

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»  
(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»  
(направленность (профиль) /специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса восстановления шеек  
коленчатого вала автомобилей семейства LADA

Студент

Н.В. Утков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

### Допустить к защите

Заместитель ректора - директор  
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ Г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра представлен разработанный технологический процесс восстановления коленчатого вала автомобиля. В записке представлен технический проект слесарно-механического участка, произведен подбор требуемого оборудования в рамках технологических операций, выполняемых в процессе восстановления коленчатого вала.

В соответствии с тематикой работы был произведен расчет технологического оборудования, на основании для которого послужили сформулированные техническое задание и техническое предложение на проект устройства для восстановления коленчатого вала, выполнены расчеты на уровне технического проекта. Результаты работы представлены на листах графической части в виде чертежей.

В соответствии с тематикой задания, был спроектирован технологический процесс восстановления коленвала, в котором применяется спроектированное оборудование.

Произведена оценка безопасности жизнедеятельности слесарно-механического участка. Рассчитана себестоимость нормо-часа работы на участке.

По всей работе бакалавра представлены выводы.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Участок ремонта двигателя. Технический проект .....	7
1.1 Описание объекта технического проектирования .....	7
1.2 Выполняемые работы и основные технологические процессы .....	9
1.3 Распределение персонала по видам производимых работ .....	10
1.4 Оборудование и инструмент на участке ремонта двигателя .....	11
1.5 Планировочное решение участка ремонта двигателей .....	12
2 Разработка устройства для наплавки валов .....	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции устройства для наплавки валов .....	14
2.2 Техническое предложение на проектирование устройства для наплавки валов .....	16
2.3 Конструкторские расчеты проектируемого устройства .....	24
3 Технологический процесс наплавки на специализированном стенде .....	30
3.1 Условия работы механизма .....	30
3.2 Разработка технологии восстановления коленчатого вала .....	31
4 Безопасность и экологичность участка ремонта двигателей .....	34
4.1 Определение объекта проектирования в рамках ВКР .....	34
4.2 Классификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков .....	34
4.3 Методы и средства снижения воздействия рисков, возникающих при работе .....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности на участке ремонта автомобильных двигателей .....	36
4.5 Средства коллективной защиты и мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на участке ремонта двигателя .....	36
4.6 Организационные и технические мероприятия по предотвращению пожара .....	37

4.7 Обеспечение экологической безопасности на участке ремонта двигателей .....	38
4.8. Разработка мероприятий направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду .....	38
5 Расчет себестоимости нормо-часа работ на участке ремонта двигателей ...	39
5.1 Определение затрат на материальные ресурсы.....	39
5.1.1 Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы, требуемые для обеспечения непрерывности производственного процесса ...	39
5.1.2 Определение затрат на электрическую энергию.....	39
5.1.3 Расчет отчислений на реновацию и амортизацию основных производственных фондов производственного подразделения предприятия	40
5.2 Оценка затрат на заработную плату сотрудников .....	41
5.3 Прочие расходы .....	42
5.4 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	45

## ВВЕДЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы, получено задание на разработку технологического процесса восстановления шеек коленчатого вала легковых автомобилей ВАЗ. Технология восстановления шеек коленчатых валов может производиться различными методами, но в качестве применяемой к проработке в рамках ВКР принимается метод наплавки.

В соответствии с тематикой работы, произведен расчет участка, на котором выполняется технологическая операция. Поскольку восстановление деталей относится к работам по восстановлению работоспособности двигателя, на техническую проработку берется участок ремонта двигателя. Для проектируемого участка требуется произвести подбор технологического оборудования, оснастки, произвести расстановку оборудования на участке. Также требуется произвести обоснование численности персонала и требований к его квалификации. Это потребует применения всего комплекса знаний, полученных за время обучения, но в итоге это должно способствовать появлению нового вида оснастки и новых решений в части планировки производственного участка, на основе уже существующей лаборатории.

Для решения задач, поставленных в рамках выполнения работы бакалавра, произведена разработка на уровне технического проекта оборудования для проведения технологической операции восстановления коленчатого вала легкового автомобиля. Разработана общая концепция конструкции на базе технического задания, полученного перед началом разработки. Разработано техническое предложение на конструкцию, произведены необходимые мощностные и прочностные расчеты.

Также, в соответствии с полученным заданием на выпускную квалификационную работу бакалавра, требуется произвести разработку технологии восстановления коленчатого вала легкового автомобиля. В

качестве базовой технологии восстановления, принята технология восстановления методом наплавки. Задание, связанное с разработкой технологического процесса является неотъемлемой частью подготовки бакалавра и позволяет реализовывать полученные знания на практике.

Учитывая сложность проектируемого технологического процесса и множественность опасных факторов, в работе произведена проработка безопасности жизнедеятельности на участке. По тематике работы произведены экономические расчеты.

# 1 Участок ремонта двигателя. Технический проект

## 1.1 Описание объекта технического проектирования

Участок по ремонту двигателя автомобиля предназначается для проведения работ, связанных с восстановлением работоспособности двигателя внутреннего сгорания. На участке производятся работы, связанные с металлообработкой, сваркой, наплавкой, абразивной резкой и прочими работами, включая работы по сборке, разборке, дефектовке и комплектации двигателя.

Детали, направляемые на участок для проведения работ, связанных с металлообработкой и восстановлением изношенных рабочих поверхностей, находящихся в сопряжении и подверженных интенсивному износу в процессе эксплуатации. Участок выполняет полный цикл работ, связанных с восстановлением деталей, включающий в себя следующие виды работ:

- подготовительные работы, включая работы, связанные с зачисткой поверхностей, обдирочными работами, сошлифовкой, обрезкой;
- токарно-винторезные работы, выполняемые на соответствующем станке;
- фрезерные работы, выполняемые на соответствующем станке;
- кругло шлифовальные работы по шейкам валов, выполняемые на соответствующем станке;
- плоскошлифовальные работы по деталям автомобиля, выполняемые на соответствующем станке;
- слесарные работы, выполняемые вручную;
- работы по доводке деталей автомобильного двигателя.

Производственное помещение, в котором располагается участок сборки автомобиля представляет собой одноэтажное здание каркасного типа. Шаг колонн здания составляет 6 м, колонны среднего ряда также располагаются с шагом 6 м. Высота потолков помещения составляет 6.2 метра. Стены здания выполнены из легковесных стеновых панелей,

остекление ленточное, перекрытие здание выполнено железобетонными панелями покрытия по стропильным балкам, с организацией кровельного настила из полимерных материалов. Имеется система отвода дождевой воды.

Предполагается расположение проектируемого участка ремонта двигателя в непосредственной близости от склада запасных частей и агрегатов, оборотного склада и постов текущего ремонта. Половое покрытие корпуса – металлическая плитка, что продиктовано большой степенью пожароопасности и большой нагрузкой на пол. Освещение на участке производится лампами дневного света, либо светодиодными лампами. В качестве источников дополнительного освещения предполагается применение энергосберегающих светодиодных ламп в точечной подсветке.

На участке ремонта двигателя выделены следующие рабочие зоны, назначение и оснащение которых будет рассматриваться в соответствующем разделе бакалаврской работы, а именно:

- рабочая зона разборочно-сборочных работ;
- рабочая зона металлообработки;
- рабочая зона обкаточных работ;
- зона мойки агрегатов и деталей.

Также предполагается создание на участке склада хранения деталей, снятых с двигателя, что продиктовано необходимостью организации хранения оборотных деталей и деталей, не подлежащих замене. Предполагается объединение склада по запчастям, агрегатам и материалам в одно помещение.

Площади всех рабочих зон определяются исходя из располагаемого на них оборудования, а также из численности персонала, задействованного на технологических процессах, выполняемых как на участке, так и на отдельных рабочих зонах.

## 1.2 Выполняемые работы и основные технологические процессы

В рабочем проекте проектируется участок ремонта двигателя внутреннего сгорания. На участке производятся работы, связанные с ремонтом, сборкой, дефектовкой, комплектацией двигателя автомобиля, а также технологические процессы, связанные с восстановлением деталей автомобильного двигателя.

Отличием от традиционных способов организации участков по ремонту двигателя, является совмещение в разрабатываемом проекте зоны ремонта двигателя с зоной восстановления деталей на одном производственном участке. С целью повышения уровня организации труда и производственного процесса, зоны разделены между собой путем разнесения их на расстояние, некоторые дополнительно зонировуются сборными перегородками. Это позволит создать рабочую обстановку на участке, позволит избежать путаницы при проведении ремонтных работ. Также зонирование позволит эффективно решать вопросы организации и охраны труда. Отдельные зоны, чья работа сопряжена с повышенным шумом и испарениями, например, обкатки двигателей внутреннего сгорания и мойки деталей и агрегатов, располагаются в отдельных помещениях.

На различных зонах участка ремонта двигателей выполняются различные виды работ. Работы, распределенные по зонам приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Распределение работ по рабочим зонам на участке ремонта двигателей

Наименование рабочей зоны	Работы и технологические процессы
Рабочая зона заготовительных работ и металлообработки	<ul style="list-style-type: none"><li>- нарезка заготовок на металлообработку;</li><li>- зачистные и обдирочные работы;</li><li>- сварочные работы в кондукторе;</li><li>- токарные работы;</li><li>- фрезерные работы;</li><li>- гибка металлических заготовок;</li><li>- раскрой листового металла.</li></ul>

Продолжение таблицы 1.1

Рабочая зона мойки агрегатов и деталей	- мойка агрегатов; - мойка деталей; - ультразвуковая мойка мелких деталей.
Рабочая зона ремонтных работ	- работа по разборке-сборке двигателя; - работы по дефектовке двигателя; - работы по комплектации двигателя; - наладочные работы.
Рабочая зона обкатки двигателя автомобиля	- послеремонтная обкатка и приработка двигателя; - доводка и настройка двигателя автомобиля.

### 1.3 Распределение персонала по видам производимых работ

На участке ремонта двигателя численность рабочих рассчитывается исходя из распределенных объемов работ по ремонту двигателя легкового автомобиля. Трудоемкость участка определена из практической трудоемкости участка, оцениваемой в 12500 чел-ч. Для двух гоночных болидов, производство которых запланировано, трудоемкость составит 16 000 чел-ч. Распределение рабочих по видам работ приведено в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Расчет численности персонала

Виды работ	%	Трудоемкость, чел-ч	Число рабочих явочное, чел	Число рабочих принятое, чел
нарезка заготовок на металлообработку;	3	375	0,2	1
зачистные и обдирочные работы;	5	625	0,3	
сварочные работы в кондукторе;	5	625	0,3	
токарные работы;	10	1250	0,7	2
фрезерные работы;	7	875	0,5	
гибка металлических заготовок;	1	125	0,1	
раскрой листового металла.	1	125	0,1	

Продолжение таблицы 1.2

мойка агрегатов;	3	375	0,2	1
мойка деталей;	3	375	0,2	
ультразвуковая мойка мелких деталей	5	625	0,3	
работа по разборке-сборке двигателя;	15	1875	1,0	1
работы по дефектовке двигателя;	9	1125	0,6	1
работы по комплектации двигателя;	5	625	0,3	
наладочные работы	4	500	0,3	
послеремонтная обкатка и приработка двигателя;	15	1875	1,0	1
доводка и настройка двигателя автомобиля	9	1125	0,6	
ИТОГО	100	12 500	6,8	7

Следовательно, исходя из общей численности, принятое число рабочих принято в количестве 7 человек.

Режим работников участка:

Начало рабочего дня – 8.30

Обеденный перерыв – 11.45-12.45

Окончание рабочего дня – 17.00

#### 1.4 Оборудование и инструмент на участке ремонта двигателя

Для осуществления необходимого техпроцесса размещено оборудование, представленное в таблице 1.3:

Таблица 1.3 – Оборудование участка ремонта двигателей

Наименование оборудования	Марка	Кол-во	Страна производства
Верстак слесарный	КО-390	4	Россия
Кантователь универсальный	б/н	1	Россия
Контейнер для мусора	б/н	2	Россия
Стеллаж	357843-К	4	Россия

Продолжение таблицы 1.3

Шкаф хранения инструментов и оборудования	КО-380	2	Россия
Шкаф хранения материалов	КО-390	4	Россия
Сварочный аппарат полуавтоматической сварки	Кемppi	1	Финляндия
Станок токарно-винторезный	16К20	1	СССР
Станок фрезерный	8К10	1	СССР
Пресс гидравлический	ГП-20	1	Россия
Станок вертикально-сверлильный N =2,32кВт	2Н125	1	СССР
Станок обдирочно-шлифовальный N=4,6кВт	3Б634	1	СССР
Станок настольно-сверлильный N=0,6кВт	2К112	1	СССР
Станок расточной N=8,22кВт	16А6	1	СССР
Устройство наплавки валов	самоизгот	1	Россия
Электрогайковерт	DeWalt	2	Германия
Шуруповерт	Festool T18	2	Германия
Углошлифовальная машина, 1200 Вт	Makita	1	Тайвань
Набор инструмента слесарный	Jonnesway	5	Корея
Система мерительная давление-вакуум	-	1	СССР
Инструментальная тумба	Jonnesway	5	Корея

Для обеспечения работы на участке требуется наличие режущего и крепежного расходного материала – режущего инструмента, абразивных кругов и материалов, сверл, разметочного материала, мерительного инструмента.

### 1.5 Планировочное решение участка ремонта двигателей

Для более точного расчета площади воспользуемся формулой [2], [4]:

$$F_y = F_{об} \cdot K_p,$$

где  $F_y$  – площадь, занятая оборудованием,  $F_y = 17,5 \text{ м}^2$

$K_p$  – коэффициент плотности расстановки оборудования,  $K_p = 4,5$

Тогда фактическая площадь участка составит.

$$F_y = 17,5 \cdot 4,5 = 78,75 \text{ м}^2$$

Фактическая площадь участка составляет 78 м<sup>2</sup>, так как данное значение было получено исходя из предполагаемого к применению на участке оборудования.

В рабочей зоне сварочно-заготовительных работ посты будут располагаться в привязке к технологическому оборудованию. Данное решение объясняется условиями и спецификой проведения ремонтно-восстановительных работ. Также следует понимать, что часть работ, связанных с восстановлением узлов и деталей двигателя, также осуществляется на специализированном оборудовании, что вызвано спецификой осуществления технологического процесса и соображениями техники безопасности.

## 2 Разработка устройства для наплавки валов

### 2.1 Техническое задание на разработку конструкции устройства для наплавки валов

Требуется разработать устройство для наплавки шеек коленчатых валов легковых автомобилей ВАЗ. Разработка проводится в рамках работы бакалавра, выданное задание содержит требования к разработке технологического процесса восстановления шеек коленчатых валов, в рамках которого будет применяться спроектированное оборудование. разрабатываемое оборудование будет способствовать повышению экономичности производственного процесса, снижению числа выбраковываемых деталей и повышению уровня экономической эффективности предприятия в целом.

Предполагается проведение наплавки с использованием сварочного полуавтомата в среде защитного газа. Горелка, при помощи которой производится наплавка, закрепляется в специальном зажиме. Синхронизация подачи регулируется винтовой передачей, которая приводится от электродвигателя через ременную и зубчатую передачи.

Устройство выполняется автономным, стационарным. Набаритные размеры устройства и его присоединительных узлов следует адаптировать под габаритные размеры коленчатого вала автомобиля семейства LADA.

Характеристики проектируемого устройства:

Габаритные размеры, не более: 1500x900x700 мм

Собственная масса, не более:  $\approx$  120 кг

Эргономические показатели:

Эргономика стенда должна соответствовать требованиям, предъявляемым к испытательным стендам в соответствии с ГОСТ 20.39.108-85. «Комплексная система общих технических требований. Требования по

эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора».[22]

Эстетические требования:

Внешняя форма стенда должна отвечать требованиям технической эстетики и информировать о функциональном характере изделия. Острые углы необходимо закруглить, требуется окрасить механизм в цвет, привлекающий внимание как к мобильному объекту. Раму требуется окрасить в черный цвет. Выступающие за габариты стенда узлы и детали не приемлемы, если это не обеспечивает функциональные действия устройства. Внешний вид стенда должен быть продиктован соображениями компоновки элементов конструкции в единое целое.

Условия эксплуатации:

Для обеспечения безопасности и эффективности функционирования стенда ТО необходимо проводить с интервалами не менее 1 раза в 6 месяцев. Отдельные узлы конструкции устройства, такие как узел крепления вала, узел синхронизации подачи горелки, должны иметь возможность демонтажа. Для антикоррозионной защиты все металлические детали должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Транспортировка стенда производится в собранном виде.

При проведении транспортировки все узлы и агрегаты, демонтированные с устройства упаковываются в картонные коробки, перекладываются ударопоглощающим материалом, и маркируются, согласно установленной кодификации предприятия. На раме стенда указываются места строповки, рама транспортируется без упаковки.

Предполагаемая себестоимость стенда, не более: 305 000 руб

Срок рентабельности: 2.15 года

Конструкторские документы на различных этапах технического проекта должны быть согласованы с руководителем и консультантами по ВКР.

## 2.2 Техническое предложение на проектирование устройства для наплавки валов

Предложено разработать конструкцию устройства для наплавки валов, производимую в рамках выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

Для производства наплавки валов промышленностью выпускается различное оборудование, применяемое в сфере ремонта и восстановления деталей, а именно для наплавки под слоем флюса, вибродуговой наплавке, в среде защитных газов (марок ОКС-5611, ОКС-5594 и т.п.). рассмотрим некоторые из существующих образцов техники, характерные для данной отрасли.

### СТЕНД ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ



Рисунок 2.1 - Стенд плазменной наплавки тел вращения

Представленный на рисунке 2.1 стенд предназначен для механизированной плазменной наплавки износостойких материалов на поверхность различных крупногабаритных тел вращения (валопроводы, шнеки, центрифуги, цапфы, коленвалы, цилиндры и т.п.) при ремонте или изготовлении новых.

Технические характеристики станда:

Напряжение, В	380
Потребляемая мощность, кВА	10,0
Производительность наплавки, кг/ч	3,0
Расход наносимого материала, кг/м <sup>2</sup>	24,2
Скорость перемещения плазматрона вдоль оси вала при наплавке, мм/мин	от 5 до 300
Скорость вращения изделия на станде, об/мин	от 0,5 до 200
Габаритные размеры станда, мм	6000x3000x2500
Масса станда, кг	2000
Габаритные размеры обрабатываемых деталей, мм	до 6000 Ø 1000
Масса обрабатываемых деталей, кг	до 2500

Оборудование находит свое применение в сфере тяжелого машиностроения, в частности на ремонтных предприятиях, занятых в сфере производства ремонта оборудования горнодобывающего и рудного комплекса.

На рисунке 2.2 представлен еще один образец техники, используемой для наплавки на детали типа «вал», производимой вибродуговым методом. Отличием от предыдущего образца является сравнительно компактный размер, что делает возможным применение данного оборудования на предприятиях автомобильного транспорта.

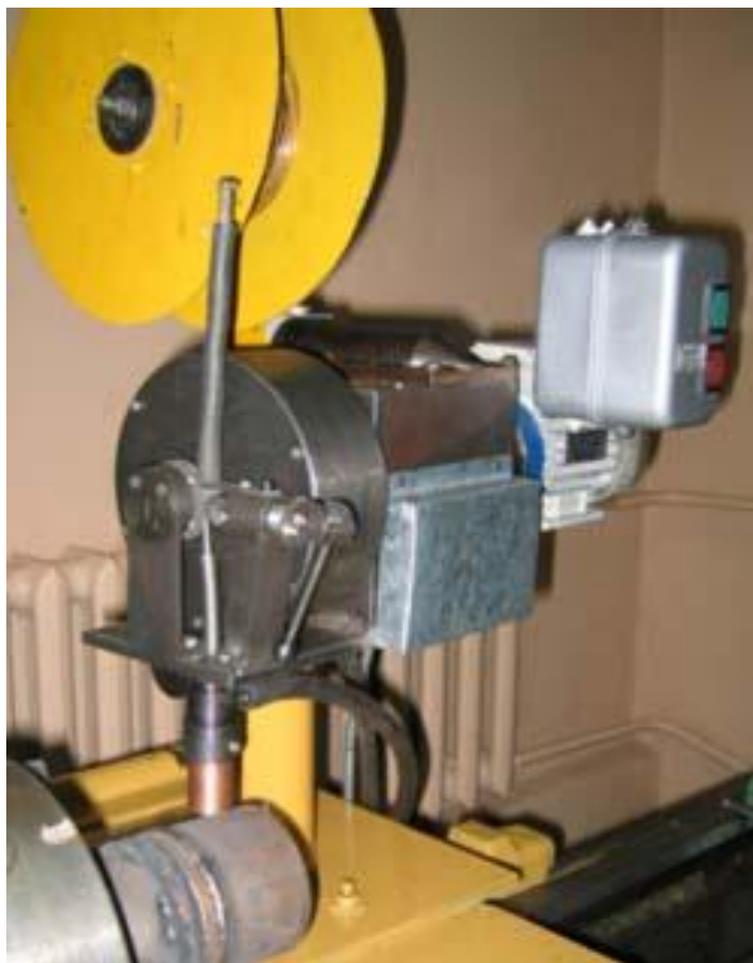


Рисунок 2.2 - Оборудование для вибродуговой наплавки деталей типа «вал» [22].

Оборудование предназначается для восстановления методом наплавки поверхностей тел вращения деталей подвижного состава железнодорожного транспорта. Разработку устройства провел Омский государственный университет путей сообщения.

Комплектация оборудования:

- механизм вращения на базе токарного станка;
- механизм подачи вибродуговой наплавки;
- комплект аппаратуры для подачи и нагрева газа;
- комплект аппаратуры подачи флюса в зону наплавки;
- трансформатор питания сварочного аппарата.

Технологической особенностью рассматриваемого устройства является производство наплавки на вращающуюся деталь по винтовой траектории.

Технические характеристики устройства:

- минимальный размер наплавляемой поверхности, мм,— 25;
- диаметр электрода, мм — от 0,8 до 2,0;
- среда наплавки — CO<sub>2</sub>, флюс;
- габариты аппарата наплавки, мм — 250x200x460;

«Внедрено в локомотивном депо Слюдянка Восточно-Сибирской железной дороги — филиала ОАО «РЖД»»[22].

Еще одним устройством, находящим свое применение на ремонтных предприятиях железнодорожного транспорта, будет являться устройство наплавки якорей тяговых электродвигателей, представленном на рисунке 2.3 и также разработанное в Омске.

Назначение устройства состоит в восстановлении размеров и свойств изношенных поверхностей валов якорей тяговых электродвигателей локомотивов методом наплавки под флюсом.

Технологическое оборудование содержит в основе конструкции станок-вращатель; механизм подачи, закрепленный на суппорте; источник питания сварочной дуги и флюсодержатель.



Рисунок 2.3 - Устройство наплавки валов якорей тяговых электродвигателей

Оборудование имеет следующие характеристики:

- минимальный размер наплавляемой поверхности, мм — 50;
- диаметр электрода, мм — от 1,6 до 2,8;
- габариты аппарата наплавки, мм — 2600x1100x1600;
- сухая масса установки, кг — 2200;
- среда наплавки — флюс.

Комплектация оборудования:

- блок управления подачи сварочной проволоки;
- комплект аппаратуры подачи флюса;
- источник питания дуги сварки.

Технологической особенностью рассматриваемого устройства является производство наплавки на вращающуюся деталь по винтовой траектории.

Разработчик устройства, Омский государственный университет путей сообщения, заявляет следующие экономико-технические характеристики устройства: «Производительность восстановления валов якорей повышается в 2,4 раза, а трудоемкость снижается на 1,3 часа по сравнению с ручной дуговой наплавкой. Годовая экономия от внедрения технологии составляет 40 тыс. р. на программу (1200 электродвигателей). Срок окупаемости капитальных вложений не превышает 3,5 года. Установка внедрена в локомотивных депо Волховстрой Октябрьской и Боготол Красноярской железных дорог — филиалов ОАО «РЖД». Наплавочная установка включает в себя вращатель (токарный станок), обеспечивающий закрепление и вращение деталей и перемещение наплавочной головки относительно ее. Наплавочная головка состоит из механизма подачи проволоки, изменяющего ступенчато или плавно скорости подачи электрода, мундштука для подвода проволоки к детали.»[22]

Для наплавки крупногабаритных деталей двигателей и ходовых тележек железнодорожного транспорта применяется установка для наплавки валов УНК-117.

Установка предназначена для наплавки цилиндрических деталей методом автоматической сварки под флюсом, в защитных газах и порошковыми проволоками. Конструктивный вид установки представлен на рисунке 2.4



Рисунок 2.4 - Установка для наплавки валов УНК-117

Установка состоит из позиционирующего устройства, манипулятора, источника питания и наплавочной головки.

В устройствах для наплавки используются частотные преобразователи переменного тока, для бесступенчатой регулировки скорости вращения наплавляемой детали и перемещения наплавочной горелки.

Деталь зажимается четырехкулачковым патроном и поддерживается центром задней бабки.

Схема управления установкой обеспечивает перекрытие наплавляемых валиков по спирали, а также на шаг наплавки.

В установке наплавки используется промышленный компьютер, который обеспечивает возможность программирования движения горелки в трех координатах XYZ, а также вращения детали и сохранение режимов наплавки в памяти.

Управление установкой осуществляется с пульта управления, в который встроена панель оператора с LCD-монитором.

Дополнительное оборудование: осциллятор линейных колебаний, система рециркуляции флюса.

Также, в качестве конструктивного прототипа разрабатываемого устройства рассмотрим устройство по авторскому свидетельству №1593819 В 23 К 9/04.

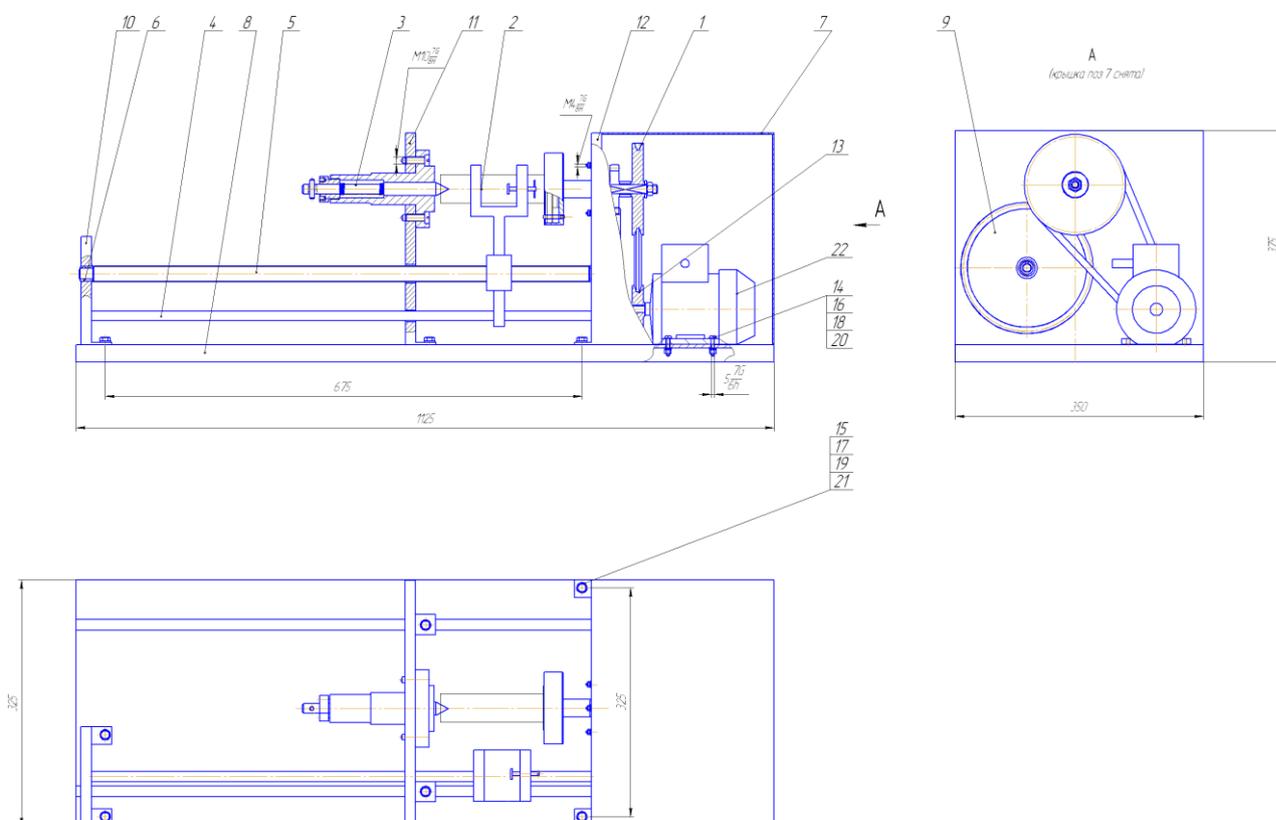


Рисунок 2.5 - Устройство для наплавки по авторскому свидетельству №1593819 В 23 К 9/04

Устройство работает следующим образом.

Необходимая для наплавки деталь устанавливается в шпиндель 1 и поджимается конусом упорным 3. В вилку 2 устанавливается держак от полуавтоматической или автоматической сварки. Затем выбрав необходимую частоту вращения двигателя 22 с помощью частотного преобразователя начинаем процесс наплавки.

В случае если частотным преобразователем не удастся выставить нужный режим наплавки (частота вращения наплавляемого вала, скорость перемещения вилки относительно наплавляемого вала), то добиваемся этого подбором шестерен 9 и 1.

Дальнейшая конструкторская проработка производится с учетом произведенного обзора аналогов, рассмотренного в рамках технического предложения на разработку конструкции.

### 2.3 Конструкторские расчеты проектируемого устройства

Мощность приводного электродвигателя:

$$N_{дв} = \frac{N_{вв}}{\eta}, Вт$$

где  $N_{вв}$  – мощность на выходном валу электродвигателя, Вт;

$\eta$  - общий КПД.

КПД привода:

$$\eta = \eta_{чп} \cdot \eta_n^m \cdot \eta_{вп},$$

где  $\eta_{пн}$  – КПД ременной передачи, принимаем  $\eta_{пн}=0,8$ ;

$\eta_n$  – КПД подшипниковой пары, принимаем  $\eta_n=0,98$ ;

$m$  – количество подшипников,  $m=2$ ;

$\eta_{вп}$  – КПД винтовой пары.

КПД винтовой пары рассчитывается как:

$$\eta_{вп} = \frac{tg \lambda}{tg(\lambda + \rho)},$$

где  $\lambda$  – угол подъема винта, принимаем  $\lambda=30^0$ ;

$\rho$  – приведенный угол трения.

$$tg \rho = f = 0,15,$$

где  $f$  – коэффициент трения сталь-сталь, принимаем  $f=0,15$ .

$$tg 30^0 = 0,57.$$

$$\eta_{вп} = \frac{0,57}{0,57 + 0,15} = 0,78$$

$$\eta = 0,8 \cdot 0,98^2 \cdot 0,78 = 0,60$$

Окружное усилие на винте

$$P = Q \cdot \operatorname{tg}(\lambda + \rho),$$

где  $P$  – сила вращающая винт – окружное усилие, Н;

$Q$  – осевая нагрузка винтовой пары, Н кг;

$$Q = m \cdot g,$$

где  $m$  – общая масса перемещаемых частей, принимаем  $m=5,5$  кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g=9,81\text{м/с}^2$ .

Находим окружное усилие

$$P = 5,5 \cdot 9,81 \cdot (0,57 + 0,15) = 388\text{Н}.$$

Находим крутящий момент для винта

$$M = P \cdot l,$$

где  $l$  – длина плеча рычага, м.

$$l = \frac{d}{2} = \frac{30}{2} = 15\text{мм} = 0,015\text{м}.$$

где  $d$  – диаметр винта,  $d=15$  мм.

$$M = 388 \cdot 0,015 = 5,82\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность, необходимая для вращения винта

$$N_{\text{вв}} = M \cdot \omega, \text{Вт}$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения винта,  $\text{с}^{-1}$ .

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

где  $n$  – частота вращения винта,  $\text{мин}^{-1}$ .

Частоту вращения винта принимаем  $n=60$   $\text{мин}^{-1}$ .

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28\text{с}^{-1}$$

$$N_{\text{вв}} = 0,582 \cdot 6,28 = 37\text{Вт}.$$

Тогда

$$N_{эл} = \frac{N_{вв}}{\eta} = \frac{37}{0,6} = 62Вт.$$

Исходя из произведенных расчетов, принимаем для привода двигатель АИРЗУТ71В2 У1, 380 В, 50 Гц, IM1081 ТУ 16-88 ИАКФ.525243.008 ТУ.

Техническая характеристика электродвигателя :

$N_{эд}=0,75$  кВт;  $n_3=750$ мин<sup>-1</sup>;  $V=380$ В.

Расчет зубчатой передачи.

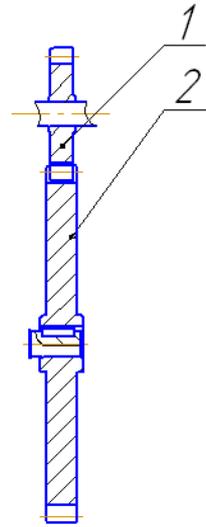


Рисунок 2.6 – Зубчатая передача

1- колесо приводное, 2- ведомое колесо.

Выбираем характеристики зубчатой передачи, представив ее в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики зубчатой передачи

Колеса:	Марка стали	Термообработка	Твердость	$\sigma_t$ МПа	размеры	
					$D_{пред}$	$S_{пред}$
Колесо	40ХН	Улучшение	НВ 235...262	630	315	200

шестерня	40ХН	Улучшение	HRC 269...302	750	200	125
----------	------	-----------	------------------	-----	-----	-----

Число циклов перемены напряжений:

для колеса:

$$N_2 = 573 \cdot \omega_2 \cdot L_H$$

$$L_H = 365 \cdot L \cdot K_z \cdot 24 \cdot K_c = 365 \cdot 5 \cdot 0,6 \cdot 24 \cdot 0,3 = 7884 \text{ ч}$$

$$N_2 = 573 \cdot 15,7 \cdot 7884 = 70,9 \cdot 10^6$$

для шестерни:

$$N_1 = N_2 \cdot u = 22,2 \cdot 10^7$$

для шестерни  $HB_{cp} = (269 + 302) / 2 = 285,5$   $N_{HO_2} = 20 \cdot 10^6$

для колеса  $HB_{cp} = (235 + 262) / 2 = 248,5$   $N_{HO_1} = 17 \cdot 10^6$

Допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба:

для шестерни:  $\sigma_{HO_1}^- = 1,8HB_{cp} + 67 = 1,8 \cdot 285 + 67 = 580 \text{ МПа}$

$$\sigma_{EO_1}^- = 1,03HB_{cp} = 1,03 \cdot 285 = 294 \text{ МПа}$$

для колеса:  $\sigma_{HO_2}^- = 1,8HB_{cp} + 67 = 1,8 \cdot 248,5 + 67 = 514 \text{ МПа}$

$$\sigma_{EO_2}^- = 1,03HB_{cp} = 1,03 \cdot 248,5 = 256 \text{ МПа}$$

Таким образом, допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба с учётом времени работы передачи.

$$\sigma_{H_1}^- = \sigma_{HO_1}^- \cdot K_{HL} = 580 \cdot 1 = 580 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{H_2}^- = \sigma_{HO_2}^- \cdot K_{HL} = 514 \cdot 1 = 514 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{E_1}^- = \sigma_{EO_1}^- \cdot K_{HL} = 294 \cdot 1 = 294 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{E_2}^- = \sigma_{EO_2}^- \cdot K_{HL} = 256 \cdot 1 = 256 \text{ МПа}$$

Межосевое расстояние.

$$a_w = K_A \left( \pm 1 \right)^3 \sqrt{\frac{K_{HB} \cdot T_2}{\psi_{ba} \cdot u^2 \cdot \sigma_H^-}}$$

$\psi_{ba} = 0,4$  - для симметрического расположения колёс

$K_a = 4950$  - для прямозубых колёс

$K_{H\beta}$  - коэффициент концентрации нагрузок, зависящий от  $\psi_{bd}$ .

$$\psi_{bd} = 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot \sqrt{\pm 1}$$

$$\psi_{bd} = 0.5 \cdot 0.4 \cdot \sqrt{1.13 \pm 1} = 0.826$$

По табличным значениям, принимаем  $K_{H\beta} = 1.04$  при  $H\beta \leq 350$ , при симметричном расположении колёс, тогда

$$a_o = 4950 \cdot \sqrt{1.13 \pm 1} \sqrt[3]{\frac{1.04 \cdot 955.4}{0.4 \cdot 3.13^2 \cdot (92.3 \cdot 10^6)}} = 0.2075 \text{ м} = 207,5 \text{ мм}$$

Произведем расчет ременной передачи привода.

Диаметр приводного шкива:

$$d_{p1} = \sqrt[3]{100 \dots 1300 \frac{N}{n}}$$

где  $d_{p1}$  – диаметр приводного шкива, мм

$N$  – мощность привода, кВт

$n$  – частота привода, об/мин

$$d_{p1} = \sqrt[3]{100 \dots 1300 \frac{2.2}{1500}} = 113.5$$

Принимаем диаметр приводного шкива 100 мм.

Диаметр ведомого шкива:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u \cdot (1 - \varepsilon), \text{ где}$$

$d_{p1}$  – диаметр приводного шкива, мм

$d_{p2}$  – диаметр ведомого шкива, мм

$\varepsilon$  - коэффициент проскальзывания ремня

$$d_{p2} = 100 \cdot 2 \cdot (1 - 0.01) = 198$$

Скорость ременного привода:

$$v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n}{60000}$$
$$v = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{60000} = 7,85$$

Межосевое расстояние рассчитывается из соотношения:

$$a \geq 2 * (d_{p1} + d_{p2})$$

$$a \geq 2 * (100 + 198) = 596$$

### 3 Технологический процесс наплавки на специализированном стенде

#### 3.1 Условия работы механизма

Коленчатый вал двигателя автомобиля в процессе эксплуатации подвергается различным видам нагрузок. Основные нагрузки имеют знакопеременные характеристики, что связано с особенностью работы двигателя. Вал двигателя вращается в подшипниках скольжения, смазка происходит под давлением. Шатунные шейки также взаимодействуют через подшипники скольжения.

Основными видами неисправностей, обнаруживаемых в результате дефектовки коленчатых валов, являются различные виды нарушения геометрических размеров шеек, а именно:

- уменьшение размера шейки (коренной и шатунной) в результате износа;
- эллипсность шейки (коренной и шатунной) вала, является следствием неравномерного износа;
- задиры поверхности трения, возникают в результате дефицита смазки;
- выкрашивание поверхности трение, является следствием интенсивного механического воздействия на поверхность шейки.

Большая часть рассмотренных видов износа возникает вследствие термомеханического износа, при котором поверхности «прихватываются» друг к другу, результатом чего является вырыв частиц металла из массы детали. Также одной из разновидностей механического износа, которому подвержен вал, является абразивный износ, возникающий в результате воздействия твердых тел или частиц.

Валы изготавливаются из ковкого чугуна методом механическойковки, последующей чистовой обработкой.

При восстановлении посадочных поверхностей под подшипники широко применяется метод наплавки, при котором металл наносится на поверхность под действием высокой температуры. При износе свыше 0,4 мм применяется метод вибродуговой наплавки или напыления металлического порошка. Изношенные посадочные поверхности под шкивы восстанавливаются наплавкой порошковой проволоки либо вибродуговой наплавкой.

### 3.2 Разработка технологии восстановления коленчатого вала

Основным дефектом, обнаруживаемым на ремонтируемых коленчатых валах, следует считать следующие:

- - износ коренных и шатунных шеек, вследствие механического износа;
- эллипсность шеек, вследствие неравномерного износа.

В дальнейшем технология будет рассматриваться, как методика устранения означенных дефектов. Учитывая условия работы и виды возникающего износа коленчатого вала, основной методикой восстановления следует принять восстановление методом наплавки.

Наплавка производится с обязательной последующей термообработкой, так как в процессе наплавки вал подвергается значительным температурным нагрузкам. Предварительная механической обработка проводится для улучшения адгезии наплавляемой проволоки к поверхности. Для осуществления наплавки используется аппарат полуавтоматической сварки А-547Р, для наплавки применяется проволока 30ХГСА ГОСТ 10543-82.

Перед наплавкой вал предварительно нагревается до температуры 370-380° в индукторной, либо муфельной печи. При наплавке также может применяться порошковая проволока ППЗХ2В8 диаметром 3,6 мм и флюс АН-20. Среднее содержание углерода в наплавленном металле может

находиться в пределах 0,40— 0,52%. Шаг наплавки на проектируемом устройстве составит 2,9—5,85 мм на оборот. Частота вращения вала 36—44 об/мин, напряжение на дуге 34—35 В.

Существенное влияние на качество наплавленного слоя оказывает шаг наплавки. Малый шаг наплавки дает более мелкую полосчатость на поверхности вала через определенное время работы его в стане. Большой шаг наплавки, наоборот, дает более крупную полосчатость, что является причиной снятия вала со стана. Оптимальный шаг наплавки устанавливается экспериментально.

Наплавленный вал подвергают отпуску металла. Прогрев наплавленного вала при температуре 380° с целью выравнивания температуры производят в течение 10—12 часов, затем валок помещают в утепленный короб для замедленного охлаждения. Охлаждение вала до температуры 60° длится не менее 48 часов. Отпуск наплавленного вала производят после вторичного нагрева до температуры 380° с последующим замедленным охлаждением в утепленном коробе в течение 48 часов. Отпуск возможен как до, так и после механической обработки.

Нарушение технологии наплавки валов приводит к появлению дефектов в виде холодных и горячих трещин. Технологическая карта наплавки приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технологическая карта восстановления коленчатого вала методом наплавки

Наименование операции, перехода	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
Подготовка вала и устройства			
Очистить вал от загрязнений	Установка для мойки	2,0	
Произвести перемещение поджимного центра		1,0	На расстояние, достаточное для установки вала
Произвести настройку оборотов и подачи	Ключ 13	5,0	Путем смены пар шестерен
Произвести нагрев вала	генератор ТВЧ или индукторная печь	2,5	t = 350-380 °С

Продолжение таблицы 3.1

Закрепить вал на центрах устройства		1,0	При необходимости использовать переходники
Наплавка вала			
Произвести запуск устройства	устройство для наплавки валов	2,0	Шаг наплавки 2,9-5,85 мм/оборот. Скорость вращения детали 36-44 м/час, напряжение на дуге 34-35 В.
Убедиться в проведении наплавки		0,5	При необходимости вернуть горелку в исходное положение, повторить процесс наплавки
Снять деталь с центров		0,5	
Обработка вала			
Произвести отпуск вала	Печь	3480	прогреть вал до $t = 350-380 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 10 часов, после этого остудить в коробе до $t = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 48 часов
Произвести механическую обработку вала		0,5	Согласно первоначальным геометрическим параметрам детали

## 4 Безопасность и экологичность участка ремонта двигателей

### 4.1 Определение объекта проектирования в рамках ВКР

В ходе выпускной квалификационной работы производится проработка участка ремонта автомобильных двигателей. В качестве технологического процесса рассматривается процесс восстановления коленчатого вала методом наплавки.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт участка ремонта двигателя

Технологический процесс	Исполнитель	Производимые работы	Инструменты и оборудование	Материалы техпроцесса
Восстановление коленчатого вала	Слесарь по ремонту автомобиля	Ремонтно-восстановительные	Устройство наплавки	Сварочная проволока, флюс

### 4.2 Классификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Виды рисков, возникающих на участке

Операция или вид выполняемых работ	Опасный или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
Восстановление коленчатого вала	Отсутствие или недостаток естественного освещения	Работа в зоне станка
	Химически опасные и вредные производственные факторы Проникающие через органы дыхания, раздражающие	Продукты горения дуги
	Статические перегрузки	Работа в согнутом положении корпуса
	Перенапряжение и монотонность операций	Длительность проведения операции
	Подвижные узлы машин и механизмов	Работа на устройстве наплавки
	Недостаток освещения	

### 4.3 Методы и средства снижения воздействия рисков, возникающих при работе

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся части машин и механизмов	Мероприятия, относящиеся к проведению обучения, созданию безопасных условий труда, организации режимов труда и отдыха, обеспечению рабочих средствами индивидуальной защиты	Выдача работнику травмобезопасных перчаток, закрытие кожухами подвижных частей
повышенный уровень шума на рабочем месте;		Респиратор Защитные наушники
Отсутствие или недостаток естественного освещения		Лампа-переноска
Химически опасные и вредные производственные факторы Проникающие через органы дыхания, раздражающие		Респиратор
Статические и динамические физические нагрузки	Мероприятия, относящиеся к лечебно-профилактическим: проведение периодического медицинского освидетельствования работников, организация отдыха работников, организация санаторно-курортного отдыха для работников	Не предусмотрено
Нервно-психические перегрузки вызванные монотонностью труда		Не предусмотрено

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности на участке ремонта автомобильных двигателей

Таблица 4.4 – Классы и опасные факторы пожара

Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Углошлифовальная машинка	В	Пламя и искры; Поражение тепловым излучением; высокая температура окружающей среды; отравление токсичными продуктами горения; понижение концентрации кислорода в воздухе; снижение видимости в результате задымления	вызванные разрушением оборудования, зданий и сооружений крупные и мелкие осколки. токсичные вещества и материалы, образующиеся в результате горения, попавшие в окружающую среду из разрушенных технических объектов; поражение электрическим током в результате разрушения токопроводящих коммуникаций; ударная волна, возникающая при взрыве технических объектов термохимическое воздействие на людей и предметы
Установка наплавки валов	В		
Токарно-винторезный станок	В		

#### 4.5 Средства коллективной защиты и мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на участке ремонта двигателя

Таблица 4.5 - 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	инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Песок	Пожарная мотопомпа	Спринклерная система пожаротушения	Извещатель ИП 213/110-3-CR	Шкаф пожарный ШП-01	Противопожарный гражданский ГП-5	Ломы, лопаты, багры, топоры	Извещатель ИП 212/108-3-CR

Продолжение таблицы 4.5

Одеяло из кошмы	Передвижные огнетушители		Пожарный оповещатель	Напорный рукав			Пожарный оповещатель
Ломы, лопаты, багры, крюки, топоры			Средства оповещения на рабочих местах				
Огнетушители ОП-15(3)							

4.6 Организационные и технические мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – Организационные и технические мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, осуществляемого на участке	Наименование видов организационно-технических мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Восстановление коленчатого вала	– разработка и реализация программ и норм, направленных на выработку порядка работы с огнеопасными материалами и средами	соблюдение противопожарного режима и организация действий людей при возникновении пожара; регламентов и норм ведения технологических процессов
	– проведение паспортизации сред, материалов и изделий, в сфере обеспечения пожаробезопасности;	Улучшение противопожарной обстановки на участке
	– проведение обучения персонала, занятого на пожароопасных работах, либо работающего с пожароопасными материалами;	Улучшение противопожарной обстановки на участке
	- организация пожарной службы на предприятии, проведение инструктажа и тренировочных занятий, направленных на первичное пожаротушение	Повышение уровня готовности персонала к возникновению пожара, организация дружины для первичного пожаротушения
	– организация пожаробезопасного хранения легковоспламеняющихся материалов	Улучшение противопожарной обстановки на участке ремонта двигателя

#### 4.7 Обеспечение экологической безопасности на участке ремонта двигателей

Таблица 4.7 – Разновидности экологических факторов на участке ремонта двигателей

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Демонтаж рессорных листов	Использование смазки и растворителя	Испарение растворителя	Смыв смазочных сред с рук и инструмента	Попадание смазочных сред и металлической стружки в почву при утилизации ветоши и остатков материалов

#### 4.8. Разработка мероприятий направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду

Таблица 4.8 – Разработанный комплекс мероприятий по уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование объекта	Участок сборки гоночных автомобилей
Снижение негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтрация воздуха, отбираемого вытяжкой при проведении ремонтных и обкаточных работ
Снижение негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Организация первичной очистки сточных вод, сливаемых в канализацию
Снижение негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение строительных норм и правил, в части эксплуатации промышленных объектов и комплексов

## 5 Расчет себестоимости нормо-часа работ на участке ремонта двигателей

### 5.1 Определение затрат на материальные ресурсы

5.1.1 Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы, требуемые для обеспечения непрерывности производственного процесса

Таблица 5.1 - Определение затрат на вспомогательные и расходные материалы [9]

Вид применяемого материала (расходного компонента)	Норма расхода,	Цена за ед, руб.	Годовые затраты, руб
1	2	3	4
Шлифовальный материал в ассортименте	25 упак/год	240	6000
Герметик жидкий	10 емк./год	300	3000
Ткань для обтирки	20 кг/год	130	2600
Фирменная одежда	2 пар/чел	3500	7000
Перчатки	2 пар/чел	140	280
Ботинки специальные	2 пар/чел	2700	5400
Затраты на остальные материалы	-	-	10000
Всего		34280	

### 5.1.2 Определение затрат на электрическую энергию

Определение затрат на электрическую энергию проводится после определения суммарного потребления электричества всем оборудованием в производственном подразделении по формуле[14-16]:

$$C_{\text{Э}} = \frac{M_{\text{У}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}} \cdot C_{\text{Э}}}{\eta},$$

где  $M_{\text{У}}$  – потребляемая оборудованием(инструментом) мощность, кВт

$T_{\text{МАШ}}$  – величина годового эффективного фонда работы технологического оборудования(инструмента), для режима работы в 1 рабочую смену:  $T_{\text{МАШ}} = 3000 \text{ час.}$

$K_{\text{ОД}}$  – величина коэффициента одномоментной работы технологического оборудования, принимаем  $K_{\text{ОД}} = 0,8$

$K_M$  – величина коэффициента, характеризующего степень его загруженности, принимаем  $K_M = 0,75$

$K_B$  – величина коэффициента загрузки электродвигателей по времени, принимаем  $K_B = 0,5$

$K_{II}$  – величина коэффициента потерь электроэнергии в сети, принимаем  $K_{II} = 1,04$

$C_{\text{Э}}$  – стоимость электрической энергии, принимаем  $C_{\text{Э}} = 4,42 \text{ руб./кВт} \cdot \text{час}$

$\eta$  – коэффициент полезного действия технологического оборудования, выбираем по нормам  $\eta = 0,8$

Итоги расчетов приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 - Определение затрат на электрическую энергию

Название оборудования (электрического инструмента)	Кол- во.	Потребляемая мощность $M_{\text{У}}$ , кВт	Фонд работы $T_{\text{МАШ}}$ , час.	Годовые расходы, $C_{\text{Э}}$ , руб.
1	2	3	4	5
Стенд для разборки двигателя автомобиля	1	3,5	3000	6300
Пресс гидравлический	1	3,0	3000	5400
Устройство наплавки валов	1	0,5	3000	1650
Переносное ручное оборудование	-	3,0		5400
Всего				18750

5.1.3 Расчет отчислений на реновацию и амортизацию основных производственных фондов производственного подразделения предприятия

Определение амортизационных отчислений на площадь участка по ремонту шин по формуле[9]:

$$A_{\text{ПЛ}} = F_{\text{пл}} \cdot C_{\text{ПЛ}} \cdot H_{\text{аПЛ}}$$

$$A_{\text{ПЛ}} = 78 \cdot 4000 \cdot 2,5/100 = 7800 \text{ руб.}$$

Определение амортизации технологического оборудования ведется по формуле:

$$A_{OB} = C_{OB} \cdot H_{aOB}$$

где  $H_{aOB}$  - норматив на амортизацию оборудования, %, выбирается по нормативным документам и устанавливается законодательно.

Итоги расчётов представлены таблице 5.3

Таблица 5.3 - Расчет отчислений на реновацию и амортизацию ОПФ

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена, руб. за ед.	Норматив отчислений на амортизацию, %	Затраты на амортизацию, руб.
1	2	3	4	5
Площадь помещения по чертежу	78	4000	2,5	7800
Стенд для разборки двигателя автомобиля	1	59400	14,3	8494
Пресс гидравлический	1	35670	14,3	5389,7
<u>Электрогайковерт</u>	1	17760	25	4625
Переносное дорогостоящее ручное оборудование	-	400000	20	80000
Всего		-	-	106308,7

## 5.2 Оценка затрат на заработную плату сотрудников

По штатному расписанию предприятия на участке приемки-выдачи предусмотрены только основные производственные работники – слесари по ТО и Р автомобилей, специализация диагност. [13], [9]

Расчет основной заработной платы сотрудников предприятия ведем по следующей формуле:

$$Z_{ПЛ} = C_q \cdot T_{шт} \cdot K_{ПР}$$

где  $C_q$  – почасовая оплата труда сотрудников, руб/час.

$T_{шт}$  – величина фонда рабочего времени за календарный год, для слесарей по ремонту автомобилей выбираем  $T_{МАШ} = 1840$  час.

$K_{ПР}$  – коэффициент, учитывающий величину премии для сотрудников, для СТО выбираем  $K_{ПР} = 1,25$

Определение затрат на заработную плату представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Определение затрат на заработную плату

Число сотрудников	Наименование должности по штатному расписанию	Разряд	Почасовая оплата труда сотрудников	Заработная плата	Премииальные выплаты	Всего
7	Слесарь по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей	5	120	220300	110400	330700

### 5.3 Прочие расходы

Затраты на единый социальный налог получим путем вычисления по формуле[14-16]:

$$E_{CH} = Z_{ПЛОСН} \cdot K_C / 100$$

где  $K_C = 34\%$  - законодательно установленная норма социальных отчислений.

$$E_{CH} = 552000 \cdot 34 / 100 = 187680 \text{ руб.}$$

Величину накладных расходы рассчитаем: [14-16]

$$H_H = Z_{ПЛОСН} \cdot K_H$$

где  $K_H = 0,25$  – норматив накладных расходов в долях затрат на оплату труда.

$$H_H = 552000 \cdot 0,25 = 138000 \text{ руб}$$

Таблица 5.5 – Итоговая смета годовых расходов по подразделению

Наименование статьи расходов	Расходы, руб.
Затраты на вспомогательные и расходные материалы	34280
Затраты на электрическую энергию	18750
Затраты на отчисления на реновацию и амортизацию ОПФ	106308,7
Затраты на зарплату сотрудников	330700
Затраты на иные нужды	325680
Всего по подразделению(цеху, участку)	815718,7

#### 5.4 Расчет себестоимости нормо-часа работ в производственном подразделении предприятия

Проведем оценку стоимости нормо-часа работ на участке(отделении):

$$C_{нч} = \frac{З_{ОБЩ}}{T_{отд}}$$

где  $З_{ОБЩ}$  – итоговая сумма с смете расходов по подразделению;

$T_{отд}$  – объем работ в производственном подразделении(цехе)

$T_{отд} = 12500$  чел. – час.

$$C_{нч} = \frac{815718,7}{12500} = 652,5 \text{ руб.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы бакалавра работы был выполнен технологический проект участка ремонта двигателей легковых автомобилей. Были определены потребности в рабочем инструменте и оборудовании, исходя из технологических процессов, осуществляемых на разрабатываемом участке. В соответствии с выданным заданием был произведен технический расчет участка ремонта двигателей, определено необходимое количество рабочих, подобрано оборудование.

Был произведен выполнен конструкторский расчет установки для проведения наплавки шеек коленчатых валов. Представлены техническое задание и техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, выполнены конструкторские расчеты. Результаты проделанной работы представлены в виде расчетной части и чертежей.

Разработана технология восстановления коленчатого вала автомобиля LADA, в качестве основного метода восстановления выбран метод наплавки на специализированном устройстве.

Определены параметры безопасности жизнедеятельности на участке, определены вредные производственные факторы и предложены способы защиты от них. По разделу представлены выводы, в которых отражены основные результаты проделанной работы.

Величина затрат на один час функционирования участка ремонта двигателей автомобилей подтверждается результатами технико-экономического изыскания.

На основании представленных результатов, можно сделать заключение о полном выполнении поставленной задачи в рамках выпускной квалификационной работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Ельцов В. В.** Наплавка : метод. указания к виртуальным лаб. работам по дисц. "Технол. методы и оборудование для восстановления и повышения износостойкости деталей машин" / В. В. Ельцов, М. В. Тугай, М. В. Филякин; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Техн. эксплуатация автомобилей и восстановление деталей" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 38 с. : ил. - Библиогр.: с. 37. - 3-70
2. Обучающая компьютерная программа "Наплавка" [Электронный ресурс] : Версия 4.1 : для студ. 4 курса спец. 1206.00 / ТГУ ; каф. "Восстановление деталей машин". - Тольятти : ТГУ, 2003
3. **Косырев С. П.** Технологическое вибрационное старение коленчатых валов форсированных дизелей : [монография] / С. П. Косырев, Н. Л. Марьина. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 143 с. - Библиогр.: с. 132-143. - ISBN 978-5-94178-291-8: 257-28
4. **Дунаев, П.Ф.** Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1998. - 447 с. : ил.
5. **Газарян А. А.** Техническое обслуживание автомобилей / А. А. Газарян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Третий Рим, 2000. - 263 с. : ил. - Библиогр.: с. 262. - ISBN 5-88924-086-2: 40-91
6. **Тимофеев Ю. Л.** Неисправности и техническое обслуживание электрооборудования автомобилей / Ю. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. - Москва : Транспорт, 1977. - 125, [1] с. : ил
7. **Напольский, Г.М.** Технологический расчет и планировка автотранспортного предприятия. – М.:МАДИ, 2003
8. **Пархиловский И. Г.** Автомобильные листовые рессоры : теория, расчет и испытания / И. Г. Пархиловский. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1978. - 226, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 222-224

9. **Боргардт Е. А.** Автотранспортное предприятие: экономика и управление : учеб.-метод. пособие для студ. спец. 190601 "Автомобили и автомобильное хозяйство" всех форм обуч. / Е. А. Боргардт; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Менеджмент организации". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 154 с. : ил. - Библиогр.: с. 133-134. - Глоссарий: с. 127-132. - Прил.: с. 135-152. - ISBN 978-5-8259-0625-6: 47-03
10. **Аксенова З. И.** Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий : учеб. для вузов по специальности "Экономика и орг. автомоб. трансп." и "Орг. упр-я на автомоб. трансп." / З. И. Аксенова. - 2-е изд., перераб., доп. . - Москва : Высш. шк., 1980. - 287 с. : ил
11. **Фесина М. И.** Безопасность и экологичность автотранспортных средств : учеб.-метод. пособие-справ. для дипломного проектирования / М. И. Фесина, Л. Н. Горина, А. В. Краснов; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2010. - 201 с. - Библиогр.: с. 200-201. - 46-62
12. **Кочева Г. Н.** Наплавка износостойких поверхностей / Г. Н. Кочева. - Москва : Машгиз, 1963. - 60 с. : ил. - (Научно-популярная библиотека рабочего-сварщика). - Библиогр.: с. 58-59
13. **Туревский И. С.** Дипломное проектирование автотранспортных предприятий : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования, обуч. по спец. 1705 "Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта" / И. С. Туревский. - Москва : ФОРУМ , 2010. - 239 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 217-218. - Прил.: с. 219-234. - ISBN 978-5-8199-0296-7: 120-40
14. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия. - Изд. (авг. 2006 г.) с изм. 1,2,3,4,5,6. - Взамен ГОСТ 14959-69 и ГОСТ 1050-74 в части сталей марок 60,70,75,80,85,60Г,65Г,70Г ; введ. 01.01.81. - Москва : Стандартиформ, 2006. - 13 с. : ил. - (Межгосударственный стандарт). - Группа В32. - 220-00

15. ОНТП 01 – 91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. – М.: Гипроавтотранс РСФСР, 1986.
16. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта : учеб. пособие для вузов / ТГУ ; сост. Л. Н. Горина. - Тольятти : ТГУ, 2003. - 139 с. : ил. - Библиогр.: с. 137. - ISBN 5-8259-0052-7 : 10-00
17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.
18. **Газарян, А.А.** Техническое обслуживание автомобилей / А. А. Газарян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Третий Рим, 2000. - 263 с. : ил. - Библиогр.: с. 262. - ISBN 5-88924-086-2 : 24-26.
19. Экономика предприятия (фирмы) : учебник / О. И. Волков [и др.] ; под ред. О. И. Волкова, О. В. Девяткина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Инфра-М, 2002. - 600 с. - (Высшее образование).
20. ГОСТ 20.39.108-85. «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора».
21. Автотранспортное предприятие : справочник кадровика / авт.-сост. В. В. Волгин. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2010. - 726 с. : ил. - Библиогр.: с. 726. - ISBN 978-5-394-00698-2: 370-00
22. Каталог НТП ОмГУПСа – Технология вибродуговой наплавки вала [Электронный ресурс] / ОмГУПС – Электрон. текстовые дан. – Омск: [б.и.], 2003. – Режим доступа [http://www.omgups.ru/science/ctl\\_1/17.html](http://www.omgups.ru/science/ctl_1/17.html), свободный