

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка электромеханического кантователя двигателя
грузового автомобиля

Студент

В.А. Рингач

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

доктор техн. наук, профессор Драчев О.И.

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка электромеханического кантователя двигателя грузового автомобиля». Актуальность темы обусловлена фактором увеличения числа автомобильных перевозок, следовательно существует необходимость в проведении ремонтного воздействия на силовые установки транспортных средств. Обычно на станциях технического обслуживания и специализированных ремонтных предприятиях используются универсальные кантователи, зачастую требующие дополнительных усилий и определённой внимательности при проведении работ. Разрабатываемое техническое изделие найдет свое применение на станциях технического обслуживания, специализирующихся на проведении ремонта двигателей внутреннего сгорания и на проведении технического обслуживания силовых установок грузовых автомобилей.

Разработана технология и создана технологическая карта на проведение ремонтных работ с использованием разработанного устройства.

Произведен анализ безопасности при проведении ремонтных работ на моторном участке.

Результаты проведенной работы представлены в расчетно-пояснительной записке и на листах графической части.

Содержание

Введение	4
1 Анализ конструкции и обоснование выбора конструкции кантователя двигателя внутреннего сгорания	6
2 Разработка конструкции кантователя двигателя	18
2.1 Техническое задание	18
2.2 Техническое предложение на разработку	19
2.3 Расчет конструкции кантователя двигателя	26
3 Разработка технологического процесса замены коленчатого вала двигателя грузового автомобиля	32
3.1 Условия работы двигателя грузового автомобиля	32
3.2 Наиболее характерные неисправности двигателя	35
3.3 Технологический процесс разборки двигателя	37
4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования	45
4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ)	45
4.2 Идентификация профессиональных рисков	45
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	50
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	53
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	55
Заключение	57
Список используемых источников	59
Приложение А Спецификация конструкции	62

Введение

Современные реалии диктуют новые подходы в организации работ на всех уровнях. Все больше и больше используется грузового транспорта в развозке грузов и в системе доставки. Подобное решение продиктовано прежде всего экономической целесообразностью, поскольку именно автомобильный транспорт обладает мобильностью и универсальностью, позволяющей производить транспортировку различной номенклатуры грузов без применения дополнительных транспортных средств и перегрузки. Кроме того, выгода от автомобильных перевозок заключается в возможности перевозки грузов в различном агрегатном состоянии, от жидких и сыпучих до штучных крупногабаритных. Соответственно, большое разнообразие и широкое применение грузового автомобильного транспорта ставит перед эксплуатантами вопрос проведения ремонта силовых установок транспортных средств.

Главное отличие при ремонте двигателя грузового автомобиля от ремонта двигателей легковых автомобилей заключается в необходимости использования специальных устройств для его поворота в процессе ремонта, поскольку осуществление этого процесса вручную невозможен, ввиду значительных габаритов и массы агрегата. Необходимость применения подобного устройства является необходимым, поскольку сборка зачастую производится в различных положениях картера двигателя. Сборка кривошипно-шатунной группы производится при перевернутом положении блока, а сборка блока цилиндров с головками осуществляется в положении, соответствующем положению двигателя на транспортном средстве.

Учитывая значительную массу блока цилиндров и агрегатов, необходимо оснащение кантователя механизмами, облегчающими поворот агрегата в различных плоскостях. Серийно изготавливаемые кантователи редко оснащаются подобными устройствами. Отдельные модели оснащаются

редукторами, облегчающими поворот агрегата относительно оси коленчатого вала.

Следовательно, перед станциями технического обслуживания остро встает вопрос о создании или приобретении устройства для кантования двигателя внутреннего сгорания грузового автомобиля. В рамках выпускной квалификационной работы будет спроектировано устройство кантователя, на котором можно производить ремонт двигателя автомобиля КамАЗ. Главным отличием от аналогичных устройств, предлагаемых к продаже, является его высокая специализация по типам двигателей, а значит возможность обеспечения более качественной фиксации и снижения времени на проведение операции ремонта двигателя внутреннего сгорания.

Также в рамках выпускной квалификационной работы будет произведена разработка технологии проведения работ с применением конструкции кантователя, разработанной в рамках выпускной квалификационной работы.

Разработаны положения об охране труда на участке ремонта двигателя. Разработка производилась на основании положений и нормативов об охране труда, принятых для автомобильной отрасли. Результаты также отражены в пояснительной записке.

В целом, выпускная квалификационная работа является результатом реализации теоретических знаний, полученных в процессе обучения в практических задачах, предложенных к решению в рамках проектирования устройства.

1 Анализ конструкции и обоснование выбора конструкции кантователя двигателя внутреннего сгорания

В рамках задания, полученного на выпускную квалификационную работу, необходимо разработать стенд-кантователь для проведения ремонтного воздействия по двигателям грузовых автомобилей КамАЗ.

При проектировании устройств подобного вида необходимо произвести анализ имеющихся разработок по тематике задания. Производится анализ как среди описаний изобретений к патентам, так и среди промышленных образцов, производимых промышленностью. Вполне возможно, что среди аналогов есть конструкции, в которых используются технические решения, которые можно использовать в работе.

Исследуемая конструкция характеризуется различными конструктивными признаками: формой, взаимным расположением элементов, соотношением размеров и т. д.

Исследуемый объект «стенд для разборки и сборки двигателей» содержит следующие технические решения:

- конструкция стенда для разборки ДВС в целом;
- конструкция рамы стенда;
- конструкция механизма поворота и кантовки.

«При исследовании на достигнутого уровня развития техники и новизну будем производить обзор информации по конкретной тематике, так как нам не известны ни номера патентов, ни фамилии изобретателей. Из-за отсутствия банка соответствующих данных за последние 2-3 года, за глубину поиска возьмем тот интервал лет, в период которого данная тематика интенсивно развивалась.» [1]

«Инженерно-техническое решение «стенд для разборки и сборки двигателей» относится к устройствам для облегчения сборки и разборки изделий, поэтому поиск будем вести в разделе В «Различные технологические процессы». Устройство предназначено для разборки и сборки двигателей,

поэтому относится к классу В 60 «Транспортные средства», к подклассу S «Устройства для обслуживания и ремонта транспортных средств».

Просматриваются источники информации в соответствии с регламентом поиска. В просмотренных источниках информации выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к инженерно-техническому решению «стенд для разборки и сборки двигателей». По этим документам знакомимся с рефератами, аннотациями, формулами изобретений, чертежами.» [10]

Перечень патентной документации и научно-технической литературы, известных из ссылочных или сигнальных источников, но не обнаруженных в процессе поиска представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень документации, используемой в поиске аналогов

Предмет поиска	Наименование сигнального или ссылочного источника, содержащего сведения об искомой документации с приведением выходных библиографических данных	Вид искомой документации (патент, книга, журнал, каталог, проспект) с указанием выходных библиографических данных
Конструкция стенда в целом	Журнал «За рулем», рекламный проспект	Каталог оборудования для автосервиса GRUBER & STEIN

По результатам поиска найден ряд аналогов, как по патентной документации, так и среди промышленных образцов. Рассмотрим наиболее подходящие к тематике проекта образцы технических решений.

Обнаружен аналог конструкции, называемое устройством для фиксации двигателей автомобиля в соответствии с описанием изобретения по авторскому свидетельству №426894, рисунок 1.

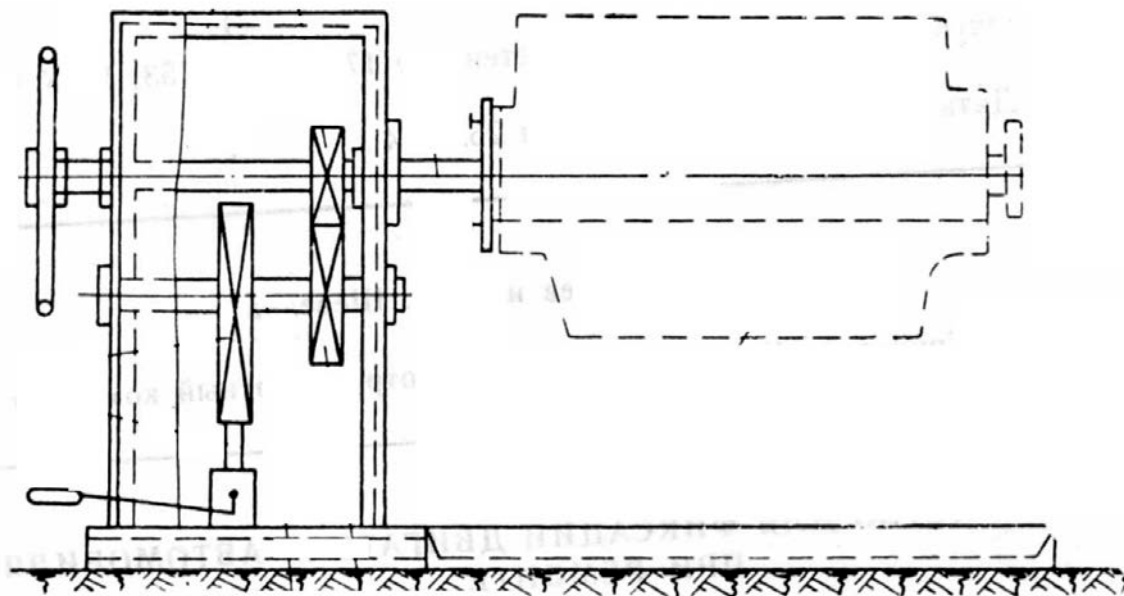


Рисунок 1 – Устройство для фиксации двигателя по авторскому свидетельству №426894

«В каркасе 1 (рисунок 1) смонтирован вал управления 2 с шестерней 3 и рукояткой управления 4 и вал 5 с шестернями 6, 7. Шестерня 6 кинематически связана со штоком 8 ножной педали 9, а шестерня 7 с шестерней 3 вала 2. На последнем закреплен установочный диск 10.

Устройство работает следующим образом. Сначала устанавливают двигатель 11 на установочном диске 10, закрепляют его и производят разборку и ремонт двигателя с узлами, находящимися в верхней части. При этом стопор 8 сопряжен с шестерней 6 и стопорит валы 2 и 5.

При осмотре нижней части двигателя, отдается стопор 8 нажатием на педаль 9 и производится поворот вала 2 рукояткой 4 в требуемое положение. После поворота отпускают педаль 9 и стопорят шестерню 6 с валами 2 и 5 штоком 8 ножной педали.» [12]

Другим устройством, обнаруженным в процесс поиска будет являться стенд для сборки и разборки автомобильных двигателей по авторскому свидетельству №770883, рисунок 2.

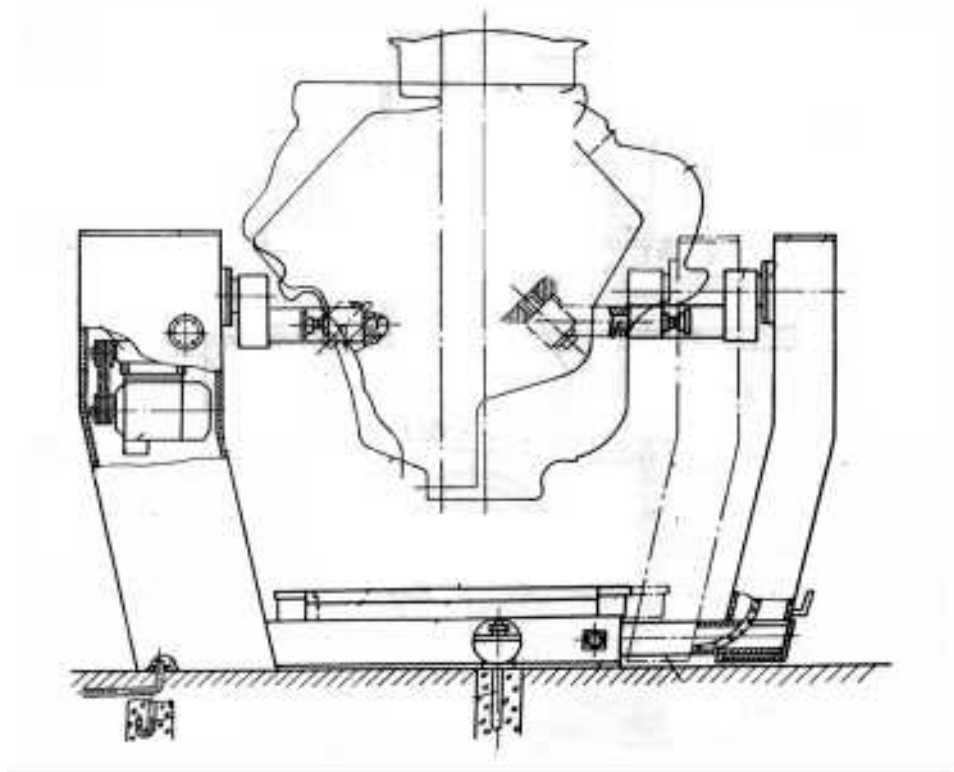


Рисунок 2 – Устройство для фиксации двигателя по авторскому свидетельству № 770883

«Стенд состоит из стойки 1 (рисунок 2), неподвижно закрепленной на основании, и стойки 2, установленной с возможностью поступательного перемещения направляющих. Стойка 1 фундаментными болтами 3 крепится к основанию. Нижняя часть стойки 1 выполнена в виде крестовины 4 трубчатого сечения.

Стойка 2 в своем основании имеет трубу 5, перемещающуюся в направлениях, выполненных в виде крестовины 4. В стойке 1 смонтирован привод 6 поворота, состоящих из электродвигателя 7, двухступенчатого червячного редуктора 8. Передача крутящего момента от электродвигателя 7

к редуктору 8 осуществляется посредством клиноременной передачи 9. В верхней части передвижной стойки смонтирована подшипниковая опора 10, на выходном валу редуктора 8 на валу подшипниковой опоры 10 смонтированы траверсы 11 с возможностью поворота относительно оси, параллельной основанию, при этом направляющие стойки 2 выполнены параллельными оси поворота траверс.» [2]

«Опора для автомобильного двигателя 12 или 13 содержит среднюю секцию 14 трубчатой формы, крайние секции 15, соосно расположенные друг относительно друга, при том крайние секции 15 установлены с возможностью перемещения внутри секций 14 и выполнены сопрягаемыми с ней, а их свободные концы снабжены перпендикулярно расположенными штырями 16, сопрягаемые с крепежными отверстиями на автомобильном двигателе 12 или 13.

Средняя секция 14 неподвижно закреплена на траверсе 11 и снабжена поводками 17 и подпружиненными фиксаторами 18. Каждая крайняя секция 15 выполнена с копирными пазы 19 и отверстиями 20. Копирные пазы 19 сопрягаются с поводками 17, а отверстия 20 сопрягаются с подпружиненными фиксаторами 18. На крайней секции 15 жестко закреплена втулка 21 с дополнительным поводком 22. Средняя часть штыря 16 выполнена с копирным пазом 23, а внутренняя поверхность втулки 21 сопряжена со средней частью штыря 16, и дополнительный поводок 22 сопряжен с копирным пазом штыря 16.

Один конец штыря 16 выполнен в виде усеченного конуса с целью облегчения попадания в крепежные отверстия автомобильного двигателя, а другой – четырехгранным под ключ.» [5]

Управление электромеханическим приводом осуществляется от кнопок 24, расположенных на обеих стойках 1 и 2. Проводка к кнопкам управления на стойке осуществляется гибким кабелем. Включение стенда в сеть осуществляется автоматическим выключателем 25, о чем сигнализирует

лампочка 26. На основании стенда устанавливается поддон 27 для слива отработанного масла.

Еще один аналог конструкции – стенд для разборки и сборки автомобильных двигателей по а.с.№569467, рисунок 3.

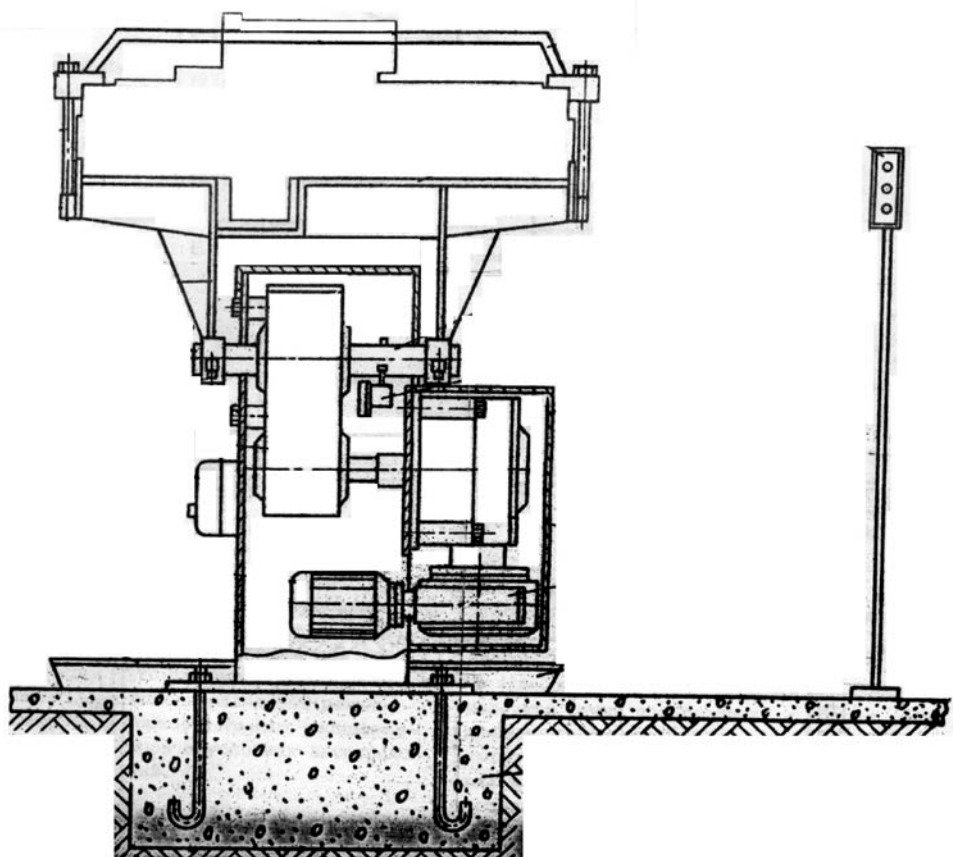


Рисунок 3 – Устройство для фиксации двигателя по авторскому свидетельству № 569467

«На раме 1 (рисунок 3) стенда смонтирован механизм поворота 2, состоящий из электродвигателя 3, червячного редуктора 4 и одноступенчатого редуктора 5. На выходном валу 6 цилиндрического редуктора с помощью рычагов 7, крышек 8 и стяжных болтов 9 закреплен фланец 10 крепления двигателя 11. По краям фланца установлены резьбовые втулки 12, служащие для крепления двигателя посредством стяжных болтов 13 и прижимной скобы 14 с захватами 15. Фланец оборудован боковым фиксатором 16 с болтом 17,

предназначенным для крепления двигателя снизу. Стенд устанавливается на фундаменте 18 и закрепляется болтами 19. Стенд снабжен автоматическим конечным выключателем 20, реверсивным магнитным пускателем 21 и кнопочным пультом 22, который устанавливается отдельно от стенда. Рама стенда оборудована защитно-декоративным кожухом 23. Для сброса масла служит поддон 24.» [3]

«Стенд работает следующим образом. Перед установкой ремонтируемого двигателя 11 фланец 10 предварительно устанавливается в горизонтальное положение. Для этого нажатием кнопки выносного пульта 22 включается привод. Крутящий момент от электродвигателя 3 передается через червячный редуктор 4 и цилиндрический редуктор 5 на выходной вал 6. При вращении вала происходит одновременный поворот связанного с ним фланца 10. В момент, когда фланец 10 займет верхнее горизонтальное положение, следует нажать кнопку «стоп» пульта 22 и отключить привод. Стяжные болты 13 необходимо вывернуть из резьбовых втулок 12 и снять с фланца вместе с прижимной скобой 14. Боковой фиксатор 16 следует отвести в сторону, предварительно отвернув болт 17.

Далее, с помощью грузоподъемного устройства двигатель 11 устанавливается на фланец 10 в нормальном горизонтальном положении. При этом маслосборные крышки двигателя, расположенные на нижней стороне блока цилиндров, входят в специальные отверстия, помогая правильно сориентировать двигатель на фланце 10. Затем производится крепление ремонтируемого двигателя к фланцу. Для этого прижимная скоба 14 устанавливается сверху двигателя так, чтобы болтовые отверстия в захватах 15 соединились с резьбовыми отверстиями во втулках 12. Стяжные болты 13 пропускаются через отверстия в захватах 15 и вворачиваются во втулки 12, плотно прижимая блок цилиндров к фланцу 10. Штифт бокового фиксатора 16 вводится в технологическое отверстие блока и поджимается болтом 17.» [13]

«После окончания крепежных работ нажатием кнопок пульта 22 двигатель поворачивается в положение, удобное для ремонта. Стенд

обеспечивает три основных положения для ремонта двигателя: горизонтальное, вертикальное картером вниз, вертикальное картером вверх. Возможна также установка двигателя в любое промежуточное положение. В крайних положениях фланца 10 происходит автоматическое отключение электродвигателя 3 привода с помощью конечных выключателей 20.

По окончании работ нажатием кнопки пульта 22 двигатель 11 поворачивается так, чтобы фланец 10 занял верхнее горизонтальное положение, после чего привод отключается. Затем отворачивают стяжные болты 13 и болт 17. Прижимную скобу 14 снимают с блока цилиндров, а боковой фиксатор 16 отводят в сторону, в результате чего двигатель оказывается свободен от крепления. С помощью подъемного устройства двигатель снимают со стенда.» [4]

Также в процессе поиска был обнаружен ряд аналогов, производимых промышленностью и используемых при работах для кантовки двигателя внутреннего сгорания. Рассмотрим обнаруженные аналоги.

Одним из таких аналогов будет являться стенд СДУ-100, рисунок 4.

«Стенд СДУ-100 предназначен для ремонта ДВС КамАЗ 740, ЯМЗ, CUMMINS ISBe, ISLe9 При смене оснастки (приобретается отдельно) может быть использован для ДВС CUMMINS, а так же КПП и РК ZF, главных передач мостов 6520 и МАДАРА. Уникальность этого кантователя в том, что благодаря грузовым опорным колесам его можно передвигать по помещению с завешенными агрегатами.» [18]

Кантование двигателя производится при помощи червячного редуктора, приводимого мускульной силой рабочего. Для поворота на определенный угол необходимо вращать рукоятку в сторону поворота агрегата. Преимуществом конструкции является ее простота и применение стандартных комплектующих, позволяющих произвести сборку изделия на мощностях СТО или АТП.

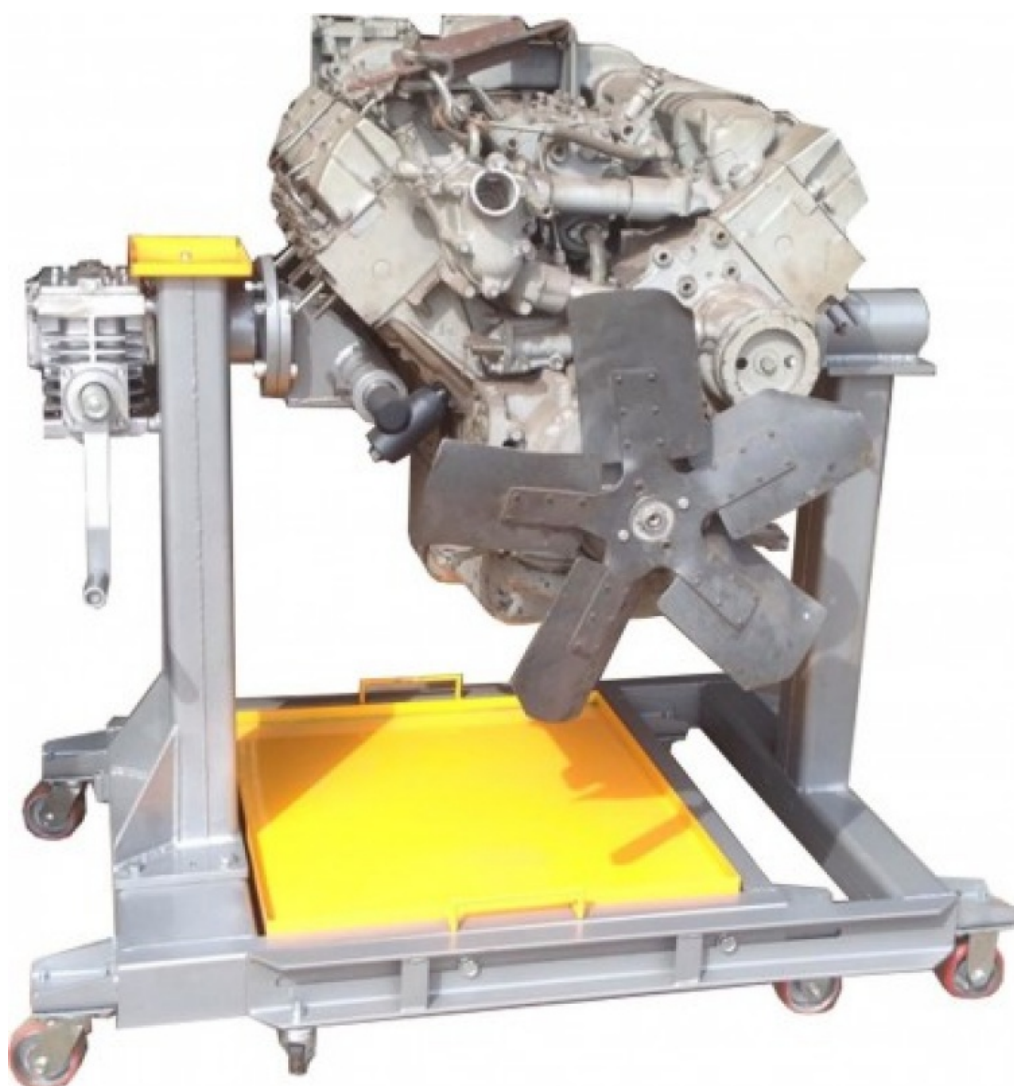


Рисунок 4 – Стенд для сборки двигателя грузового автомобиля СДУ-100

Другим найденным аналогом будет являться универсальный кантователь ЛПН-077.00.000, рисунок 5.

«Кантователь универсальный складной (без кронштейнов) для раздаточных коробок, КПП, главных передач мостов и двигателей автомобилей. При необходимости кантователь может быть разобран на отдельные части для удобной транспортировки и складирования.

Кантователь складной универсальный ЛПН-077.00.000 станет незаменимым приспособлением для ремонта автомобилей. Такой кантователь может быть использован как для собственного пользования, так и для различных СТО. С помощью этой конструкции вы сможете произвести ремонт

автомобильных коробок переключения передач, ремонт раздаточных коробок и редукторов задних мостов, а также многое другое.» [6]

«В зависимости от вида предстоящей работы, возможно собрать кантователь необходимым образом, с оснасткой, которая будет удобна для работы с определенным агрегатом. Немаловажным преимуществом складного универсального кантователя ЛПН-077.00.000 является то, что он может вращаться и позиционировать на триста шестьдесят градусов.

Кантователь выполнен из высококачественных и прочных деталей ромбовидного сечения. Все элементы сварные и очень прочные, а значит долговечные. Это добавляет всей конструкции прочности и надежности.» [18]



Рисунок 5 – Кантователь универсальный ЛПН-077.00.000

Еще один аналог конструкции кантователя представлен на рисунке 6. Это кантователь модели ЛПН-087.00.000-02.



Рисунок 6 – Кантователь универсальный ЛПН-087.00.000-02

Представленный на рисунке 6 кантователь предназначен для ремонта ДВС КамАЗ 740, ЯМЗ, CUMMINS ISBe. При смене оснастки может быть использован для ДВС CUMMINS, а так же КПП и РК ZF, главных передач мостов 6520 и МАДАРА.

Имеет возможность установки и передвижения по неровным поверхностям (при отдельном приобретении дополнительной колеи 2м.)

Кантование двигателя производится при помощи червячного редуктора, приводимого мускульной силой рабочего. Для поворота на определенный угол необходимо вращать рукоятку в сторону поворота агрегата. Преимуществом

конструкции является ее простота и применение стандартных комплектующих, позволяющих произвести сборку изделия на мощностях СТО или АТП.

В разделе произведен поиск аналогов промышленных образцов, которые могут быть использованы в части технических решений, используемых в разрабатываемой конструкции.

Все технические решения, обнаруженные в процессе поиска, могут быть использованы в работе над конструкцией кантователя. Исходя из представленных патентных и промышленных образцов, можно сделать следующие выводы по конструкции разрабатываемого устройства.

- каркас устройства будет сварной, из стандартизированных профилей;
- устройство станда будет выполнено стационарным, без возможности свободного перемещения. Это решение позволит значительно упростить конструкцию рамы устройства;
- в качестве привода кантовки будет использован электромеханический привод;
- механизм фиксации будет выполнен универсальным, с возможностью переналадки под различные типы ДВС.

Результаты анализа конструкторских решений, применяемых в промышленных образцах отражены на листе графической части. Анализ проведен методом циклограммы.

2 Разработка конструкции кантователя двигателя

2.1 Техническое задание

Техническое задание на изготовление кантователя двигателя составляется для определения базовых параметров конструкции. Техническое задание составляется от имени заказчика и является основанием для начала разработки конструкции.

«Требуется разработать в рамках выполнения выпускной квалификационной работы кантователь ДВС автомобилей КамАЗ. Он будет предназначен для широкого использования на АТП и СТО по обслуживанию грузовых автомобилей. Разрабатываемое изделие предназначается для разборки и сборки двигателей. Возможность экспорта не предусматривается.

Разработка ведется по заданию кафедры «ПЭА» Тольяттинского государственного университета в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.» [14]

Требуется разработать кантователь, адаптированный под ДВС КамАЗ и ЯМЗ, при этом, оснащенные электромеханическим приводом кантователя. В качестве привода следует применить электродвигатель, соединенный с редуктором, имеющим возможность самофиксации, например червячным.

Характеристики установки:

Габаритные размеры, не более: 1500x1500x1500 мм

Масса установки, не более: ≈ 200 кг

Масса кантуемого двигателя, не более: ≈ 800 кг

«Предполагается поставка потребителю установки в разобранном виде: отдельно рама с приводом и фиксирующим механизмом, пульт управления и траверса.

В разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия, предусмотрены условия взаимозаменяемости и возможность дальнейшего усовершенствования конструкции.» [4]

Пульт управления должен быть выполнен из черной ударопрочной пластмассы. На пульте должны быть кнопки «Вперед» и «Назад». Пульт расположить на высоте 800...1100 мм от уровня пола, расположив на стойке стенда. Рабочая поза рабочего при проведении сборочно-разборочных работ по двигателю автомобиля – стоя.

«Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер, острые углы рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить раму и выступающие агрегаты в оранжевый цвет. Внутренние поверхности дверок электрошкафов и защитных кожухов окрасить в красный цвет.

Для безотказной и эффективной работы данного изделия ТО данного изделия должно проводиться не менее 1 раза в 12 месяцев. Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи. Изделие транспортируется в разобранном виде.» [16]

Рабочая конструкторская документация, относящаяся к разработке, отображается в записке и на листах графической части.

2.2 Техническое предложение на разработку

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы, согласно полученному техническому заданию, предложено разработать стенд для разборки ДВС грузовых автомобилей, преимущественно двигателей КамАЗ и ЯМЗ.

«Предлагаемое к разработке устройство относится к оборудованию для ремонта и обслуживания транспортных средств и предназначается для разборки двигателей грузовых автомобилей. Разработка проводится с целью облегчения труда рабочего при проведении работ по разборке двигателей, а

также с целью снижения затрат на обслуживание стенда, упрощении его конструкции и доводке до современного технического уровня развития техники.

Предполагается использование стенда как на проектируемом предприятии, так и внедрение его на все предприятия, которые оказывают услуги по ремонту и обслуживанию грузовых автомобилей.

Разработка проводится на основании проведенного патентного поиска, исходя из выбранного технического решения для данного стенда и на основании составленного описания полезной модели. Прототипом разрабатываемой конструкции будет являться стенд ЛПН-087.00.000-02, рисунок 6.» [15]

Приведенный прототип имеет ряд недостатков по сравнению с принятым к разработке:

- более сложная конструкция увеличивает металлоемкость и массу стенда, делая его более дорогим и громоздким.
- необходимость постоянной смены масла в редукторе и подтяжки привода делает прототип более сложным и дорогим в эксплуатации.

Таким образом, целью разработки оборудования является устранение этих недостатков, либо сведение их к минимуму.

Окончательно принимаем следующие конструктивные решения для разрабатываемого стенда:

- привод оставляем электромеханическим, как в аналоге, что позволит сократить время выполнения операций по кантовке и позволит производить операции с меньшим риском, что безусловно, более важно при создании нового вида техники.
- для уменьшения металлоемкости и габаритов стенда, применяем компоновку, исключая создание коробчатых траверс, вместо них используем прокат различного профиля.
- ввиду малого времени работы редуктора и учитывая специфику проведения работ, оставляем червячный редуктор, так как чрезвычайно

мягкий режим работы позволит производить замену масла через значительные промежутки времени.

Рассмотрим различные схемы, используемые в конструкции разрабатываемого стенда. Принципиальные схемы позволят лучше понять и раскрыть особенности компоновки конструкции устройства. Электрическая схема представлена на рисунке 7

«Схемы с блокировкой предназначены для предотвращения неправильной последовательности включения электрических машин и механизмов. В данной схеме управления электродвигателем исключается одновременное срабатывание магнитного пускателя "Вперед" КМ1 и магнитного пускателя "Назад" КМ2. это обеспечивается с помощью нормально-замкнутых блок-контактов КМ1-2 и КМ2-1 в цепи обмоток магнитных пускателей КМ1 и КМ2.» [16]

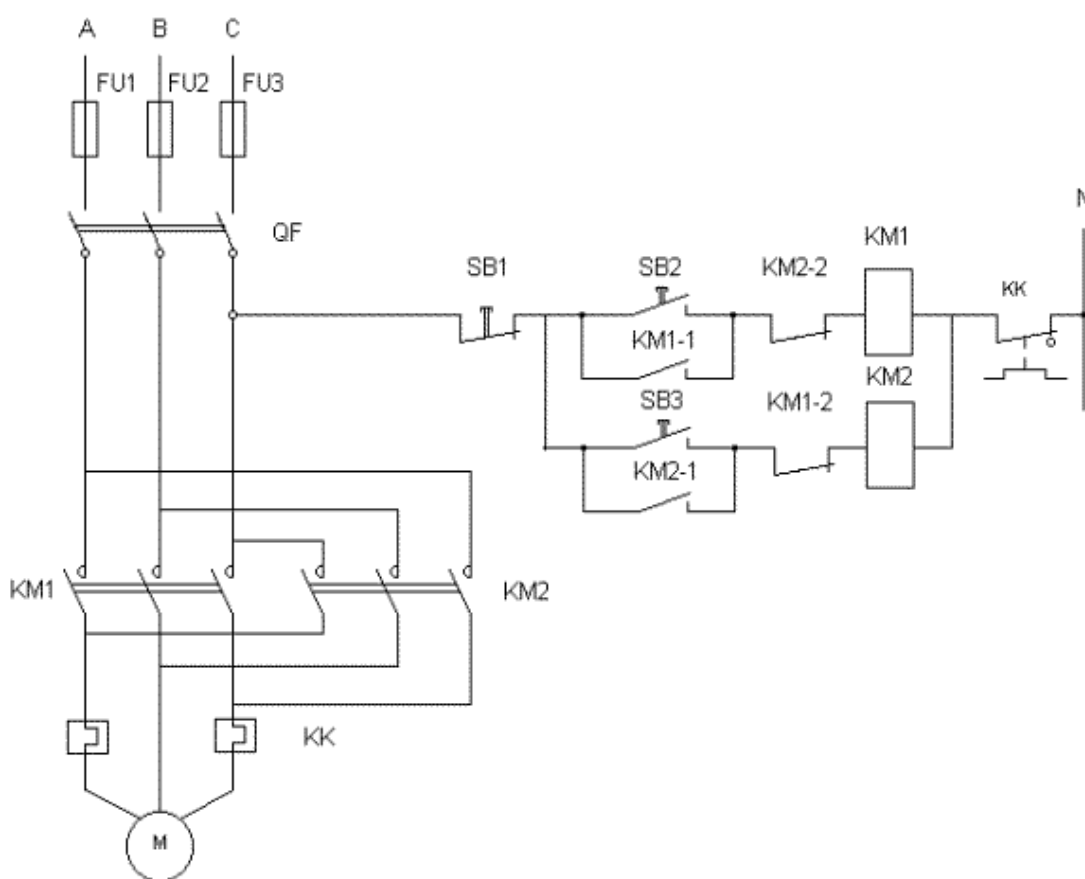


Рисунок 7 – Электрическая схема привода кантователя

«При нажатии на кнопку "Пуск" SB2 замыкается цепь питания катушки магнитного пускателя KM1, его нормально замкнутый блок-контакт размыкается и размыкает цепь питания магнитного пускателя KM2. Это делает невозможным замыкание цепи питания пускателя KM2 без нажатия кнопки SB3. Аналогично схема будет работать при нажатии кнопки SB3 для пускателя KM2.

Тепловое реле КК защищает двигатель от перегрузки и пропадания одной из фаз. Плавкие вставки FU служат для защиты электродвигателя и цепи магнитного пускателя от тока короткого замыкания.

Для детальной проработки конструкции установки рассмотрим отдельные узлы конструкции. Для этого, рассмотрим узел поворота двигателя и узел привода поворота двигателя.» [17]

«На рисунок 8 изображен узел поворота траверсы. Предполагается выполнение узла в виде вала, закрепляемого в подшипниковой обойме, в роли которой выступает опора привода ВАЗ. Привод производится посредством шкива, закрепляемого на одном конце вала посредством шпонки. На другом конце вала находится кронштейн, также соединенный с валом посредством шпонки. Кронштейн позволяет производить вращение двигателя, именно с его помощью производится закрепление двигателя на стенде.» [18]

Предполагается в качестве подшипниковой опоры использовать стандартный элемент ступицы переднеприводного автомобиля ВАЗ. Данное решение позволит значительно сократить затраты на проектирование такого узла и избежать дополнительных работ по подгонке и изготовлению деталей самостоятельно.

Защитой от коррозии и загрязнения поверхности узла будет являться эмалевое покрытие, наносимое на поверхность детали методом напыления до его сборки. В равной степени, допускается использование порошковых спекаемых красок.

На рисунок 9 изображен узел приводного шкива, используемого в механизме передачи крутящего момента от двигателя на траверсу.

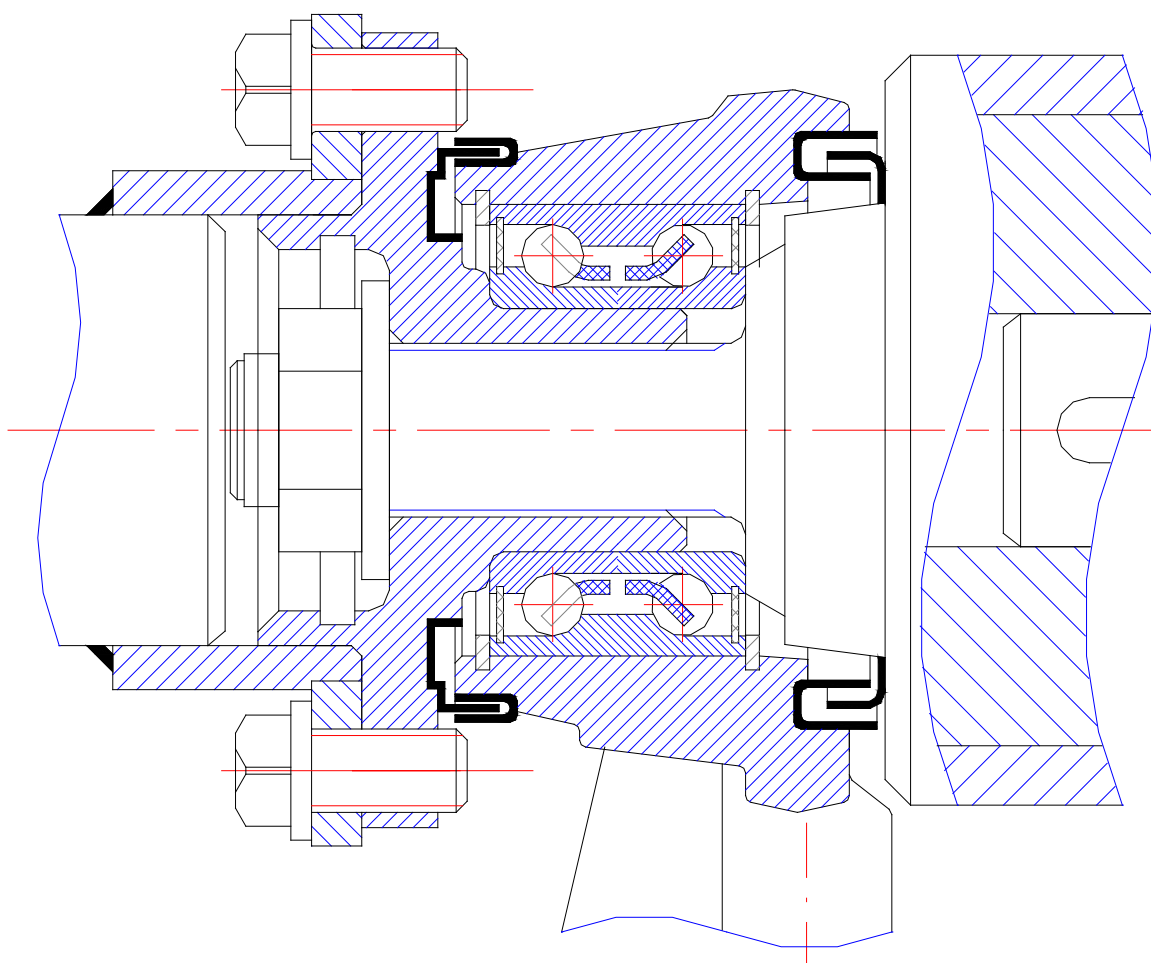


Рисунок 8 – Узел поворота траверсы

Привод рычага производится посредством приводного ролика, на котором на оси двигателя крепятся сам ролик, посредством винта, привод производится при помощи зубчатого ремня.

Подобное решение позволит обеспечить поворот траверсы без проскальзывания, что обеспечит точное базирование и плавный поворот кантуемого агрегата.

Также при проектировании следует обратить внимание на эстетические и эргономические характеристики конструкции, поскольку это является важным фактором конструкции стенда.

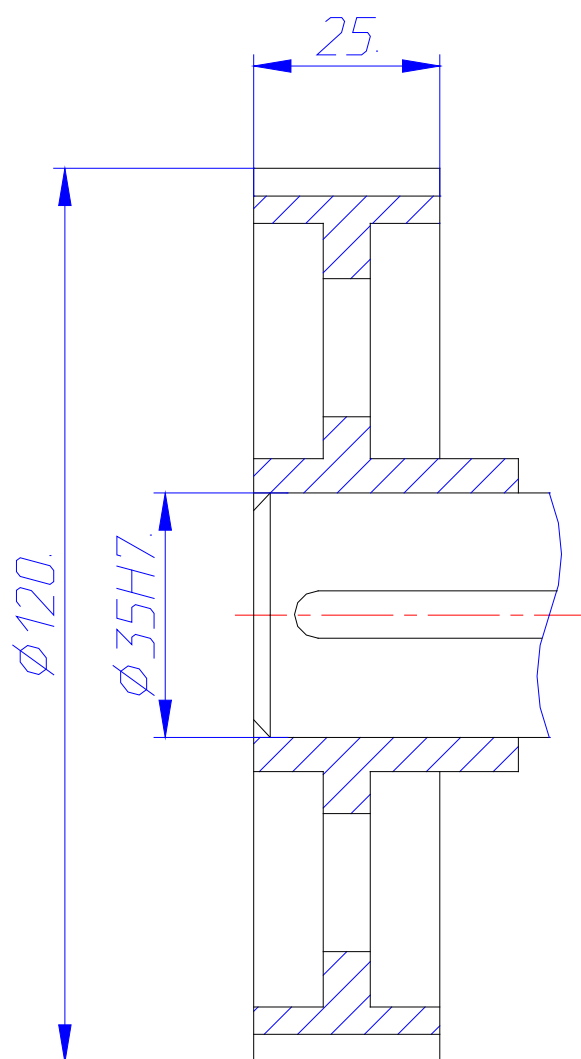


Рисунок 9 – Шкив привода поворота траверсы

«Конструкционная форма станда в основном представлена прямыми линиями и плоскостями. Внешний вид установки полностью соответствует характеру выполняемых на нем работ, четко обрисованы основные узлы и агрегаты, выражающие функциональную принадлежность станда. Станина, выполненная несколько большей ширины, чем рама, создает впечатление устойчивости и, таким образом, внешняя форма не является психологическим раздражителем. Общая, устремленная вверх форма станда, придает конструкции современный изящный вид. Силовые агрегаты станда вынесены отдельно от рамы станда, что облегчает доступ к ним при проведении ППР.

Функциональность стенда подчеркивает волновой редуктор, вынесенный сбоку от стенда, непосредственно в зоне закрепления.

При проработке наружного дизайна учтены условия эксплуатации и технические возможности производства, на котором стенд предполагается изготовить. Дизайн стенда характеризуется плоскостями, расположенными без наклона, что облегчает изготовление. Также полностью исключены всевозможные декоративные элементы, а также полости, которые способствовали бы скоплению пыли и грязи.

При решении цветового дизайна учтены психофизические особенности человека, работающего на данном стенде. Наружные поверхности окрашиваются эмалью в матовый светло-зеленый цвет.

Силовые агрегаты окрашиваются краской данного типа в желтый цвет, внутренние поверхности установки окраске не подлежат.» [7]

«Установка, поскольку ее обслуживает оператор, должна в полной мере соответствовать антропометрическим параметрам и требованиям, предъявляемых к технологическому оборудованию. К таким требованиям относятся в частности:

- углы зрения оператора при работе не более 20° по вертикали и не более 70° по горизонтали
- усилие поворота рукоятки не более 50 Н.
- не допускается силовая нагрузка на оператора при загрузке-выгрузке для чего предусмотреть на участке кран-балку либо иное погрузочно-разгрузочное устройство.
- исключить действие на оператора испарений масла, для чего предусмотреть на участке вытяжку.

Немаловажное значение при проектировании какого либо изделия имеют его эргономические показатели, то есть его степень приспособленности к усредненным человеческим параметрам. Именно эти параметры и являются определяющими при дальнейшем внедрении изделия в производство.

Установка предназначена для проведения сборочно-разборочных работ, что сопряжено с повышенной опасностью. При работе установки, конструкция установки должна обеспечивать рабочему оптимальные углы обзора, для обеспечения безопасности движения. Горизонтальные углы обзора (без учета поворота головы рабочего) должны составлять 60° , вертикальные- 10° вверх и 30° вниз, также должны соблюдаться углы поворота рук рабочего, аналогичные требования на положение туловища.» [22]

2.3 Расчет конструкции кантователя двигателя

Проектируемая установка рассчитана на двигатели грузового автомобиля. Расчет проводится с учетом запаса прочности:

$$m = 1000 \text{ kg}$$

«Максимальный крутящий момент необходимо прикладывать при повороте двигателя относительно поперечной оси. Тогда крутящий момент:

$$M_{кр} = G \cdot (L + f \cdot d) \cdot k, \quad (1)$$

где $G = 10\,000 \text{ Н}$ – вес ДВС

L – максимальное расстояние от центра тяжести до оси вращения

$f = 0,1$ – коэффициент трения в подшипниковом узле

$d = 0,05 \text{ м}$ – диаметр вращения

$k = 1,2$ – коэффициент, учитывающий инерционное сопротивление.» [10]

$$M_{кр} = 10000 \cdot (0,1 \cdot 0,05) \cdot 1,2 = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Также необходимо учитывать трение в подшипниках, принимается приблизительно, исходя из эмпирических расчетов:

$$M_{тр} = 7.4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Окончательно крутящий момент принимаем в размере:

$$M = c \cdot (M_{кр} + M_{тр}), \quad (2)$$

где $c = 1,6$ – коэффициент запаса

$$M = 1,6 \cdot (60 + 7,4) = 107,84 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

«Для создания подобного крутящего момента предполагается применение в конструкции червячного редуктора.

Нагрузка на подшипник приходится в основном от веса двигателя, $R_a = G = 10000 \text{ Н}$. Боковых нагрузок не возникает. Ввиду малой частоты вращения вала, размеры подшипников принимаем конструктивно, исходя из размеров вала.

Рассчитаем диаметр вала в опасном сечении, работающем на кручение.»
[18]

$$d = \sqrt[3]{10 \sqrt{M_{и}^2 + M_{кр}^2} / [\sigma]}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$M_{кр} = 107,84 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{и} = 700 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$[\sigma] = 112.5 \text{ МПа}$$

$$d = \sqrt[3]{10 \sqrt{700^2 + 107.84^2} / [112.5]}$$

$$d = 39.2 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала $d = 48 \text{ мм}$, исходя из соображений обеспечения запаса прочности.

«Зная частоту вращения выходного звена (задаваясь, исходя из условий технологического процесса работы на стенде) и КПД механизма, можно определить необходимую мощность двигателя:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_c}{9550 \cdot \eta_{мех}} ; \quad (4)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент.

n_c – частота вращения выходного звена (двигателя).

$\eta_{мех}$ – КПД механизма,

N – мощность электродвигателя.» [18]

$$\eta_{мех} = \eta_{рем} \cdot \eta_{зуб}^2 \cdot \eta_n^2 , \quad (5)$$

где $\eta_{рем}$ – значение к.п.д. для открытой ременной передачи,

$\eta_{зуб}$ – значение к.п.д. для зубчатой передачи,

η_n – потери на трение в опорах для одной пары подшипников.

$$\eta_{мех} = 0,93 \cdot 0,96^2 \cdot 0,993^2 = 0,84$$

n_c определяем из условия технологического процесса на стенде:

$$n_c = 4 \text{ об/мин,}$$

$$M_{кр} = 107,84$$

$$N = \frac{107,8 \cdot 4}{9550 \cdot 0,84} = 0,53 \text{ кВт.}$$

«По найденному значению мощности по каталожным данным подбираем двигатель мощностью $N_{дв} = 0,75$ кВт с частотой вращения вала $n_{дв} = 750$ об/мин. В качестве передаточного органа принимаем редуктор Ч-100.

Расчет трансмиссии (редуктора привода) и разбивка его по ступеням.»
[18]

Общее передаточное отношение между двигателем и выходным звеном определяется по формуле:

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_c}; \quad (6)$$

где $n_{\text{дв}} = 750$ (об/мин) частота вращения выбранного электродвигателя,

$n_c = 4$ (об/мин) частота вращения выходного звена (барабана).

$$u = \frac{750}{4} = 187,5$$

Передаточное отношение обеспечивается червячным редуктором и открытой ременной передачей. Принимаем передаточное число ременной передачи 2.5.

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 = 2,5 \cdot u_2 = 187,5$$

$$u_2 = 187,5 / 2,5 = 75$$

Принимаем передаточное число червячного редуктора Ч-100 равное 80.

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 = 2,5 \cdot 80 = 200$$

Фактическая частота вращения рабочего органа составит:

$$n = 750 / 200 = 3,75 \text{ об/мин}$$

Окончательно, в качестве передаточного органа принимаем редуктор Ч-100-80-51-1-УЗ.

В приводе применяется шпоночное соединение, которое требуется рассчитать на смятие. При расчете предполагается, что нагрузка распределяется равномерно по всей длине шпонки:

$$\sigma_{см} = \frac{2 * M_{кр}}{D * h * l_{шп}} \leq [\sigma]_{см}, \quad (7)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, $M_{кр} = 107.84$ Н·м (с учетом передаточного числа при максимальной нагрузке)

D – диаметр вала, $D = 0,048$ м

h – высота шпонки, $h = 0,017$ м

$l_{шп}$ – длина шпонки, $l_{шп} = 0,045$ м

$$\sigma_{см} = \frac{2 * 107.84}{0.048 * 0.017 * 0.045} = 5.9 \text{ МПа} \leq [18 \text{ МПа}]$$

Условие смятия выполняется, следовательно шпонка подходит под условия нагружения.

Подготовка разработанного кантователя к работе будет производиться следующим образом:

– перед установкой кантователя выдержать его в закрытом отапливаемом и вентилируемом помещении при температуре $20 \pm 10^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60% в течение 48 часов.

– кантователь поставляется в собранном виде, не требует специального монтажа и устанавливается в помещении с покрытием, допускающим удельное давление не менее 100 Н/см^2 (10 кг/см^2) и отклонение от горизонтали, не превышает 2° , при отсутствии выбоин на поверхности.

Подготовка кантователя к работе.

– проверить наличие масла в редукторах приводов подъёма и при необходимости долить свежее автомобильное трансмиссионное масло до уровня контрольного отверстия. Далее из пробки заливного отверстия редуктора выкрутить винт М5 для устранения избыточного давления.

– произвести смазку узлов кантователя.

– смазать поверхности стоек, по которым перемещаются ползуны кареток, опорные подшипники стоек, грузоподъёмные винты смазкой 158М, ТУ 38.301-40-25-94.

– произвести электромонтаж кантователя в соответствии со схемой электрической соединений. Произвести подключение кабеля соединительного к клеммам блоков зажимов поста управления стойки согласно схеме подключения соединительного провода.

– произвести подключение шкафа аппаратного стойки к питающей электросети согласно схеме электрической соединений.

– заземление кантователя осуществляется через нулевую жилу питающего кабеля, которая присоединяется к болту заземления шкафа аппаратного.

– установить на каретки балки, вставки и опоры. Вставить в проушины балок и кареток оси. Оси застопорить стопорными кольцами. Зафиксировать вставки болтами.

Результатом выполнения раздела явилось формирование технического задания и технического предложения на разрабатываемую конструкцию кантователя. В техническом задании изложены основные требования к проектируемой конструкции оборудования. В техническом предложении конструкция кантователя проанализирована с точки зрения применимости технических решений, предъявляемых к конструкциям подобного вида. Результатом технического предложения явилась компоновка разрабатываемой конструкции и определение наиболее ответственных узлов. На основании компоновки и определения ответственных узлов выполнены расчеты элементов конструкции кантователя двигателя.

3 Разработка технологического процесса замены коленчатого вала двигателя грузового автомобиля

3.1 Условия работы двигателя грузового автомобиля

«Двигатель автомобиля – сложный механизм, включающий в себя множество различных механизмов, выполняющих различные функции, но работающих как единое целое. Это и система питания, система газораспределения, кривошипно-шатунный механизм и т.д. Если двигатель легкового автомобиля работает в относительно ненагруженных условиях, то двигатель автобуса работает в условиях, приближенных к экстремальным.» [1]

«В первую очередь это относится к тому, что удельная мощность (отношение мощности двигателя к массе автомобиля) выше у легкового автомобиля, поэтому даже при работе в равных дорожных условиях степени загруженности у этих типов автомобильных двигателей несопоставимы. Отсюда – больший износ деталей двигателя, и, соответственно, меньший ресурс.

Во-вторых, большое значение имеют условия хранения автомобиля. Если на предприятии имеется возможность организации отапливаемой стоянки легкового автомобиля, либо возможность постановки его в гараж, то размещение грузовиков и организация отапливаемых стоянок для автобусов и грузовых автомобилей в условиях России сопряжена с определенными трудностями. Следовательно, происходит перемерзание двигателя, для его запуска водитель вынужден применять подогрев для уменьшения вязкости масла в картере и снижения величины крутящего момента при запуске двигателя. Зачастую этих мер недостаточно, поэтому происходит пуск перемерзшего двигателя, однако известно, что запуск холодного двигателя зимой эквивалентен приблизительно 200 км пробега, при подобном запуске идет особенно интенсивный износ. Как вариант при отсутствии системы обогрева двигателя и трансмиссии на стоянке применяется режим

непрерывной работы двигателя при постановке автомобиля на стоянку, что также неблагоприятно сказывается на величине ресурса двигателя.» [19]

«В третьих, работа двигателя грузовика сопряжена с неблагоприятными дорожными условиями, они вынуждены подолгу находиться в условиях повышенной запыленности воздуха. Плотность пыли настолько высока, что даже многоступенчатая фильтрация воздушного потока неспособна обеспечить достаточно качественную очистку воздуха. Пыль, попадая внутрь двигателя и оседая на трущихся деталях, действует подобно частицам абразива, что вызывает интенсивный износ трущихся поверхностей и снижает ресурс двигателя. Работа летом, при низких скоростях движения также способствует перегреву двигателя, что в свою очередь способно вызвать коробление отдельных деталей двигателя, привести к возникновению остаточных напряжений на отдельных деталях и в конечном итоге способствовать развитию усталостных трещин.» [20]

Как следует из всего вышесказанного, двигатель автомобиля работает в условиях повышенных механических и температурных нагрузок. Износ, который возникает на деталях механизмов и узлов двигателя также специфичен для каждого из них. Так, например, детали механизмов газораспределения и кривошипно-шатунного механизма в большей степени подвержены механическому износу из-за трения в сопряженных парах деталей. Детали механизма топливоподачи более подвержены эрозии вследствие температурных перепадов и потока жидкости под давлением и при пульсации потока, что способствует кавитации. Механизм газораспределения испытывает износ от газовой эрозии, так как через детали протекает поток газов высокой температуры и на большой скорости. Все это в совокупности говорит о невозможности определения единого вида износа и вынуждает при проведении капитального ремонта использовать различные методы ремонта деталей.

3.2 Наиболее характерные неисправности двигателя

Как следует из отмеченного ранее, износу подвергаются все системы двигателя в процессе эксплуатации, причем этот износ имеет относительно равномерный характер. Однако, имеется ряд характерных неисправностей, наиболее часто встречающихся среди отказов двигателя. То есть это те неисправности, с которыми в процессе ремонта приходится сталкиваться постоянно и те, которые устраняются оперативно при наличии необходимых деталей. Условно все неисправности можно разделить по узлам и системам, где эти неисправности возникают. Рассмотрим наиболее типичные из них.

К наиболее часто встречающимся неисправностям системы питания относятся:

- Нарушения зазора между иглой форсунки и распылителем (инжекторный двигатель) вследствие эрозионного выкрашивания.
- Нарушение работы топливного насоса высокого давления из-за:
 - попадания инородных частиц с топливом,
 - поломки пружин
 - выхода из строя электромотора
 - нарушении герметичности и попадании воздуха в систему
- Засорение топливных фильтров из-за низкокачественного топлива.
- Засорение либо поломка иглы форсунки.

К наиболее часто встречающимся неисправностям системы охлаждения двигателя относятся:

- Засорение каналов охлаждения двигателя вследствие образования накипи.
- Трещины рубашки охлаждения из-за замерзания охлаждающей жидкости.
- Попадание воды в цилиндры из-за коробления головки, возникает как правило вследствие перегрева двигателя.

- Нарушение герметичности подводящих рукавов.
- Разрывы трубок радиатора из-за замерзания воды.
- Течи охлаждающей жидкости. Могут возникать по причине недостаточной затяжки хомутов рукавов, порывов прокладок и т.д.

К наиболее часто встречающимся неисправностям системы газораспределения двигателя относятся:

- Прогар клапанов.
- Поломка пружин клапанов.
- Износ кулачков распределительного вала.
- Износ опорных шеек распределительного вала
- Поломка штанг толкателей клапанов.
- Выкрашивание зубьев привода распределительного вала.
- Износ площадок коромысел.
- Нарушение теплового зазора между толкателем и коромыслом.
- Нарушение геометрии стержня клапана.
- Прогар клапанных седел.

К наиболее часто встречающимся неисправностям кривошипно-шатунного механизма двигателя можно отнести:

- Проворачивание вкладышей шатунов.
- Коробление шатуна вследствие перегрева.
- Износ вкладышей, увеличенный зазор между шатуном и шейкой коленчатого вала.
- Износ поверхности верхней головки шатуна, увеличенный зазор с поршневым пальцем.

К наиболее часто встречающимся неисправностям цилиндра-поршневой группы двигателя можно отнести:

- Прогар днища поршня.
- Разрушение поршневых колец.
- Залипание поршневых колец.

- Выкрашивание поршневых канавок.
- Выпадение пальца, может происходить при разрушении стопорного кольца.
- Образование нагара на днище поршня.
- Чрезмерный износ поршневых колец.
- Износ гильзы цилиндра.
- Царапины зеркала цилиндра
- Образование накипи на поверхности гильзы, вследствие чего ухудшается теплоотдача.
- Образование каверн на зеркале цилиндра.

Отдельно можно отметить характерные виды износа и как следствие, неисправностей коленчатого вала двигателя. К таковым стоит отнести:

- Износ коренных и шатунных шеек коленчатого вала.
- Срез шпонки привода механизма ГРМ.
- Проворачивание вкладышей вследствие отсутствия смазки либо перегрева.
- Коробление коленчатого вала вследствие перегрева.
- Износ маслосгонной резьбы.
- Износ сальников коленчатого вала.

Кроме перечисленных видов неисправностей различных механизмов и узлов двигателя в практике проведения работ, встречаются отказы, связанные с разрушением базовых деталей, например трещины картера блока цилиндров. Также возможны неисправности, связанные с отказом системы смазки. Как правило, подобное приводит не только к необходимости ремонта самой системы, но и проведению сопутствующего ремонта других систем двигателя, вызванных, например масляным голоданием или перегревом. Подобные примеры комплексных неисправностей встречаются при нарушении контроля за параметрами работы двигателя или нарушения эксплуатации агрегата.

3.3 Технологический процесс разборки двигателя

Как было указано выше, проведение операции демонтажа производится на оборудованном посту моторного участка. Проведение работ производится с использованием специализированного кантователя, что является требованием безопасности проведения работ. Требуется разработать последовательность выполнения операции по проведению демонтажа коленчатого вала и его установке и составить технологическую карту на выполнение ремонтных операций. При работе по замене коленчатого вала двигателя КамАЗ используются следующие инструменты и приспособления:

- комплект слесарного инструмента, ключи торцовые и рожковые;
- устройство для кантовки двигателя;
- комплект специальных съёмников;
- подъёмный кран или таль для перемещения демонтированных узлов и крупногабаритных деталей.

«Коленчатые валы двигателей КАМАЗ изготовлены из высококачественной легированной стали 42ХМФА ТУ 14-1-5520-2005 и имеют пять коренных четыре шатунных шейки, связанные щеками и сопряженные переходными галтелями. Для равномерного чередования рабочих ходов шатунные шейки коленчатого вала расположены под углом 90° . Упрочнение коленчатых валов производится с использованием следующих технологий:

- азотирование на глубину 0,25...0,3 мм, твердость упрочненного слоя не менее 600 HV;
- закалка токами высокой частоты (ТВЧ) коренных и шатунных шеек, включая переходные галтели, на глубину 2,5...5,5 мм, твердость упрочненного слоя 52...62 HRC.» [13]

Параметры коленчатых валов отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные конструктивные параметры коленчатых валов, определяющие их применяемость

Обозначение вала	Упрочнение	Радиус кривошипа (мм)	Крепление маховика (количество отверстий и тип резьбы)	
			Резьба	Количество
740.13-1005020	ТВЧ	60	M14	8
740.30-1005020-01	ТВЧ	60	M16	10
740.50-1005020	азотирование	65	M16	10
740.62-1005020	ТВЧ	65	M16	10
740.65-1005020	ТВЧ	65	M14	8

Все коленчатые валы ОАО «КАМАЗ» имеют следующую маркировку:

1. обозначение коленчатого вала на боковой поверхности третьего, считая от фланца со стороны вентилятора, противовеса. Маркировка выполняется выступающим шрифтом при штамповке поковки (например «740.50-10005020»). На некоторых моделях валов часть маркировки выполняется утопленным шрифтом;

2. серийный номер вала — на обработанной поверхности третьего противовеса;

3. дата изготовления поковки — на боковой поверхности 4-го противовеса: первые две цифры — год, третий символ из перечисления (1–9, О, Н, Д) — порядковый номер месяца (например, 09Н — ноябрь 2009 г, 085 — май 2008 г.);

4. товарный знак «КАМАЗ» на боковой поверхности 5-го противовеса;

5. «R65» — величина радиуса кривошипа (только для валов 740.50, 740.62, 740.65) на боковой поверхности 6-го противовеса;

б. знак ОТК на обработанной поверхности 8-го противовеса.

В соответствии с технологией проведения ремонтных работ составим технологию процесса замены коленчатого вала двигателя автомобиля КамАЗ. Процесс разборки включает в себя следующие виды работ:

1 Перед установкой коленчатого вала поз. 1 крышки коренных подшипников поз. 2 (рисунок 10) должны быть демонтированы из блока цилиндров. Сначала отпускаются стяжные болты поз. 4 и 5, а затем в два приема болты крепления крышек поз. 3.

2 Подобрать вкладыши коренных подшипников согласно Руководству по ремонту, исходя из диаметров коренных шеек вала и диаметра расточки под вкладыши в блоке цилиндров.

3 Проверить вкладыши, постели блока, установить последовательно верхние вкладыши коренных подшипников в постели блока цилиндров и нижние вкладыши коренных подшипников в крышки. При установке вкладышей необходимо совместить выступы вкладышей с пазами в постели блока и крышках соответственно.

4 Смазать вкладыши коренных подшипников моторным маслом согласно химмотологической карты на двигатель.

5 Установить коленчатый вал на двигатель.

6 Установить нижние и верхние полукольца упорного подшипника коленчатого вала в выточках на пятой опоре, таким образом, чтобы сторона с канавками прилегала к упорным торцам вала. После установки необходимо проверить наличие осевого зазора в упорном подшипнике.

7 Тщательно очистить и смазать моторным маслом резьбу в отверстиях блока и на болтах, избыток масла удалить.

8 Плотнo и без перекосов установить крышки коренных опор по посадочным поверхностям. При установке крышек поз. 2 (рисунок 10) соблюдать совпадение порядкового номера крышки (выбитым на нижней поверхности) с порядковым номером опор блока. Нумерация опор на блоке начинается от переднего торца блока (со стороны вентилятора).

9 Затянуть болты в следующей последовательности:

9.1 вставить в отверстия крышек коренных опор болты поз. 3 с шайбами и завернуть на 1...2 оборота;

9.2 затянуть в два приема болты крепления крышек поз. 3 с опережением затяжки правого ряда не менее 1 сек. Предварительно, с крутящим моментом 95...120 Н·м (9,6...12 кгс·м), окончательно с крутящим моментом 275...295 Н·м (28...30 кгс·м);

9.3 ввернуть и затянуть стяжные болты поз.4 и 5 с крутящим моментом 147...167 Н·м (15...17 кгс·м);

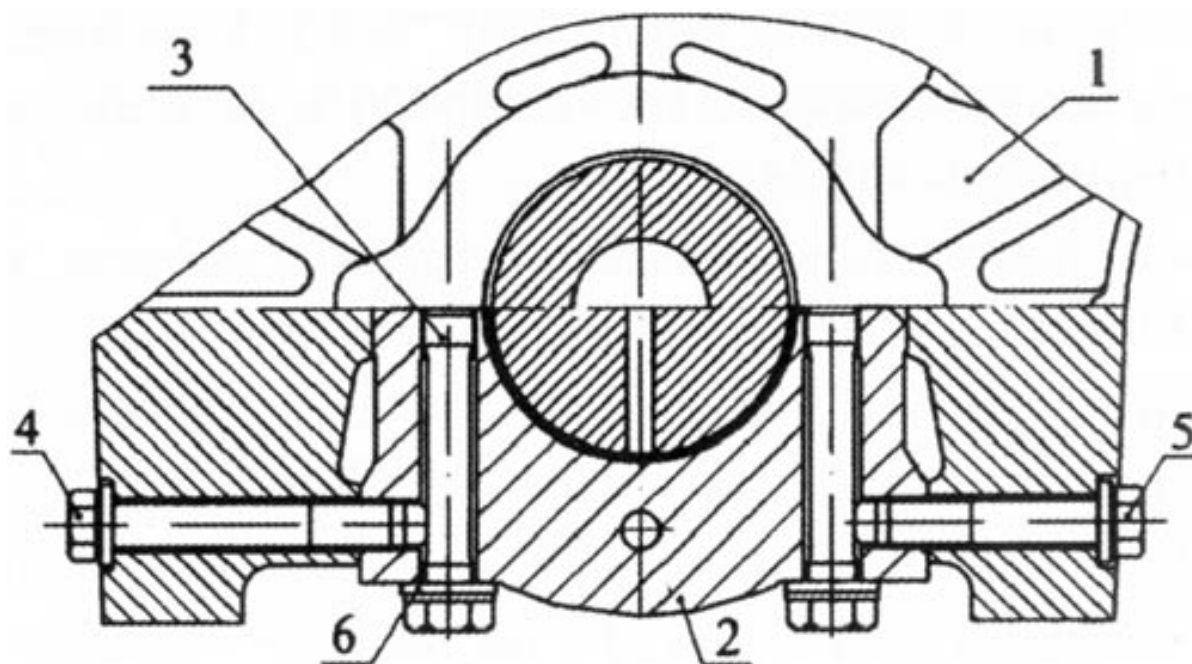
9.4 при затяжке болтов сопротивление должно нарастать плавно без рывков;

9.5 затяжку болтов поз. 3 контролировать замером моментов при заворачивании частично отвернутых болтов до положения, в котором они находились до контроля. При этом момент должен находиться в пределах 270...280 Н·м (27,5...29,5 кгс·м). Допускается затяжку болтов контролировать по угловому повороту болтов от положения, в котором они находились до контроля, затягивая частично отвернутые болты с моментом 285 Н·м (28 кгс·м). При этом угловое отклонение должно находиться в пределах от -9° до $+4^\circ$.

10 Измерить осевой зазор коленчатого вала. Допустимое значение (0,1...0,2) мм. При необходимости осевой зазор отрегулировать установкой полуколец упорного подшипника другой толщины.

11 По окончании затяжки болтов поз. 3, 4 и 5 момент сопротивления провороту коленчатого вала не должен превышать 10 Н·м (1,0 кгс·м).

Технологическая карта демонтажа коленчатого вала двигателя КамАЗ представлена в таблице 3.



1 - блок цилиндров; 2 - крышка коренной опоры; 3 - болт крепления коренной опоры; 4 - стяжной болт (правый); 5 - стяжной болт (левый); 6 - шайба.

Рисунок 10 – Коренная опора коленчатого вала

Затяжку болтов крепления коренных опор старой конструкции 740.1005157 следует производить крутящим моментом 21...23,5 кг·м, а стяжных болтов (с резьбой М12) — 8,2...9,2 кг·м. Конструктивные отличия болтов 740.1005157 от новых болтов 740.1005157-02 приведены на рисунке 11.

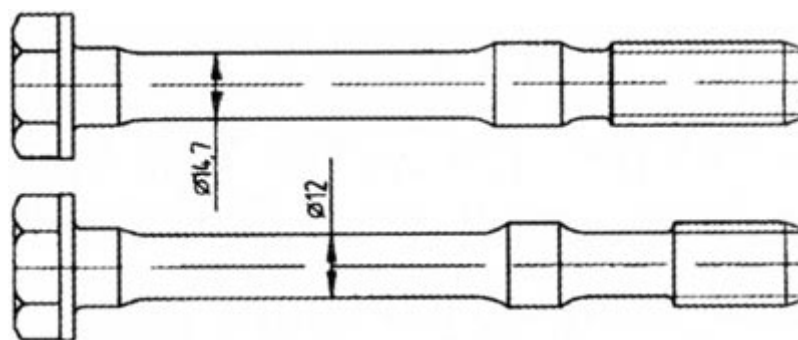


Рисунок 11 – Конструктивные особенности болтов 740.1005157-02 (сверху) и 740.1005157 (снизу)

Таблица 3 – Технологическая карта разборки двигателя КамАЗ. Исполнитель – слесарь по ремонту автомобилей 5-го разряда

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Исполнитель	Трудоемкость, чел-мин	Примечание
1 Подготовка стенда и двигателя к работе				
1.1 Произвести регулировку положения рамы стенда по высоте.		Слесарь 5-го разряда	0,5	Сообразно росту рабочего
1.2 Произвести регулировку траверсы до нормального положения		Слесарь 5-го разряда	0,5	Полки траверсы должны занять горизонтальное положение, штифтами вверх.
1.3 Слить масло с двигателя		Слесарь 5-го разряда	2,5	
1.4 Вымыть двигатель снаружи	Моечная установка	Оператор моечной установки		Работа выполняется в моечном отделении
2 Установка двигателя на стенд				
2.1 Закрепить кронштейны на блоке цилиндров двигателя	Ключ 14-17	Слесарь 5-го разряда	2,5	
2.2 Установить двигатель на стенд	Лебедка либо кран-балка, два ключа 14-17.	Слесарь 5-го разряда	2	Убедиться в соответствии отверстий на кронштейнах отверстиям на траверсе.
2.3 Закрепить двигатель	Два ключа 14-17	Слесарь 5-го разряда	1,5	
3 Разборка двигателя				

Продолжение таблицы 3

3.1 Снять с двигателя воздушный фильтр, ТНВД, ремни привода водяной помпы и остальные наружные агрегаты.	Набор гаечных ключей, пневмогайго верт ударно-импульсного действия.	Слесарь 5-го разряда	10,2	
3.2 Снять крышки форсунок	То-же	Слесарь 5-го разряда	12	
3.3 Снять головку блока	-"	Слесарь 5-го разряда	7	
3.4 Перевернуть двигатель		Слесарь 5-го разряда	0,5	
3.5 Снять крышку картера	Шестигранная головка 12, ключ храповый	Слесарь 5-го разряда	5,5	
3.6 Снять масляный насос	Шестигранная головка 14, ключ храповый	Слесарь 5-го разряда	3	
3.7 Удалить распределительные валы	То-же	Слесарь 5-го разряда	10	
3.8 Снять шатунные крышки	Набор гаечных ключей, пневмогайго верт ударно-импульсного действия.	Слесарь 5-го разряда	16	
3.9 Извлечь поршни с шатунами в сборе		Слесарь 5-го разряда	10	Выполняется снизу
3.10 Снять маховик коленчатого вала	Набор гаечных ключей, пневмогайго верт ударно-импульсного действия.	Слесарь 5-го разряда	5	
3.11 Снять шкив	То-же	Слесарь 5-го разряда	4	

Продолжение таблицы 3

3.12 Снять заднюю крышку	-"	Слесарь 5-го разряда	2,5	
3.13 Снять переднюю крышку	-"	Слесарь 5-го разряда	2,5	
3.14 Снять крышки коренных подшипников	-"	Слесарь 5-го разряда	2,5	
3.15 Извлечь коленчатый вал		Слесарь 5-го разряда	0,5	
4 Сборка двигателя		Слесарь 5-го разряда	136,8	Выполняется в последовательности, обратной п.3

В технологическом разделе была произведена разработка технологического процесса замены коленчатого вала двигателя автомобиля КамАЗ. Выявлены основные неисправности, характерные для узлов и деталей различных систем двигателя грузового автомобиля. Рассмотрены основные причины необходимости проведения замены коленчатого вала, производимого, как правило, при проведении капитального ремонта двигателя и являющегося частью технологического процесса ремонта двигателя автомобиля. Разработана технология замены коленчатого вала двигателя автомобиля, с использованием конструкции устройства для кантователя двигателей, разработанная в конструкторском разделе выпускной квалификационной работы. Результаты разработки представлены в виде технологической карты на листе графической части.

4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования

4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ)

В разделе безопасности и охраны труда рассматривается технологический процесс проведения работ на моторном участке автотранспортного предприятия. В качестве технологического процесса принимается разборочно-сборочные и ремонтные работы по автомобильному двигателю. Работы производятся на отдельных постах моторного участка, имеющего необходимое для производства работ оборудование. Сборка и разборка двигателей производится на кантователях, разработанных в конструкторском разделе выпускной квалификационной работы. При выполнении работ на моторном участке используется специализированный инструмент и приспособления, а также пресовое и подъемное оборудование. Все вышеописанное требует условий по охране труда, поскольку их использование может повлечь риск получения травмы или потерю трудоспособности при нарушении правил и требований к проведению работ.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков проводится в соответствии с нормативными документами и государственными стандартами. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно выделить следующие производственные риски, характерные для рассматриваемого участка.

«Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

– факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного

относительно низкоинтенсивного воздействия;

- факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного относительно высокоинтенсивного воздействия» [6]

«Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения, на участке можно отметить:

- факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;

- факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;

- факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

- факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абстиненции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.)» [7]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их изменения во времени подразделяют, на участке можно отметить:

- на постоянные, в том числе квазипостоянные;

- переменные, в том числе периодические;
- импульсные, в том числе регулярные и случайные.» [8]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их действия во времени подразделяют:

- на постоянно действующие;
- периодически действующие, в том числе интермиттирующие;
- аperiodически действующие, в том числе стохастические.

Опасные и вредные производственные факторы по непосредственности своего воздействия подразделяют:

- на непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека;
- опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы.

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по источнику своего происхождения подразделяют:

- на природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте);
- технико-технологические;
- эргономические (то есть связанные с физиологией организма человека).

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу;
- факторы, воздействие которых носит биологическую природу.»

[11]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;

- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации; повышенным уровнем локальной вибрации;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука);

- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;

- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;

- повышенная яркость света;

- пониженная световая и цветовая контрастность;
- прямая и отраженная блесккость;
- повышенная пульсация светового потока» [7]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, подразделяют:

- на физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;
- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Физические перегрузки подразделяют:

- на статические, связанные с рабочей позой;
- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:» [8]

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

«Нервно-психические перегрузки подразделяют:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;

- эмоциональные перегрузки.» [7]

Выявленные профессиональные риски являются характерными для сборочного производства и тех условий труда, в которых производится работа. Следовательно, указанные риски являются в применении средств и методов охраны труда для нейтрализации негативных последствий.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Методы снижения профессиональных рисков в целом направлены на нейтрализацию негативных последствий, вызываемых негативным воздействием.

«Для предотвращения угроз профессиональной безопасности при управлении профессиональными рисками необходимо применять ко всем видам деятельности, связанными с опасностями, средства оперативного контроля. В качестве примеров выбора дополнительных мер управления профессиональными рисками можно рассмотреть:

- модификацию конструкции, позволяющую ликвидировать опасность, например, использование механических подъемных устройств для исключения профессионального риска, связанного с ручными подъемными операциями;
- замену опасного материала на менее опасный или уменьшение энергии системы (например, снижение усилий, силы тока, давления, температуры и т.п.);
- средства коллективной защиты: сигнализации, предупредительные надписи и знаки безопасности, маркировка пешеходных дорожек и т.д.;
- административные меры управления: процедуры обеспечения безопасности, проверки оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, инструктажи по охране труда и т.д.;
- обеспечение работника дополнительными средствами индивидуальной защиты: очки защитные, средства защиты органов слуха,

щитки защитные лицевые, респираторы, перчатки и т.д.» [11]

«Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональными рисками, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, заведующий обеспечивает:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;

- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.» [8]

В частности, снизить негативное воздействие профессиональных рисков или полностью устранить их воздействие можно следующими методами, для простоты восприятия сведенными в таблицу 4.

Таблица 4 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
1	2	3
Факторы, приводящие к заболеваниям	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;	Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.) Модификация конструкции с целью снижения рисков	Применение низковольтных ламп в сетях освещения Использование спецодежды
Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда	Не предусмотрено
Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования)	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники. Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Отсутствие или недостаток необходимого освещения	Обеспечение индивидуальных средств освещения рабочего места Разработка и прокладка осветительных сетей	Индивидуальные переносные фонари и осветительные лампы

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;	Административные меры обеспечения безопасности труда Механизация работ Внедрение в рабочий процесс машин и механизмов, заменяющих ручной труд	Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

Разработанные мероприятия по снижению негативного воздействия производственных рисков на работающих значительно снижают негативные последствия. Между тем, значительного результата можно достичь исключительно комплексным подходом к вопросу защиты рабочих в условиях сборочного цеха, когда административные и инженерные мероприятия дополняют и усиливают действия друг друга.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности является важным элементом безопасности всего предприятия. Огонь наиболее опасный фактор при проведении работ, что особенно актуально для предприятия автомобильной промышленности, где используется большое количество легковоспламеняющихся жидкостей и материалов, которые могут послужить негативным фактором возникновения пожара.

Факторы пожарной опасности приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Факторы пожарной опасности на участке и их классификация

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
<p>А – горение твердых веществ</p> <p>А1 – горение твердых материалов, сопровождаемое тлением</p> <p>А2 – горение твердых материалов, не сопровождаемое тлением</p>	<p>горючие твердые вещества, ветошь и обтирочный материал искры от режущего абразивного инструмента, открытое пламя газовых горелок, электрическая дуга и искры сварочного оборудования</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения</p>	<p>Все виды огнетушащих веществ: вода, пена, порошки, хладоны</p>
<p>В – горение жидких веществ</p> <p>В2 – горение неполярных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и плавящихся при нагреве веществ</p>	<p>топливо, мазут, консистентные смазки и технические жидкости</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>пена; тонкораспыленная вода; хладоны; огнетушащие порошки общего назначения; аэрозольное пожаротушение и инертные разбавители: N₂, CO₂, и т.п.</p>
<p>С - горение газообразных горючих веществ</p>	<p>сварочные газы, метан</p>	<p>Высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>объемное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования)</p>

Для обеспечения пожарной безопасности на участке, требуется принятие противопожарных мероприятий, имеющих как организационный, так и инженерный характер. К таковым мероприятиям на участке сборки будут относиться:

- разработка комплекса норм и правил по обращению с горючими веществами и правил поведения персонала при проведении огневых работ и работ, связанных с горючими материалами;

- проведение регулярного инструктажа работников, с целью доведения информации о правилах проведения работ, связанных с горючими материалами и соблюдения норм пожарной безопасности;

- организация внутрипроизводственной пожарной охраны, осуществляющей функции надзора за соблюдением норм и правил по обращению с горючими веществами, а также норм и правил соблюдения противопожарной безопасности;

- организация хранения горючих и пожароопасных материалов в соответствии с их физико-химическими и противопожарными свойствами;

- оснащение участка средствами наблюдения и сигнализации за пожарной ситуацией, проведение инструктажа персонала о поведении в случае срабатывания пожарной сигнализации;

- оснащение участков средствами первичного пожаротушения в соответствии с классом возможного пожара.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Рассматриваемый участок не относится к категории производств, представляющих повышенную антропогенную опасность для окружающей среды. Тем не менее, участок, как и любое производство производит отходы, образующиеся в результате своей деятельности, которые могут выступать в роли загрязнителей, поэтому требуется их определение. К загрязняющим отходам следует отнести следующее:

- отходы работы моторного участка (обрезки металла, металлическая стружка и пыль, обрезки пластика, остатки прокладочных материалов);
- смыв с рук рабочих смазочных материалов и растворителей;
- металлическая и абразивная пыль, окалина, образующиеся в результате обработки элементов кузова;
- ветошь и обтирочные материалы, остающиеся после протирки деталей и очистки рук работников сборочного участка.

В качестве мероприятий, обеспечивающих требования экологической безопасности, принимаются следующие:

- утилизация отходов в соответствии с классами опасности;
- очистка сточных вод перед сливом их в канализационный коллектор от остатков ГСМ и растворителей;
- «соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности» [8]

В разделе был произведен анализ деятельности на моторном участке предприятия, осуществляющем ремонт двигателя автомобиля и его агрегатов. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации.

Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности.

Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.

Заключение

В выпускной квалификационной работе проведена разработка конструкции кантователя двигателя грузовых автомобилей, в соответствии с полученным заданием. Структура расчетно-пояснительной записки представлена четырьмя разделами, связанными между собой.

В первом разделе выпускной квалификационной работы произведен поиск аналогов промышленных образцов, которые могут быть использованы в части технических решений, используемых в разрабатываемой конструкции.

Все технические решения, обнаруженные в процессе поиска, могут быть использованы в работе над конструкцией кантователя. Исходя из представленных патентных и промышленных образцов, сделаны следующие выводы по конструкции разрабатываемого устройства.

- каркас устройства сварной, из стандартизированных профилей;
- устройство стенда выполнено стационарным, без возможности свободного перемещения. Это решение позволит значительно упростить конструкцию рамы устройства;
- в качестве привода кантовки ремонтируемого двигателя использован электромеханический привод;
- механизм фиксации выполнен универсальным, с возможностью переналадки под различные типы ДВС.

Результаты анализа конструкторских решений, применяемых в промышленных образцах отражены на листе графической части. Анализ проведен методом циклограммы.

Результатом выполнения второго раздела выпускной квалификационной работы явилось формирование технического задания и технического предложения на разрабатываемую конструкцию кантователя. В техническом задании изложены основные требования к проектируемой конструкции оборудования. В техническом предложении конструкция кантователя проанализирована с точки зрения применимости технических

решений, предъявляемых к конструкциям подобного вида. Результатом технического предложения явилась компоновка разрабатываемой конструкции и определение наиболее ответственных узлов. На основании компоновки и определения ответственных узлов выполнены расчеты элементов конструкции кантователя двигателя.

В технологическом разделе была произведена разработка технологического процесса замены коленчатого вала двигателя автомобиля КамАЗ. Выявлены основные неисправности, характерные для узлов и деталей различных систем двигателя грузового автомобиля. Рассмотрены основные причины необходимости проведения замены коленчатого вала, производимого, как правило, при проведении капитального ремонта двигателя и являющегося частью технологического процесса ремонта двигателя автомобиля. Разработана технология замены коленчатого вала двигателя автомобиля, с использованием конструкции устройства для кантователя двигателей, разработанная в конструкторском разделе выпускной квалификационной работы. Результаты разработки представлены в виде технологической карты на листе графической части.

В разделе безопасности жизнедеятельности был произведен анализ деятельности на моторном участке предприятия, осуществляющем ремонт двигателя автомобиля и его агрегатов. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации.

Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности.

Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.

На основании всего изложенного, можно сделать заключение о выполнении поставленных задач в рамках выпускной квалификационной работы.

Список используемых источников

1. Волков, В.С. Конструкция автомобиля: учеб. пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. ISBN 978-5-9729-0329-0.
2. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Москва: ИНФРА-М, 2017. 282 с. ISBN 978-5-16-011135-3
3. Демин, Н.П. Организация процесса диагностики при проведении операций технического обслуживания. М.: Транспорт, 2017.
4. Казыбаев, О.А. Проектирование узлов машин и оснастки : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов. Астана: Техника, 2018. 447 с. ил.
5. Каталог оборудования для ремонта автомобилей – Режим доступа <https://bimet.ru/catalog/kantovateli>, свободный
6. Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс]. Москва: МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016
7. Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые дан. Москва: [б.и.], 2018. Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный
8. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник. М. : ИНФРА-М, 2018. 400 с. Высшее образование: Бакалавриат. www.dx.doi.org/10.12737/2883. ISBN 978-5-16-100439-5.
9. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс]: большое практ. справ. пособие. Москва: Флинта, 2012. 210 с. ISBN 978-5-9765-1369-3.
10. Основы технического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Под ред. М.М. Началова. Минск.: Адукацыя і выхаванне, 2014.

11. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Москва : ФЛИНТА, 2013. 286 с. ISBN 978-5-9765-1727-1.
12. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника. Москва : Транспорт, 2018. 285 с. : ил. Библиогр.: с. 277. Предм. указ.: с. 278-278. ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.
13. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>
14. Савич, Е. Л. Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М , 2017. 160 с. : ил. ISBN 978-5-16-005681-4.
15. Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019
16. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник; под ред. В. М. Власова. Гриф МО. Москва : Academia, 2003. 477 с. : ил. (Среднее профессиональное образование). Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.
17. Чернига, С.О. Расчет станций технического обслуживания различного назначения. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015. 188с. Библиогр.: с. 188
18. Чернова, Е. В. Детали машин: проектирование станочного и промышленного оборудования: учеб. пособие для вузов. Москва: Машиностроение, 2011. 605 с.
19. Якунин Н.Н., Эксплуатация автомобильного транспорта: учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2017. 220 с. ISBN 978-5-7410-1748-7
20. Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146: SAE International, 1995. 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

21. Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics: S Chand & Co Ltd, 2004. 532 p.

22. Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition: Routledge, 2017 378p. ISBN 9780415725781

23. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные. Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. 350 с.

Приложение А

Спецификация конструкции

Таблица А – Спецификация конструкции

Форма	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			22.РБ.ПЭА.410.40 СБ	Сборочный чертёж	3	
A4			22.РБ.ПЭА.410.00 ПЗ	Пояснительная записка	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	22.РБ.ПЭА.410.40.01.00	Стойка	1	
		2	22.РБ.ПЭА.410.40.02.00	Траверса	2	
		3	22.РБ.ПЭА.410.40.00	Подвижная стойка	1	
				<u>Детали</u>		
		4	22.РБ.ПЭА.410.40.02.04	Фланец	1	
		5	22.РБ.ПЭА.410.40.02.05	Ось кронштейна	2	
		6	22.РБ.ПЭА.410.40.01.06	Бобышка	1	
		7	22.РБ.ПЭА.410.40.02.07	Втулка	2	
		8	22.РБ.ПЭА.410.40.02.08	Рукоятка	4	
		9	22.РБ.ПЭА.410.40.02.09	Винт-фиксатор	4	
		10	22.РБ.ПЭА.410.40.02.10	Втулка	4	
		11	22.РБ.ПЭА.410.40.02.11	Шкив	1	
		12	22.РБ.ПЭА.410.40.02.12	Опора	1	
		13	22.РБ.ПЭА.410.40.02.13	Втулка резьбовая	1	
		14	22.РБ.ПЭА.410.40.02.14	Шайба	2	
		15	22.РБ.ПЭА.410.40.02.15	Ось ролика	2	
			22.РБ.ПЭА.410.40 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	ПоРБ.	Дата		
Разраб.	Рингач				Лит	Лист
Проб.	Драчев					Листов
Н. контр.	Драчев					1
Утв.	Бобровский					2
Кантователь двигателя внутреннего сгорания					ТГУ, ИМ, каф. ПЭА, гр. ЭТКДп-17028	

