



## Аннотация

Совершенствование технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP для условий массового производства. Работа выполнена по данным компании «Rulevie Systemy, ltd».

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность, станок, литье под давлением.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработано приспособление - спутник;
- усовершенствован метод литья под давлением на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 63 страниц, содержащую 17 таблиц, 6 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## **Abstract**

Improvement of the technological process of manufacturing the BRKT-LH SUSP engine left suspension bracket. Bachelor's work. Tolyatti. Tolyatti State University, 2021.

In the bachelor's work, the technology of manufacturing the BRKT-LH SUSP engine left suspension bracket for mass production conditions is presented. The work was performed according to the data of the company "Rulevie System, ltd".

Keywords: part, billet, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency, machine, injection molding.

When performing the bachelor's work, the following results were obtained:

- the initial data for the design of the technical process of the part was analyzed;
- developed a technological process;
- a satellite device has been developed;
- improved injection molding method based on literature research;
- measures for the safety and environmental friendliness of the project were investigated;
- the value of the economic efficiency of the developed technology is investigated.

The bachelor's thesis contains an explanatory note of 63 pages, containing 17 tables, 6 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных .....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии .....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3. Определение такта выпуска.....	14
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	14
2.5 Разработка технологических операций .....	33
3 Расчет и проектирование оснастки .....	35
3.1 Расчет и проектирование приспособления - спутника .....	35
3.2. Совершенствование литья под давлением .....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	44
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	44
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	44
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	45
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	46
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	48
4.6 Выводы по разделу .....	49
5 Экономическая эффективность работы.....	51
Заключение. ....	55
Список используемых источников.....	56
Приложение А Маршрутная карта.....	59
Приложение Б Операционные карты.....	61
Приложение В Спецификация.....	63

## Введение

Современное производство выпускает огромное количество автомобилей. Этим занимаются всем известные мировые бренды, которые занимаются выпуском автомобилей. В нашей стране безусловным лидером в выпуске автомобилей является АО «АвтоВАЗ». Одним из важнейших агрегатов автомобиля, существенно влияющим на качество его работы и себестоимость является двигатель.

Современный двигатель внутреннего сгорания представляет собой сложнейший в изготовлении агрегат, качественное изготовление которого во многом определяет качество изготовления автомобиля в целом. То есть имеет важнейшее потребительское назначение.

С точки зрения потребительских свойств, двигатель должен быть мощным, компактным, надежным, тихим. Причем последнее потребительское свойство, важно при каждодневной эксплуатации, с точки зрения потребителя. Данное свойство определяется величиной детонаций в двигателе, и как следствие величиной вибраций.

С целью гашения вибраций, создаваемых двигателем при работе, а также для предотвращения его сдвига относительно кузова автомобиля, применяются специальные опоры. Для надежного удержания двигателя конструкция автомобиля имеет две такие опоры: левую и правую. Деталь - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», является важнейшей деталью левой опоры двигателя, и в значительной мере определяет надежность его работы. Поэтому тема бакалаврской работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP с минимальной себестоимостью.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение детали**

С целью гашения вибраций, создаваемых двигателем при работе, а также для предотвращения его сдвига относительно кузова автомобиля, применяются специальные опоры. Для надежного удержания двигателя конструкция автомобиля имеет две такие опоры: левую и правую. Деталь - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», является важнейшей деталью левой опоры двигателя, и в значительной мере определяет надежность его работы.

Кронштейн левой опоры подвески двигателя работает в условиях ударных и вибрационных нагрузок, в широком диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Форма кронштейна спроектирована, исходя из необходимости обеспечить, указанные выше условия работы. Основные требования к конструкции кронштейна левой опоры подвески двигателя представлены ниже:

1. Твердость не менее 85 НВ.
2. Неуказанные отклонения по матмадели.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров по СТП37.101.9677-88.
4. Технические требования к отливке по СТП 37.101.7508-2009.
5. Допускается дробеметная обработка отливки.
6. По рентгеноконтролю допускаются отдельные раковины 3-го балла, пористость по 3-му баллу по телу отливки.
7. На литых поверхностях допускаются механические забоины площадью не более  $5 \text{ мм}^2$  и глубиной не более 1 мм, следы от зачистного инструмента глубиной до 1 мм, не выходящие на торцы бобышек.
8. Выступание металла на бобышках вокруг отверстий не допускается.

9. На обрабатываемых поверхностях допускаются отдельные раковины диаметром и глубиной не более 2 мм и пористость не выше 3-его балла, не выходящие на кромку изделия.

10. Маркировать 8450034035, АК12М2, номер пресформы, буквенное обозначение гнезда выпукло шрифтом 4-Пр3 по ГОСТ 26.008-85.

Для выполнения таких жёстких требований, подразумевается создание высокостабильного технологического процесса для данной детали, с использованием современных прогрессивных технических решений.

В качестве материала для кронштейна левой опоры подвески двигателя используется сплав АК12М2. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данного сплава.

Таблица 1 – Основные характеристики сплава АК12М2.

Сортамент	Твердость, НВ	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Отливка	700 - 834	186-260	1-1,5

Таблица 2 – Хим. состав сплава АК12М2.

Хим. элемент	Al	Si	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Mg	Ti	Pb	Sn
% содержания	81.55-86	11-13	1.8-2.5	0.6-1	до 0,8	до 0,5	до 0,3	до 0,2	до 0,2	до 0,15	до 0,1

## 1.2 Классификация поверхностей детали

Для анализа конструкции детали, с целью последующего проектирования ТП, необходимо каждой поверхности присвоить индивидуальный номер, как показано на представленном ниже рисунке 1 и расклассифицировать все поверхности по четырем группам, как показано ниже в таблице 3.

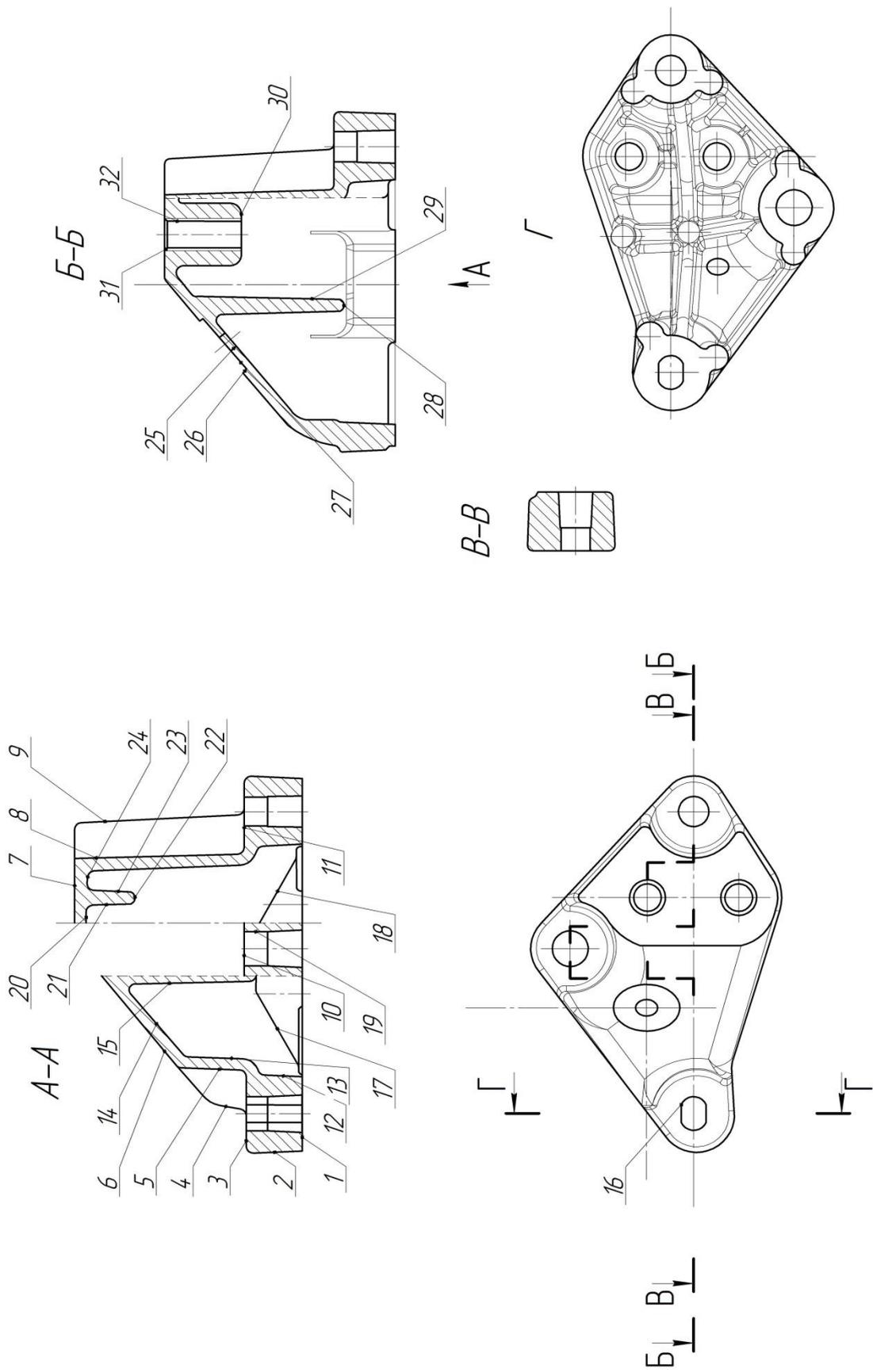


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP»

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	1
Вспомогательные конструкторские базы	7
Исполнительные	25,26,27,31,32
Свободные	2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,28,29,30

### 1.3 Технологичность детали

Исследование степени технологичности детали по специальным показателям представим в табличной форме, для удобства восприятия в форме таблицы 4, показанной ниже.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 0,485 / 0,5 = 0,97$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_z$	$K_{у.э.} = 10 / 32 = 0,31$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 13,2) = 0,92$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 / 68 = 0,015$

Вывод: анализируемая деталь - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», изготовленная из сплава АК12М2, показывает крайне не высокую степень технологичности, таким образом, является не технологичной.

### 1.4 Задачи работы

По цели бакалаврской работы сформулированной во введении данной работы, необходимо сформировать перечень необходимых задач для достижения необходимой цели. Данные задачи являются взаимосвязанными и условно их можно разделить на две больших группы. Первая группа задач

формируется для выполнения графической части бакалаврской работы, а вторая группа задач формируется для выполнения пояснительной записки данной работы.

Первая группа задач включает в себя следующие задачи:

- проектирование и разработка чертежа детали;
- проектирование и разработка чертежа заготовки;
- проектирование и разработка чертежа плана обработки;
- проектирование и разработка чертежа наладки;
- проектирование и разработка чертежа оснастки;
- проектирование и разработка технологических карт и спецификаций.

Вторая группа задач включает в себя следующие задачи:

- анализ назначения детали, ее технологичности, условий работы и свойств материала;
- проектирование заготовки для данной детали;
- проектирование ТП для данной детали;
- проектирование оснастки для реализации ТП для данной детали;
- обеспечения мероприятий по охране труда для реализации ТП для данной детали;
- определение экономического эффекта работы.

## **2 Разработка технологической части работы**

### **2.1 Выбор типа производства и его стратегии**

Тип производства детали определяют по его массе и объему выпуска, используя специальную методику [14]. По заданию к бакалаврской работе объем выпуска детали составляет 120000 шт./год. По чертежу детали масса равна 0,485 кг. Таким образом, по методике [14] тип производства определяем как массовый.

Массовое производство подразумевает поточное производство, для которого характерны следующие технические и организационные характеристики:

- разновидность оборудования – специальное; [11,15]
- разновидность оснастки – специальная;
- нормирование ТП - по такту выпуска; [9]
- технологическая документация - в виде операционных технологических карт;
- метод изготовления заготовки – литье под давлением, штамповка;
- метод определения припуска - размерный анализ;
- уровень автоматизации – высокий;
- квалификация рабочих - низкая;
- квалификация наладчиков - высокая;
- коэффициент концентрации операций – 1;
- определение режимов резания - по статистическим и эмпирическим зависимостям; [1,16,17,18]
- использование достижений науки – высокое;
- форма организации ТП – поточная;
- транспортировка деталей между операциями – конвейер;
- расстановка в цехе оборудования – по ходу ТП.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

В соответствии с требованиями чертежа детали заготовку будем получать методом литья под давлением, поэтому для данной ситуации вопрос о выборе метода получения заготовки не стоит.

Таким образом, можно сразу переходить к вопросам проектирования и определения стоимости заготовки.

Эскиз отливки показан ниже, на рисунке 2.

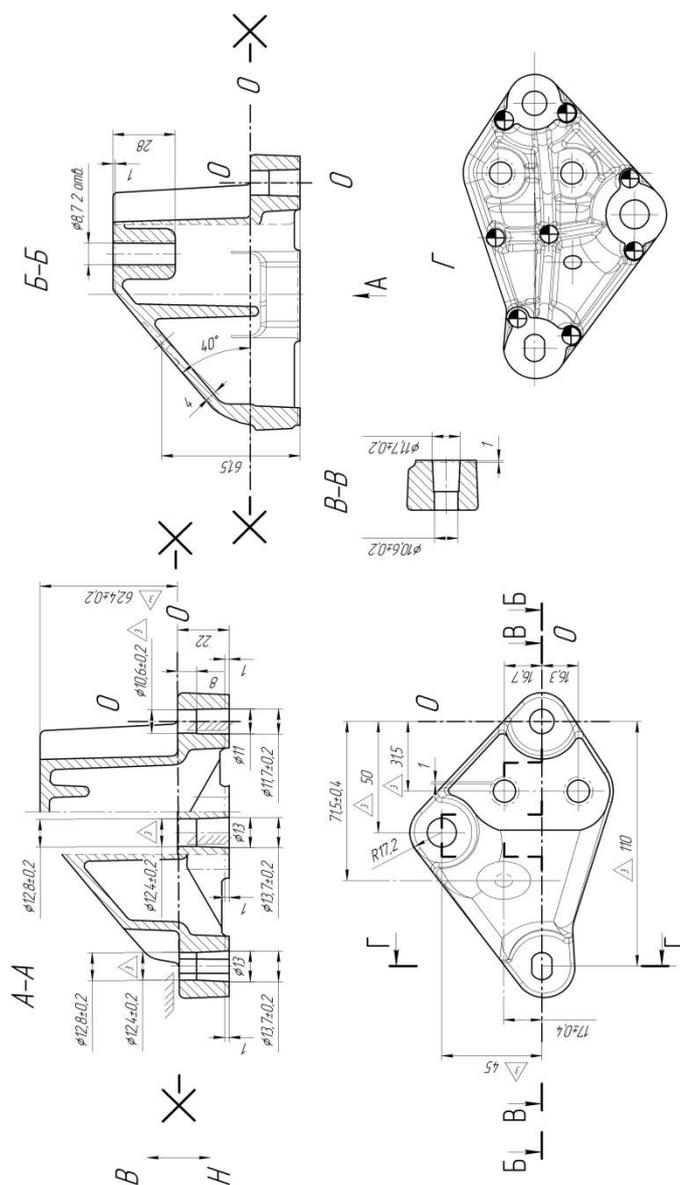


Рисунок 2 – Эскиз отливки

Как видно из эскиза, отливка имеет очень сложную форму, очень много мест возможной концентрации литейных дефектов. [3,8] Поэтому, к изготовлению данной заготовки предъявляют очень жесткие требования. Качество работы данной детали во многом будет определяться качеством литья. [4,6] Таким образом, для достижения высокого качества литья к отливке предъявляют следующие требования:

1. Литье под давлением. Твердость не менее 85 НВ.
2. Неуказанные отклонения по матмадели.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров по СТП37.101.9677-88.
4. Технические требования к отливке по СТП 37.101.7508-2009.
5. Допускается дробеметная обработка отливки.
6. По рентгеноконтролю допускаются отдельные раковины 3-го балла пористость по 3-му баллу по телу отливки.
7. На литых поверхностях допускаются механические забоины площадью не более 5 мм и глубиной не более 1 мм, следы от зачистного инструмента глубиной до 1 мм, не выходящие на торцы бобышек.
8. Маркировать 8450034035, АК12М2, номер пресформы, буквенное обозначение гнезда выпукло шрифтом 4-Пр3 по ГОСТ 26.008-85.

Стоимость отливки определим по методике [5], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Определение стоимости отливки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [5]	«Масса заготовки, кг» [5]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [5]	«Стоимость механической обработки, руб.» [5]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [5]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [5]
литье под давлением	0,485	0,5	72	1,5	1,4	35,4

### 2.3 Определение такта выпуска

В массовом (поточном) производстве нормирование времени для всех операций ТП производится на основе такта выпуска изделия. [12,13,20,26] То есть время на любой из операций должно быть либо равно, либо кратно такту выпуска. Это необходимо для обеспечения непрерывного потока изделий в производстве. Такт выпуска изделий определим по формуле (1):

$$T_{д} = \frac{F_{д} \times 60}{N} \text{ (мин)}, \quad (1)$$

где  $F_{д}$  - действительный годовой фонд работы оборудования в две смены  
 $N=120000$  шт. - годовой объем выпуска.

Для определения такта выпуска изделий подставим данные в формулу (1):

$$T_{д} = \frac{4015 \times 60}{120000} = 2,12 = 2,1 \text{ мин.}$$

### 2.4 Разработка ТП изготовления детали

Технологический процесс изготовления детали – «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP» будем разрабатывать, согласно методике [14], в два этапа.

Первый этап подразумевает разработку маршрута обработки каждой, отдельной поверхности, в соответствии с данными пункта 1.2 настоящей работы. Второй этап, подразумевает разработку ТП изготовления детали, основываясь на данных первого этапа.

Для удобства, данные по разработке обоих этапов, представим в табличной форме. Для первого этапа данные будут представлены в виде таблицы 6, приведенной ниже, данные по второму этапу разработки ТП будут представлены далее, в виде таблицы 7.

Таблица 6 - Маршрут изготовления поверхностей детали - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP»

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
1	Плоская/12,5/12	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Фрезерная- Транспортная-Межоперационное хранение-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
2	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
3	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
4	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
5	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
6	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
7	Плоская/12,5/12	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Фрезерная- Транспортная-Межоперационное хранение-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
8	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
9	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
10	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
11	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
12	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
13	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
14	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
15	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
16	Цилиндрическая/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
17	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
18	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
19	Цилиндрическая/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
20	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
21	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
22	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
23	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
24	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
25	Цилиндрическая/3,2/9	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Сверление- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
26	Плоская/3,2/9	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная- Фрезерование-Межоперационное хранение- Транспортная-Слесарная-Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
27	Плоская/3,2/9	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная- Фрезерование-Межоперационное хранение- Транспортная-Слесарная-Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
28	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
29	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R <sub>a</sub> , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
30	Плоская/80/14	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
31	Цилиндрическая/3,2/9	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Сверление- Межоперационное хранение-Транспортная-Слесарная- Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная
32	Цилиндрическая/3,2/9	Литье-Контрольная (входной контроль)- Межоперационное хранение-Транспортная-Сверление- Нарезание резьбы-Межоперационное хранение- Транспортная-Слесарная-Транспортная- Межоперационное хранение-Моечная- Контрольная (Инспекционный контроль)- Транспортная- Межоперационное хранение- Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)- Межоперационное хранение-Транспортная

Важнейшим вопросом, определяющим точность изготовления деталей в ходе ТП, является вопрос правильного базирования заготовки. Для этого, разделим обработку на обработку с черновых и чистовых баз.

Схема базирования, при обработке с черновых баз, заключается в сочетании установочной базы (на верхней грани заготовки), направляющей базы (в центре симметрии заготовки), и опорной базы (в отверстии заготовки). Схема базирования, при обработке с чистовых баз, заключается в сочетании установочной базы (на нижней грани заготовки), направляющей базы (в центре симметрии заготовки), и опорной базы (в отверстии заготовки). Данные по разработке ТП на втором этапе, представлены ниже, в таблице 7.

Таблица 7 - Технологический процесс изготовления детали - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP»

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
000	Заготовительная	-	Мониторинг страховых заделов на складе. Внешний осмотр тары	Провести ревизию страховых межоперационных заделов
005	Контрольная	Стол контрольный 3013.017.80	Контролировать визуально отливку кронштейна на: - отсутствие на поверхности изделия литейных дефектов в виде трещин, сквозных рыхлот, пригаров. - выступание металла на бобышках вокруг отверстий не допускается. - на базовых поверхностях детали, (согласно эскизу), не допускаются литейные дефекты в виде наростов, - однородность цвета детали. Допускается : На литых необрабатываемых поверхностях допускаются механические забоины площадью не более 5 мм и глубиной не более 1 мм, следы от зачистного инструмента	Изолировать и идентифицировать несоответствующую продукцию. Далее согласно плана действий по IATF M 8.7.0-01 - Управление несоответствующими выходами IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов IATF M 8.5.2-01 - Идентификация и прослеживаемость.

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
			глубиной до 1 мм, не выходящие на размер 22 ±0,3 и диаметры 13,7 ± 0,1 и 11,7 ± 0,1	
009	Межоперационное хранение	-	Выполнение правил выдачи деталей в соответствии со сроками поступления. Проверка даты поступления деталей в сопроводительной документации. Температура от + 5° С до +35° С. Время выдежки деталей на складе перед передачей в производство не менее 2-х часов	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Пересмотр заделов, ревизия по дате производства. Идентифицировать продукцию как несоответствующую, восстановить информацию о статусе партии деталей
018	Транспортная	Контейнер, Погрузчик, рохли	Выполнение порядка и очередности транспортирования заготовок в соответствии со сроками поступления. Проверка даты поступления партии в сопроводительной документации. Наполняемость тары не должна превышать края бортов. Тара не должна иметь признаков повреждения	Провести транспортировку в соответствии с инструкцией

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
020	Многооперационная	Горизонтальный о-фрезерный обрабатывающий центр, модель ЕС-400 «НААС». Установ 1. (р-р 21±03, обеспечение плоскостности и ≤0,2) Фреза торцевая со сменными твердосплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 2400 об/мин, подача инструмента 1700 мм/мин, стойкость инструмента 3000 деталей (рабочая грань пластины)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
020	Многооперационная	Установ 2 (р-р 82,4±02). Фреза торцевая со сменными твердосплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 2400 об/мин, подача инструмента 1700 мм/мин, стойкость инструмента 3000 деталей (рабочая грань пластины)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
020	Многооперационная	Установ 2 (р-р фаски двух отверстий 1,5x45°). Сверло твердо сплавное диаметр 20	Обороты шпинделя 2100 об/мин, подача инструмента 140 мм/мин, стойкость инструмента 8000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
020	Многооперационная	Установ 2 (диаметр 10,2+0,27 под M12x1,75-6H два отверстия). Сверло твердо сплавное диаметр 10,2	Обороты шпинделя 4400 об/мин, подача инструмента 1050 мм/мин, стойкость инструмента 5000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
020	Многооперационная	Установ 2 (Резьба М12х1,75-6Н (два отверстия); перпендикулярность $\leq 0,2$ ). Метчик М12х1,75-6Н	Обороты шпинделя 240 об/мин, подача инструмента 420 мм/мин, стойкость инструмента 8000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
020	Многооперационная	Установ 2 (центровка под диаметр 6,5). Сверло твердо сплавное диаметр 20	Обороты шпинделя 2100 об/мин, подача инструмента 140 мм/мин, стойкость инструмента 8000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
020	Многооперационная	Установ 2 ( диаметр 6,5±0,2 размеры 71,5±0,4; 17±0,4). Сверло твердо сплавное диаметр 6,5	Обороты шпинделя 2100 об/мин, подача инструмента 870 мм/мин, стойкость инструмента 8000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
020	Многооперационная	Установ 2 (диаметр 24±0,2 размер 2,5±0,4). Фреза торцевая твердо сплавное диаметр 10	Обороты шпинделя 3400 об/мин, подача инструмента 1200-2400 мм/мин, стойкость инструмента 5000 деталей (до переточки)	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления IATF M 8.6.1-01 - Мониторинг и измерение продукции и производственных процессов. Действия оператора: 1.Настроить инструмент в соответствии с РИ № 8.3 План действий согласно IATF M 8.5.1-01 Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
028	Транспортная	Тара пластиковая, тележка транспортная	Внешний осмотр 100%, каждая тара	Провести транспортировку в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".
029	Межоперационное хранение	Тара пластиковая, тележка транспортная	Соблюдение правил. Выполнение порядка использования деталей на технологической операции в соответствии с очередностью поступления на межоперационное хранение. Наличие идентификационной бирки на таре. Сохранность деталей и отсутствие забоин на деталях при хранении. Наполняемость тары с деталями не должна превышать края бортов. Отсутствие мусора в таре, загрязнений и поломок тары.	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак". Заменить тару, очистить тару от загрязнения.
030	Слесарная	Верстак слесарный. Удаление заусенцев.	Внешний вид: - отсутствие на обработанных поверхностях детали литейных дефектов: трещин, сквозных рыхлот.	Действия оператора: 1. Удалить стружку 2. При обнаруженных отклонениях детали план действий согласно IATF M 8.7.0-01 - Управление несоответствующими выходами.

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
			<p>- отсутствие дефектов мех.обработки : забоин, задигов, недорезов, и т.д.</p> <p>- наличие обработанных поверхностей детали согласно эскизу</p> <p>- контролировать визуально однородность цвета поверхности детали.</p> <p>- качество зачистки, отсутствие заусенцев, наличие обработанных поверхностей детали согласно эскизу ;</p> <p>- отсутствие дефектов мех.обработки. Не допускается заусенцы, зарезы , недорезы (неполный профиль отверстий). Заусенцы удалить, острые кромки притупить.</p>	<p>Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".</p> <p>3. Притупить кромку отверстий.</p> <p>4. Удалить заусенцы.</p>
038	Транспортная	Тара пластиковая, тележка транспортная	Внешний осмотр 100%, каждая тара	Провести транспортировку в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
039	Межоперационное хранение	Тара пластиковая, тележка транспортировочная	Соблюдение правил. Выполнение порядка использования деталей на технологической операции в соответствии с очередностью поступления на межоперационное хранение. Наличие идентификационной бирки на таре. Сохранность деталей и отсутствие забоин на деталях при хранении. Наполняемость тары с деталями не должна превышать края бортов. Отсутствие мусора в таре, загрязнений и поломок тары.	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак". Заменить тару, очистить тару от загрязнения.
040	Моечная	Моечная установка "Диогрик".	Температура моющего раствора 50...60°С. Время цикла мойки и сушки 5 мин. Давление воздуха обдува, сушки 4...6 бар.	Привести мойку и сушку деталей в соответствии с инструкцией.
045	Контрольная (Инспекционный контроль)	Стол контрольный. Координатно-измерительная машина "Global Perfomans". Калибры для контроля	Контролировать: - диаметры $24 \pm 0,2$ , $6,5 \pm 0,2$ . - размеры $82,4 \pm 0,2$ , $31,5 \pm 0,3$ , $16,7 \pm 0,2$ .	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
049	Межоперационное хранение	Тара пластиковая, тележка транспортировочная	<p>Соблюдение правил. Выполнение порядка использования деталей на технологической операции в соответствии с очередностью поступления на межоперационное хранение. Наличие идентификационной бирки на таре. Сохранность деталей и отсутствие забоин на деталях при хранении. Наполняемость тары с деталями не должна превышать края бортов. Отсутствие мусора в таре, загрязнений и поломок тары.</p>	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак". Заменить тару, очистить тару от загрязнения.
058	Транспортная	Тара пластиковая, тележка транспортировочная	Внешний осмотр 100%, каждая тара	Провести транспортировку в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
059	Межоперационное хранение	Тара пластиковая, тележка транспортная	<p>Соблюдение правил. Выполнение порядка использования деталей на технологической операции в соответствии с очередностью поступления на межоперационное хранение. Наличие идентификационной бирки на таре. Сохранность деталей и отсутствие забоин на деталях при хранении. Наполняемость тары с деталями не должна превышать края бортов. Отсутствие мусора в таре, загрязнений и поломок тары.</p>	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак". Заменить тару, очистить тару от загрязнения.
065	Контрольная (Окончательный контроль, маркировка, укладка)	Стол контрольный.	<p>Внешний вид:                      - качество зачистки, отсутствие заусенцев, наличие обработанных поверхностей детали согласно эскизу ;                      - отсутствие дефектов мех. обработки : на обработанных поверхностях не допускаются заусенцы, забоины, задиры, недорезы и т.д.</p>	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Кондуктор, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
			Чистота деталей - не допускается масляное загрязнение на внутренних и наружных полостях детали. Идентификация - наличие идентификационной бирки на таре	
069	Межоперационное хранение	Тара пластиковая, тележка транспортная	Соблюдение правил. Выполнение порядка использования деталей на технологической операции в соответствии с очередностью поступления на межоперационное хранение. Наличие идентификационной бирки на таре. Сохранность деталей и отсутствие забоин на деталях при хранении. Наполняемость тары с деталями не должна превышать края бортов. Отсутствие мусора в таре, загрязнений и поломок тары.	Привести условия хранения в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак". Заменить тару, очистить тару от загрязнения.
078	Транспортная	Тара пластиковая, тележка транспортная	Внешний осмотр 100%, каждая тара	Провести транспортировку в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

По данным таблицы 7, в графической части работы выполнен чертеж – «План обработки». Кроме этого в таблице 7, имеются данные по технологическому оснащению на каждой операции ТП. Поэтому, можно приступить сразу непосредственно к вопросам нормирования технологического процесса.

## 2.5 Разработка технологических операций

Расчет параметров технологических операций изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP представим в виде таблицы 8, приведенной ниже.

Таблица 8 – Основные параметры и нормы времени для ТП изготовления детали - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP»

№ операции	Наименование операции	№ установка	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T <sub>штг</sub> , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-
005	Контрольная (Входной контроль)	-	-	-	-	-	2,1
009	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
018	Транспортная	-	-	-	-	-	-
020	Многооперационная	1	1	3000	2400	1700	2,1
		2	1	3000	2400	1700	
			2	8000	2100	140	
			3	5000	4400	1050	
			4	5000	240	420	
			5	8000	2100	140	
			6	8000	2100	870	
7	5000	3400	1200-2400				
028	Транспортная	-	-	-	-	-	-
029	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
030	Слесарная	-	-	-	-	-	2,1
038	Транспортная	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	№ установка	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T <sub>шт.</sub> , мин
039	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
040	Моечная	-	-	-	-	-	2,1
045	Контрольная (Инспекционный контроль)	-	-	-	-	-	2,1
049	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
058	Транспортная	-	-	-	-	-	-
059	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
065	Контрольная(Окончательный контроль, маркировка, укладка)	-	-	-	-	-	2,1
069	Межоперационное хранение	-	-	-	-	-	120
078	Транспортная	-	-	-	-	-	-

По данным таблицы 8, в графической части работы выполнен чертеж – «Наладка на операцию 020 Многооперационная». Синхронизация с тактом выпуска на операциях «Межоперационное хранение» и «Транспортная», добиваются за счет варьирования количеством заготовок.

Таким образом, можно сделать вывод, что задачи, поставленные в пункте 1.4 данной работы и касающиеся непосредственно вопросов разработки ТП для данной детали, решены полностью. Поэтому, можно переходить к следующему блоку вопросов, касающихся разработки технологической оснастки, которым будет посвящён следующий раздел данной работы.

### 3 Расчет и проектирование оснастки

#### 3.1 Расчет и проектирование приспособления - спутника

В данном разделе производится проектирование приспособления [23,24] - спутника для операции 020 Многооперационная. Ниже, на рисунке 3, показан общий вид приспособления – спутника.

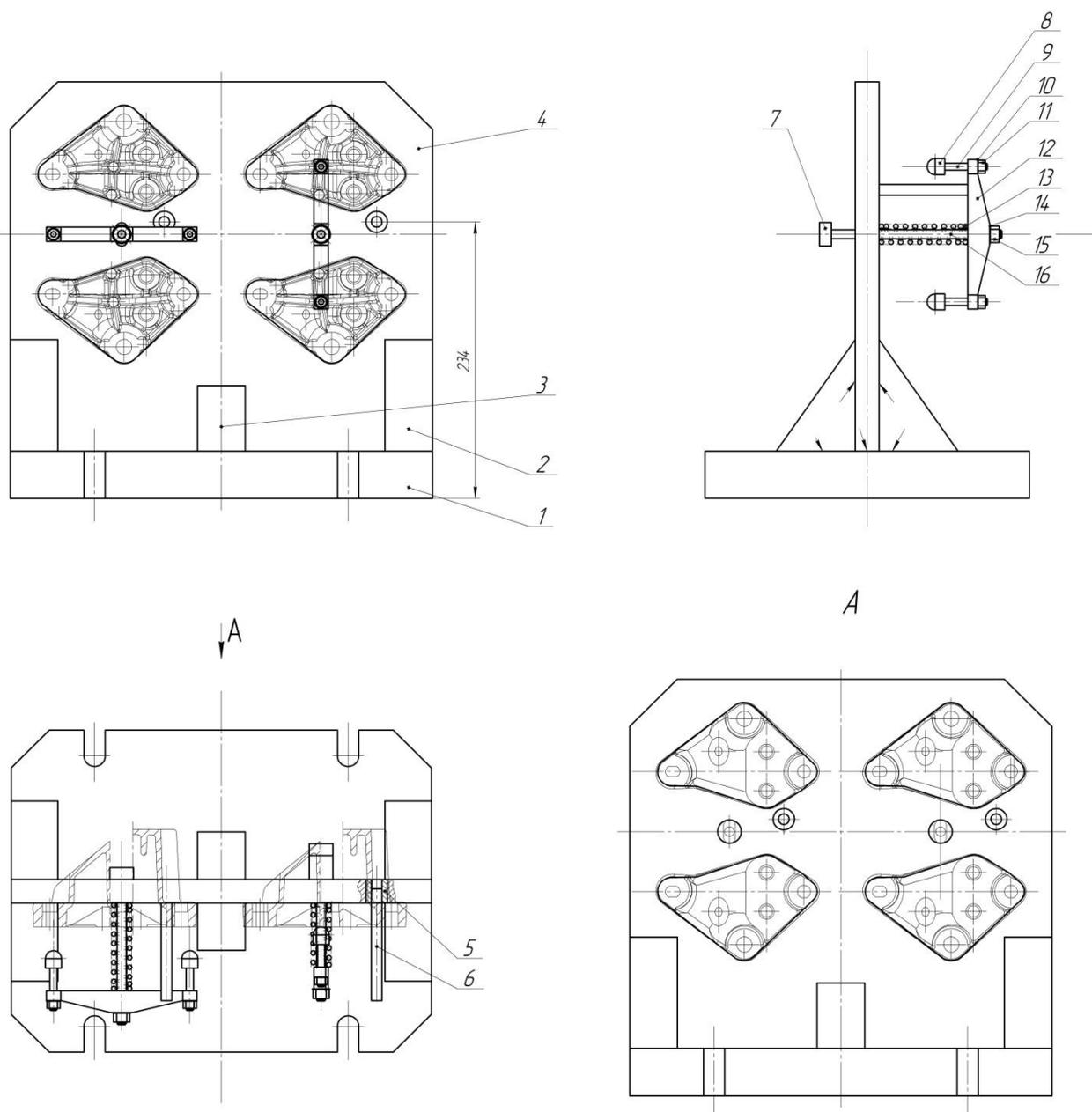


Рисунок 3 – Общий вид приспособления – спутника

Приспособление – спутник, рисунок 3, предназначено для закрепления детали на делительном столе станка на операции 020 Многооперационная, для обработки одновременно четырех заготовок с двух установов. [2,19]

Спутник содержит, базовую плиту 1, с приваренными к ней ребрами жесткости 2,3. Другие концы ребер жесткости приваривают к рабочей плите 4, совместно с сопрягаемыми поверхностями базовой плиты 1, формируя таким образом, силовой каркас спутника. В рабочей плите 4 выполнено четыре одинаковых отверстия, по профилю, совпадающему с профилем детали. В специальные отверстия рабочей плиты 4, запрессованы две втулки 5, в которых установлены два ограничительных стержня 6.

Кроме этого, спутник содержит два зажимных механизма, для закрепления попарно заготовок при отработке. На рисунке 3, данные механизмы показаны один в зажатом, другой в разжатом положении, в реальности, при обработке они должны находиться в положении «зажим» одновременно. В плите 4 имеются два специальных овальных отверстия, в которые вставляют головки 7, навинченные на рабочие стержни зажимов 16. На поверхности стержня 16 расположена пружина 13. Вторым концом стержень 16 вставлен ручку зажима 12 и фиксируется шайбой 14 и гайкой 15. На противоположных концах ручки 12 закреплены два сферических упора 8 на стержнях 9, посредством шайб 10 и гаек 11.

Спутник работает следующим образом. Оператор вручную устанавливает четыре заготовки в специальные профильные отверстия спутника. После этого, поворачивая на девяносто градусов механизм зажима за ручку 12, осуществляет зажим сразу двух заготовок. При этом профильная часть головки 7 входит в овальное отверстие, а после его прохождения через отверстие за счет поворота на девяносто градусов, осуществляет надежный зажим заготовок за плоскость. Таким же образом закрепляют две другие заготовки. После этого спутник с заготовкой отправляют в загрузочный механизм станка - горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель EC-400 «HAAS». После этого, производится обработка четырех заготовок

на первом установе. После окончания обработки стол станка совершает поворот на сто восемьдесят градусов, и производится обработка четырех заготовок на втором установе. По окончании обработки загрузочное устройство станка выдает спутник с заготовками в зону разборки. Оператор, вручную поворачивает ручку 12 на девяносто градусов, осуществляя разжим двух деталей, после чего оператор извлекает готовые детали из спутника. После этого оператор повторяет данные действия для извлечения второй пары деталей. [25,27]

Чертеж спутника представлен в графической части данной бакалаврской работы.

### **3.2 Совершенствование литья под давлением**

Деталь - «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP» обладает сложной пространственной формой. Ее надежная эксплуатация в значительной степени зависит от качества литья под давлением, которым изготавливается заготовка для данной детали. Поэтому, с целью обеспечения надежности работы детали, предлагается усовершенствовать метод литья под давлением. Для этого были проведены литературные и патентные исследования. По результатам проведенных исследований выявлен метод повышения качества литья под давлением, изложенный в патенте РФ № 2746073, В22D 18/02 от 20.12.2019 «Способ литья под давлением», автора А.Ю. Боташева [25].

Известен способ литья под давлением, заключающийся в том, что в рабочую камеру заливают расплавленный металл и под действием давления его вытесняют из рабочей камеры в формообразующую полость пресс-формы (Технология металлов/ Б.В. Кнорозов, Л.Ф. Усова, А.В. Третьяков и др. - М: Металлургия, 1974. - с. 347). Вытеснение расплавленного металла из рабочей камеры чаще всего производится под действием поршня, перемещающегося давлением жидкости. Это существенно усложняет

конструкцию устройства, осуществляющего литье под давлением. Усилие, необходимое для вытеснения жидкости из рабочей камеры, проще создать давлением газа.

Известен способ литья под давлением, включающий заливку расплавленного металла в рабочую камеру, соединенную каналом с пресс-формой, подачу сжатого газа в рабочую камеру и вытеснение под давлением газа расплавленного металла в пресс-форму. Данный способ осуществляется при помощи компрессорных машин для литья под давлением (Литье под давлением/ М.Б. Беккер, М.Л. Заславский, Ю.Ф. Игнатенко и др. - М.: Машиностроение, 1990. с. 8, рис. 1.4 ж).

Недостаток известного способа литья под давлением заключается в том, что давление газа на расплавленный металл имеет сравнительно небольшую величину. Поэтому это давление не обеспечивает качественное заполнение формообразующих полостей пресс-формы при изготовлении деталей сложной формы. В этой связи этот способ литья используется в основном для литья заготовок. Это существенно ограничивает технологические возможности способа литья под давлением газа, то есть сужает сферу применения компрессорных машин для литья под давлением.

Технической задачей является расширение технологических возможностей способа литья под давлением, осуществляемого давлением газа. Технический результат достигается тем, что способ литья под давлением включает заливку расплавленного металла в рабочую камеру, соединенную каналом с пресс-формой, подачу сжатого газа в рабочую камеру и вытеснение под давлением газа расплавленного металла из рабочей камеры в пресс-форму. При этом газ подают в рабочую камеру в закрытом положении канала, соединяющего рабочую камеру с пресс-формой, после чего газ подвергают нагреву путем теплообмена с расплавленным металлом до достижения давления газа заданной величины, а затем открывают упомянутый канал и осуществляют заполнение пресс-формы расплавленным металлом.

На рисунке 4 представлена схема устройства, реализующего данный способ. Предлагаемый способ литья под давлением осуществляется при помощи расположенной в корпусе 1 рабочей камеры 2 и разъемной пресс-формы 3, соединенные между собой каналом 4, который запирается клапаном 5. В рабочую камеру 2 заливают расплавленный металл 6 при закрытом положении канала 4. Затем верхнюю часть рабочей камеры 2 наполняют сжатым инертным газом, например аргоном, после чего газ подвергают нагреву при постоянном его объеме. Нагрев газа осуществляется за счет теплообмена его с расплавленным металлом. При этом увеличение температуры газа сопровождается повышением его давления. При достижении давления газа заданной величины открывают клапан 5 и сообщают рабочую камеру 2 с пресс-формой 3. При этом под давлением газа расплавленный металл вытесняется из рабочей камеры 2 в пресс-форму 3. После заполнения формообразующей полости пресс-формы 3 и завершения процесса кристаллизации металла в ней сжатый газ выпускают из рабочей камеры 2 и закрывают канал 4 клапаном 5. Затем из разъемной пресс-формы извлекают отлитую деталь.

Для оценки изменения температуры газа и расплавленного металла в процессе нагрева газа запишем уравнение теплового баланса:

$$\rho_{\Gamma} V_{\Gamma} C_{\Gamma} \Delta t_{\Gamma} + \rho_{\text{М}} V_{\text{М}} C_{\text{М}} \Delta t_{\text{М}} = 0 \quad (2)$$

где  $\rho_{\Gamma}$ ,  $\rho_{\text{М}}$  - плотности газа и расплавленного металла соответственно, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\Gamma}$ ,  $V_{\text{М}}$  - объемы газа и расплавленного металла, м<sup>3</sup>;

$C_{\Gamma}$ ,  $C_{\text{М}}$  - удельные теплоемкости газа и расплавленного металла, кДж/(кг×Н);

$\Delta t_{\Gamma}$ ,  $\Delta t_{\text{М}}$  - изменения температуры газа и металла °С.

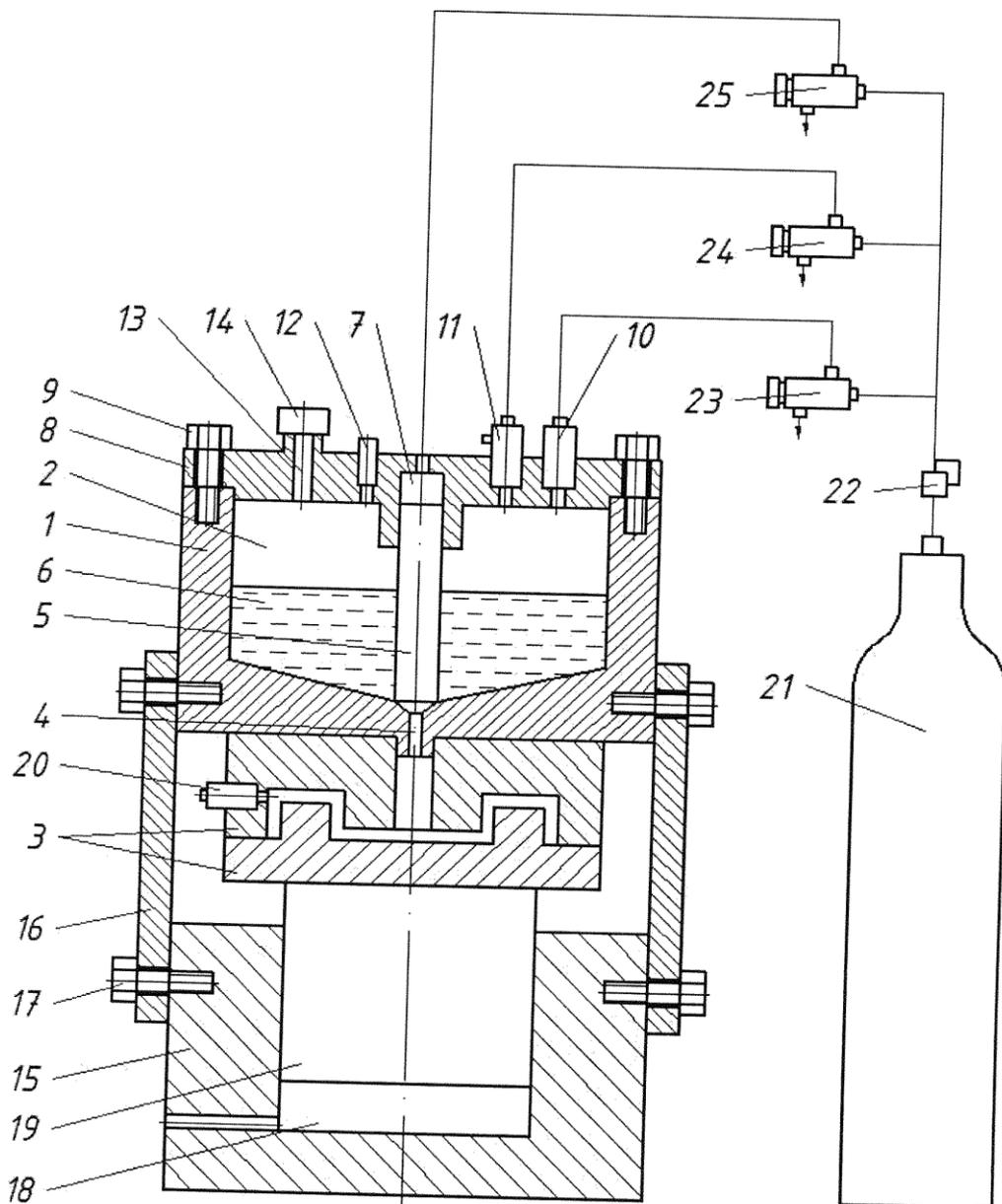


Рисунок 4 – Схема литья под давлением

Будем считать, что объемы газа и расплавленного металла одинаковы, то есть  $V_{\Gamma} = V_{\text{М}}$ . Тогда из уравнения теплового баланса получим:

$$\Delta t_{\Gamma} = - \frac{\rho_{\Gamma} c_{\Gamma}}{\rho_{\text{М}} c_{\text{М}}} \times \Delta t_{\text{М}} \quad (3)$$

Удельные теплоемкости газа и металла существенно не отличаются, а их плотности отличаются более 20 раз. Поэтому в процессе нагрева газа

температура расплавленного металла снижается незначительно. В процессе нагрева газа его объем не изменяется, поэтому давление газа изменяется пропорционально его абсолютной температуре, то есть:

$$\frac{P_K}{P_H} = \frac{T_K}{T_H} \quad (4)$$

где  $P_H, P_K$  - начальное и конечное давления газа, Па;

$T_H, T_K$  - начальная и конечная абсолютные температуры газа, К.

Отсюда получим зависимость для определения конечного давления газа.

$$P_K = P_H \times \frac{T_K}{T_H} \quad (5)$$

Из этой зависимости видно, что давление на расплавленный металл увеличивается в несколько раз в процессе нагрева газа.

Предлагаемый способ осуществляется при помощи устройства, схема которого представлена на рисунке 4. Устройство содержит корпус 1, в котором расположена рабочая камера 2, соединенная с разъемной пресс-формой 3 каналом 4, запираемым клапаном 5. В рабочей камере 2 содержится расплав металла 6. Конец клапана 5 расположен в цилиндрической полости 7, выполненной в крышке 8 рабочей камеры 2. Крышка 8 присоединена к корпусу 1 винтами 9. На крышке 8 установлены впускной клапан 10, выпускной клапан 11 и датчик давления 12. Для заливки в рабочую камеру 2 расплавленного металла в крышке 8 имеется отверстие 13, закрываемое заглушкой 14.

Корпус 1 соединен с основанием 15 при помощи двух плит 16 и винтов 17. В основании 15 расположен рабочий цилиндр 18 с поршнем 19. Пресс-форма 3 располагается между торцом поршня 19 и корпусом 1. Пресс-форма 3 снабжена предельным клапаном 20, который автоматически закрывается при достижении определенного давления в полости пресс-формы 3.

Устройство снабжено также баллоном 21 со сжатым инертным газом, например аргоном. Баллон 21 соединен с впускным клапаном 10, выпускным клапаном и полостью 7 трубопроводами, в которых установлены регулятор давления 22 и электропневматические клапаны 23,24,25.

Работа устройства осуществляется следующим образом. В исходном положении устройства под действием давления жидкости, подаваемого в рабочий цилиндр 18, поршень 19 прижимает пресс-форму 3 к корпусу 1. Полость пресс-формы 3 через предельный клапан 20 вакуумируется. При открытии электропневматического клапана 25 сжатый газ из баллона 21 поступает в полость 7. Под давлением газа клапан 5 перемещается и закрывает канал 4, соединяющий рабочую камеру 2 с пресс-формой 3.

Одновременно открывается электропневматический клапан 24, и газ из баллона 21 подается к выпускному клапану 11, что обеспечивает его закрытие. Затем через отверстие 13 в рабочую камеру 2 заливается расплавленный металл, после чего отверстие 13 закрывается заглушкой 14. После этого открывается электропневматический клапан 23, и в рабочую камеру 2 подается сжатый газ из баллона 21. Благодаря теплообмену с расплавом газ интенсивно нагревается, что сопровождается увеличением его давления.

При достижении давления определенной величины датчик давления 12 выдает сигнал на отключение электропневматического клапана 25, и газ из полости 7 стравливается. При этом клапан 5 перемещается и открывает канал 4. Под действием давления газа расплав вытесняется из рабочей камеры 2 в пресс-форму 3. В процессе заполнения полости пресс-формы 3 предельный клапан 20 закрывается, предотвращая утечку расплава из пресс-формы. После заполнения полости пресс-формы 3 и кристаллизации расплавленного металла электропневматический клапан 24 отключается, что обеспечивает открытие выпускного клапана 11. При этом газ из рабочей камеры 2 выпускается. После этого рабочий цилиндр 18 сообщается на слив, и давление в нем падает. При этом пресс-форма 3 совместно с поршнем 19 под

действием сил тяжести опускается. Затем пресс-форма 3 выводится из рабочей зоны устройства и из нее извлекается деталь.

В предложенном способе литья давление газа на расплав в 3...4 раза выше, чем в известном способе. Это дает возможность производить литьем под давлением газа не только литые заготовки, но и детали сложной формы, что существенно расширяет сферу применения данного способа литья.

Таким образом, в данном разделе спроектировано приспособление – спутник, для операции 020 Многооперационная, которое позволяет последовательно вести обработку деталей с двух установов.

Проведенные литературные исследования в данном разделе, по результатам которых, предлагается прогрессивная схема литья под давлением, позволяет существенно повысить качество отливок, снизить себестоимость их изготовления и увеличить производительность.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP с учетом требований стандартов по безопасности.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 9 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 9 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье под давлением	Литейщик	Литейная машина	Сплав АК12М2, смазки графитовые
Механическая обработка	Многооперационная	Оператор станков с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель ЕС-400 «НААС»	Сплав АК12М2, СОЖ, ветошь

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 10 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении шпинделя фрезерного станка» [7].

Таблица 10 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Литейная машина
Фрезерование черновое, чистовое, Сверление	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель ЕС-400 «НААС» зона резания, зажимные губки тисков, фрезы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP. Снижение рисков достигается мерами (таблица 11)» [7] .

Таблица 11 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противошумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 12 – 15 рассматриваются источники пожарной опасности,

а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки крошечной	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель ЕС-400 «НААС»	Класс В, Е	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 13 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 14 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины, пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 15 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в несгораемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 16 и 17. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 16 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель EC-400 «НААС»	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 17 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

#### 4.6 Выводы по разделу

«Рассматривается обработка на заготовительной и многооперационной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на горизонтально-фрезерном обрабатывающем центре, модели EC-400 «HAAS», которая включает переходы фрезерования и сверления. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – тиски. Инструмент фрезы концевые, сверла. Применяются материалы: Сплав АК12М2, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 9)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для многооперационной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 10)» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 11)» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP (таблица 12). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 13, 14), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP (таблица 15)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP на окружающую среду (таблица 16). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 17)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел предполагает выполнение экономического обоснования изготовления детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP». Полное описание технологического процесса изготовления детали представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы. Основу проведения экономических расчетов составляет операция 020 Многооперационная, для выполнения которой необходимы:

- оборудование – горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр, модель EC-400 HAAS;
- оснастка – зажимное приспособление IATF M 8.6.1-01;
- инструмент – торцевые фрезы  $\varnothing 10$  и  $\varnothing 63$ ; сверла  $\varnothing 20$ ,  $\varnothing 10,2$  и  $\varnothing 6,5$ ; метчик M12.

Для расчета капитальных вложений, величины себестоимости и определения экономического эффекта использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и методика расчета соответствующих показателей [10, с 12-23].

По методике «расчета технологической себестоимости технологического процесса» [10, с 17-19] были определены:

- материал ( $M$ )
- значения заработной платы оператора ( $Z_{пл.оп}$ ) и наладчика ( $Z_{пл.нал}$ ),
- начисления на заработную плату ( $H_{з.пл}$ );
- и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{э.об}$ ).

Полученные значения указанных величин представлены на рисунке 5 в виде столбчатой диаграммы.

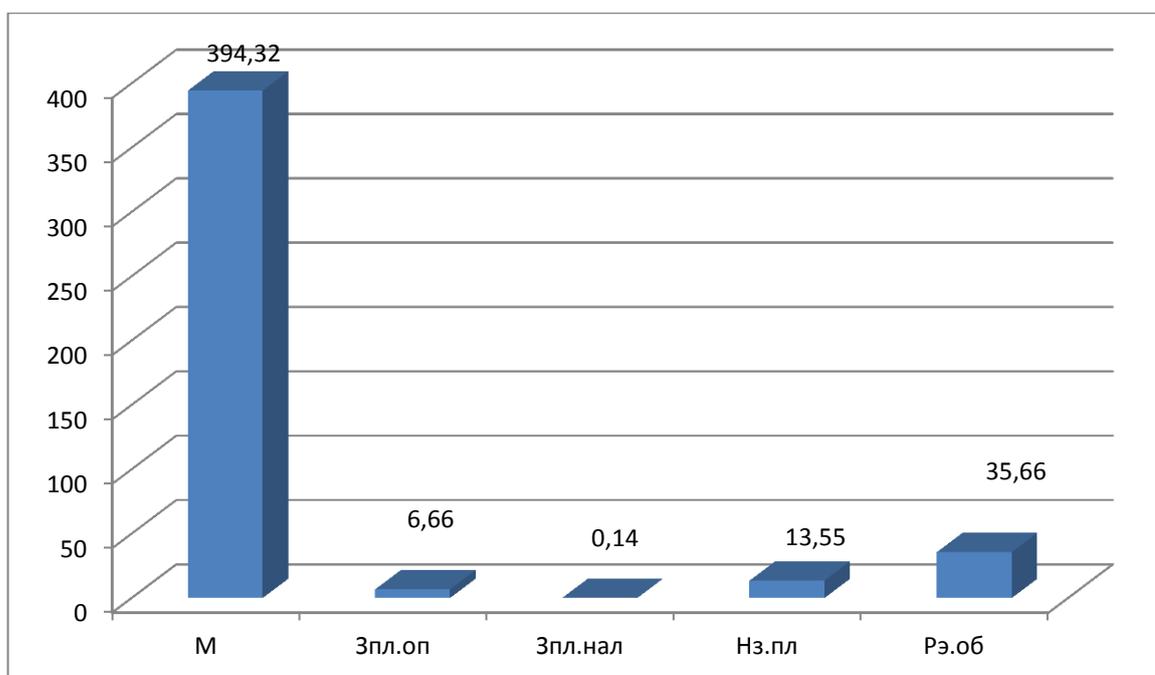


Рисунок 5 – Величина показателей, входящих в технологическую себестоимость детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», руб.

Из диаграммы видно, что максимальную долю величину себестоимости составляет материалы с величиной 89,86 %, второе место в формировании себестоимости занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с величиной 8,13 % и третье место – это величина заработной платы операторов с величиной 1,52 %. Остальные значения имеют незначительную величину, которые в процентном соотношении к итоговой величине технологической себестоимости, равной 438,83 руб., составляют:

- 0,03 % – заработная плата наладчика;
- 0,47% – начисления на заработную плату.

Используя значение технологической себестоимости и величину заработной платы основных рабочих, по методике «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19], было определено значение полной себестоимости изготовления детали, которая составила 464,96 руб.

Далее, по методике «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16], была определена величина общих капитальных вложений,

составляющая 22054354,94 руб. Основные слагаемые этой величины представлены на рисунке 6, в виде круговой диаграммы.



Рисунок 6 – Величина показателей, из которых формируются общие капитальные вложения в изготовление детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», руб.

Анализируя диаграмму (рисунок 6), можно сказать, что максимальную долю затрат формирует основное технологическое оборудование, которая составляет почти 80%. На втором месте по весомости, со значением 10,3 %, находятся затраты на доставку и монтаж. Примерное одинаковое влияние на итоговую величину капитальных вложений, оказывают затраты, связанные с программным обеспечением заботы оборудования, около 5 % и затраты на транспортные средства, доля которых составляет около 4 %. Менее одного процента имеют значения: затраты на проектирование – 0,3 %, затраты на инструмент и приспособление – также 0,5 %, затраты на производственную площадь – 0,7 % и объем незавершенного производства – 0,1 %.

Применяя методику «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23], были проведены итоговые расчеты по определению экономической эффективности проекта. Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», так как интегральный экономический эффект составил 3424245,47 руб. Сам проект окупится в течение 3 лет, что является достаточно хорошим показателем для внедрения технологий. А прибыль на каждый вложенный рубль составит 16 %, так как индекс доходности, согласно расчетам, получился 1,16 руб. /руб.

## Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов.

Для достижения цели работы, были очень подробно рассмотрены и решены следующие задачи:

- спроектирован и разработан чертеж детали;
- спроектирован и разработан чертеж заготовки;
- спроектирован и разработан чертеж плана обработки;
- спроектирован и разработан чертеж оснастки;
- спроектированы и разработаны технологические карты и спецификации.
- проанализировано назначения детали, ее технологичности, условия работы и свойства материала;
- спроектирована заготовка для данной детали;
- спроектирован ТП для данной детали;
- спроектирована оснастка для реализации ТП для данной детали;
- обеспечены мероприятий по охране труда для реализации ТП для данной детали;
- определена величина экономического эффекта работы.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления кронштейна левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP с минимальной себестоимостью достигнута.

Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали «Кронштейн левой опоры подвески двигателя BRKT-LH SUSP», так как интегральный экономический эффект составил 3424245,47 руб.

## Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.









