,0154	0,0154	0,3388	120,00	300,00	0,7388
020	0,0666	0,10	0,02	0,01	1,1	0,5	0,0898	0,08983	1,9763	120,00	300,00	2,3763
030	0,00795	0,10	0,02	0,01	0	0,16	0,0149	0,0149	0,3277	120,00	300,00	0,7277
Проектируемый вариант												
010	0,016	-	-	0,01	0,0	0,16	0,0093	0,0093	0,2046	120	300	0,6046
020	0,0628	-	-	0,01	0,13	0,16	0,0174	0,0174	0,383	120	300	0,7829

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

Задание: спроектировать станочное приспособление для установки и закрепления детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray».

Деталь - "Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray"

Материал - алюминий АК12М2 по ГОСТ 1583-93 НВ = 100-110

Заготовка - отливка

Обработка - фрезерование

Тип производства - серийное

Приспособление - специальное быстрозажимное, прихватами.

Закрепление заготовки - по литым поверхностям с опорой на 3 бобышки.

Смена детали - ручная

Жесткость станка – средняя

Точность обработки – IT12

Шероховатость - Ra 5,0 мкм

3.1.2. ВЫБОР СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В связи с тем, что в техпроцессе мы применяем оборудование - обрабатывающий центр с устройством смены паллет, то смена заготовки происходит вне станка. Подвод рабочей среды, необходимой для создания усилия зажима в данном случае затруднен и его реализация слишком усложнит приспособление. Поэтому применим оригинальное решение – зажим заготовки

осуществим от силы сжатия (растяжения) пружин, а для раскрепления детали, на месте смены заготовок, используем сжатый воздух и мембранный привод.

Отливка устанавливается на 3 опоры по плоскостям - бобышкам. Ориентация осуществляется по 2 пальцам. Затем отливка зажимается по 1 точке. Выбор точки зажима принимаем строго по ребрам жесткости, выполненным в отливке.

Оператор закрепляет заготовки в приспособлении, расположенном на паллете вне станка, во время обработки предыдущей детали.

3.1.3. РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ

Силы резания рассчитаны в разделе 2 и составляют:

$$P_z = 67,345 \text{ Н}$$

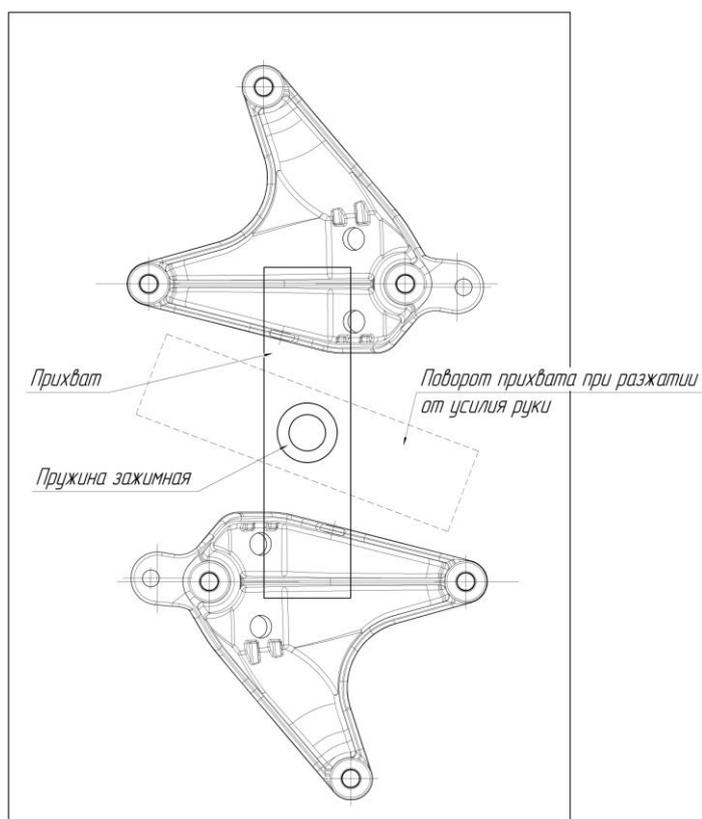


Рис. 3.1. Схема зажимного приспособления на 10 операции технологического процесса.

3.1.4. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ЗАЖИМА

Исходя из рассчитанных режимов резания (сил резания) и подобранной схемы установки и закрепления рассчитаем усилие, необходимое для зажима заготовки.

Усилие для закрепления заготовки равно:

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

где k – коэффициент запаса

P_z – 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 [10]:

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

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:

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

Необходимая сила зажима равна (3.1):

$$W = \frac{7,076 \cdot 67,345}{0,15 + 0,25} = 1191,33 \text{ Н}$$

Таким образом, необходимо обеспечить усилие зажима на точке приложения 1191,33 Н.

При использовании двухместного приспособления и зажима сразу двух заготовок, необходимую силу увеличиваем в два раза:

Применим для зажима пружинный привод. Расчет и подбор пружины произведем по методике [11, стр. 204]

Исходными данными для расчета и подбора пружины будут являться:
Сила пружины при предварительной деформации $F_1 = 100 \text{ Н}$

Сила пружины при рабочей деформации (равна необходимой силе зажима)
 $F_2 = 2382,66 \text{ Н}$

Рабочий ход пружины, $h = 20 \text{ мм}$

Наибольшая скорость перемещения подвижного конца пружины при нагружении или разгрузке, $v_{\max} = 5 \text{ м/с}$

Выносливость пружины принимаем с запасом, исходя из годовой программы выпуска деталей $N_F = 1,5 \times N_{\text{вып}} = 1,5 \times 50000 = 75000 \text{ циклов}$

Предварительный диаметр пружины $D_1 = 20 \text{ мм}$

Определяем принадлежность к классу пружины по заданной величине выносливости пружины, по табл. 1 [11] – II класс.

Вычисляем значение силы F_3 – силы пружины при максимальной деформации:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta} \tag{3.3}$$

где δ - относительный инерционный зазор пружины сжатия, для пружин II класса принимаем 0,25.

$$F_3 = \frac{2382,66}{1 - 0,25} = 3177 \text{ Н}$$

Определяем разряд пружин по табл. 2. Принимаем 3 разряд.

По таблице 16 и по ГОСТ 13772-86 [12] определяем типоразмер пружины (позиция 167).

Пружина из проволоки сталь 65Г ГОСТ 1050-88 с размерами

Диаметр проволоки $d = 7,0$ мм,

наружный диаметр пружины 36 мм,

жесткость одного витка $c_1 = 964,8$ Н/мм,

наибольший прогиб одного витка $s'_3 = 3,472$ мм

Определим максимальное касательное напряжение по таблице 2 $\tau_3 = 960$ МПа.

Определим критическую скорость пружины сжатия по формуле [11, стр. 200]:

$$v_K = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{F_2}{F_3}\right)}{\sqrt{2G \cdot \rho \cdot 10^{-3}}} \quad (3.4)$$

где G – модуль сдвига, для пружинной стали $G = 7,85 \times 10^4$

ρ – динамическая (гравитационная) плотность материала, для пружинной стали $\rho = 8 \times 10^3$

$$v_K = \frac{960 \cdot \left(1 - \frac{2382,66}{3350}\right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 7,822$$

$$\frac{v_{MAX}}{v_K} = \frac{5}{7,822} = 0,639 < 1 \text{ что подтверждает правильность выбранной пружины.}$$

Рассчитаем остальные размеры пружины

Жесткость пружины:

$$c = \frac{F_2 - F_1}{h} = \frac{2382,66 - 100}{20} = 114,133 \text{ Н/мм}$$

Число рабочих витков пружины:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{964,8}{114,133} = 8,453 = 9$$

Полное число витков пружины:

$$n_1 = n + n_2 = 9 + 0,5 = 9,5$$

где n_2 – число опорных витков, $n_2 = 0,5$

Средний диаметр пружины:

$$D = D_1 - d = 36 - 7 = 29 \text{ мм}$$

Индекс пружины:

$$i = \frac{D}{d} = \frac{36}{7} = 5,143$$

Предварительная деформация пружины:

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{100}{114,133} = 0,876 \text{ мм}$$

Рабочая деформация пружины:

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{2382,66}{114,133} = 20,87617 \text{ мм}$$

Максимальная деформация пружины:

$$s_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{3350}{114,133} = 29,351 \text{ мм}$$

Длина пружины при максимальной деформации

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (5,5 + 1 - 0,5) \cdot 7 = 70 \text{ мм},$$

где n_3 – число обработанных витков, $n_3 = 0,5$

Длина пружины в свободном состоянии

$$l_0 = l_3 + s_3 = 70 + 29,351 = 99,351 \text{ мм}$$

Длина пружины при предварительной деформации

$$l_1 = l_0 - s_1 = 99,351 - 0,876 = 98,475 \text{ мм}$$

Длина пружины при рабочей деформации

$$l_2 = l_0 - s_2 = 99,351 - 20,87617 = 78,474 \text{ мм}$$

Шаг пружины в свободном состоянии

$$t = s_3' + d = 3,472 + 7 = 10,472 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр пружины

$$D_2 = D_1 - 2d = 36 - 2 \cdot 7 = 22 \text{ мм}$$

В качестве привода, необходимого для разжима заготовки принимаем пневмоцилиндр диафрагменного действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

Определим диаметр цилиндра D пневмокамеры [13, стр. 143].

Тип диафрагмы – резиновая.

Имеем формулу для привода одностороннего действия:

$$Q_{ш} = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \cdot p \cdot \eta - P_{п} \quad (3.5)$$

где p - рабочее давление, $p = 0,63$ МПа;

$Q_{ш}$ – сила на штоке равная усилию пружины при максимальной деформации, $Q_{ш} = 3350$ Н

η - КПД привода, $\eta = 0,95$

$P_{п}$ – сила возвратной пружины, равная силе пружины при предварительной деформации, $P_{п} = 100$ Н,

После преобразования, получим диаметр пневмокамеры не менее:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_{ш} + P_{п}}{p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{3350 + 100}{0,63 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 0,95}} = 85,671 \approx 90 \text{ мм.}$$

Диаметр вставки (не менее) определяется по формуле:

$$D = D_1 - 2 \cdot t - 4 = 90 - 2 \cdot 4 - 4 = 78 \text{ мм}$$

Принимаем конструктивно с учетом габаритов приспособления по $D = 90$ мм, диаметр вставки $d = 78$ мм

Ход штока выбираем из соотношения:

$$L = \left(0,25 \dots 0,35 \right) \cdot D = 0,25 \cdot 90 = 22,5 \text{ мм}$$

3.1.5. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособление базируется на столе станка.

Приспособление содержит плиту 4, в котором установлены опоры 5, 6, 7 по торцевым поверхностям которых базируются обрабатываемые детали. На опорах 6, 7 установлены фиксаторы 8 для базирования обрабатываемых деталей по отверстиям. В плите 4 также установлена неподвижно стойка 9 на которой надета пружина 12, с двух сторон которой надеты шайбы 20, фиксируемая с одной стороны гайкой 17, с другой подвижной втулкой 10. Втулка 10

запрессована в прижим 1. В подвижную втулку 10 в свою очередь запрессован штифт 21, в который упирается шток мембранного привода 2, служащий для сжатия пружины 12 в момент снятия детали.

Приспособление работает следующим образом.

В мембранный привод 2 подается воздух, через быстрозажимное соединение. Шток привода давит на штифт 21, который в свою очередь перемещает вверх втулку 10 и прижим 1 сжимая пружину 12. Оператор снимает освобожденные обрабатываемые детали и устанавливает новые заготовки на опоры 5,6,7 и фиксаторы 8.

Затем, с помощью предохранительного клапана мембранного привода оператор постепенно стравливает воздух и рабочей деформацией пружины 12 заготовка прижимается прижимом 1 к опорам 5,6,7. Оператор отключает подачу воздуха. Паллета перемещается с заготовками в зону обработки. Паллета с обработанными деталями перемещается в зону снятия установки детали. Процесс повторяется.

Чертеж приспособления представлен на листе графической части бакалаврской работы.

3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Задача раздела – разработка режущего инструмента для сверления отверстий.

Рассчитаем сверло спиральное из твёрдого сплава, повышенной точности А, с покрытием TiN и двойной заточкой.

Диаметр сверла принимаем равным диаметру отверстия $D = 13,6$ мм.

По ГОСТ 885-77 принимаем точность исполнения диаметра режущей части и хвостовика по h8 качеству.

Режимы резания рассчитаны в разделе 2.6:

Подача на оборот $S_o = 0,2$ мм/об;

Скорость главного движения резания $V = 512,7$ м/мин;

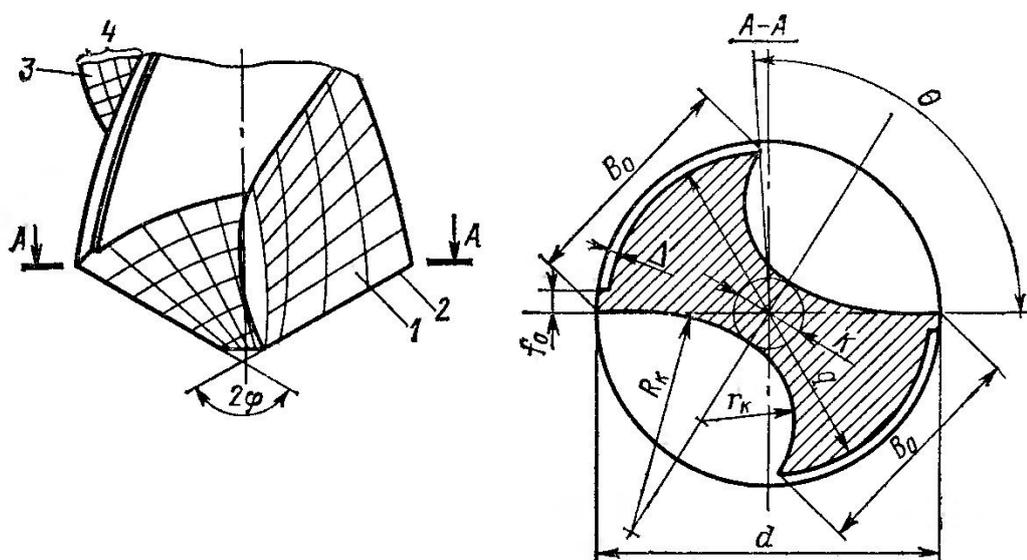


Рис. 3.2. Основные геометрические параметры режущей части сверла.

Геометрические параметры режущей части: задний угол $\alpha = 12^\circ$, угол перемычки $\psi = 60^\circ$. Двойная заточка $\varphi_1 = 118^\circ$, $\varphi_2 = 70^\circ$, $b = 2,5$ мм.

Угол наклона винтовой канавки [14] $\omega = 45^\circ$ для обработки алюминиевых сплавов.

Диаметр сердцевины сверла выбираем в зависимости от диаметра сверла.

Для $D = 13,6$ мм $k = (0,25 \div 0,5)D = 0,5 \times 13,6 = 6,8$ мм

Высота ленточки $\Delta = 0,1$ мм для вышлифованного профиля.

Диаметр спинки $q = D - 2 \times \Delta = 13,6 - 2 \times 0,1 = 13,4$ мм

Геометрические параметры профиля сверла

$$R_h = 0,75 - 0,9 D = 0,9 \cdot 13,6 = 12,24 \text{ мм}$$

$$r_h = 0,22 - 0,28 D = 0,28 \cdot 13,6 = 3,808 \text{ мм}$$

$$\theta = 92^\circ$$

Ширина пера, в зависимости от угла наклона канавки $B = B_0 / \cos \omega$, где B_0 – ширина пера, измеренная в нормальном к оси сечении сверла [14] (по чертежу).

Ширина ленточки $f_{0\max} = 0,45 \times \sqrt{d} = 0,43 \times 13,6 = 1,66$ мм, принимаем 1 мм

Допуск симметричности сердцевины 0,15 мм

Допуск осевого биения режущих кромок 0,08 мм (для точного исполнения)

[14, табл. 10.5]

По ГОСТ 22735-77 выбираем ближайший типоразмер сверла. Выбираем сверло 2300-8867, длиной $L = 122$ мм, длиной режущей части $l = 70$ мм. Уточняем требования к точности, для сверл повышенной точности допуск осевого биения режущих кромок 0,06 мм, радиального биения 0,06 (для цилиндрического хвостовика).

Материал режущей части – твердый сплав ВК60М с покрытием TiN, хвостовика – быстрорежущая сталь Р9, твердостью 56-62 HRC₃. Метод соединения – пайка (припой Л68).

На листе графической части бакалаврской работы представлен чертёж сверла со всеми необходимыми видами, размерами и сечениями.

4 ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

В графической части бакалаврской работы представлено 6 листов формата А1.

Изменения на чертеже детали и заготовки 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 чертежах внесены следующие изменения: 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.

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.

Все чертежи выполнены в ПО Компас График.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

В текущем разделе бакалаврской работы изучаются вопросы производственной безопасности на производственном участке по изготовлению кронштейна левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray, а также поднимаются вопросы экологической безопасности на участке и в производстве в целом.

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 X-Ray	10 Фрезерная с ЧПУ 20 Комбинированная с ЧПУ	Оператор станков с ЧПУ 5 разряда	Обрабатывающий центр с ЧПУ фирмы HERMLE модель C12, Германия. Приспособление зажимное специальное, фрезы торцевые, сверла.	СОЖ – ВЕЛС-1 5%, алюминиевая стружка АК12М2 ГОСТ 1583-93, обтирочная ветошь
		30 Моечная	Оператор моечной установки 4 разряда	Камерная моечная машина, сетчатый контейнер	Перегретая вода с антикоррозийными присадками

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 операция, вид выполняемых работ	Опасный или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	10 Фрезерная с ЧПУ 20 Комбинированная с ЧПУ Фрезерование поверхностей детали, сверление отверстий	Движение машин и механизмов для перемещения и транспортировки деталей	Межоперационный транспорт – электропогрузчик, тележки, электрокары. Грузоподъемное оборудование – кран-балки.
		Движение частей производственного оборудования	
		Повышение уровня шума, вибраций	Металлорежущее оборудование - обрабатывающий центр с ЧПУ, оснащенный системой смены паллет, инженерное оборудование – системы вентиляции, кондиционирования-отопления и освещения, откатные ворота, наклоняемые платформы на складе.
		Повышенные значения напряжения в электрической цепи	
		Повышенная или пониженная температура в производственном помещении	
		Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны и производственного помещения	Инженерное оборудование в производственном корпусе. Неэффективное и недостаточное 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, тара.
	Канцерогенные вредные вещества	СОЖ при металлообработке, раствор моечной машины, пары электролита аккумуляторов электропогрузчиков.	

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 или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Траектория движения производственного транспорта обозначается разметкой и ограждается отбойниками, устанавливаются знаки дорожного движения, светофоры.	-
2	Подвижные части производственного оборудования	Движущиеся и вращающиеся части станка, механизмов по возможности ограждаются защитными кожухами и экранами, окрашиваются в желтый цвет (или полосатый желто-черный), а где это невозможно обозначается разметкой.	-
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 Наушники противозумные или вкладыши противозумные
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. Блокировка вентсистем и их отключение автоматически от пожарной сигнализации, при угрозе возникновения пожара.	Ботинки кожаные с защитным подноском с толстой подошвой
5	Повышенная или пониженная температура в помещении	Санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной трудовой деятельности работающих, обеспечиваются системами отопления, вентиляции и освещения. Правильный выбор спецодежды в зависимости от климатических условий.	По решению профсоюзной организации могут быть выданы комплекты теплой одежды согласно нормативным документам
6	Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны	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 обрабатываемых центрах, токарных станках) комбинированное.	-
7	Острые кромки, заусенцы и шероховатость заготовок, инструментов и оборудования	Для предупреждения травматизма глаз применяются смотровые защитные экраны, изготовленные из прозрачного материала (напр. стекла –триплекс); Для предупреждения вылета детали или инструмента применяются зажимные приспособления, в системе ЧПУ имеется опция контроля касания инструмента в момент обработки. Инструмент со склада поступает в защитной, пластиковой упаковке для исключения	Для оператора с ЧПУ: Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и управлением механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;

Продолжение таблицы 5.3.

№ п/п	Опасный или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
		травмирования и преждевременной поломки.	Фартук для защиты от общих производственных загрязнений и 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 средств индивидуальной защиты - 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 левой опоры подвески двигателя автомобиля	Обработывающий центр с ЧПУ фирмы HERMLE модель C12	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;	образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, сооружений, транспортных средств, технологического, производственного и инженерно-технического оборудования, а также хранящейся продукции и материалов; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.
2	Лada X-Ray	Камерная моечная машина	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	5) пониженная концентрация кислорода; 6) снижение видимости в дыму.	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; песок, асбестовая кошма или полотно, Ведро, инструмент, огнетушитель пенный (для тушения на участке), порошок (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. Блокировка систем вентиляции при пожаре от пожарной сигнализации.	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 техпроцесса, 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 X-Ray	контроль над 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 над режимом курения	На производстве оборудовать изолированное, закрытое помещение для курения с принудительной вытяжкой и первичными средствами пожаротушения – огнетушителями.
	контроль над средствами пожаротушения (проверка и замена огнетушителей)	Периодическая проверка средств пожаротушения, регламентированная замена по срокам поверки огнетушителей, перемотка пожарных рукавов.
	контроль над уборкой масла и мусора	Указать в технологической документации периодичность и метод уборки рабочего места в конце смены.
	контроль над 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)	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 X-Ray	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 почвы.
	Ветошь, Необходимость утилизации ртутных ламп местного освещения			Почвенный покров сильно загрязняется в зонах рассеивания вредных выбросов в атмосферу.

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 X-Ray
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 0,3 $\rho_{\text{ПДК}}$ 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 в канализационную сеть На участке механической обработки применяется масляная и эмульсионная СОЖ. В составе СОЖ присутствуют мелкая металлическая стружка, литевой шлам. 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 неотчетственных 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 неотчетственных смазочных работах, как уже сказано выше. Только при признании материалов непригодными к дальнейшему использованию их направляют на ближайшие 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 X-Ray, перечислены основные 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 X-Ray, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы наиболее существенные из которых это движение транспорта и механизмов, частей оборудования, повышенный шум и вибрация, поражение электротоком, неоптимальная температура в помещении, острые кромки средств технологического оснащения и канцерогенные вещества. Полный анализ представлен в таблице 5.2.

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

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта в разделе 5.4. В нем проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности, разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.4-5.6).

В таблице 5.7 идентифицированы экологические факторы и в таблице 5.8 разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

Таким образом, можно сказать, что 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.

Представим краткое описание изменяющихся операций ТП изготовления детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля X-Ray»

Базовый вариант: основная обработка поверхностей детали осуществляется на трех операциях 10, 20 и 30, для этого применяется обрабатывающий центр с ЧПУ, модель ИС500ПМФ4-1. Чтобы выполнить эти операции понадобится: операция 10 – фреза торцевая с механическим креплением пластин из твердого сплава ВК6 ОМ; операция 20 – фреза торцевая с механическим креплением пластин из твердого сплава ВК6 ОМ (обработка осуществляется в 2-а перехода); сверло спиральное Ø13,6 мм из быстрорежущей стали Р6М5; операция 30 – сверло спиральное Ø11,2 мм из быстрорежущей стали Р6М5.

Проектный вариант: представленная выше обработка выполняется на 2-х операциях 10 и 20, это стало возможным за счет замены оборудования на обрабатывающий 5-ти координатный высокоскоростной обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C12 с устройством автоматической смены паллет PW800. Данное оборудование позволило применять другой инструмент для выполнения обработки поверхностей: операция 10 – фреза торцевая с мех. креплением пластин из твердого сплава ВК6 (инструмент остался без изменения); операция 20 – фреза торцевая с мех. креплением пластин из твердого сплава ВК6 ОМ (инструмент не изменился и обработка также осуществляется в два перехода); сверло спиральное Ø13,6 мм из твердого сплава ВК6 ОМ с покрытием TiN и сверло спиральное Ø11,2 мм из твердого сплава (инструмент остался без изменения).

Предлагаемые совершенствования позволят сократить не только количество операций, но и трудоемкость выполнения сравниваемых операций:

- на операции 10 – штучное время с 0,3388 мин до 0,2046 мин. и основное время с 0,018 мин. до 0,016 мин.;
- на операции 20 – штучное время с 1,9763 мин. до 0,383 мин. и основное время с 0,0666 мин. до 0,0488 мин.;
- на операции 30 – из-за объединения операций 20 и 30 в проектом варианте она отсутствует.

Не смотря на сокращение трудоемкости и количество операции необходимо провести экономические расчеты на обоснованность предлагаемого технологического процесса. Для определения капитальных вложений в предлагаемый вариант ТП изготовления детали используем методику расчета капитальных вложений [16]. Согласно этой методике мы получили капитальные вложения ($K_{ВВ.ПР}$) в размере 2279579,78 руб.

Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 6.1

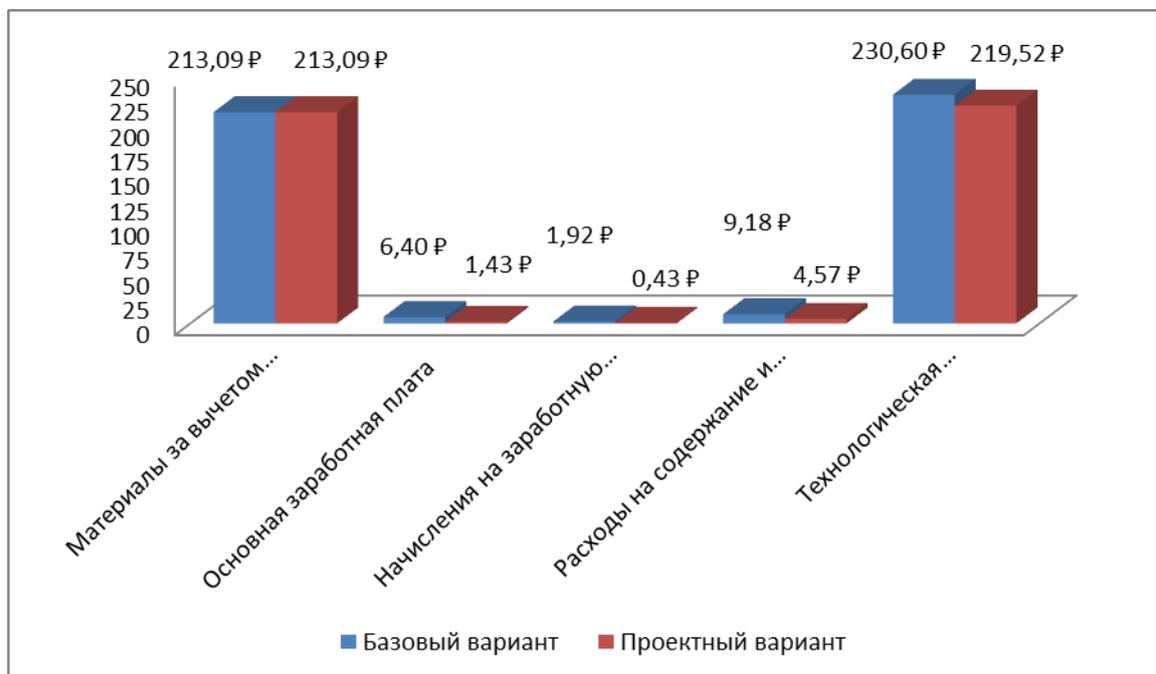


Рис. 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по сравниваемым вариантам

Используя методику составления калькуляции полной себестоимости [16] мы имеем следующие значения: базовый вариант – 254,67 руб.; проектный вариант – 225,38 руб.

Базируясь на полученных данных, обоснуем целесообразность предлагаемых изменений в технологический процесс по следующей методике.

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{VT} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{VT} = (54,67 - 225,38) \cdot 50000 = 1464500 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 1464500 \cdot 0,2 = 292900 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 1464500 - 292900 = 1171600 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{2279579,78}{1171600} + 1 = 2,946 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 1171600 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) =$$

$$= 2675934,4 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 2675934,4 - 2279579,78 = 396354,62 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{2279579,78}{1171600} = 1,17 \text{ руб./руб.}$$

Изменения технологического процесса, приведшие к сокращению количества операций и трудоемкости их выполнения, привели к снижению себестоимости на 11,5%. Расчеты показали, что мероприятия могут окупиться в течение 3-х лет. Интегральный экономический эффект от изменений составит 396354,62 руб., что позволяет говорить об его эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Разработан технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя на станках с ЧПУ. Были заменена операция 30 за счет применения прогрессивного оборудования, что позволило сократить время обработки.

Предложен прогрессивный режущий инструмент, твердосплавное сверло, что позволило увеличить стойкость инструмента и производительность.

Спроектировано станочное приспособление на фрезерную операцию, обеспечивающее центрирование и надежный зажим заготовок и оригинальным приводом.

Изменения, внесенные в технологический процесс изготовления кронштейна, позволили выполнить поставленную цель работы, повысить производительность труда, снизить себестоимость изготовления детали и получить экономический эффект в размере 396354,62 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

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. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов] – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1983. – 256 с.
3. <http://www.umt-ural.ru/splav-ak12m2.html>
4. <http://www.startmetall.ru/al/>
5. 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.
6. http://www.hermle-vostok.ru/cms/ru/products/productoverview/machine_c12/
7. http://www.hermle-vostok.ru/home/download.php?file=.%2Fablage%2Fmed_00003139_1424705184_td_c12_ru.pdf&filename=td_c12_ru.pdf&filetitle=&basis=.%2F
8. Дьяконов, Владимир Павлович. Справочник по MathCAD PLUS 6.0 PRO: справочное издание / В.П. Дьяконов. - Москва : СК Пресс, 1997. - 328 с.: ил. + 1 дискета. - (Библиотека PCWeek/RE). - ISBN 5-89233-011-7 :Б.ц. Библиогр.: с. 326-328
9. 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.
10. 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.

11. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.3. – 8-е изд., перераб. И доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.: ил.
12. ГОСТ 13772-86. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения II класса, разряда 3 из стали круглого сечения. Основные параметры витков. Введен 30.06.88. М.: Издательство стандартов. 2016. – 7 с.
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. 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.
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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Справ. №	Подп. и дата		
				<u>Документация</u>						
A1			16.0ТМП.07.558.051.00.000 СБ	Сборочный чертеж						
				<u>Сборочные единицы</u>						
A4	1		16.0ТМП.07.558.051.01.000 СБ	Прижим	1					
A4	2		16.0ТМП.07.558.051.02.000 СБ	Мембранный привод	1					
				<u>Детали</u>						
A3	4		16.0ТМП.07.558.051.00.004	Плита	1					
A4	5		16.0ТМП.07.558.051.00.005	Опора	2					
A4	6		16.0ТМП.07.558.051.00.006	Опора	2					
A4	7		16.0ТМП.07.558.051.00.007	Опора	2					
A4	8		16.0ТМП.07.558.051.00.008	Фиксатор	4					
A4	9		16.0ТМП.07.558.051.00.009	Стойка	1					
A4	10		16.0ТМП.07.558.051.00.010	Втулка	1					
A4	11		16.0ТМП.07.558.051.00.011	Крышка	1					
A3	12		16.0ТМП.07.558.051.00.012	Пружина	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		14		Винт М6-6х20.109.05 ГОСТ 11738-84	4					
16.0ТМП.07.558.051.000										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление зажимное 2-х местное Сборочный чертеж			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Дементьев							1	2
Проб.		Бабровский			ТГУ, ТМДЗ-1131					
Н.контр.		Виткалов								
Утв.		Бабровский								

Копировал

Формат А4

Дубл.																			
Взам.																			
Н.контр.																			
														Листов 1	Лист 1				
Разраб.	Дементьев					ТГУ													
Пров.	Бобровский																		
Н.контр.	Виткалов					Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля Lada X-Ray													
Утв.	Бобровский																		
МО1	AK12M2 ГОСТ 1583-91																		
МО2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот	Профиль и размеры				КД	МЗ						
		166	0.598			0.979		Отливка				1	0,611						
А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
А	xx	xx	xx	05	Литье в кокиль под давлением														
А	xx	xx	xx	10	4234 Фрезерная с ЧПУ				ИОТ XXX										
Б	381825.XXXX				HERMLE C12		2	18632	311	1P	1	1	1	100	1	120	0,2046		
О	Фрезеровать установочные плоскости, выдерживая размеры 25±0,3мм,28±0,2мм,42 ±0,2мм																		
Т	Фреза торцевая Ф40 с мех. креплением СНП z=3, пластина металлорежущая TPCN1603 PPR-GH-01 – 3 шт																		
Т	шабер, штангенциркуль ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 166-80, калибр для размера 28+/-0,2, калибр для размера 42+/-0,2, приспособление зажимное специальное																		
А	xx	xx	xx	10	4237 Комбинированная с ЧПУ				ИОТ XXX										
Б	381825.XXXX				HERMLE C12		2	18632	311	1P	1	1	1	100	1	120	0,383		
О	Фрезеровать установочные плоскости, фрезеровать плоскость крепления к кузову под углом, сверлить 2 отв. Ø13,6±0,1 мм, сверлить отв. Ø11,2±0,3 мм																		
Т	Фреза торцевая Ф40 с мех. креплением СНП z=3, пластина металлорежущая TPCN1603 PPR-GH-01 – 3 шт, сверло Ø13,6 ВК60М, сверло Ø11,2 ВК60М																		
Т	шабер, штангенциркуль ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 166-80, приспособление зажимное специальное																		
МК																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

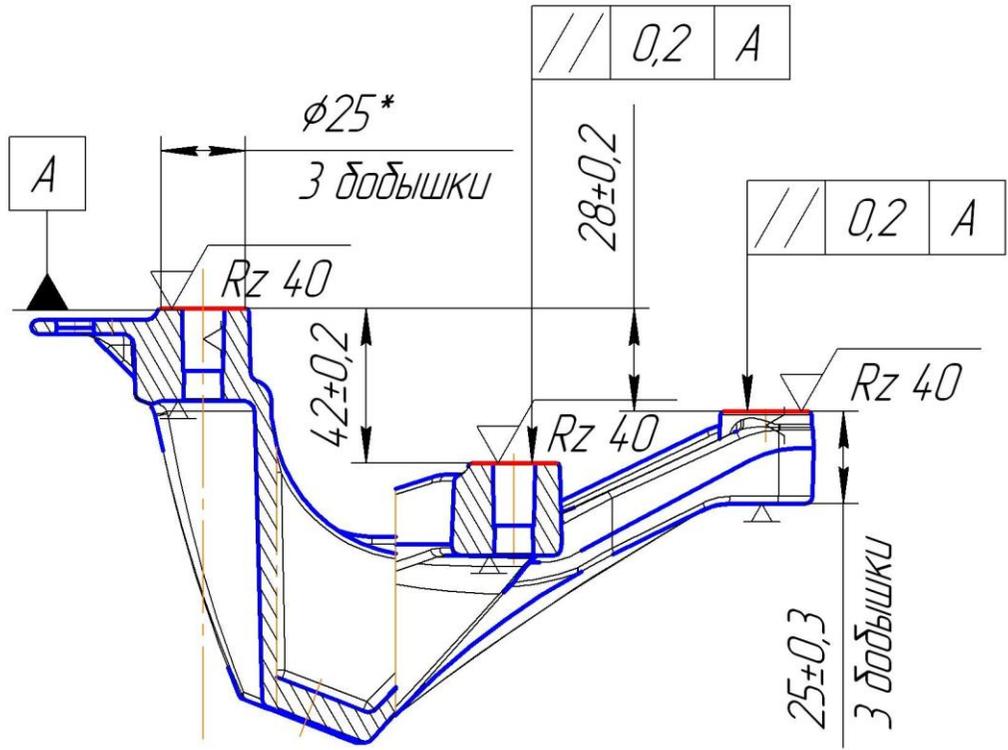
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

								2	2
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разработал	Дементьев		
Проверил	Бодровский		

XXXXXXXXXXXX									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

И. контроль	Виткалов			Кронштейн левой опоры подвески двигателя автомобиля LADA X-Ray					xxx	10
-------------	----------	--	--	--	--	--	--	--	-----	----



* - размер для справки