

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление подготовки: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Проектирование участка для ремонта двигателей внутреннего сгорания с разработкой механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев»

Шифр ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ

Выпускник гр. Б261-05


подпись

Зиятдинов Р.Ш.
Ф.И.О.

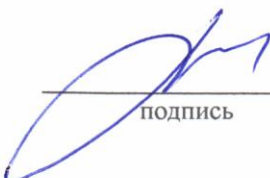
Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Усенков Р.А
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 11 от 17 июня 2020 г.)

и.о. Зав. кафедрой к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Хафизов Р.Н.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о. Зав. Кафедрой  /Р.Н. Хафизов/

«12» марта 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Зиятдинову Разилу Шамиловичу

Тема ВКР: «Проектирование участка для ремонта двигателей внутреннего сгорания с разработкой механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев»

утверждена приказом по университету от «22» мая 2020 г. №178

1 Срок сдачи студентом законченной ВКР: «15» июня 2020 г.

2 Исходные данные

1. Тематика работ для бакалавров кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки».
2. Учебно-методическая литература по теме ВКР.
3. Консультации по кафедре ТА и ЭУ и разделам ВКР по ИМ и ТС.

3 Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ видов двигателей внутреннего сгорания.
2. Проектирование участка по ремонту двигателей.
3. Разработка конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев.
4. Разработка мероприятий по экологии, технике безопасности и физической культуре на производстве.

5. Технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.
- 4 Перечень графических материалов (с указанием обязательных чертежей)
1. Схема технологического процесса ремонта ДВС;
 2. Проектируемый участок;
 3. Сборочный чертеж механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев;
 4. Чертежи сборочных единиц;
 5. Рабочие чертежи деталей;
 6. Сравнительные технико-экономические показатели конструкции.

5 Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование разрабатываемого механизма	
Охрана окружающей среды	

6. Календарный план

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ видов двигателей внутреннего сгорания	14.04.2020	
2	Технологическая часть	21.04.2020	
3	Разработка конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых колец	27.04.2020	
4	БЖ и физическая культура на производстве	1.05.2020	
5	Технико-экономическая часть	04.05.2020	

Студент _____ (Зиятдинов Р.Ш.)

Руководитель ВКР, к.т.н., доцент _____ (Усенков Р.А.)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу (ВКР) Зиятдинова Р.Ш., выполненную на тему: **«Проектирование участка для ремонта двигателей внутреннего сгорания с разработкой конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев»**

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование участка по ремонту двигателей с разработкой конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев.

Выпускная квалификационная работа состоит из текстовой части в виде пояснительной записки на 68 листах печатного текста формата А4 и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка содержит введение, 3 раздела, выводы и список использованной литературы. В пояснительную записку входят 3 рисунка, 11 таблиц, спецификации. Библиографический список содержит 20 наименований.

В первом разделе приведены классифицирующие признаки двигателей внутреннего сгорания.

Второй раздел посвящён проектированию участка по ремонту двигателей внутреннего сгорания.

Третий раздел содержит разработку конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев, разработку мероприятий по БЖ, экологии и физической культуре на производстве, а также технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

ANNOTATION

On the final qualifying work Razil Sh. Ziyatdinov on the topic: « **Designing a site for the repair of internal combustion engines with the development of the design of a mechanism for mounting and extruding fingers of piston** »

The aim of the final qualification work is to design a site for engine repair with the development of a design for a mechanism for mounting and extruding fingers of piston

The final qualification work consists of the text part in the form of an explanatory note on 68 pages of printed text in A4 format and a graphic part in 6 pages of A1 format.

The explanatory note contains an introduction, 3 sections, findings, and a list of references. The explanatory note includes 3 figures, 11 tables, specifications. The bibliographic list contains 20 items.

The first section provides an analysis of the types of engine of internal combustion.

The second section is devoted to the design of the site for the repair of engines of internal combustion.

The third section contains the development of the design of the device for mounting and extruding fingers of piston, contains the development of measures for the of measures for life safety, ecology and physical education at the enterprise, and also made a feasibility study of the developed design.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 КЛАССИФИЦИРУЮЩИЕ ПРИЗНАКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	8
1.1 Конструктивные параметры двигателей внутреннего сгорания	8
1.2 Классификация двигателей внутреннего сгорания.....	9
1.3 Диагностирование и техническое обслуживание двигателей внутреннего сгорания.....	11
1.4 Назначение и классификация механизмов для запрессовки.....	20
1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы.....	23
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	24
2.1 Первичные данные для выполнения технологического расчета автомобилей.....	24
2.2 Результаты расчет программы по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей.....	24
2.3 Расчет количества типов технических обслуживания за один календарный год.....	29
2.4 Определение численности рабочих мест и объема производимых работ.....	34
2.5 Расчет участков и площадей производственных зон на плане мастерской.....	40
2.6 Выбор метода организации технологического процесса в моторном участке.....	45
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ И ВЫПРЕССОВКИ ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ.....	48
3.1 Название и область применения проектируемого механизма.....	48
3.2 Краткая техническая характеристика проектируемого механизма.....	48
3.3 Устройство и работа проектируемого механизма.....	49
3.4 Краткая инструкция по эксплуатации и обслуживанию механизма, указания по технике безопасности и охране труда.....	50
3.5 Расчет основных параметров механизма.....	51
3.6 Преимущества проектируемого механизма.....	55
3.7 Экология и охрана окружающей среды.....	56
3.8 Инструкции по безопасности труда при эксплуатации механизма для запрессовки и выпрессовки.....	57
3.9 Физическая культура на производстве.....	58
3.10 Техничко-экономическая оценка конструкции.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	65

Введение

В связи с тем, что в настоящее время происходит развитие технологий при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей, то очень важно обратить внимание на оснащенность ремонтных предприятий необходимым оборудованием, которое позволит в кратчайшие сроки производить ремонтные работы. Для этих целей необходимо постепенно производить замену устаревшего оборудования, которая будет связана со значительными капитальными вложениями.

Поэтому целесообразно ускорить темпы технического перевооружения ремонтных мастерских автотранспортных предприятий. Для этого важно улучшить:

- качество и надежность изготавливаемых машин;
- уровень их технического обслуживания и ремонта, включая проектирование и организацию ремонтно-обслуживающего производства.

Из-за того, что стоимость автотракторной техники постоянно увеличивается, то, как следствие, пропорционально растут и затраты на ремонт. В связи с этим необходимо постепенно сокращать расходы на техническое обслуживание и ремонт автомобилей.

Данную задачу можно решить несколькими способами:

- путем повышения надежности изготовления и качества капитального ремонта автомобилей;
- путем предотвращения износов и поломок машин с помощью методов диагностики и технического обслуживания непосредственно на месте использования автомобилей;
- путем экономии ресурсов и повышения производительности труда на всех этапах при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Улучшение качества ремонтных работ может быть достигнуто, с одной стороны, путем замены устаревшей техники и оборудования на новое, а с

другой стороны, путем внедрения точечного ремонта многомарочных агрегатов и машин, которые имеют сходные структурные и технологические дефекты. Для этих целей необходимо улучшить профессиональную подготовку обслуживающего персонала.

1 КЛАССИФИЦИРУЮЩИЕ ПРИЗНАКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Двигатели внутреннего сгорания автомобилей имеют множество показателей, которые характеризуют их работу такие как: мощность, крутящий момент, расход топлива, выброс вредных веществ и другие. Перечисленные показатели работы любого силового агрегата зависят от их индивидуальных конструктивных параметров. В выпускной квалификационной работе хотелось бы остановиться на основных конструктивных параметрах двигателей, а также рассмотреть способы диагностирования и виды технического обслуживания отдельных узлов, систем и механизмов силовых агрегатов.

1.1 Конструктивные параметры двигателей внутреннего сгорания

В процессе эксплуатации автомобиля некоторые параметры силового агрегата не изменяются. Перечислим наиболее значимые параметры двигателей внутреннего сгорания:

- камера сгорания – объем, образованный совокупностью деталей двигателя, в котором происходит сжигание топлива;
- мощность, которая определяет скоростной предел и динамику разгона (измеряется в лошадиных силах или в киловаттах);
- крутящий момент – это показатель, определяющий тяговую силу двигателя;
- расход топлива, который зависит от рабочего объема и мощности двигателя (измеряется в литрах на 100 км);
- расход масла, который указывается в технической документации, предоставляемой заводом-изготовителем автомобиля.

1.2 Классификация двигателей внутреннего сгорания

Двигатель внутреннего сгорания – это тепловая машина, которая преобразует энергию сгораемого топлива в механическую работу непосредственно внутри рабочего цилиндра.

Двигатели внутреннего сгорания классифицируются по следующим признакам:

1.2.1 По роду применяемого топлива двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- двигатели, работающие на газовом топливе;
- двигатели, работающие на жидком топливе.

1.2.2 По способу осуществления зарядки цилиндра двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- четырехтактные двигатели, в которых рабочий цикл происходит за четыре хода поршня;
- двухтактные двигатели, в которых рабочий цикл происходит за два хода поршня.

1.2.3 По способу смесеобразования двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- двигатели с внешним смесеобразованием, в которых топливо с воздухом смешиваются вне цилиндра двигателя, и в цилиндр подается готовая горючая смесь;
- двигатели с внутренним смесеобразованием, в которых топливо с воздухом смешиваются внутри цилиндра двигателя.

1.2.4 По расположению осей цилиндров двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- вертикальные;
- горизонтальные;
- «V» - образные;
- оппозитные;
- звездообразные.

1.2.5 По назначению двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- стационарные;
- судовые;
- тепловозные;
- тракторные;
- автомобильные;
- мотоциклетные;

1.2.6 По способу воспламенения смеси топлива с воздухом двигатели внутреннего сгорания подразделяются на:

- двигатели с принудительным воспламенением смеси топлива с воздухом;
- двигатели высокого сжатия, в которых посредством увеличения степени сжатия добиваются самовоспламенения смеси топлива с воздухом.

К основным преимуществам двигателей внутреннего сгорания перед другими тепловыми двигателями можно отнести:

- высокую экономичность;
- сравнительно небольшие габариты и вес;
- меньшую потребность в воде;
- быстроту запуска и возможность варьирования нагрузки.

К основным недостаткам двигателей внутреннего сгорания можно отнести:

- необходимость применения в них только высококачественного жидкого и газового топлива и невозможность применения твердого топлива;
- трудность создания единичного агрегата двигателя внутреннего сгорания с мощностью, превышающей 50 – 60 тыс. кВт;
- большой вес энергоустановок с двигателем внутреннего сгорания.

Наибольшее распространение получили четырехтактные поршневые бензиновые и дизельные двигатели внутреннего сгорания, которые работают по прямому циклу за четыре хода поршня.

Внутри двигателя внутреннего сгорания последовательно происходят рабочие процессы за два полных оборота коленчатого вала (впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск).

1.3 Диагностирование и техническое обслуживание двигателей внутреннего сгорания

Для того чтобы двигатель работал без перебоев и надежно развивал достаточную мощность, а также для обеспечения нормальных динамических свойств автомобиля необходимо своевременно осуществлять диагностирование и техническое обслуживание отдельных узлов, систем и механизмов силового агрегата. Перечислим системы и механизмы двигателя, работу которых необходимо постоянно контролировать для безотказной работы силового агрегата.

1.3.1 Диагностирование и техническое обслуживание системы подачи топлива двигателей внутреннего сгорания

На систему подачи топлива приходится от 20 до 35 % всех отказов двигателей, поэтому корректной работе данной системы уделяется особое внимание. Перечислим наиболее характерные признаки неисправной работы системы подачи топлива:

- затрудненный запуск двигателя;
- двигатель не развивает необходимой мощности и при нажатии на педаль акселератора увеличение количества оборотов силового агрегата не наблюдается;
- в работе силового агрегата появляются сбои, двигатель работает неравномерно;
- неисправен указатель уровня топлива в топливном баке;
- свечи зажигания бензиновых двигателей покрыты налётом;
- повышенный расход топлива (превышает нормы, установленные заводом-изготовителем автомобиля).

В качестве возможных мероприятий по устранению большинства перечисленных неисправностей на бензиновых двигателях можно произвести

тщательный визуальный осмотр основных элементов системы подачи топлива: топливного бака, бензонасоса, фильтров грубой и тонкой очистки, шлангов и трубок, а также мест их соединений на предмет обнаружения признаков утечки топлива. В некоторых случаях возникает необходимость в проведении регулировки карбюратора.

Для устранения перечисленных выше неисправностей дизельного двигателя внутреннего сгорания необходимо произвести проверку форсунок на давление впрыска и качества распыливания топлива, а также проверить топливный насос высокого давления на угол начала подачи топлива, пусковую подачу топлива, подачу топлива на номинальном режиме и режиме перегрузки. Данные регулировки осуществляются на специальных стендах для проверки форсунок и ТНВД путем сравнения и корректировки эмпирических данных с контрольными значениями, которые устанавливает завод-изготовитель автомобиля.

1.3.2 Диагностирование и техническое обслуживание впускной системы двигателя внутреннего сгорания

Перечислим наиболее характерные признаки неисправной работы впускной системы:

- нестабильная работа двигателя;
- затрудненный запуск прогретого двигателя;
- снижение мощности двигателя.

В качестве возможных причин этих неисправностей можно выделить;

- во впускной системе имеются негерметичные соединения, вследствие чего в цилиндр двигателя поступает избыточное количество воздуха;

- из-за негерметичных соединений во впускную систему поступает запылённый воздух, в результате чего цилиндропоршневая группа двигателя быстро изнашивается;

- из-за засоренного воздушного фильтра наблюдается значительное уменьшение массового наполнения цилиндров воздухом, что, в свою очередь, снижает мощность двигателя;

- из-за неисправности в работе системы рециркуляции отработавших газов в цилиндр двигателя поступает избыточное количество воздуха.

Для устранения некоторых из перечисленных выше неисправностей во впускной системе необходимо произвести очистку воздушного фильтра, либо заменить фильтрующий элемент на новый через определенный пробег.

1.3.3 Диагностирование и техническое обслуживание газораспределительного механизма

По статистике на механизм газораспределения приходится порядка 25 % всех отказов двигателей, причем на устранение неполадок в этом механизме приходится примерно около половины от общей трудоёмкости по обслуживанию и ремонту двигателя.

Наиболее распространены следующие причины неисправностей в работе механизма газораспределения:

- несоблюдение правил эксплуатации двигателей внутреннего сгорания, включая заправку топливом с повышенным содержанием смол и применение некачественных и загрязненных моторных масел;
- продолжительная работа двигателя на высоких оборотах.

Для диагностики механизма газораспределения используют следующие параметры:

- измеряют фазы газораспределения;
- измеряют перепад температур между клапаном и коромыслом;
- измеряют зазор между клапаном и седлом.

Для проверки технического состояния механизма газораспределения, прежде всего, необходимо оценить состояние его деталей, которое оценивают по следующим показателям:

- по уровню шума и стукам;
- по изменению расхода сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры;
- по падению компрессии в цилиндрах двигателя;
- по упругости клапанных пружин;
- по замеру давления разрежения во впускном коллекторе двигателя.

Если при работе механизма газораспределения наблюдается повышенный шум и стук, то это может свидетельствовать:

- о повышенном износе и растяжении цепи и звездочек привода газораспределительного механизма;
- о повышенном износе подшипников и опорных шеек распределительного вала;
- об увеличенном тепловом зазоре в клапанном механизме.

Для того чтобы исключить вышеперечисленные моменты необходимо произвести регулировку деталей механизма газораспределения.

Если при работе механизма газораспределения наблюдается увеличение расхода сжатого воздуха и падение компрессии в цилиндрах двигателя, то отмечается нарушение герметичности клапанов в результате износа посадочных поверхностей их седел и головок.

Если диагностику механизма газораспределения производить не вовремя, то это может привести к преждевременному ремонту, либо к неполадкам аварийного характера.

1.3.4 Диагностирование и техническое обслуживание цилиндропоршневой группы

В результате работы двигателей внутреннего сгорания происходит износ фрикционных деталей цилиндров и наружного края поршневых колец. Если это происходит, то тогда цилиндропоршневая группа больше не обеспечивает нормальное сжатие рабочего тела в цилиндре двигателя. Характерными признаками того, что в двигателе имеет место износ фрикционных деталей цилиндров и наружного края поршневых колец, являются:

- сложности с запуском двигателя;
- снижение мощности двигателя;
- повышение норм расхода ГСМ;
- увеличение степени загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода и двуокисью углерода, которые содержатся в выхлопных газах.

Эти характерные признаки становятся наиболее заметными при работе двигателей внутреннего сгорания на малых скоростных режимах и, особенно, при запуске силового агрегата.

Однако признаком износа некоторых деталей цилиндропоршневой группы является закоксовывание поршневых колец, в результате чего происходит прорыв значительного количества газов в картер и усиливается сгорание картерного масла. Техническое состояние деталей цилиндропоршневой группы оценивается на основе этих косвенных показателей, и они-то и выступают в качестве основных критериев ее предельного состояния, после которого необходим капитальный ремонт двигателя.

Износ деталей цилиндропоршневой группы изначально приводит к снижению герметичности пространства, расположенного над поршнем. Методы диагностики деталей цилиндропоршневой группы основаны на замерах параметров, которые непосредственно характеризуют герметизирующую способность кольцевого уплотнения:

- определение давления в цилиндре в конце такта сжатия;
- определение расхода масла на угар;
- определение расхода газов, прорвавшихся в картер двигателя;
- определение утечки сжатого воздуха при опрессовке камеры сгорания неработающего двигателя.

Самым простым способом определения технического состояния деталей цилиндропоршневой группы является измерение давления в цилиндре в конце такта сжатия. Давление в конце такта сжатия (компрессия) определяется с помощью прибора, основой которого является стандартный манометр, который вставляют в одно из отверстий для свечи зажигания бензинового двигателя. Свечи зажигания по очереди выкручивают из двигателя, а в отверстие свечи вставляется специальный измерительный прибор – компрессометр. После запуска двигателя с помощью электростартера посредством использования компрессометра замеряют

величину компрессии в одном из цилиндров двигателя. Далее производят замеры величины компрессии в остальных цилиндрах, поочередно вставляя компрессометр в отверстия, предназначенные для остальных свечей зажигания.

Определение утечки сжатого воздуха при опрессовке камеры сгорания неработающего двигателя определяют с помощью прибора К-69М. Приведенный метод диагностики с помощью прибора К-69М также является хорошим диагностическим параметром для оценки технического состояния деталей цилиндропоршневой группы.

1.3.5 Неисправности двигателей внутреннего сгорания, которые влияют на долговечность и безотказность

Долговечность – это свойство двигателя поддерживать работоспособность до предельного состояния с перерывами, необходимыми для проведения технического обслуживания и ремонта.

Снижение скорости износа двигателя достигается путём смазывания поверхностей трения деталей в подвижных соединениях и охлаждением деталей, расположенных в зоне высоких температур.

Работа системы смазки двигателя зависит от того, насколько эффективно смазаны его детали. Давление масла в главной масляной магистрали является основным параметром работы системы смазки.

При износе соединений двигателя, особенно подшипников коленчатого и распределительного валов, наблюдается значительное уменьшение давления масла. Именно поэтому давление масла в трубопроводе двигателя является диагностическим параметром, который оценивает состояние ресурсных соединений двигателя, а также зависит от неисправностей приборов и агрегатов системы смазки. Масляные фильтры, которые засоряются с помощью металлической стружки от основных трущихся деталей и механизмов двигателя, должны регулярно подвергаться чистке.

Система охлаждения предназначена для отвода теплоты от деталей и узлов и механизмов двигателя. Перегрев двигателя объясняется

неисправностями элементов системы охлаждения, а также поздним впрыскиванием топлива или поздним зажиганием.

Безотказность – это свойство двигателя сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени или некоторой наработки, с постепенным и внезапным отказом не ресурсных агрегатов (электрооборудование, система пуска, система зажигания и система питания).

1.3.6 Диагностика и техническое обслуживание системы очистки и подачи воздуха

При проведении технического обслуживания системы очистки и подачи воздуха в первую очередь проверяют:

- герметичность соединений впускного воздухопровода;
- засоренность воздушного фильтра.

Для проверки соединений впускного воздухопровода на герметичность используют специальный «U»-образный манометр с рабочим телом – дистиллированной водой. Такие устройства получили название индикатор герметичности. Проверку на герметичность основных соединений впускного воздухопровода производят на работающем двигателе на предельных скоростях. Для выявления неплотностей в соединениях впускного воздухопровода дизельного двигателя внутреннего сгорания необходимо наконечник индикатора герметичности придавить к месту вероятной утечки воздуха. Перепад давления в виде понижения уровня дистиллированной воды в стеклянной трубке «U»-образного манометра будет свидетельствовать об вероятном месте утечки воздуха.

Для проверки засоренности воздушного фильтра используется специальный поршень-указатель. Данную проверку производят на работающем дизельном двигателе, на котором устанавливается номинальная частота вращения коленчатого вала путем вдавливания крышки клапана. Поршень-указатель опускается под действием вакуума, образующегося в камере. Красным цветом окрашена верхняя часть поршня и указывает на

максимальное засорение воздушного фильтра, а зеленым цветом – нижняя часть поршня.

1.3.7 Диагностика и техническое обслуживание системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания

При проведении технического обслуживания системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания проверяются:

- уровень охлаждающей жидкости в радиаторе;
- герметичность всех узлов и соединений системы охлаждения;
- степень натяжения приводных ремней вентилятора;
- надежность креплений радиатора;
- работа термостата и паровоздушного клапана;
- наличие накипи и шлама в системе водяного охлаждения двигателя.

При проведении ЕТО системы охлаждения проверяют уровень охлаждающей жидкости и герметичность системы. При необходимости охлаждающую жидкость доливают в систему охлаждения.

При ТО-1, кроме работ, предусмотренных при ЕТО, проверяют:

- надежность крепления лопастей и кронштейна вентилятора;
- работу водяного насоса;
- работу радиатора системы охлаждения, облицовки, надежность крепления и работу жалюзи.

При необходимости производят смазку подшипников вентилятора и водяного насоса.

При проведении ТО-2 ко всем перечисленным выше работам добавляются:

- проверка термостата и паровоздушного клапана;
- проверка надежности крепления расширительного бака.

При СО проверяют:

- герметичность системы охлаждения и работу системы отопления кабины водителя;
- работоспособность предпускового подогревателя;

- и осуществляют промывку систему охлаждения, радиатора отопителя кабины водителя и предпусковой подогреватель;
- состояние и работоспособность кранов системы охлаждения, плотность закрытия и полноту открытия шторок или жалюзи радиатора.

1.3.8 Диагностика и техническое обслуживание кривошипно-шатунного механизма

Диагностику кривошипно-шатунного механизма проводят перед ремонтом двигателя или при ТО-3. Признаками износа соединений кривошипно-шатунного механизма являются:

- снижение давления масла в главной смазочной магистрали;
- наличие механических стуков, которые возникают при работающем двигателе.

Давление масла проверяется устройством, состоящим из манометра, соединительного рукава с накидной гайкой и ниппелем и демпфера, сглаживающего пульсацию масла во время замера давления. Для измерения значений давления в главной смазочной магистрали, устройство подключается к корпусу масляного фильтра и предварительно отсоединяется от стандартной трубки манометра.

Наличие механических стуков в кривошипно-шатунном механизме двигателя определяется при помощи электронного автостетоскопа. С помощью данного устройства в определенных сопряжениях двигателя осуществляют прослушивание стуков. Вначале требуется прослушать сопряжение между поршневым пальцем и бобышкой поршня. Далее необходимо прослушать сопряжение между шатунным механизмом и шейкой коленчатого вала. Затем необходимо прослушать сопряжение между втулкой верхней головки шатуна и поршневым пальцем.

Данный метод диагностики становится возможным реализовать с помощью специальной вакуумно-компрессорной установки, которая создает разрежение в надпоршневом пространстве.

В случае если пониженное давление масла в главной смазочной магистрали и стуки в коленчатом валу были замечены, то необходимо проверить величину зазоров в вышеперечисленных сопряжениях и заменить датчик давления масла. Если давление масла снижено, но механические стуки не слышны, то необходимо отрегулировать сливной клапан системы смазки.

В случае если проведенные меры не приводят к нормализации давления в главной смазочной магистрали, то систему смазки необходимо проверить на специальном диагностическом стенде.

1.4 Назначение и классификация механизмов для запрессовки

Механизмы для запрессовки представляют собой приспособления, позволяющие механизировать процессы сборки деталей и механизмов двигателей, которые, обычно, осуществляются вручную. Механизмы для запрессовки характеризуют простота конструкции, относительная дешевизна и эффективность. Механизмы для запрессовки деталей позволяют в кратчайшие сроки закрепить их между собой и установить их в рабочее положение на силовом агрегате.

Существуют зажимные механизмы, которые используются для механизации процессов сборки деталей и механизмов двигателей. Данные приспособления достаточно легко и за небольшой период времени позволяют реализовать надежный крепеж и разобшение деталей двигателя с достаточной точностью позиционирования. Характерными примерами наиболее часто используемых зажимных механизмов при проведении ремонтных работ являются струбцины и тиски.

При проведении ремонтных работ в слесарных мастерских достаточно часто приходится осуществлять сборку различных деталей и механизмов двигателей. Реализацию этих операций невозможно представить без использования параллельных тисков. Существуют:

- поворотные параллельные тиски;
- неповоротные параллельные тиски.

Иногда встречаются поворотные параллельные тиски, снабженные системой с пневматическим приводом. Важным фактором при проведении ремонтных работ в слесарных мастерских является затраченное время для реализации единичных сборочных операций элемента ДВС или всего процесса в целом. Использование поворотных параллельных тисков, снабженных системой с пневматическим приводом, позволяет существенно уменьшить общее время проведения ремонтных работ, так как снятие и закрепление сборочных единиц будет происходить быстрее, чем при использовании обычных тисков с ручным приводом.

При работе с подвеской легкового автомобиля возникает необходимость временно закрепить (сжать) пружины. Для этих целей используют струбцины, зажим которых регулируется с помощью специального винта. Сложность использования струбцин с регулировочным винтовым зажимом заключается в том, что подгонка струбцины с помощью изменения положения зажимного винта под пружины подвесок различных моделей легковых автомобилей занимает достаточно большой временной интервал. В связи с этим общее время проведения ремонтных работ значительно увеличивается.

Для точной реализации процессов сборки и установки деталей на двигатель используются специальные установочные приспособления. Используя эти приспособления, можно добиться получения требуемых размеров при сборке деталей.

Проведение сборочных процессов для некоторых деталей двигателей (при выпрессовке поршневых пальцев) предполагает применение больших физических усилий. Для проведения таких сборочных процессов необходимо использовать специальные установочные рабочие механизмы или устройства.

Все установочные рабочие механизмы подразделяются на:

- передвижные рабочие механизмы;
- стационарные рабочие механизмы.

Передвижные установочные рабочие механизмы располагаются на специальных тележках для того, чтобы они обладали некоторой мобильностью, и их можно было перемещать в любую точку ремонтного участка.

Стационарные рабочие механизмы устанавливаются на специальных сборочных стендах или на верстаках.

Передвижные установочные рабочие механизмы используются для таких сборочных операций как пайка, сварка, склеивание и так далее. Для реализации этих операций данные механизмы должны располагать приспособлениями, с помощью которых относительное положение двух сопрягаемых деталей обеспечивалось бы автоматически посредством использования механизмов для точной и быстрой установки соединяемых частей сборочной единицы. Использование передвижных установочных рабочих механизмов позволит осуществить точную реализацию процессов сборки, увеличить производительность труда, а также значительно уменьшить общее время проведения ремонтных работ.

Существует два способа запрессовки втулки верхних головок шатуна:

- холодным способом;
- горячим способом.

Запрессовка втулки верхних головок шатуна холодным способом наиболее распространена, так как подвергать подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя дополнительному воздействию высоких температур не рекомендуется. При запрессовке холодным способом имеется возможность увеличить усилие, при этом накладываются дополнительные ограничения:

- по величине допусков размеров сопрягаемых деталей;
- по качеству их обработанных поверхностей.

Запрессовка втулки верхних головок шатуна горячим способом менее распространена, так как при нагревании все подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя вначале расширяются, а затем, при

остывании – сужаются (из-за наличия у всех металлов достаточно большого значения коэффициента объемного температурного расширения β). Именно этим фактом можно объяснить наличие дополнительных неровностей и шероховатостей на поверхности, а также более высокую плотность посадки втулки.

1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование участка по ремонту двигателей внутреннего сгорания. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1.5.1 Подобрать необходимое оборудование, компоновку и планировку участка, а также определить численность работников, которые будут задействованы в работе ремонтного участка.

1.5.2 Разработать конструкцию механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев.

1.5.3 Разработать инструкцию по безопасной эксплуатации механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев, мероприятия по охране окружающей среды и физической культуре на производстве.

1.5.4 Провести технико-экономическую оценку разработанной конструкции механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Исходные данные для технологического расчета

Для упрощения технологического расчета произведем выборку конкретных моделей каждого семейства автомобилей из всех транспортных средств, представленных в автотранспортном предприятии. Исходные данные для проведения технологического расчета в упрощенной форме конкретных моделей каждого семейства автомобилей представлены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1-Первичные данные

Технологическая группа		Тип подвижного состава	Количество подвижного состава, (ед.)	Среднесуточный пробег, (км)
1	5	КамАЗ 53212	52	120
2	3	ЗИЛ 431410	10	75
3	3	ГАЗ 3307	14	75
4	3	ПАЗ 3205	5	60
5	2	УАЗ 3303	15	60
6	2	Волга	5	70
7		Полуприцеп	5	120

Подвижной состав эксплуатируется в слабохолмистой местности, которая соответствует типу рельефа местности P_2 .

Тип дорожного покрытия, по которому эксплуатируется подвижной состав, соответствует D_1 (цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика).

Город Казань находится в регионе с умеренным климатом.

Все эти параметры соответствуют 3 категории условий эксплуатации.

2.2 Результаты расчет программы по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей

2.2.1 Определение фактически принимаемой величины межремонтного пробега

Скорректированная величина межремонтного пробега вычисляется по формуле:

$$L_p = K_1 \times K_2 \times K_3 \times L_p^H, \quad (2.1)$$

где: L_p^H – нормативный ресурсный пробег данной марки до КР, км;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты корректирования, учитывающие условия эксплуатации, модификацию подвижного состава и природно-климатические условия соответственно.

$$L_p^{КамАЗ} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 300000 = 240000 \text{ км};$$

$$L_p^{ЗИЛ} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 450000 = 360000 \text{ км};$$

$$L_p^{ГАЗ} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 300000 = 240000 \text{ км};$$

$$L_p^{ПАЗ} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 400000 = 320000 \text{ км};$$

$$L_p^{УАЗ} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 150000 = 120000 \text{ км};$$

$$L_{\text{Р}}^{\text{Волга}} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 400000 = 320000 \text{ км};$$

$$L_{\text{Р}}^{\text{Полуприцеп}} = 0,8 \times 1 \times 1320000 = 256000 \text{ км}.$$

2.2.2 Расчетная норма пробега после КР

Пробег подвижного состава после КР должен составлять не менее 80% от расчетной нормы пробега до КР:

$$L'_{\text{Р}} = 0,8 \times L_{\text{Р}}, \quad (2.2)$$

где: $L_{\text{Р}}$ – из формулы (2.1), км.

$$L'_{\text{Р}}^{\text{КамАЗ}} = 0,8 \times 240000 = 192000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{ЗИЛ}} = 0,8 \times 360000 = 288000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{ГАЗ}} = 0,8 \times 240000 = 192000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{ПАЗ}} = 0,8 \times 320000 = 256000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{УАЗ}} = 0,8 \times 120000 = 96000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{Волга}} = 0,8 \times 320000 = 256000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{Р}}^{\text{Полуприцеп}} = 0,8 \times 256000 = 205000 \text{ км}.$$

2.2.3 Средняя расчетная норма пробега до КР

Средняя расчетная норма пробега до КР рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{СР}}^i = \frac{L'_{\text{Р}} + L_{\text{Р}}}{2}, \quad (2.3)$$

где: $L_{\text{Р}}$ – из формулы (2.1), км;

$L'_{\text{Р}}$ – из формулы (2.2), км.

$$L_{\text{СР}}^{\text{КамАЗ}} = \frac{240000 + 192000}{2} = 216000 \text{ км};$$

$$L_{\text{СР}}^{\text{ЗИЛ}} = \frac{288000 + 360000}{2} = 324000 \text{ км};$$

$$L_{\text{СР}}^{\text{ГАЗ}} = \frac{192000 + 240000}{2} = 216000 \text{ км};$$

$$L_{\text{СР}}^{\text{ПАЗ}} = \frac{256000 + 360000}{2} = 288000 \text{ км};$$

$$L_{\text{СР}}^{\text{УАЗ}} = \frac{96000 + 120000}{2} = 108000 \text{ км};$$

$$L_{\text{CP}}^{\text{Волга}} = \frac{256000 + 320000}{2} = 288000 \text{ км};$$

$$L_{\text{CP}}^{\text{Полуприцеп}} = \frac{205000 + 256000}{2} = 230000 \text{ км}.$$

2.2.4 Определение фактической периодичности ТО – 1 и ТО – 2

Скорректированная величина нормативной периодичности ТО – 1 и ТО–2 рассчитывается по формуле:

$$L_i = K_1 \times K_3 \times L_i^H, \quad (2.4)$$

где: L_i^H – исходная нормативная периодичность ТО – 1 и ТО – 2, км.

$$L_1^{\text{КамАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 4000 = 3200 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{ЗИЛ}} = 0,8 \times 1 \times 4000 = 3200 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{ГАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 4000 = 3200 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{ПАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 5000 = 4000 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{УАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 4000 = 3200 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{Волга}} = 0,8 \times 1 \times 5000 = 4000 \text{ км};$$

$$L_1^{\text{Полуприцеп}} = 0,8 \times 1 \times 4000 = 3200 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{КамАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 16000 = 12800 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{ЗИЛ}} = 0,8 \times 1 \times 16000 = 12800 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{ГАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 16000 = 12800 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{ПАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 20000 = 16000 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{УАЗ}} = 0,8 \times 1 \times 16000 = 12800 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{Волга}} = 0,8 \times 1 \times 20000 = 16000 \text{ км};$$

$$L_2^{\text{Полуприцеп}} = 0,8 \times 1 \times 16000 = 12800 \text{ км}.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2- Основные параметры производственной программы

Модель подвижного состава	Вид ТО и ремонта	Исходные нормативы. L_1^H , L_2^H , L_P^H , (км)	Коэффициенты корректирования			Расчетные величины	
			K_1	K_2	K_3	Пробег до ТО-1, ТО-2, КР, L_1 , L_2 , L_P , (км)	Средняя расчетная норма пробега до КР, (км)
КамАЗ	ТО – 1	4000	0,8	-	1	3200	
	ТО – 2	16000	0,8	-	1	12800	
	КР	300000	0,8	1	1	240000	216000
ЗИЛ	ТО – 1	4000	0,8	-	1	3200	
	ТО – 2	16000	0,8	-	1	12800	
	КР	450000	0,8	1	1	360000	324000
ГАЗ	ТО – 1	4000	0,8	-	1	3200	
	ТО – 2	16000	0,8	-	1	12800	
	КР	300000	0,8	1	1	240000	216000
ПАЗ	ТО – 1	5000	0,8	-	1	4000	
	ТО – 2	20000	0,8	-	1	16000	
	КР	400000	0,8	1	1	320000	280000
УАЗ	ТО – 1	4000	0,8	-	1	3200	
	ТО – 2	16000	0,8	-	1	12800	
	КР	150000	0,8	1	1	120000	108000
Волга	ТО – 1	5000	0,8	-	1	4000	
	ТО – 2	20000	0,8	-	1	16000	
	КР	400000	0,8	1	1	320000	288000
Полуприцеп	ТО – 1	4000	0,8	-	1	3200	
	ТО – 2	16000	0,8	-	1	12800	
	КР	320000	0,8	1	1	256000	230000

2.2.5 Определение нормы дней простоя в ТО и ремонте

Простой автомобиля в ТО и текущем ремонте на 1000 км пробега рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{ТОиТР}}^H = K_2 \times D_{\text{ТОР}}^H, \quad (2.5)$$

где: $D_{\text{ТОиТР}}^H$ - норматив дней простоя в ТО и ремонте, дн/1000 км.

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{КамАЗ}} = 1 \times 0,48 = 0,48 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{ЗИЛ}} = 1 \times 0,43 = 0,43 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{ГАЗ}} = 1 \times 0,35 = 0,35 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{ПАЗ}} = 1 \times 0,25 = 0,25 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{УАЗ}} = 1 \times 0,25 = 0,25 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{Волга}} = 1 \times 0,22 = 0,22 \text{ дн/1000 км};$$

$$D_{\text{ТОиТР}}^{\text{Полуприцеп}} = 1 \times 0,53 = 0,53 \text{ дн/1000 км}.$$

2.2.6 Коэффициент технической готовности

Коэффициент технической готовности рассчитывается по формуле:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{\text{сс}} \times D_{\text{ТОиТР}} \times K_2 / 1000} \quad (2.6)$$

где: $l_{\text{сс}}$ – среднесуточный пробег, км.

$$\alpha_T^{\text{КамАЗ}} = \frac{1}{1 + 120 \times 0,48 \times 1/1000} = 0,945;$$

$$\alpha_T^{\text{ЗИЛ}} = \frac{1}{1 + 75 \times 0,43 \times 1/1000} = 0,969;$$

$$\alpha_T^{\text{ГАЗ}} = \frac{1}{1 + 75 \times 0,35 \times 1/1000} = 0,974;$$

$$\alpha_T^{\text{ПАЗ}} = \frac{1}{1 + 60 \times 0,25 \times 1/1000} = 0,985;$$

$$\alpha_T^{\text{УАЗ}} = \frac{1}{1 + 60 \times 0,25 \times 1/1000} = 0,985;$$

$$\alpha_T^{\text{Волга}} = \frac{1}{1 + 70 \times 0,22 \times 1/1000} = 0,984;$$

$$\alpha_T^{\text{Полуприцеп}} = \frac{1}{1 + 120 \times 0,53 \times 1/1000} = 0,94.$$

2.2.7. Определение величины коэффициента использования подвижного состава

$$\alpha_U = \alpha_T \times \frac{D_{\text{раб.год}}}{365} \times K_U, \quad (2.7)$$

где: $D_{\text{раб.год}}$ – число дней работы в году, дн.;

K_U – коэффициент, учитывающий снижение использования технически исправного подвижного состава по эксплуатационным причинам
 $K_U = 0.93 \div 0.97.$

$$\alpha_U^{\text{КамАЗ}} = 0,945 \times \frac{255}{365} \times 0,95 = 0,63;$$

$$\alpha_U^{\text{ЗИЛ}} = 0,969 \times \frac{255}{365} \times 0,95 = 0,64;$$

$$\begin{aligned}\alpha_U^{\Gamma A3} &= 0,974 \times \frac{255}{365} \times 0,95 = 0,65; \\ \alpha_U^{П A3} &= 0,985 \times \frac{305}{365} \times 0,95 = 0,78; \\ \alpha_U^{У A3} &= 0,985 \times \frac{255}{365} \times 0,95 = 0,65; \\ \alpha_U^{\text{Волга}} &= 0,984 \times \frac{305}{365} \times 0,95 = 0,78; \\ \alpha_U^{\text{Полуприцеп}} &= 0,94 \times \frac{255}{365} \times 0,95 = 0,62.\end{aligned}$$

2.2.8 Определение пробега подвижного состава за год

Суммарный пробег подвижного состава за год вычисляется по формуле:

$$L_{\Gamma} = D_{\text{раб.год}} \times A_{\text{сс}} \times l_{\text{сс}} \times \alpha_{\Gamma}, \quad (2.8)$$

где: $A_{\text{сс}}$ – среднесписочное количество подвижного состава.

$$L_{\Gamma}^{\text{КамаЗ}} = 255 \times 52 \times 120 \times 0,945 = 1503684 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\text{ЗИЛ}} = 255 \times 10 \times 75 \times 0,969 = 185321 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\Gamma A3} = 255 \times 14 \times 75 \times 0,974 = 260789 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\text{ПАЗ}} = 305 \times 5 \times 60 \times 0,985 = 90128 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\text{УАЗ}} = 255 \times 15 \times 60 \times 0,985 = 226058 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\text{Волга}} = 305 \times 5 \times 70 \times 0,984 = 105042 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma}^{\text{Полуприцеп}} = 255 \times 5 \times 120 \times 0,945 = 144585 \text{ км}.$$

2.3 Расчет количества типов технических обслуживания за один календарный год

2.3.1 Определение количества EO_c за год

Количество EO_c за год рассчитывается по формуле:

$$N_{EO_c} = \frac{L_{\Gamma}}{l_{\text{сс}}}, \quad (2.9)$$

где: L_{Γ} – из формулы (2.8), км;

$l_{\text{сс}}$ – из формулы (2.6), км.

$$N_{EO_c}^{\text{КамаЗ}} = \frac{1503684}{120} = 12533;$$

$$\begin{aligned}
N_{EO_c}^{ЗИЛ} &= \frac{185321}{75} = 2471; \\
N_{EO_c}^{ГАЗ} &= \frac{260789}{75} = 3477; \\
N_{EO_c}^{ПАЗ} &= \frac{90128}{60} = 1502; \\
N_{EO_c}^{УАЗ} &= \frac{226058}{60} = 3768; \\
N_{EO_c}^{Волга} &= \frac{105042}{120} = 1501; \\
N_{EO_c}^{Полуприцеп} &= \frac{144585}{120} = 1205.
\end{aligned}$$

2.3.2 Определение количества ТО – 2 за год

Определим количество ТО – 2 за год:

$$N_{ТО-2} = \frac{L_r}{L_2} - 1, \quad (2.10)$$

где: L_r – из формулы (2.8), км;

L_2 – из формулы (2.4), км.

$$\begin{aligned}
N_{ТО-2}^{КамАЗ} &= \frac{1503684}{12800} - 1 = 116; \\
N_{ТО-2}^{ЗИЛ} &= \frac{185321}{12800} - 1 = 14; \\
N_{ТО-2}^{ГАЗ} &= \frac{260789}{12800} - 1 = 19; \\
N_{ТО-2}^{ПАЗ} &= \frac{90128}{16000} - 1 = 5; \\
N_{ТО-2}^{УАЗ} &= \frac{226058}{16000} - 1 = 13; \\
N_{ТО-2}^{Волга} &= \frac{105042}{12800} - 1 = 7; \\
N_{ТО-2}^{Полуприцеп} &= \frac{144585}{12800} - 1 = 10.
\end{aligned}$$

2.3.3 Определение количества ТО – 1 за год

Количество ТО – 1 за год рассчитывается по формуле:

$$N_{TO-1} = \frac{L_r}{L_1} - (N_2 + 1), \quad (2.11)$$

где: L_r – из формулы (2.8), км;

L_1 – из формулы (2.4), км;

N_{TO-2} – из формулы (2.10), ед.

$$N_{TO-1}^{КамАЗ} = \frac{1503684}{3200} - 116 = 354;$$

$$N_{TO-1}^{ЗИЛ} = \frac{185321}{3200} - (14 + 1) = 43;$$

$$N_{TO-1}^{ГАЗ} = \frac{260789}{3200} - (19 + 1) = 61;$$

$$N_{TO-1}^{ПАЗ} = \frac{30128}{4000} - (5 + 1) = 17;$$

$$N_{TO-1}^{УАЗ} = \frac{226058}{3200} - (13 + 1) = 56;$$

$$N_{TO-1}^{Волга} = \frac{105042}{4000} - (7 + 1) = 18;$$

$$N_{TO-1}^{Полуприцеп} = \frac{144585}{3200} - 10 = 45.$$

2.3.4 Определение количества ЕО_Т за год

Определим количество ЕО_Т за год:

$$N_{EO_T} = 1,6 \times (N_1 + N_2), \quad (2.12)$$

где: N_{TO-1} – из формулы (2.11);

N_{TO-2} – из формулы (2.10).

$$N_{EO_T}^{КамАЗ} = 1,6 \times (354 + 116) = 752;$$

$$N_{EO_T}^{ЗИЛ} = 1,6 \times (43 + 14) = 91;$$

$$N_{EO_T}^{ГАЗ} = 1,6 \times (61 + 19) = 128;$$

$$N_{EO_T}^{ПАЗ} = 1,6 \times (17 + 5) = 35;$$

$$N_{EO_T}^{УАЗ} = 1,6 \times (56 + 13) = 110;$$

$$N_{EO_T}^{Волга} = 1,6 \times (18 + 7) = 40;$$

$$N_{\text{ЕО}_\tau}^{\text{Полуприцеп}} = 1,6 \times (45 + 10) = 88.$$

2.3.5 Определение количества Д – 1 за год

Количество Д – 1 за год рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{Д-1}} = 1,1 \times N_1 + N_2, \quad (2.13)$$

где: $N_{\text{ТО-1}}$ – из формулы (2.11);

$N_{\text{ТО-2}}$ – из формулы (2.10).

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{КамАЗ}} = 1,1 \times 354 + 116 = 506;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ЗИЛ}} = 1,1 \times 43 + 14 = 61;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ГАЗ}} = 1,1 \times 61 + 19 = 86;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ПАЗ}} = 1,1 \times 17 + 5 = 24;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{УАЗ}} = 1,1 \times 56 + 13 = 75;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{Волга}} = 1,1 \times 18 + 7 = 27;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{Полуприцеп}} = 1,1 \times 45 + 10 = 60.$$

2.3.6. Определение количества Д – 2 за год

Количество Д – 2 за год рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{Д-2}} = 1,2 \times N_2, \quad (2.14)$$

где: $N_{\text{ТО-2}}$ – из формулы (2.10).

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{КамАЗ}} = 1,2 \times 116 = 139;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ЗИЛ}} = 1,2 \times 14 = 17;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ГАЗ}} = 1,2 \times 19 = 23;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{ПАЗ}} = 1,2 \times 5 = 6;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{УАЗ}} = 1,2 \times 13 = 16;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{Волга}} = 1,2 \times 7 = 8;$$

$$N_{\text{Д-1}}^{\text{Полуприцеп}} = 1,2 \times 10 = 12.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3-Годовая программа по видам воздействий

Наименование показателей	Годовой пробег (км)	α_T	ТО-1	ТО-2	Д-1	Д-2	ЕО _Т	ЕО _С
1. КамАЗ	1503684	0,945	354	116	506	139	752	12531
2. ЗИЛ	185321	0,969	43	14	61	17	91	2471
3. ГАЗ	260789	0,974	61	19	86	23	128	3477
4. ПАЗ	90128	0,985	17	5	24	6	35	1502
5. УАЗ	226058	0,985	56	13	75	16	110	3768
6. Волга	105042	0,984	18	7	27	8	40	1501
7. Полуприцеп	144585	0,94	45	10	60	12	88	1205

2.3.7 Расчет суточной программы

Суточная программа по каждому виду воздействий рассчитывается по формуле:

$$N_{i\text{сут}} = \frac{N_i}{D_{p.g}}, \quad (2.15)$$

где: N_i – из «Таблицы 2.3.».

Для сокращения расчета, все значения будем заносить в таблицу 2.4 и там же вести расчет параметров по формуле (2.15).

Таблица 2.4 - Суточная программа по каждому виду воздействий

Тип подвижного состава	ТО – 1	ТО – 2	ЕО _С	ЕО _Т	Д – 1	Д – 2
1. КамАЗ	1,4	0,5	41	2,5	2	0,6
2. ЗИЛ	0,2	0,1	8	0,3	0,24	0,1
3. ГАЗ	0,24	0,1	11	0,42	0,34	0,1
4. ПАЗ	0,1	0,02	5	0,1	0,1	0,03
5. УАЗ	0,22	0,1	12	0,36	0,3	0,06
6. Волга	0,1	0,03	5	0,13	0,1	0,03
7. Полуприцеп	0,17	0,04	4	0,3	0,24	0,05

2.4 Определение численности рабочих мест и объема производимых работ

2.4.1 Определение годовой трудоемкости работ по ЕО

Годовая трудоемкость работ по ЕО рассчитывается по формуле:

$$T_{EO} = t_{EO}^H \times N_{EO} \times K_2, \quad (2.16)$$

где: t_{EO}^H - нормативная трудоемкость по ЕО, ч · час;
 N_{EO} – из «Таблицы 2.3.».

$$T_{EOc}^{КамАЗ} = 0,4 \times 12531 \times 1 = 501204 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{ЗИЛ} = 0,3 \times 2471 \times 1 = 741,3 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{ГАЗ} = 0,3 \times 3477 \times 1 = 1043 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{ПАЗ} = 0,3 \times 1502 \times 1 = 451 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{УАЗ} = 0,2 \times 3768 \times 1 = 754 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{Волга} = 0,25 \times 1501 \times 1 = 375,2 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EOc}^{\text{Полуприцеп}} = 0,15 \times 1204,8 \times 1 = 181 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{КамАЗ} = 0,2 \times 752 \times 1 = 150 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{ЗИЛ} = 0,15 \times 91 \times 1 = 13,6 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{ГАЗ} = 0,15 \times 128 \times 1 = 19,2 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{ПАЗ} = 0,15 \times 35 \times 1 = 5,3 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{УАЗ} = 0,1 \times 110 \times 1 = 11 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{Волга} = 0,125 \times 40 \times 1 = 5 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_{EO_T}^{\text{Полуприцеп}} = 0,075 \times 88 \times 1 = 6,6 \text{ ч} \cdot \text{час}.$$

2.4.2 Определение годовой трудоемкости работ по ТО – 1 и ТО – 2

Годовая трудоемкость работ по ТО – 1 и ТО – 2 рассчитывается по формуле:

$$T_i = t_i^H \times N_i \times K_2 \times K_4, \quad (2.17)$$

где: t_i^H - нормативная трудоемкость по ТО – 1 и ТО – 2, ч·час;

N_i – из «Таблицы 2.3.».

$$T_1^{КамАЗ} = 7,5 \times 354 \times 1 \times 1,19 = 3161 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{ЗИЛ} = 3,6 \times 43 \times 1 \times 1,55 = 241 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{ГАЗ} = 3,6 \times 61 \times 1 \times 1,55 = 342 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{ПАЗ} = 6 \times 17 \times 1 \times 1,55 = 158 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{\text{УАЗ}} = 1,8 \times 56 \times 1 \times 1,55 = 157 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{\text{Волга}} = 3,4 \times 18 \times 1 \times 1,55 = 95 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_1^{\text{Полуприцеп}} = 3 \times 45 \times 1 \times 1,55 = 207 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{КамАЗ}} = 24 \times 116 \times 1 \times 1,19 = 3306 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{ЗИЛ}} = 14,4 \times 14 \times 1 \times 1,55 = 312 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{ГАЗ}} = 14,4 \times 19 \times 1 \times 1,55 = 424 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{ПАЗ}} = 24 \times 5 \times 1 \times 1,55 = 186 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{УАЗ}} = 7,2 \times 13 \times 1 \times 1,55 = 146 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{Волга}} = 13,5 \times 7 \times 1 \times 1,55 = 147 \text{ ч} \cdot \text{час};$$

$$T_2^{\text{Полуприцеп}} = 12 \times 10 \times 1 \times 1,55 = 186 \text{ ч} \cdot \text{час}.$$

2.4.3 Определение годовой трудоемкости работ ТР

Годовая трудоемкость работ ТР рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ТР}} = \frac{L_{\text{Г}}}{1000} \times t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5, \quad (2.18)$$

где: $L_{\text{Г}}$ – из формулы (2.8), км;

$t_{\text{ТР}}^{\text{Н}}$ – нормативная трудоемкость ТР, $\text{ч} \cdot \text{час}/1000\text{км}$;

K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – коэффициенты корректирования, учитывающие соответственно категорию условий эксплуатации, тип подвижного состава, климатический район, число технологически совместимых групп и условие хранения подвижного состава.

$$T_{\text{ТР}}^{\text{КамАЗ}} = \frac{1503684}{1000} \times 5,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 11804 \text{ ч} \cdot \text{час}/1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ЗИЛ}} = \frac{185321}{1000} \times 3,4 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 1168 \text{ ч} \cdot \text{час}/1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ГАЗ}} = \frac{260789}{1000} \times 3 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 1460 \text{ ч} \cdot \text{час}/1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ПАЗ}} = \frac{90128}{1000} \times 3 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 505 \text{ ч} \cdot \text{час}/1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{УАЗ}} = \frac{226058}{1000} \times 1,55 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 656 \text{ ч} \cdot \text{час} / 1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{Волга}} = \frac{105042}{1000} \times 2,1 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 420 \text{ ч} \cdot \text{час} / 1000 \text{ км};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{Полуприцеп}} = \frac{144585}{1000} \times 1,7 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,55 \times 1 = 463 \text{ ч} \cdot \text{час} / 1000 \text{ км}.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5-Годовая трудоемкость работ

Тип подвижного состава	$T_{\text{ЕО}_C}$, (ч·час)	$T_{\text{ЕО}_T}$, (ч·час)	T_1 , (ч·час)	T_2 , (ч·час)	$T_{\text{ТР}}$, (ч·час/1000 км)
1. КамАЗ	5012	150	3161	3306	11804
2. ЗИЛ	741	14	241	312	1168
3. ГАЗ	1043	19	342	424	1460
4. ПАЗ	451	5	158	186	505
5. УАЗ	754	11	157	146	656
6. Волга	375	5	95	147	420
7. Полуприцеп	181	7	207	186	463
Итого:	8557	211	4361	4707	16476
Всего:	34316				

2.4.4 Определение трудоемкости вспомогательных работ

Трудоемкость вспомогательных работ составляет 25% от трудоемкости всех работ:

$$T_{\text{всп}} = \sum T \times 0,25, \quad (2.19)$$

где: $\sum T$ - из «Таблицы 2.5».

$$T_{\text{всп}} = 34316 \times 0,25 = 8579 \text{ ч} \cdot \text{час}.$$

2.4.5 Определение количества рабочих занятых на вспомогательных работах и распределение их по видам работ

Определим количество вспомогательных рабочих:

$$P_{\text{всп}} = \frac{T_{\text{всп}}}{\text{ФРВ}}, \quad (2.20)$$

где: ФРВ – фонд рабочего времени рабочего.

$$P_{\text{всп}} = \frac{8579}{1760} = 5 \text{ чел.}$$

Таблица 2.6 - Распределение вспомогательных рабочих по видам работ

Вид работ	%	Трудоемкость, (ч·час)	Количество рабочих, (ед)
1. Ремонт и обслуживание оборудования и инструмента	20	1716	1
2. Ремонт и обслуживание оборудования и коммуникаций	15	1287	1
3. Транспортные работы	10	858	0.5
4. Перегон подвижного состава	15	1287	1
5. Хранение и выдача материальных ценностей	15	1287	1
6. Уборка территории	20	1716	1
7. Обслуживание компрессорного оборудования	5	429	0.2
Итого:	100	8579	6

Принимаем количество рабочих занятых на вспомогательных работах

$P_{\text{всп}} = 6 \text{ чел.}$

2.4.6 Определение количества рабочих занятых обслуживанием и ремонтом подвижного состава и распределение их по видам работ

Определим годовую трудоемкость каждого вида работ:

$$T_{\text{уч}} = \frac{T_i \times C}{100}, \quad (2.21)$$

где: T_i – из «Таблицы 2.5.», ч·час;

C – процент работ по каждому виду, от общей трудоемкости.

Определим количество рабочих занятых каждым видом работ:

$$P_P = \frac{T_{i \text{ уч}}}{\Phi_{\text{РВ}}} \quad (2.22)$$

где: $T_{i \text{ уч}}$ – из формулы (2.21), ч·час.

Для сокращения расчета, все значения будем заносить в таблицу и там же вести расчет всех параметров по формулам (2.21) и (2.22).

Таблица 2.7-Распределение годового объема по видам работ

Вид работ	КамАЗ			ЗИЛ			ГАЗ			ПАЗ		
	%	T _i	P _p	%	T _i	P _p	%	T _i	P _p	%	T _i	P _p
Техническое обслуживание												
ЕО_с (выполняемое ежедневно)												
Уборочные	14	702	0.4	14	104	0.06	14	146	0.08	20	90	0.05
Моечные	9	451	0.26	9	67	0.04	9	94	0.05	10	45	0.03
Заправочные	14	702	0.4	14	104	0.06	14	146	0.08	11	50	0.03
Контрольно диагностические	16	802	0.45	16	117	0.07	16	167	0.09	12	54	0.03
Ремонтные	47	2356	1.34	47	348	0.2	47	400	0.28	47	212	0.12
Итого:	100	5012	2.85	100	741	0.42	100	1043	0.59	100	451	0.26
ЕО_т (выполняемое перед ТО и ТР)												
Уборочные	40	60	0.03	40	5.44	0.003	40	7.68	0.004	55	2.9	0.0016
Моечные	60	90	0.05	60	8.16	0.005	60	11.5	0.006	45	2.4	0.0014
Итого:	100	150	0.08	100	13.6	0.008	100	19.2	0.01	100	5.3	0.003
ТО – 1												
Д – 1	10	316.1	0.17	10	24.08	0.014	10	34.16	0.019	8	12.65	0.007
Крепежные, регулирующие	90	2845.1	1.6	90	216.72	0.12	90	307.44	0.175	92	145.4	0.008
Итого:	100	3161	1.8	100	241	0.135	100	341.6	0.19	100	158.1	0.015
ТО – 2												
Д – 2	10	330.6	0.19	10	31.22	0.017	10	42.37	0.024	7	13.02	0.007
Крепежные, регулирующие	90	2975.4	1.69	90	280.98	0.16	90	381	0.216	93	173	0.098
Итого:	100	3306	1.88	100	312.2	0.177	100	424	0.24	100	186	0.105
Текущий ремонт												
Постоянные работы												
Общее Д – 1	1	118	0.07	1	12	0.007	1	15	0.008	1	5	0.003
Углубленное Д-2	1	118	0.07	1	12	0.007	1	15	0.008	1	5	0.003
Регулирующие, разборочно- сборочные	35	4132	2.3	35	409	0.23	35	511	0.29	27	136	0.077
Сварочные	4	472	0.27	4	47	0.026	4	58	0.033	5	25	0.014
Жестяницкие	3	354	0.2	3	35	0.02	3	44	0.025	2	10	0.006
Окрасочные	6	708	0.4	6	70	0.04	6	88	0.05	8	40	0.023
Итого:	50	5902	3.35	50	584	0.33	50	730	0.41	44	222	0.126
Участковые работы												
Агрегатные	18	2125	1.2	18	210	0.12	18	263	0.15	17	86	0.05
Слесарно- механические	10	1180.4	0.67	10	117	0.07	10	146	0.083	8	40	0.02
Электротехнические	5	590	0.34	5	58	0.03	5	73	0.041	7	35	0.02
Аккумуляторные	2	236	0.13	2	23	0.013	2	29	0.02	2	10	0.006
Топливный участок	4	472	0.27	4	47	0.03	4	58	0.03	3	15	0.009
Шинномонтаж и вулканизация	2	236	0.13	2	23	0.013	2	29	0.016	3	15	0.009
Сварочные	9	1062	0.6	9	105	0.06	9	131	0.07	16	81	0.05
Итого:	50	5902	3.35	50	584	0.33	50	730	0.41	56	283	0.16
Всего по ТР:	100	11804		100	1168		100	1460		100	505	
Итого по всем видам работ:		23433			2476			3288			1305	

Таблица 2.8-Распределение годового объема по видам работ

Вид работ	УАЗ			Волга			Полуприцеп			Итого по всем маркам	
	%	T _i	P _p	%	T _i	P _p	%	T _i	P _p	T _i	P _p
Техническое обслуживание											
ЕО_с (выполняемое ежедневно)											
Уборочные	14	106	0.06	25	94	0.05	10	18	0.01	1259	0.7
Моечные	9	58	0.04	15	56	0.03	30	54	0.03	835	0.48
Заправочные	14	106	0.06	12	45	0.025	-	-	-	1152	0.65
Контрольно-диагностические	16	121	0.07	13	49	0.03	15	27	0.015	1339	0.75
Ремонтные	47	354	0.2	35	131	0.08	45	81	0.05	3974	2.3
Итого:	100	754	0.43	100	375	0.21	100	181	0.1	8558	4.85
ЕО_т (выполняемое перед ТО и ТР)											
Уборочные	40	4.4	0.002	60	3	0.002	40	2.6	0.002	86	0.044
Моечные	60	6.6	0.004	40	2	0.001	60	4	0.002	124	0.07
Итого:	100	11	0.006	100	5	0.003	100	6.6	0.004	211	0.11
ТО – 1											
Д – 1	10	16	0.009	15	14	0.008	4	8	0.005	425	0.23
Крепежные, регулировочные	90	141	0.08	85	81	0.05	96	199	0.11	3936	2.2
Итого:	100	157	0.09	100	95	0.06	100	207	0.115	4360	2.5
ТО – 2											
Д – 2	10	15	0.008	12	18	0.01	2	37	0.02	486	0.3
Крепежные, регулировочные	90	131	0.07	88	129	0.07	98	1824	1.036	5894	3.3
Итого:	100	146	0.08	100	147	0.08	100	1861	1.06	6678	3.6
Текущий ремонт											
Постовые работы											
Общее Д – 1	1	6.6	0.004	1	4.2	0.002	2	9.3	0.005	166	0.1
Углубленное Д-2	1	6.6	0.004	1	4.2	0.002	1	4.6	0.003	165	0.09
Регулировочные, разборочно-сборочные	35	229	0.13	33	139	0.08	30	139	0.08	5694	3.2
Сварочные	4	26	0.015	4	17	0.009	15	69	0.04	715	0.41
Жестяники	3	20	0.01	2	8	0.005	10	46	0.03	517	0.3
Окрасочные	6	39	0.01	8	34	0.02	7	32	0.018	1012	0.57
Итого:	50	328	0.2	49	206	0.12	65	301	0.17	8272	4.69
Участковые работы											
Агрегатные	18	118	0.07	15	63	0.04	-	-	-	2865	1.6
Слесарно-механические	10	65	0.04	10	42	0.02	13	60	0.03	1651	1
Электротехнические	5	33	0.02	6	25	0.014	3	14	0.008	828	0.5
Аккумуляторные	2	13	0.007	2	8	0.005	-	-	-	320	0.17
Топливный участок	4	26	0.015	3	13	0.007	-	-	-	631	0.36
Шиномонтаж и вулканизация	2	13	0.007	2	8	0.005	3	14	0.008	339	0.18
Сварочные	9	59	0.03	13	55	0.03	16	74	0.04	1567	0.88
Итого:	50	328	0.2	51	214	0.12	35	162	0.09	8203	4.7
Всего по ТР:	100	656		100	420		100	463		16476	9.4
Итого по всем видам работ:		1724			1042			1044		34316	20

2.5 Расчет участков и площадей производственных зон на плане мастерской

2.5.1 Расчет количества постов ТО – 1

ТО – 1 будем проводить на тупиковых универсальных постах, так как суточная программа по ТО-1 для каждого семейства менее 12 обслуживаний за смену.

Количество постов ТО – 1 рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{ТО-1}}^i = \frac{\tau_{\text{ТО-1}}^i}{R_{\text{ТО-1}}^i}, \quad (2.23)$$

где: $\tau_{\text{ТО-1}}^i$ - такт поста, рассчитывается по формуле:

$$\tau_{\text{ТО-1}}^i = \frac{60 \times t}{P_{\text{пост}}} + t_{\text{п}} \quad (2.24)$$

где: t – трудоемкость ТО – 1, ч · час;

$P_{\text{пост}}$ – количество ремонтных рабочих, работающих на одном посту;

$t_{\text{п}}$ – время, которое затрачивается на передвижение транспортного средства с поста на пост;

$R_{\text{ТО-1}}^i$ - ритм поста, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{ТО-1}}^i = \frac{60 \times T \times C}{N_{1\text{сут}}^i \times \varphi}, \quad (2.25)$$

где: T – время длительности одной смены, час.;

C – количество смен;

$N_{1\text{сут}}^i$ - из формулы (2.15);

φ - коэффициент, который учитывает неравномерность приёма транспортных средств на рабочие посты.

$$\tau_{\text{ТО-1}}^{\text{КамАЗ}} = \frac{60 \times 8,93}{2} + 3 = 271,$$

$$R_{\text{ТО-1}}^{\text{КамАЗ}} = \frac{60 \times 8 \times 1}{1,4 \times 1,25} = 274,$$

$$X_{\text{ТО-1}}^{\text{КамАЗ}} = \frac{271}{274} = 0,98.$$

Считаем количество постов $X_{\text{ТО-1}}^{\text{КамАЗ}} = 1$ для автомобилей семейства КамАЗ.

Если брать во внимание небольшое значение сменной программы для всех остальных транспортных средств, тогда ТО – 1 проводим для всех марок транспортных средств в разные смены на одном посту. При расчете необходимого количества постов ТО – 1 используем среднюю трудоемкость для всех марок транспортных средств.

$$\tau_{\text{ТО-1}}^{\Sigma} = \frac{60 \times (15,6 + 5,6 + 9,3 + 2,8 + 5,3 + 4,6)}{6 \times 1} + 3 = 335,$$

$$R_{\text{ТО-1}}^{\Sigma} = \frac{60 \times 8 \times 1}{1 \times 1,25} = 384,$$

$$X_{\text{ТО-1}}^{\Sigma} = \frac{335}{384} = 0,9.$$

Считаем количество постов ТО – 1 $X_{\text{ТО-1}}^{\Sigma} = 0,9$, кроме семейства транспортных средств КамАЗ $X_{\text{ТО-1}}^{\Sigma} = 1$.

2.5.2 Расчет количества постов ТО – 2

ТО – 2 также проведем на тупиковых универсальных постах, так как сменная программа для ТО – 2 составляет не более 6 обслуживаний за смену.

Количество постов ТО – 2 рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{ТО-2}}^i = \frac{\tau_{\text{ТО-2}}^i}{R_{\text{ТО-2}}^i}, \quad (2.26)$$

где: $\tau_{\text{ТО-2}}^i$ - такт поста, рассчитывается по формуле:

$$\tau_{\text{ТО-2}}^i = \frac{60 \times t}{P_{\text{пост}}} + t_{\text{п}}, \quad (2.27)$$

где: t – трудоемкость ТО – 1, ч · час;

$P_{\text{пост}}$ – количество ремонтных рабочих, работающих на одном посту;

$t_{\text{п}}$ – время переезда подвижного состава с поста на пост;

$R_{\text{ТО-2}}^i$ - ритм поста, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{ТО-2}}^i = \frac{60 \times T \times C}{N_{2\text{сут}}^i \times \varphi}, \quad (2.28)$$

где: T – время длительности одной смены, час.;

C – количество смен;

$N_{2\text{сут}}^i$ – из формулы (2.15);

φ – коэффициент, который учитывает неравномерность приёма транспортных средств на рабочие посты.

Если брать во внимание небольшое значение сменной программы для всех марок транспортных средств, тогда ТО – 2 проводим для всех марок транспортных средств на одном посту. При расчете необходимого количества постов ТО – 2 используем среднюю трудоемкость для всех марок автотранспортных средств.

$$\tau_{\text{ТО-2}}^{\Sigma} = \frac{60 \times (28,5 + 22,3 + 22,3 + 37,2 + 11,2 + 21 + 18,6)}{7 \times 4} + 3 = 350,$$

$$R_{\text{ТО-2}}^{\Sigma} = \frac{60 \times 8 \times 1}{1 \times 1,25} = 384,$$

$$X_{\text{ТО-2}}^{\Sigma} = \frac{350}{384} = 0.91.$$

Принимаем количество постов ТО – 2 для всех марок подвижного состава $X_{\text{ТО-2}}^{\Sigma} = 1$. ТО – 2 будем проводить для каждой марки подвижного состава в свою смену.

2.5.3 Расчет количества постов ТР

Количество постов ТР рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{ТР}} \times \varphi}{D_{\text{Р.Г}} \times T_{\text{СМ}} \times C \times \eta \times P_{\text{ТР}}}, \quad (2.29)$$

где: $T_{\text{ТР}}$ – годовая суммарная трудоемкость постовых работ для всех марок подвижного состава из «Таблицы 2.8.» за вычетом трудоемкости Д-1 и Д-2;

φ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления подвижного состава на рабочие посты;

$D_{\text{Р.Г}}$ – количество дней работы постов ТР в году, дн.;

$T_{\text{СМ}}$ – время продолжительности одной смены, час.;

C – количество смен;

η – коэффициент использования рабочего времени поста, при средней организации труда $\eta = 0,8 \div 0,85$;

$P_{\text{ТР}}$ – количество ремонтных рабочих, одновременно работающих на одном посту.

$$X_{\text{ТР}} = \frac{7941 \times 1,5}{255 \times 8 \times 1 \times 0,83 \times 2} = 3,6.$$

Принимаем количество постов ТР для всех марок подвижного состава $X_{\text{ТР}} = 4$.

2.5.4 Расчет количества постов Д – 1 и Д – 2

Беря во внимание небольшое значение годовой трудоемкости Д – 1 и Д – 2 для каждой из марок автотранспортного средства, расчет количества постов будем проводить для совмещенного поста Д – 1 и Д – 2.

$$X_{\text{Д1,Д2}} = \frac{T_{\text{Д1,Д2}}}{D_{\text{Р.Г}} \times T_{\text{СМ}} \times \eta \cdot P_{\text{Д1,Д2}} \times C}, \quad (2.30)$$

где: $T_{\text{Д1,Д2}}$ – годовая суммарная трудоемкость Д1 и Д2 для всех марок подвижного состава, из «**Таблицы 2.8.**», ч · час;

$D_{\text{Р.Г}}$ – количество дней работы постов Д-1 и Д-2 в году;

$T_{\text{СМ}}$ – время продолжительности одной смены, час;

C – количество смен;

η – коэффициент использования рабочего времени поста;

$P_{\text{Д1,Д2}}$ – количество ремонтных рабочих, одновременно работающих на одном посту.

$$X_{\text{Д1,Д2}} = \frac{1242}{255 \times 8 \times 0,83 \times 1 \times 1} = 0,73.$$

Берём количество постов $X_{\text{Д1,Д2}} = 1$.

2.5.5 Расчет площадей производственных участков

Площадь участков вычисляется по площади занимаемого оборудования и коэффициенту плотности его расстановки. Однако в некоторых случаях площадь занятого оборудования рассчитывается по количеству работающих на участке. Такой метод расчета используется тогда, когда площадь занимаемого оборудования не известна. Воспользуемся этим методом расчета:

$$F_Y = f_1 + f_2 \times (P_T - 1), \quad (2.31)$$

где: f_1 – площадь на одного работающего, m^2 ;

f_2 – площадь каждого последующего рабочего места, m^2 ;

P_T – число технологически необходимых рабочих, из «Таблицы 2.8.».

Площадь моторного участка:

$$F_{МУ} = 22 + 14 \times (2 - 1) = 36 m^2.$$

Площадь электротехнического участка:

$$F_{ЭТУ} = 15 + 9 \times (1 - 1) = 15 m^2.$$

Площадь шиномонтажного и вулканизационного участка:

$$F_{ШВУ} = 18 + 15 \times (1 - 1) = 18 m^2.$$

Площадь слесарно-механического участка:

$$F_{СМУ} = 18 + 12 \times (1 - 1) = 18 m^2.$$

Площадь сварочного и жестяницкого участка:

$$F_{СЖУ} = 22 + 9 \times (1 - 1) = 22 m^2.$$

Площадь аккумуляторного участка:

$$F_{АКУ} = 21 + 15 \times (1 - 1) = 21 m^2.$$

Площадь топливного участка:

$$F_{ТУ} = 14 + 8 \times (1 - 1) = 14 m^2.$$

Таблица 2.9-Количество постов ТО и ТР

Тип подвижного состава	Количество постов			
	ТО – 1	ТО – 2	ТР	Д – 1, Д – 2
1 КамАЗ	1	1	2	1
2 ЗИЛ	1		2	
3 ГАЗ				
4 ПАЗ				
5 УАЗ				
6 Волга				
7 Полуприцеп				
Итого:	2	1	4	1

2.6 Выбор метода организации технологического процесса в моторном участке

В моторном участке для техобслуживания и ремонта наиболее перспективным является агрегатный метод. Суть этого метода заключается в

замене неисправных агрегатов, узлов, приборов и деталей исправными, которые поставляются из оборотного фонда. Данный способ дает возможность сократить время простоя автомобиля на ТОиР, потому как замена неисправных деталей требует меньшего времени.

2.6.1 Схема технологического процесса в моторном участке

После получения узлов и агрегатов в моторный участок сначала они проходят мойку. Потом разбираются, тщательно очищаются, дефектуются и сортируются (непригодные детали отправляются в утиль, а годные повторно используются). После этих процессов их подготавливают к ремонту. Подготовка детали к ремонту ответственный этап и предполагает следующее:

- знание технологий ремонта деталей;
- каждая ремонтируемая деталь должна идти с сопроводительным документом со всей информацией, необходимой для ремонта;
- перед выполнением ремонтом деталь подвергается специальной подготовке в том случае, если она требуется.

Затем производится комплектование и сборка узлов и агрегатов. Ресурс детали зависит от качества сборки двигателя и работоспособности в целом. Зависимость ресурса от качества сборки двигателя в основном определяется чистотой собираемых деталей, качеством поверхностей трущихся пар и зазорами во всех сопряжениях деталей.

2.6.2 Подбор технологического оборудования и организационной оснастки для моторного участка

Для повышения качества ремонта, роста производительности труда, необходимо моторный участок оснастить всем необходимым технологическим оборудованием и организационной оснасткой. Использование правильно подобранного инструмента, приспособлений и оборудования для ремонта узлов и агрегатов являются столь же важными, как и технология самого ремонта.

С учетом назначений типовых проектов АТП, а также табеля гаражного технологического оборудования проводится подбор технологического оборудования, а также технологической и организационной оснастки.

Таблица 2.10- Технологическое оборудование

Наименование	Количество	Габаритные размеры, мм	Тип или модель
Станок вертикально-сверлильный	1	500×350	2Н118
Станок для заточки инструментов	1	700×500	2М550
Стенд для разборки и сборки двигателей ЗИЛ и ГАЗ	1	1600×600	Мод. 235
Стенд для разборки и сборки двигателей ЯМЗ и КамАЗ	1	1800×800	Р770
Пресс ручной	1	500×400	Р304
Установка для мойки деталей	1	700×700	РМ111

Таблица 2.11 - Технологическая оснастка

Наименование	Тип или модель	Количество
1	2	3
Установка для шлифовки фасок клапанов	У214	1
Установка для шлифования клапанных гнезд	У271	1
Устройство для притирки клапанов	2213	1

Продолжение таблицы 2.11 - Технологическая оснастка

1	2	3
Комплект ручного инструмента: - рукоятка динамометрическая - комплект ключей открытых двухсторонних - комплект ключей гаечных накидных - набор торцовых ключей с цилиндрическими головками	131M И – 105M1 И – 1061 2336	2 2 2 2
Прибор для определения упругости пружин	P103	1
Комплект съемников	И127	1
Комплект измерительных приборов	И321	1
Стеллаж для деталей и инструмента	Собственного изготовления	3
Навесной стеллаж для деталей и инструмента	Собственного изготовления	1
Ящик для отходов и обтирочных материалов	Собственного изготовления	2
Механизм для выпрессовки поршневых пальцев	Собственного изготовления	1

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ И ВЫПРЕССОВКИ ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ

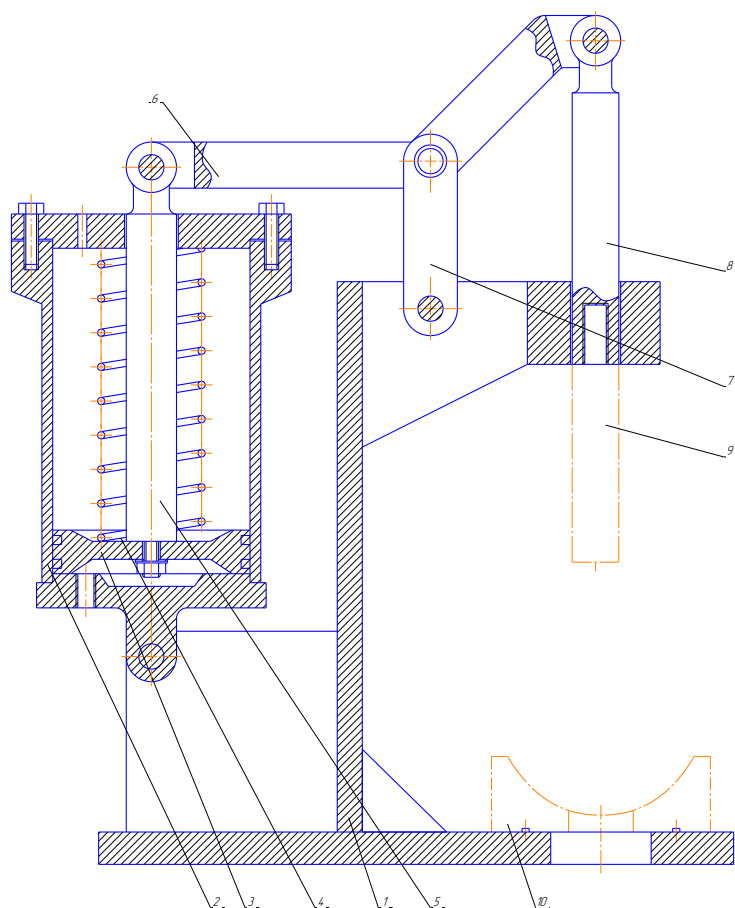
3.1 Название и область применения проектируемого механизма

Механизм для выпрессовки и запрессовки предназначен для выпрессовки и запрессовки деталей двигателей. Помимо этого, может производить выпрессовку деталей для всех типов двигателей, так как имеет набор сменных технологических пальцев и радиусных подкладок. Механизм также может применяться для выпрессовки и запрессовки направляющих клапанов и седел клапанов, а также для других видов выпрессовочных и запрессовочных работ.

3.2 Краткая техническая характеристика проектируемого механизма

- пневматический тип приспособления;
- рабочее давление воздуха в пневмосистеме не более 6 МПа;
- масса составляет 14.5 кг;
- максимальное усилие выпрессовки равняется 89528 Н;
- количество обслуживающего персонала: один человек;
- габаритные размеры: длина – 435 мм; ширина – 170 мм; высота – 508 мм;

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Механизм для запрессовки и выпрессовки	Лит.	Лист	Листов
Разраб		Зиятдинов Р.		06.20				
Провер.		Усенков Р.А.		06.20			48	17
Реценз.						Казанский ГАУ каф. ТА и ЭУ		
Н. Контр.		Усенков Р.А.		06.20				
Утверд.		Хафизов Р.Н.		06.20				



1 – сварная конструкция; 2 – пневматический цилиндр; 3 – поршень; 4 – возвратная пружина; 5 – шток; 6 – рычаг; 7 – вилка; 8 – направляющий шток; 9 – сменный технологический палец; 10 – сменная радиусная подкладка.

Рисунок 3.1 – Схема пневматического механизма

3.3 Устройство и работа проектируемого механизма

Механизм для выпрессовки и запрессовки состоит из сварной конструкции 1 с установленным на него пневмоцилиндром 2. Соединение пневмоцилиндра происходит через вилку 7 с направляющим штоком и рычаг 6.

Выпрессовка поршневого пальца происходит следующим образом. Поршень устанавливается на радиусную подкладку 10 с отверстием для выхода пальца. Радиус подкладки может быть больше на 1 - 5 мм. Этого вполне достаточно, чтобы диапазон диаметров поршней двигателей обладает всего лишь от 5 до 6 различных подкладок. После давление создаваемое

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

воздухом подается на пневмоцилиндр 2. На поршень действует сила, которая обеспечивается за счет подачи воздуха, передвигает поршень 3 и через шток 5 передает на рычаг 6. Через промежуточную опору (вилку) на направляющий шток 5 и сменный технологический палец (диаметр меньше поршневого пальца), передается давление создаваемое воздухом. Необходимо установить технологический палец так, чтобы он правильно располагался по отношению к центру на поршневом пальце. Выпрессовка поршневого пальца производится давлением, которое создает технологический палец 9.

После того, как прекращается подача воздуха под давлением в пневмоцилиндр 2, и из него выпускают воздух, то механизм возвращается в свое начальное положение. Возврат поршня 3 в начальное положение происходит под действием возвратной пружины 4. При быстром снижении приложенной нагрузки, возвратная пружина 4 также сглаживает пульсацию давления в пневматическом цилиндре 2. Для подачи воздуха и сброса давления служит отверстие, которое находится в нижней крышке пневматического цилиндра 2. Для сообщения полости цилиндра с атмосферой используется отверстие, находящееся в верхней крышке.

3.4 Краткая инструкция по эксплуатации и обслуживанию механизма, указания по технике безопасности и охране труда

Все рабочие органы механизма и шланг для подачи воздуха под давлением должны находиться в исправном состоянии. Необходимо следить за тем, чтобы шланг во время работы не перегибался и не натягивался. После выпрессовки поршневого пальца необходимо сразу же прекратить подачу воздуха в пневмоцилиндр.

Категорически запрещается во время работы механизма просовывать между рабочими поверхностями руки и инструмент.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Во время проведения выпрессовочных работ постоянно необходимо следить за тем, чтобы не возникало перекоса между технологическим и поршневым пальцами.

После окончания работ механизм необходимо очистить от масла и грязи.

Раз в шесть месяцев необходимо смазывать все пары трения смазкой Литол 24.

3.5 Расчет основных параметров механизма

Исходные данные

Максимальное усилие необходимое для выпрессовки поршневых пальцев, запрессованных в верхнюю головку шатуна, основных типов отечественных и зарубежных двигателей не превышает 10000 Н. Чтобы расширить область применения механизма и использовать его для выпрессовки и запрессовки седел и направляющих клапанов проведем расчет, учитывая максимальное усилие необходимое для выпрессовки поршневых пальцев. Максимальное усилие необходимое для выпрессовки направляющих клапанов достигает 85000 Н.

Давление компрессора не превышает 6 МПа.

3.5.1 Определение усилия необходимого пневмоцилиндру для выпрессовки

Выпрессовка поршневого пальца производится через рычаг, плечи которого имеют размеры $l_1 = 165$ мм и $l_2 = 125$ мм.

Усилие, которое необходимо вырабатывать пневмоцилиндру с учетом плеч рычага рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{пц}} = \frac{l_2 \times F_{\text{max}}}{l_1}, (3.1)$$

где F_{max} – максимальное усилие необходимое для проведения выпрессовочных работ, из исходных данных, Н;

l_1 и l_2 – плечи рычага, мм.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{\text{пц}} = \frac{125 \times 85000}{165} = 64394 \text{ Н.}$$

3.5.2 Определение основных геометрических параметров пневмоцилиндра

Ход поршня и диаметр цилиндра являются основными геометрическими параметрами пневмоцилиндра.

Подбор хода поршня производится, учитывая основные геометрические параметры изделия, на котором выполняются выпрессовочные работы.

Диаметр пневмоцилиндра рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{F_{\text{пц}} \times 4}{P_{\text{ком}} \times \pi}}, \quad (3.2)$$

где $F_{\text{пц}}$ - из формулы (3.1), Н;

$P_{\text{ком}}$ – создаваемое компрессором давление, берется из исходных данных, МПа;

$$\pi = 3,14.$$

$$D = \sqrt{\frac{64394 \times 4}{6 \times 3,14}} = 117 \text{ мм}$$

Из ряда стандартных диаметров цилиндров выбираем ближайший наибольший диаметр цилиндра $D = 120 \text{ мм}$.

3.5.3 Определение фактического усилия создаваемого пневмоцилиндром и усилия выпрессовки

Определим фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром:

$$F_{\text{пц}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times P_{\text{ком}}, \quad (3.3)$$

где D – из формулы (3.2), мм;

$P_{\text{ком}}$ – из формулы (3.2), МПа.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{\text{пщ}} = \frac{3,14 \times 120^2}{4} \times 6 = 67824 \text{ Н.}$$

Фактическое усилие выпрессовки рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{вып}} = \frac{F_{\text{пщ}} \times l_1}{l_2}, \quad (3.4)$$

где $F_{\text{пщ}}$ – из формулы (3.3), Н;

l_1 и l_2 – из формулы (3.1), мм.

$$F_{\text{вып}} = \frac{67824 \times 165}{125} = 89528 \text{ Н.}$$

3.5.4 Расчет на прочность рычага

Рычаг представим в виде прямой балки. Это необходимо для того, чтобы упростить расчет на прочность. Коэффициент запаса прочности равняется 3. Материалом рычага является нетермически обработанная сталь 40, пределом прочности на изгиб которой равняется 300 МПа.

Определим допускаемое напряжение на изгиб:

$$[\sigma] = \frac{\sigma}{n}, \quad (3.5)$$

где: σ - допускаемое напряжение на изгиб, МПа;

n – коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma] = \frac{300}{3} = 100 \text{ МПа}$$

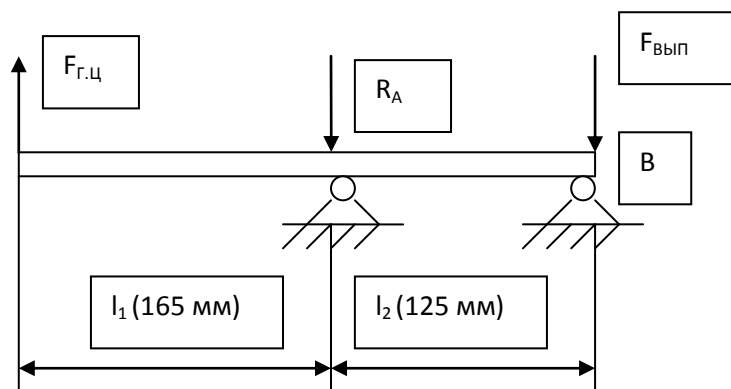


Рисунок 3.2- Схема распределения нагрузки рычага

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Принимаем сумму моментов в опоре В равной нулю. Составим уравнение моментов относительно опоры для того, чтобы определить реакции промежуточной опоры А:

$$R_A = \frac{F_{\text{пц}} \cdot (l_1 + l_2)}{l_2}, \quad (3.6)$$

где: $F_{\text{пц}}$ – из формулы (3.3), Н;

l_1 и l_2 – из формулы (3.1), мм.

$$R_A = \frac{67824 \times (165 + 125)}{125} = 157352 \text{ Н.}$$

Построим эпюру перерезывающих и эпюру изгибающих моментов для того, чтобы определить опасное сечение.

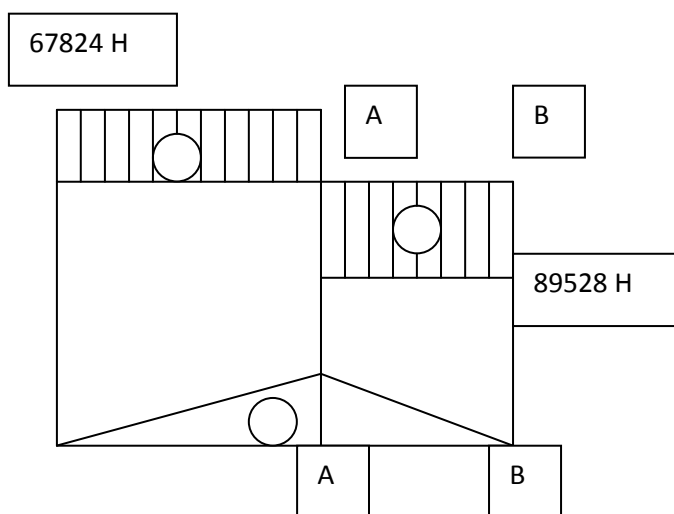


Рисунок 3.3- Эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов

В точке А действует максимальный изгибающий момент, в точке В максимальное перерезывающее усилие, которое равно 89528 Н. Исходя из этого опасным сечением является сечение в точке А.

Необходимая минимальная площадь рычага рассчитывается по формуле:

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

$$f_{\min} = \frac{F}{[\sigma]}, \quad (3.7)$$

где: F – максимальная перерезывающая сила, действующая в опоре А, Н;
 $[\sigma]$ – из формулы (3.5), МПа.

$$f_{\min} = \frac{89528}{100} = 895,28 \text{ мм}^2.$$

Фактическая площадь сечения рычага $f_{\Phi} = 960 \text{ мм}^2$ больше минимальной допустимой площади сечения рычага.

3.6 Преимущества проектируемого механизма

Проектируемый механизм по существу является универсальным. Его можно использовать для выпрессовочных и запрессовочных работ всех видов, проводимых на двигателе. Это становится возможным благодаря сменному технологическому пальцу и набору разнообразных подкладок.

Этот механизм имеет несколько преимуществ по сравнению с гидравлическими аналогами, поскольку подача сжатого воздуха, который является источником энергии механизма, уже присутствует в моторном участке и не требует его подвода, чего потребовало бы гидравлическое устройство. Кроме того, пневматическому цилиндру не страшна потеря рабочей жидкости, так как он более устойчив к негерметичности. Если сравнивать механизм с гидравлическим устройством, то основным преимуществом является отсутствие масляного фильтра, рабочей жидкости и электродвигателя, что позволяет значительно уменьшить стоимость пневматического приспособления.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.7 Экология и охрана окружающей среды

Можно констатировать, что за последние 100 лет результатом производственной деятельности человека является нарушение экологического равновесия, которое связано с загрязнением воздуха, почвы, воды, а также с уничтожением флоры и фауны нашей планеты.

Окружающая среда является саморегулируемой системой. Процессы, которые в ней протекают, связаны с поглощением и выделением различных веществ. Из-за нарушения равновесия системы, все чаще встает проблема экологической катастрофы. С каждым годом ученые всего мира все чаще предупреждают об экологической катастрофе. Именно поэтому с каждым годом решению этих проблем уделяется все большее внимание.

Технологические процессы, которые связаны с получением энергии в различных формах, являются основными факторами, которые приводят к загрязнению окружающей среды. Одним из главных источников механической энергии является двигатель внутреннего сгорания.

Во время проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей окружающая среда загрязняется непосредственно через вредные топливные пары, смазочные материалы, а также выхлопные газы, которые выбрасывает в атмосферу работающий двигатель внутреннего сгорания.

Решить проблему загрязнения окружающей среды становится возможным с помощью катализаторов и очистных фильтров. Также можно организовать на ремонтном участке эффективную работу приточной и вытяжной систем вентиляции с механическим побуждением воздуха.

Использование катализаторов позволит снизить уровень токсичности выхлопных газов и уменьшить выброс оксида углерода CO и двуокиси углерода CO₂ в окружающую среду, и, следовательно, уменьшить загрязнение окружающего воздуха.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Главному инженеру или специально назначенному лицу должно быть поручено осуществлять контроль за соблюдением правил техники безопасности и охраны труда.

3.8 Инструкции по безопасности труда при эксплуатации механизма для запрессовки и выпрессовки поршневых пальцев

3.8.1 Основные требования безопасности

3.8.1.1 К работе на ремонтном участке допускаются лица старше 18 лет, имеющие удостоверение слесаря по ремонту и прошедшие вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности.

3.8.1.2 Лица, не прошедшие инструктаж по правилам оказания первой помощи к работе на ремонтном участке, не допускаются.

3.8.1.3 На ремонтном участке допускается работать только в спецодежде с применением средств индивидуальной защиты.

3.8.1.4 Работнику запрещено употреблять спиртные напитки и курить на рабочем месте.

3.8.1.5 Работнику запрещено выполнять проверку работоспособности деталей двигателя на специальных механизмах при отключенной системе вытяжной вентиляции с механическим побуждением воздуха.

3.8.1.6 Если работник обнаружил неисправность механизма для выпрессовки и запрессовки поршневых пальцев или получил травму находясь на рабочем месте, то ему необходимо незамедлительно сообщить о случившемся мастеру участка.

3.8.1.7 При несоблюдении правил техники безопасности ответственность лежит на самом работнике.

3.8.2 Требования техники безопасности перед началом работы

3.8.2.1 Перед началом работы работнику необходимо осмотреть состояние рабочего места, очистить и подготовить инвентарь.

3.8.2.2 Перед началом работы работнику необходимо проверить работоспособность оборудования и механизмов, а также проверить состояние системы вентиляции и местного освещения.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.8.2.3 Рабочее место должно содержаться в чистоте.

3.8.3 Требования техники безопасности во время работы

3.8.3.1 Во время работы с использованием механизма для выпрессовки и запрессовки поршневых пальцев необходимо убедиться, что настройки механизма верны.

3.8.3.2 При работе на ремонтном участке необходимо соблюдать требования правил техники безопасности.

3.8.3.3 Рабочее место необходимо содержать в чистоте и не загромождать его лишними инструментами и приспособлениями.

3.8.4 Требования безопасности в конце работы

3.8.4.1 В конце рабочего дня необходимо убедиться, что механизм для выпрессовки и запрессовки поршневых пальцев находится в исправном состоянии.

3.8.4.2 В случае обнаружения неисправностей в работе механизма для выпрессовки и запрессовки поршневых пальцев необходимо сообщить об этом мастеру.

3.8.4.3 По завершению работы необходимо очистить рабочее место от инструментов и приспособлений, а также убрать их на место.

Разработал: Зиятдинов Р.Ш.

Согласовано со специалистом по ТБ

3.9 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве является разумно выбранной, методически обоснованной и реализуемой системой физических упражнений, направленной для достижения, повышения и поддержания человеческих навыков на определенном уровне и является одним из важнейших факторов ускорения научно-технического прогресса и повышения производительности труда.

Целью физической культуры на производстве является укрепление здоровья трудового коллектива и повышение эффективности труда.

Задачами физической культуры на производстве являются:

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- подготовка организма к наилучшему включению в рабочий процесс;
- поддержание оптимального уровня работоспособности во время рабочего процесса;
- профилактика организма человека от различных неблагоприятных факторов производственной среды.

Физические упражнения способствуют развитию двигательных умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности, а также они направлены на улучшение жизненно важных аспектов человека.

Рабочий день следует начинать с утренней гимнастики. Она проводится до начала работы и состоит из 6 - 8 общеразвивающих упражнений, общая продолжительность которых не превышает 5 - 7 минут.

Физкультурная пауза проводится для того, чтобы дать срочный активный отдых и предотвратить или уменьшить переутомление, снижение работоспособности в течение рабочего дня. Комплекс состоит из 6 - 8 упражнений по 2 - 3 подхода с общей продолжительностью не более 10 минут.

Физкультурная минутка является малой формой активного отдыха. Это индивидуализированная форма кратковременной физкультурной паузы необходимая для того, чтобы воздействовать на утомленную группу мышц. Состоит из 2 - 3 упражнений, которые проводятся несколько раз в течение дня по 2 минуты.

Микропауза активного отдыха самая короткая форма производственной гимнастики и длится не более 30 секунд. Целью микропаузы является ослабление от локального утомления от рабочего процесса путем частичного снижения или повышения возбудимости центральной нервной системы.

Физическая культура на производстве должна дополняться занятиями по различным видам спорта, которые поддерживают здоровье человека, улучшают его психическое состояние и физические способности.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.10 Технико-экономическая оценка конструкции

Для технико-экономической оценки конструкции необходимо определить стоимость и массу конструкции.

Для определения стоимости конструкции воспользуемся расчетным способом по формуле:

$$C_{би} = C_{уді} \times G \times J_{ц} \times K_{нц}, \quad (3.8)$$

где $C_{уді}$ – удельная оптовая цена одного килограмма массы конструкции данного типа, руб.;

$J_{ц}$ – коэффициент, учитывающий изменение цен в изучаемом периоде;

$K_{нц}$ – коэффициент, учитывающий торговую наценку, налог на добавленную стоимость, затраты на монтаж (1,32...1,6).

$$C_{би} = 12 \times 25,2 \times 10,2 \times 1,32 = 2714,32 \text{ руб.}$$

Для определения массы конструкции используем формулу:

$$G_1 = (G_k + G_r) \times K, \quad (3.9)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов, агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов, агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов (1,05...1,15).

$$G_1 = 24 \times 1,05 = 25,2 \text{ кг}$$

Таблица 3.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Показатель	Вариант	
	Базовый	Проектируемый
1	2	3
1 Масса конструкции, кг	-	25,2
2 Балансовая стоимость, руб.	-	2714,32
3 Потребляемая мощность, кВт	-	-
4 Количество обслуживающего персонала, чел	1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						13

Продолжение таблицы 3.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

1	2	3
5 Разряд работника	4	4
6 Тарифная ставка, руб./чел.ч	60	60
7 Норма амортизации, %	5	5
8 Норма затрат на ремонт и ТО, %	25	25
9 Годовая загрузка конструкции	96	96

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле, ед./ч.:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \times t}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.10)$$

где $T_{\text{ц}}$ – Время одного рабочего цикла, мин.

t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,95)

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \times 0,6}{6,5} = 5,5$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, руб./ед.:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{би}}}{W_{\text{ч}} \times T_{\text{годі}}}, \quad (3.11)$$

где $C_{\text{би}}$ – балансовая стоимость оборудования, руб.

$T_{\text{годі}}$ – годовая загрузка оборудования, ч.

$$F_{\text{е}} = \frac{2714.32}{5,5 \times 96} = 5,1$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле, чел.ч/ед.:

$$T_{\text{е}} = \frac{N_{\text{обсл}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.12)$$

где $N_{\text{обсл}}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{\text{е}} = \frac{1}{5,5} = 0,18$$

Себестоимость работы (руб./ед) определим из выражения:

$$S_{\text{эксп}} = C_{\text{эл}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A + \text{Пр.} \quad (3.13)$$

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда с единым социальным налогом, руб./ед.

$$C_{зп} = Z \times T_e \times K_{соц} \quad (3.14)$$

где Z – часовая тарифная ставка рабочих, руб./ед.

$K_{соц}$ – коэффициент, учитывающий единый социальный налог

$$C_{зп} = 60 \times 0,18 \times 1,26 = 6,12$$

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ед.

$$C_{рто} = \frac{C_{би} \times H_{рто}}{100 \times W_{чи} \times T_{годi}}, \quad (3.15)$$

где $H_{рто}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание

$$C_{рто} = \frac{2714,32 \times 25}{100 \times 5,5 \times 96} = 1,29$$

A – амортизационные отчисления находят:

$$A = \frac{C_{би} \times a_i}{100 \times W_i \times T_{годi}}, \quad (3.16)$$

где a_i – норма амортизации, %

$$A = \frac{2714,32 \times 5}{100 \times 5,5 \times 96} = 0,25$$

$Пр$ – прочие затраты (5...10 % от суммы предыдущих элементов)

$$S_{эксп} = 0,76 + 6,12 + 1,29 + 0,25 = 8,42$$

Уровень приведенных затрат (руб./ед.) на работу конструкции определяем по формуле:

$$C_{пр} = S_{экспi} + E_H \times K_{уд}, \quad (3.17)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,25;

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{пр} = 8,42 + 0,25 \times 5,1 = 9,7$$

Годовая экономия в рублях вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \times W_{ч} \times T_{годi}, \quad (3.18)$$

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

где $T_{\text{год}}$ – годовая нормативная нагрузка конструкции, ч.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (45,25 - 9,7) \times 5,5 \times 96 = 18770$$

Годовой экономический эффект в рублях:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \times K_{\text{доп}}, \quad (3.19)$$

где $K_{\text{доп}}$ – дополнительные вложения, равные балансовой стоимости конструкции, руб.

$$E_{\text{год}} = 18770 - 0,25 \times 2714,32 = 18091$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{б_1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.20)$$

где $C_{б_1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{2714,32}{18770} = 0,2 \text{ года}$$

Фактический коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{б_1}}, \quad (3.21)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{18770}{2714,32} = 6,9$$

Экономически эффективной считается конструкция, если $T_{\text{ок}}$ менее 7 лет и $E_{\text{эф}}$ более 0,25.

Результаты технико-экономической оценки конструкции сводят в таблицу 5.2.

Таблица 3.2- Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Показатель	Вариант	
	Базовый	Проектируемый
1	2	3
1 Часовая производительность, ед./ч.	4	5,5
2 Фондоемкость процесса, руб./ед.	8,2	5,1

Продолжение таблицы 3.2 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

1	2	3
3 Энергоемкость процесса, кВт-ч./ед.	-	-
4 Трудоемкость процесса, чел.·ч./ед.	1,56	0,18
5 Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	45,25	8,42
6 Уровень приведенных затрат, руб./ед.	59,8	9,7
7 Годовая экономия, тыс. руб.	-	18,77
8 Годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	18,091
9 Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,2
10 Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	6,9

Разработанная конструкция механизма, предложенная в выпускной квалификационной работе, позволит снизить затраты труда на запрессовку и выпрессовку поршневых пальцев.

					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Спроектированный участок по ремонту двигателей внутреннего сгорания, по сравнению с существующими участками, гарантирует высокое качество проведения ремонтных работ, сокращает сроки ремонта и улучшает условия труда работников.

2 Конструкция механизма для запрессовки и выпрессовки, по сравнению с используемыми средствами для проведения разборочных работ, обеспечивает необходимую безопасность, обладает низким энергопотреблением и обеспечивает удобство выполнения операций по выпрессовке и запрессовке поршневых пальцев.

3 Использование механизма в условиях предприятия позволит получить годовую экономию в размере 18770 рублей.

4 Разработанные мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране окружающей среды и физической культуре на производстве позволят снизить угрозу загрязнения окружающей среды и обеспечат поддержание здоровья трудового коллектива на длительный срок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев. - 8-е изд. в 3-х тт. Москва: Машиностроение, 2001. – Текст: непосредственный.
- 2 Бабусенко, С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – Москва: Агропромиздат, 1990. – Текст: непосредственный.
- 3 Булгариев, Г.Г., Абдрахманов, Р.К., Валиев, А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с. – Текст: непосредственный.
- 4 Хуциев, А.И. Двигатели внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия / А.И. Хуциев. – Москва: Машиностроение, 1986. - 104 с. – Текст: непосредственный.
- 5 Галиев, И.Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с. – Текст: непосредственный.
- 6 Детали машин и основы конструирования / Под ред. М.Н. Ерохина. – Москва: КолосС, 2005. – 462с.: ил.– Текст: непосредственный.
- 7 Дунаев, П.Ф., Леликов, О.П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. учреждений среднего профессионального образования. – 5-е изд., дополн. – Москва: Машиностроение, 2004. – 560с., ил.– Текст: непосредственный.
- 8 Иващенко, Н.А. Конструирование двигателей внутреннего сгорания. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки "Энергомашиностроение". Гриф МО РФ / Н.А. Иващенко. - Москва: Машиностроение, 2011. - 456 с. – Текст: непосредственный.
- 9 Ермаков, Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность

жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.– Текст: непосредственный.

10 Алексеев, И.В. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник для вузов. В 3-х книгах. Книга 2: Динамика и конструирование. Гриф МО РФ / И.В. Алексеев. - М.: Высшая школа, 2009. - 526 с. – Текст: непосредственный.

11 Новиков, В.С., Очковский, Н.А. Тельнов, Н.Ф. Ачкасов, К.А. Проектирование технологических процессов восстановления деталей. – Москва: МГАУ, 1998, – 52с. – Текст: непосредственный.

12 Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей. - Москва: Машиностроение, 2012. - 480 с. – Текст: непосредственный.

13 Шариков, Л.П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – Москва: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.– Текст: непосредственный.

14 Двигатели внутреннего сгорания (Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей). - М.: Машиностроение, 1990. - 288 с. Текст: непосредственный.

15 Яговкин, А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2008. – 400 с.– Текст: непосредственный.

16 Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчета и эксплуатации: Учебник для вузов / Фаталиев Н.Г., Бекеев А.Х., Арсланов М.А. Под ред. Фаталиева Н.Г. Махачкала: 2018 - 318с. // Лань: электронно-библиотечная система. URL:<https://e.lanbook.com/reader/book/113001/> (дата обращения 12.05.2020.) Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Текст: электронный.

17 Теоретические основы показателей двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие. - Тверь: Тверская ГСХА, 2014. - 76 с. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134246>

(дата обращения: 12.05.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст: электронный.

18 Экологическая безопасность при эксплуатации транспортных и технологических машин: учеб. пособие для студ. очн. и заоч. формы обуч. направл. «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / В.В. Беднарский, Д.В. Лайко. – Новочеркасск, 2018. - 230 с. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/133411/> (дата обращения: 12.05.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст: электронный.

19 Безопасность жизнедеятельности на производстве: учебное пособие / В. И. Литвинов, И. Н. Кружкова. - Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2016. - 202 с. - ISBN 978-5-98076-220-9. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130749> (дата обращения: 20.05.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст: электронный.

20 Учебное пособие по дисциплине Физическая культура (теоретический раздел) / Н.М. Малаев. - Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2017. - 91 с. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/133024/> (дата обращения: 20.05.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст: электронный.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
A1					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
					ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ	Пояснительная записка		
						Детали		
				1	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.01	Верхняя плита	1	
				2	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.02	Верхняя крышка	1	
				3	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.03	Вертикальная плита	1	
				4	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.04	Косынка	2	
				5	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.05	Косынка	2	
				6	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.06	Кольца	2	
				7	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.07	Направляющий шток	1	
				8	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.08	Нижняя плита	1	
				9	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.09	Нижняя крышка	1	
				10	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.10	Ось	1	
				11	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.11	Ось	1	
				12	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.12	Ось	1	
				13	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.13	Ось	1	
				14	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.14	Прокладка	1	
				15	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.15	Прокладка	1	
				16	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.16	Промежуточная опора	1	
				17	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.17	Пружина	1	
				18	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.18	Рычаг	1	
				19	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.19	Технологический палец	1	

Копировал

Формат А4



АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Казанский Государственный
Аграрный Университет

СПРАВКА о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Зиятдинов Разиль Шамилович
Подразделение	Казанский государственный аграрный университет
Тип работы	Не указано
Название работы	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ_Зиятдинов_2020
Название файла	ВКР.23.03.03.429.20.00.00.00.ПЗ_Зиятдинов_2020.doc
Процент заимствования	37.73 %
Процент самоцитирования	0.00 %
Процент цитирования	6.70 %
Процент оригинальности	55.57 %
Дата проверки	17:33:54 23 июня 2020г.
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Модуль поиска "Интернет Плюс"; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска переводных заимствований; Модуль поиска переводных заимствований по eLibrary (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu); Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Модуль поиска "КГАУ"; Коллекция Медицина; Диссертации и авторефераты НББ; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска общепотребительных выражений; Кольцо вузов
Работу проверил	Усенков Роман Анатольевич ФИО проверяющего

Дата подписи 23.06.20

Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.