

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

УДК 629.331

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
доктор техн. наук, профессор
Б.С. Антропов
«15» 06 2018г.

**СОЗДАНИЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЯ
РЕНО К4М С РАЗРАБОТКОЙ МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе по направлению
подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

ЯГТУ 23.03.03 – 019 ВКР

СОГЛАСОВАНО

Руководитель
Ст. преподаватель
И.С. Басалов
«4» 06 2018г.

Нормоконтролер
Ст. преподаватель
И.С. Басалов
«4» 06 2018г.

Консультант по экономике
к. э. н., доцент
И.Б. Бондырева
«31» мая 2018г.

Проект выполнил
студент группы АТ-43
М.А. Морозов
«30» мая 2018г.

СОГЛАСИЕ

Я, Морозов Михаил Андреевич
студент ЯГТУ группы _____ представляю свою выпускную квалификационную
работу на тему

Создание учебного стандарта на основе двигателя Ясно КЧМ
с разработкой методических материалов
в государственную экзаменационную комиссию.

В данном произведении мною не использованы сведения, которые могут
(использованы или не использованы)
составить государственную тайну, коммерческую и служебную тайны,
конфиденциальную информацию и сведения, открытая публикация которых может
привести к нарушению прав третьих лиц;

В данном произведении мною не использованы сведения, которые могут
(использованы или не использованы)
составить предмет изобретения, полезной модели, на которые могут быть поданы заявки
на выдачу охранного документа исключительного права в течение 6 месяцев с даты
публикации данного материала, или промышленный образец, на который могут быть
поданы заявки на выдачу охранного документа исключительного права в течение 12
месяцев с даты публикации данного материала;

Мне известно, что в случае возникновения претензии третьих лиц я несу
персональную ответственность в соответствии с действующим законодательством за
несоответствие действительности сведений, указанных мною в настоящей справке.

С фактом необходимости проверки вышеуказанной выпускной квалификационной
работы с использованием сервиса «Антиплагиат», возможными санкциями при
обнаружении плагиата, а также обязательным размещением ВКР в электронно-
библиотечной системе ЯГТУ ознакомлен(а)

Мож
(подпись обучающегося)

Даю своё согласие на проверку на объем заимствований, в том числе
содержательного, Мож выявления неправомерных заимствований
(подпись обучающегося)

Даю своё согласие на размещение вышеуказанной выпускной квалификационной
работы в электронно-библиотечной системе ЯГТУ

Мож
(подпись обучающегося)

Выпускная квалификационная работа выполнена мною лично под руководством
Басалов Игорь Станиславович Старший преподаватель
(Ф.И.О, должность руководителя ВКР, подпись)

«07» 06 2018 г. Мож Морозов Михаил Андреевич
(подпись обучающегося) (Ф.И.О.)

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
о выпускной квалификационной работе студента
Ярославского государственного технического университета
Факультета дополнительного профессионального образования
направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Морозова М.А.
(Ф.И.О. студента)

В ОТЗЫВЕ НЕОБХОДИМО ОТМЕТИТЬ:

1. Характеристику работы студента (самостоятельность, теоретическую подготовку, умение решать практические вопросы и т.п.).
2. Характеристику ВКР студента (полнота раскрытия темы, объем заимствования и т.п.)
3. Общую оценку работы и область наиболее рационального использования молодого специалиста в производстве.

Морозов М.А. приступил к выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по тематике разработки стенда на основе двигателя Рено К4М и учебно-методических материалов к нему в декабре 2017 года. Работа носила исследовательский характер, была необходима теоретическая проработка вопроса и проведение проектно-конструкторских работ.

Тема работы, заявленная к рассмотрению на страницах выпускной работы, раскрыта надлежащим образом. Структура работы логична, материал излагается последовательно, а его содержание свидетельствует о творческом подходе автора к рассматриваемым проблемам. Студент Морозов М.А. подошел к работе ответственно, в значительной степени проявил самостоятельность. ВКР выполнена в установленные сроки в полном объеме.

Структура работы логична, материал излагается последовательно, а его содержание свидетельствует о творческом подходе автора к рассматриваемым проблемам.

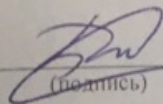
В ходе работы Морозов М.А. подробно рассматривал системы заданного двигателя, с целью поиска наиболее интересных конструктивных решений. Создан рабочий стенд и дана подробная методика его изготовления. Подготовлены учебно-методические материалы для трех лабораторных работ по курсу Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей. ВКР имеет большую теоретическую и практическую значимость, стенд и подготовленные материалы будут использованы в учебном процессе.

Морозов М.А. в достаточной степени владеет теоретическим материалом и практическими навыками для работы на предприятиях автотранспортного и авторемонтного профиля.

Представленная на защиту выпускная квалификационная работа Морозова М.А соответствует предъявляемым требованиям, а ее автор заслуживает оценки "отлично".

Руководитель

Старший преподаватель
(должность)



(подпись)

Басалов И.С.
(Ф.И.О.)

«8» июня 2018г.

Отчет о проверке на заимствования №1

Автор: ice0075@yandex.ru / ID: 5678619
 Проверяющий: ice0075@yandex.ru / ID: 5678619

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://www.antiplagiat.ru>

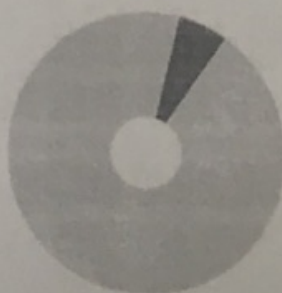
ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 8
 Начало загрузки: 15.06.2018 01:15:27
 Длительность загрузки: 00:00:02
 Имя исходного файла: текстовая часть диплома 1
 Размер текста: 3435 КБ
 Символов в тексте: 77103
 Слов в тексте: 9090
 Число предложений: 511

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 15.06.2018 01:15:30
 Длительность проверки: 00:00:05
 Комментарий: не указано
 Модули поиска:

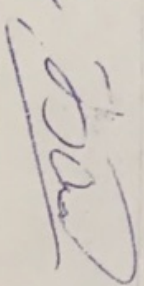
ЗАИМСТВОВАНИЯ 6,34% ■ ЦИТИРОВАНИЯ 0% ■ ОРИГИНАЛЬНОСТЬ 93,66% ■



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированным, по отношению к общему объему документа.
Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепризнанные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекции нормативно-правовой документации.
Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система выдает все возможные инструменты, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	1,22%	1,22%	вахламов в.к. автомобили. основы конструкции. 2008.дг...	http://netpub.onlinelcsua	22 Апр 2014	Модуль поиска Интернет	11	11
[02]	0%	1,21%	А в е г — Студопедия	http://studopedia.ru	26 Ноя 2017	Модуль поиска Интернет	0	11
[03]	1,02%	1,02%	Транспорт	http://ru.wikipedia.org	23 Ноя 2014	Модуль поиска Интернет	6	6

Рубльберг



Еще источников: 11
 Еще заимствований: 4,09%

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра _____ Автомобильный транспорт _____

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ (учёная степень, звание)

_____ (подпись, Ф. И. О.)

ЗАДАНИЕ № 019

на выпускную квалификационную работу бакалавра

1. Выдано студенту Морозову Михаилу Андреевичу
2. Тема работы Создание удобного станка на основе двигателя Рено k7M с разработкой методического материала
утверждена приказом по университету от 27.11.17 № 1453/3
3. Исходные данные выдано кафедрой

Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1. Актуальность исследований. 2. Разработка

конструкторской части. 3. Создание станка. 4. Разработка методиче-
ских материалов. 5. Экономическая часть.

5. Перечень графических материалов (с точным указанием обязательных

чертежей, плакатов, схем и т. п.) 1. Конструкторская часть. 2. Ход лабораторных
М1 и М3. 3. Ход лабораторной работы М2. 4. Сборочный чертеж и деталировка

Б. Экспертно-экономический показатель НИР

6. Консультанты по работе (с указанием относящихся к ним разделов) _____

Бондрева Ч.З.

7. Нормоконтролер Басалов И.С.

8. Срок сдачи законченной ВКР 01.06. 2018

9. Дата выдачи задания 15.12. 2017

Научный руководитель магистерской программы _____

(должность, учёная степень, подпись, расшифровка подписи)

Научный руководитель работы ст. преподаватель Басалов И.С.

(должность, учёная степень, подпись, расшифровка подписи)

Задание принял к исполнению _____

Морозов Дата получения «15» 12 2017 г.

РЕФЕРАТ

66 стр. 46 рис. 5 табл. 6 источн.

Двигатель внутреннего сгорания, учебный стенд, гидрокомпенсаторы, система смазки двигателя, шестеренчатый масляный насос, основные характеристики двигателя, экономические затраты.

Объектом исследования является стенд двигателя внутреннего сгорания.

Цель работы – создать стенд двигателя внутреннего сгорания, для получения практических знаний о работе современных двигателей и их узлов.

В процессе работы был сконструирован учебный стенд, к нему было сконструировано и изготовлено основание, и ручка, для придания вращения коленчатого вала.

Согласно исследованию были разработаны три лабораторные работы: «устройство и принцип действия гидрокомпенсаторов»; «устройство и принцип действия масляного насоса двигателя Рено К4М»; «определение основных параметров двигателя Рено К4М».

В ходе работы были посчитаны время создания стенда и экономические затраты.

Содержание

Введение.....	6
1 Актуальность исследований.....	7
2 Разработка конструкции стенда.....	9
2.1 Определение требуемых доработок двигателя и технологических разрезов	10
2.2 Разработка основания стенда.....	15
2.3 Расчет резьбового соединения на прочность	17
3 Создание стенда.....	20
4 Разработка методических материалов	28
4.1 Лабораторная работа №1 «Устройство и принцип действия гидрокомпенсаторов»	28
4.1.1 Основные этапы работы.....	28
4.1.2 Ход работы	28
4.1.3 Теоретический материал	30
4.2 Лабораторная работа №2 «Устройство и принцип действия масляного насоса двигателя Рено К4М»	39
4.2.1 Основные этапы работы.....	39
4.2.2 Ход работы	39
4.2.3 Теоретический материал	43
4.3 Лабораторная работа №3 «Определение основных параметров двигателя Рено К4М»	50
4.3.1 Основные этапы работы.....	50
4.3.2 Ход работы	50
4.3.3 Теоретический материал	51
5 Экономическая часть	58
5.1 Классификация и актуальность научно-исследовательской работы.....	58
5.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	59
5.3 Затраты на разработку стенда.....	59
5.4 Разработка лабораторных работ	61
5.5 Итоги	62
Заключение	63
Список использованных источников	64
Приложение А	

Перечень графического материала

Лист 1. Конструкторская часть

Лист 2. Ход лабораторных работ №1 и №3

Лист 3. Ход лабораторной работы №2

Лист 4. Сборочный чертеж и детализовка

Лист 5. Техничко-экономические показатели НИР

Введение

В настоящее время основным силовым агрегатом легкового автомобиля является двигатель внутреннего сгорания. К двигателям предъявляют технические требования, постепенно, с развитием прогресса, требования ужесточают, что приводит к необходимости модернизации силовых агрегатов. Происходит усовершенствование конструкции уже существующих двигателей или же создают новые образцы, с применением новых технологий. В целях практического изучения двигателей внутреннего сгорания применяют специальные учебные стенды. При создании новых двигателей появляется и необходимость создания новых стендов. Для получения необходимых теоретических и практических знаний о двигателях внутреннего сгорания студентам на кафедре: «автомобильный транспорт» в Ярославском государственном техническом университете, необходимо наличие современных учебных стендов. Целью данной работы и будет создание одного из таких стендов на базе двигателя внутреннего сгорания, а так же создание лабораторных работ для данного стенда.

В данной работе выполняются следующие задачи:

- проверка актуальности исследований;
- анализ аналогов;
- создание учебного стенда на основе двигателя Рено К4М;
- разработка методических материалов, для выполнения лабораторных работ на учебном стенде;
- расчет стоимости стенда и времени его создания.

1 Актуальность исследований

В повседневной жизни человека автомобили занимают достаточно важное место. Некогда автомобиль был роскошью, но в наше время он перестал быть таковым и стал необходимым и даже незаменимым помощником. Автомобиль – это моторное дорожное транспортное средство. Первые автомобили появились в самом конце девятнадцатого века. Несмотря на это, грузовой автомобильный транспорт в настоящее время перевозит практически все виды грузов, успешно конкурируя с другими видами транспорта. Автомобильный транспорт превосходит другие виды транспорта по гибкости и универсальности, он наилучшим образом обеспечивает надежность и своевременность доставки. Удобство транспортировки автомобильным транспортом связано с возможностью приема и доставки груза от дверей до дверей по любым маршрутам, к каждому предприятию или жилому дому в любое время можно подъехать на автомобиле, поэтому, хотя автомобиль уступает авиационному транспорту в скорости, он наиболее удобен на расстояниях до нескольких сот километров. Автомобильный транспорт успешно конкурирует и с железнодорожным транспортом, за счет отсутствия задержек на сортировочных станциях, скорости и отсутствия необходимости перегрузок.

В основном автомобильный транспорт эффективен при перевозке людей и грузов на короткие расстояния, в том числе:

- развоз и подвоз грузов к магистральным видам транспорта
- внутригородские перевозки
- перевозки грузов для торговли и строительства

Большинство ныне существующих автомобилей – автомобили легковые индивидуального пользования. В настоящее время почти в каждой семье имеется как минимум один легковой автомобиль. Поэтому появляется потребность в техническом обслуживании и ремонте подвижного состава. Для обеспечения безотказной работы производится техническое обслуживание автомобиля. Так же требуется технический ремонт узлов и агрегатов автомобиля. Для выполнения данных видов работ, требуется практическая подготовка кадров в области конструкции автомобиля для автотранспортных и авторемонтных предприятий. Прогресс не стоит на месте, поэтому необходимо постоянное повышение квалификации работников автотранспортных и авторемонтных предприятий, а так же подготовка новых кадров. Согласно учебным планам подготовки бакалавров и магистров направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» предполагается определенный объем теоретического и практического обучения. Значительную долю практического обучения составляют занятия, проводимые в лабораториях с использованием узлов и агрегатов автомобильной техники. Многие технические решения, применяемые в современных автомобилях, практически невозможно

рассмотреть на примере агрегатов более старых автомобилей. Одним из вариантов решения данной проблемы, является использование бывших в употреблении узлов и агрегатов для создания учебных стендов.

Основой данного стенда является двигатель Рено К4М. Рено К4М – 16-клапанный инжекторный двигатель объемом 1,6 литра, впервые выпущен в 1999 году. Он является логическим продолжением линейки двигателей К7М, и отличается от него обновленной головкой блока цилиндров: в К4М имеются отдельные распределительные валы для впускных и выпускных клапанов. Кроме того, в конструкцию газораспределительного механизма были добавлены гидрокомпенсаторы.

С точки зрения конструкции устройство двигателя К4М простое: основной элемент чугунный блок с четырьмя цилиндрами рядной компоновки и алюминиевая головка блока цилиндров на 16 клапанов. Привод газораспределительного механизма – ременной. Распределительные валы выполнены по облегченной схеме, поршни двигателя укреплены вставка из высокопрочной стали в области компрессионных колец. Наличие гидрокомпенсаторов избавляет владельца автомобиля от необходимости проведения процедуры коррекции тепловых зазоров клапанов. Зажигание и впрыск, как и в большинстве современных двигателей, управляются электронным блоком. Система охлаждения двигателя – жидкостная, с принудительной циркуляцией, рабочим телом системы служит антифриз. Смазочная система сделана по принципу комбинированной: масло к точкам трения подается и разбрызгиванием, и под давлением.

На примере данного двигателя можно рассмотреть устройство и принцип действия работы гидрокомпенсаторов, изучить систему смазки двигателя, и в целом понять принцип работы двигателя внутреннего сгорания.

В настоящее время существует множество различных стендов, показывающих устройство и принцип действия двигателей внутреннего сгорания. Изучение стендов из источников [3] и [4] и сравнение со стендом, который изготавливается в ходе данной работы, показало, что стоимость этих стендов намного превышает стоимости разрабатываемого стенда, а так же ко всем изученным стендам отсутствуют методические материалы.

2 Разработка конструкции стенда

Основой учебного стенда двигателя внутреннего сгорания является двигатель Рено К4М, который служил силовым агрегатом автомобиля Renault Logan. В связи с тем, что изначально двигатель не предназначался для использования в качестве учебного стенда, появилась необходимость изменений его конструкции. На рисунке 2.1 показан общий вид двигателя до внесения в него конструкторских изменений.



Рисунок 2.1 – Двигатель Рено К4М.

В таком положении двигатель весьма не устойчив, по этой причине для создания стенда необходима разработка конструкции его основания. Основание в данном случае не только придаст устойчивости стенду, но так же приподнимет его, что в лучшей степени скажется на удобстве использования.

Смотря на такой двигатель достаточно трудно понять принцип его работы, его конструкцию, основные узлы двигателя так же скрыты его корпусом. На двигателе отсутствует часть навесных элементов, вращение двигателя без применения специального рычага становится невозможным. Поэтому и появляется необходимость в доработке его конструкции и создание технологических разрезов, которые облегчат практическое изучение конструкции двигателя.

2.1 Определение требуемых доработок двигателя и технологических разрезов

Условно двигатель можно разделить на две части, одна из которых это блок цилиндров двигателя вместе с масляным поддоном, а вторая головка блока цилиндров. В блоке цилиндров располагается кривошипно-шатунный механизм, на данном рядном четырехцилиндровом двигателе Рено К4М конструкция механизма весьма проста и показана на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Схема кривошипно-шатунного механизма:

1 – вкладыш шатунного подшипника; 2 – втулка верхней головки шатуна;
3 – поршневые кольца; 4 - поршень; 5 – поршневой палец; 6 – стопорное кольцо; 7 – шатун; 8 – коленчатый вал; 9 – крышка шатунного подшипника.

Создание разрезов в корпусе блока цилиндров, достаточно сложный и материально затратный процесс, в связи с этим было принято решение с помощью шпилек поднять головку блока цилиндров относительно самого блока, и снять масляный поддон, тем самым обеспечив одновременно наглядность кривошипно-шатунного механизма и системы клапанного

механизма. Эскиз данного конструкторского решения представлен на рисунке 2.3.

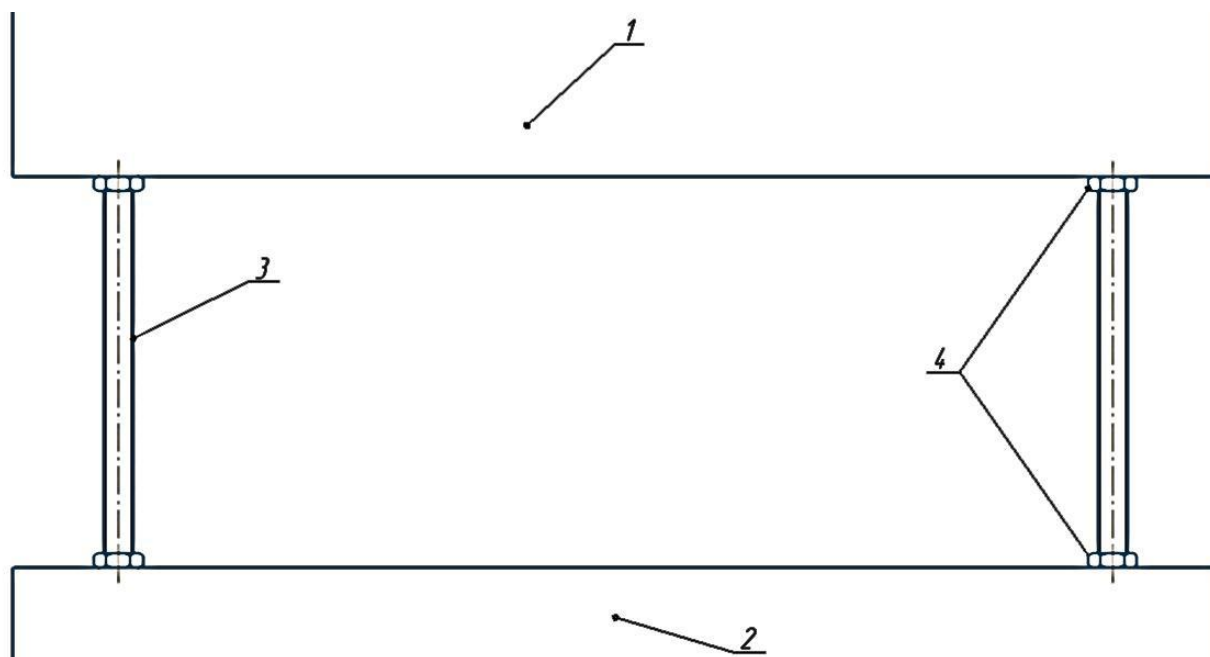


Рисунок 2.3 – Эскиз доработки стенда:

1 - голова блока цилиндров; 2 - блок цилиндров; 3 - шпилька М10;
4 - Гайка М10-6Н

Стандартные отверстия для крепления головки блока цилиндров имеют резьбовые отверстия М12, всего их 10, именно в эти отверстия будут вставлены 4 шпильки М10, которые будут выполнять функцию опоры для головки блока. На каждой шпильке будет установлено по две гайке М10, их функция будет заключаться в противодействии спуску головки двигателя по шпилькам, так же с помощью гаек будет регулироваться высота подъема.

В головке блока цилиндров располагается газораспределительный механизм. У двигателя Рено К4М система газораспределения заслуживает отдельного внимания. В верхней части головки установлены два распределительных вала. Один вал отвечает за открытие и закрытие впускных клапанов, а второй выпускных. Усилие на клапан передается с помощью коромысел (рокеров) клапанов. На оси рокера располагается вращающийся ролик, именно на него и воздействует кулачок вала. Одним концом рокер упирается на клапан, а вторым на гидроопору, которая установлена в головке блока цилиндров и располагается в специальных гнездах. Гидроопоры применяют для автоматической компенсации зазоров между кулачком распределительного вала и вращающимся роликом рокера. Для демонстрации узлов системы газораспределения логично было бы избавиться от клапанной крышки, однако в данном двигателе клапанная крышка является второй половиной разъемной опоры распределительного вала, поэтому принимается решение в создании разреза клапанной крышки,

что обеспечит демонстрацию газораспределительного механизма. Линия разреза клапанной крышки показана на рисунке 2.4.

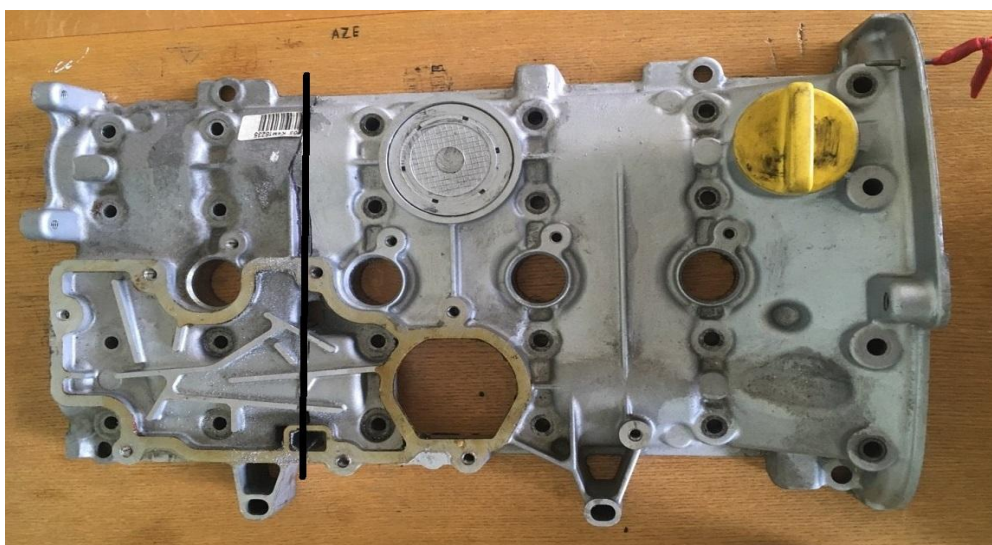


Рисунок 2.4 – Линия разреза клапанной крышки.

Для демонстрации работы узлов двигателя коленчатому валу необходимо придать вращение, без специального рычага коленчатый вал повернуть не возможно, поэтому для этих целей необходимо спроектировать специальную ручку вращения коленчатого вала. Ее эскиз представлен на рисунке 2.5.

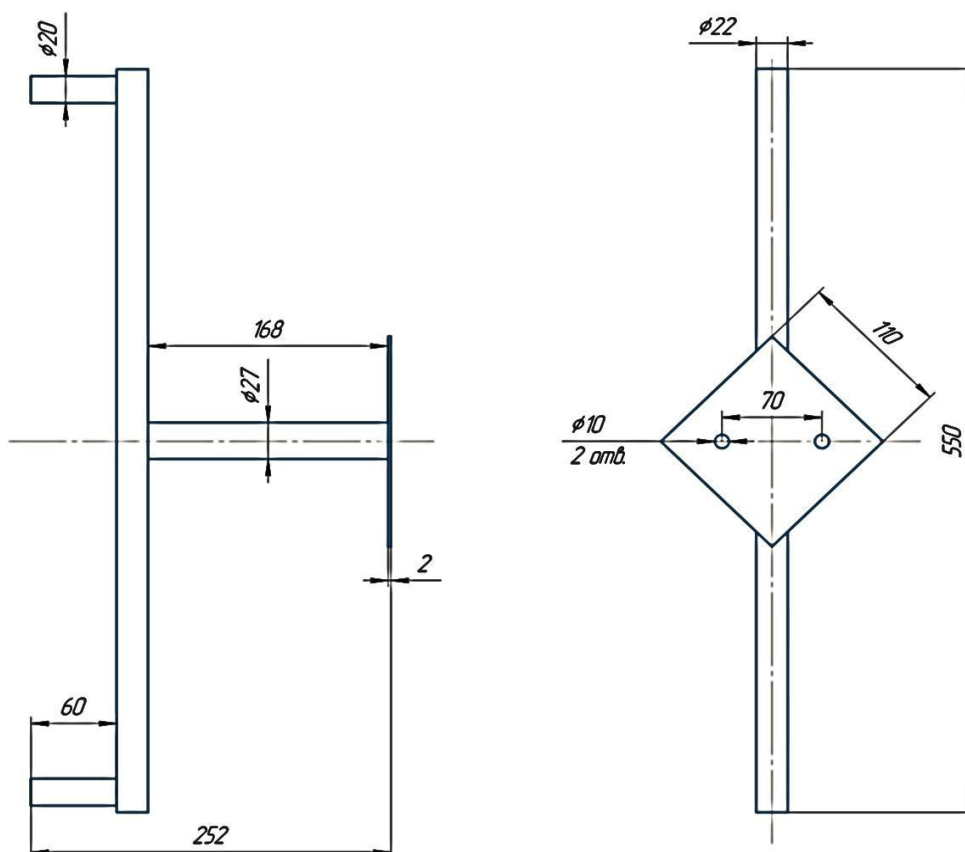


Рисунок 2.5 – Эскиз ручки.

С помощью двух болтов М10 ручка устанавливается на коленчатый вал двигателя, болты закручиваются в резьбовые отверстия крепления маховика.

Передача крутящего момента с коленчатого вала на распределительный вал, в данном двигателе, осуществляется с помощью зубчатой ременной передачи. При поднятии головы блока цилиндра с помощью шпилек длинны ремня становится не достаточным для передачи вращения на оба распределительных вала. Поэтому принято решение пустить ремень по другому пути. Эскиз нового пути ремня показан на рисунке 2.6.

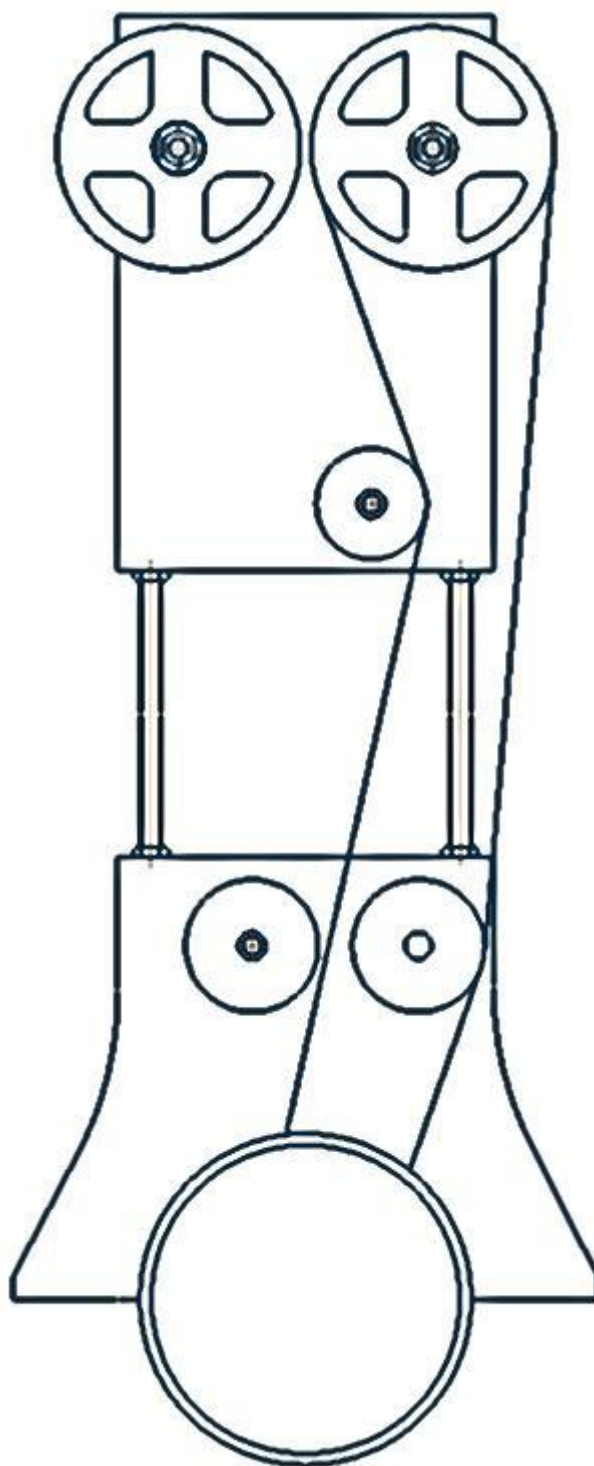


Рисунок 2.6 – Эскиз нового пути ремня.

В данном случае натяжение ремня будет регулироваться с помощью изменения расстояния между головой блока цилиндров и самим блоком, другими словами натяжение ремня регулируется с помощью затяжки гаек на шпильках.

Для фиксации поворота коленчатого вала в градусах, необходимо установить специальную шкалу, для удобства использования стенда шкалу необходимо установить не только на шкив коленчатого вала, но так же и на шкив действующего распределительного вала. Эскиз ременной передачи с установленной шкалой представлен на рисунке 2.7.

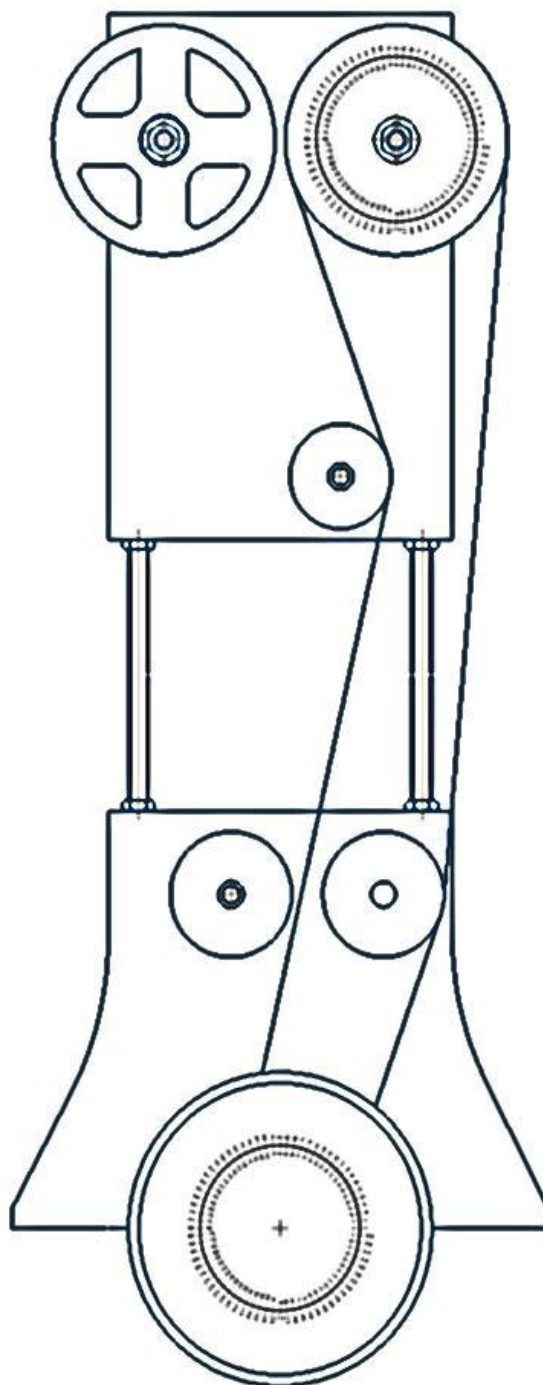


Рисунок 2.7 – Ременная передача с шкалой поворота коленчатого вала.

2.2 Разработка основания станда

Сняв размеры габаритов двигателя и, определив его массу, следует приступить к проектированию основания станда. Было принято решение из стального равнополочного уголка 35х35х4 мм сварить основание для станда. Эскиз основания станда показан на рисунке 2.8.

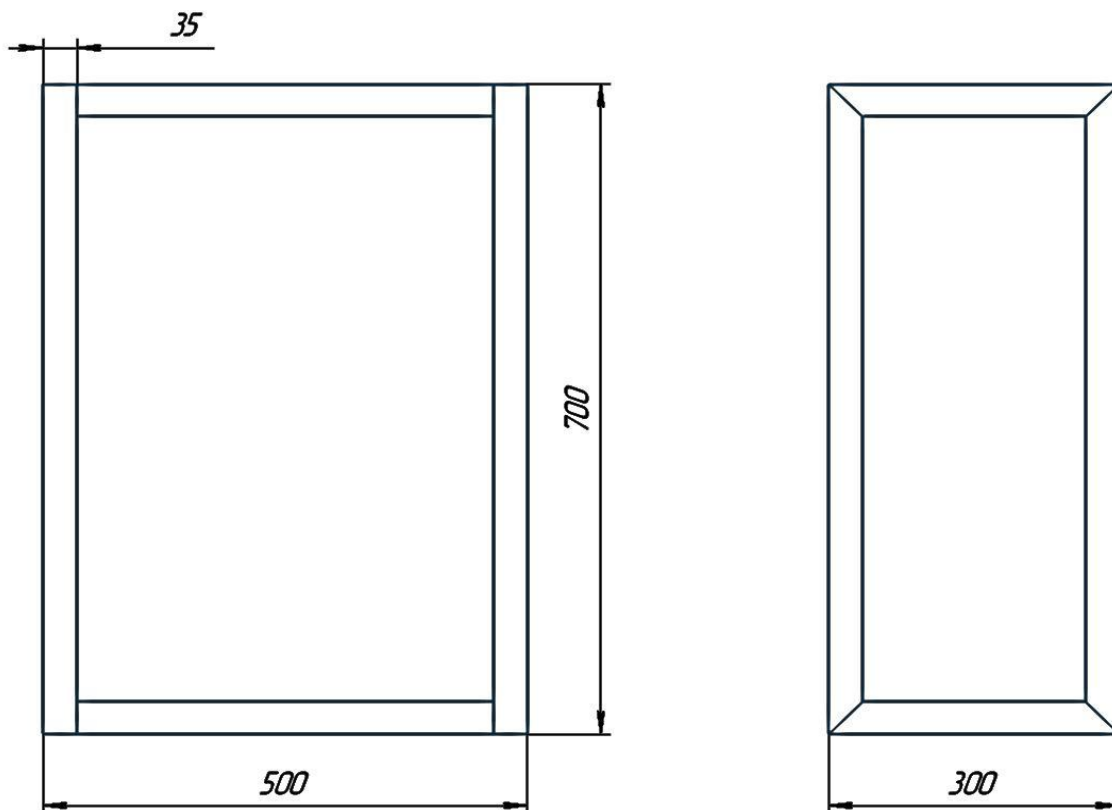


Рисунок 2.8 – Эскиз конструкции основания станда

Ввиду конструктивной особенности двигателя Рено К4М, а именно тому, что коленчатый вал выступает за нижнюю плоскость блока цилиндров, установка блока напрямую на основание не представляется возможным, так как в таком случае двигатель ляжет на коленчатый вал, вся конструкция станет весьма неустойчива и коленчатый вал больше не сможет вращаться. Для правильной работы станда двигатель необходимо приподнять относительно его основания. Было выбрано четыре точки опоры, способ поднятия блока цилиндра схож со способом поднятия головы блока цилиндров. Две правых опоры, ближние к ременной передаче, (Рисунок 2.9) осуществлены с помощью болтов М6. В стандартные резьбовые отверстия для крепления масляного поддона к блоку двигателя сверху до упора вкручивается болт М6, затем на болт накручивается гайка М6-6Н, свободный конец болта вставляется в просверленное отверстие на основании станда, накрученная гайка не даст болту полностью провалиться в отверстие на основании. С помощью затяжки гайки регулируется высота подъема правой части двигателя.

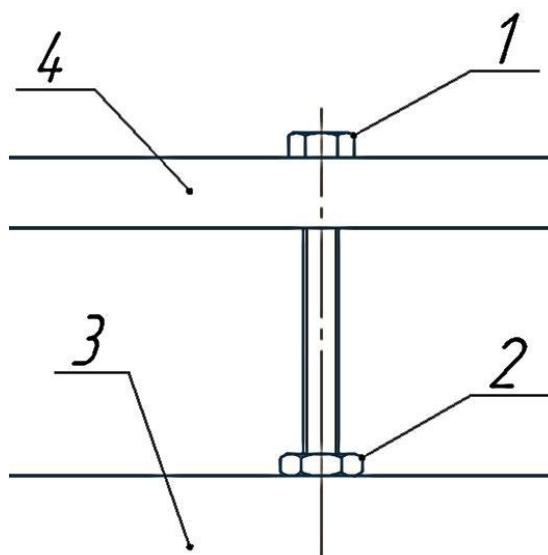


Рисунок 2.9 – Эскиз правой опоры двигателя:
1 – болт М6; 2 – гайка М6-Н6; 3 – основание станда; 4 – блок цилиндров.

Две левых опоры (Рисунок 2.10) осуществлены с помощью двух крепежных уголков 53x53x35 мм. К основанию станда крепежный уголок прикреплен соединением болт М10, гайка М10, в основании просверлено специальное отверстие под болт. С блоком двигателя уголок соединяется с помощью болта М6, который вкручивается в стандартное резьбовое отверстие кронштейна блока двигателя.

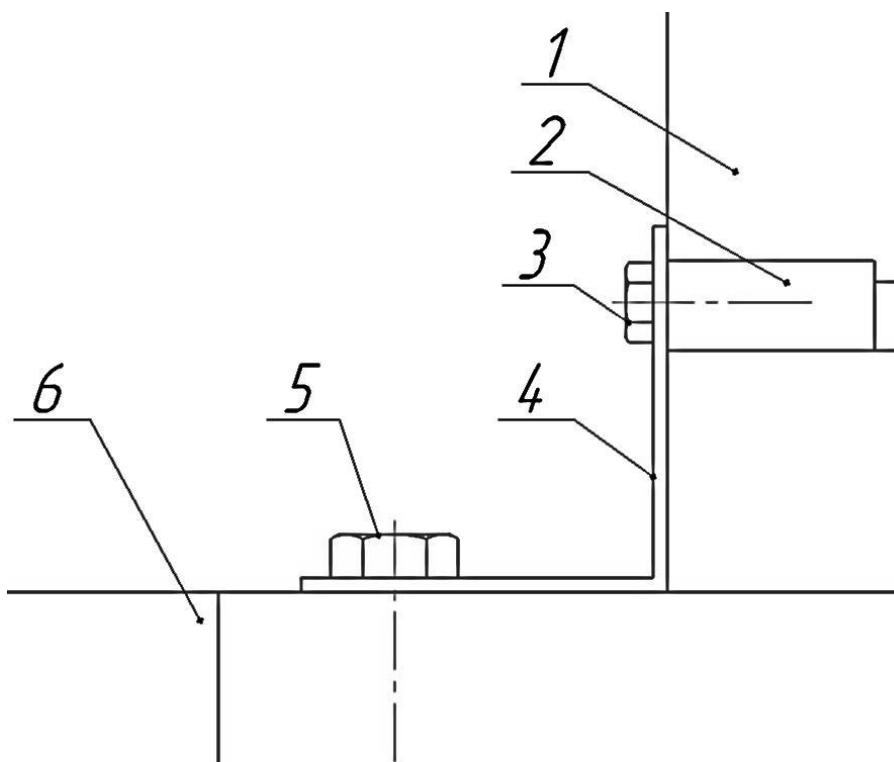


Рисунок 2.10 – Эскиз левой опоры двигателя:
1 – блок двигателя; 2 – кронштейн; 3 – болт М6; 4 – крепежный уголок;
5 – болт М10; 6 – основание станда.

Масляный поддон, снятый с двигателя крепиться на основании с помощью двух болтов М6, болты проходят в просверленные отверстия основания и закручиваются в стандартные резьбовые отверстия на корпусе поддона. Способ крепления масляного поддона показан на рисунке 2.11.

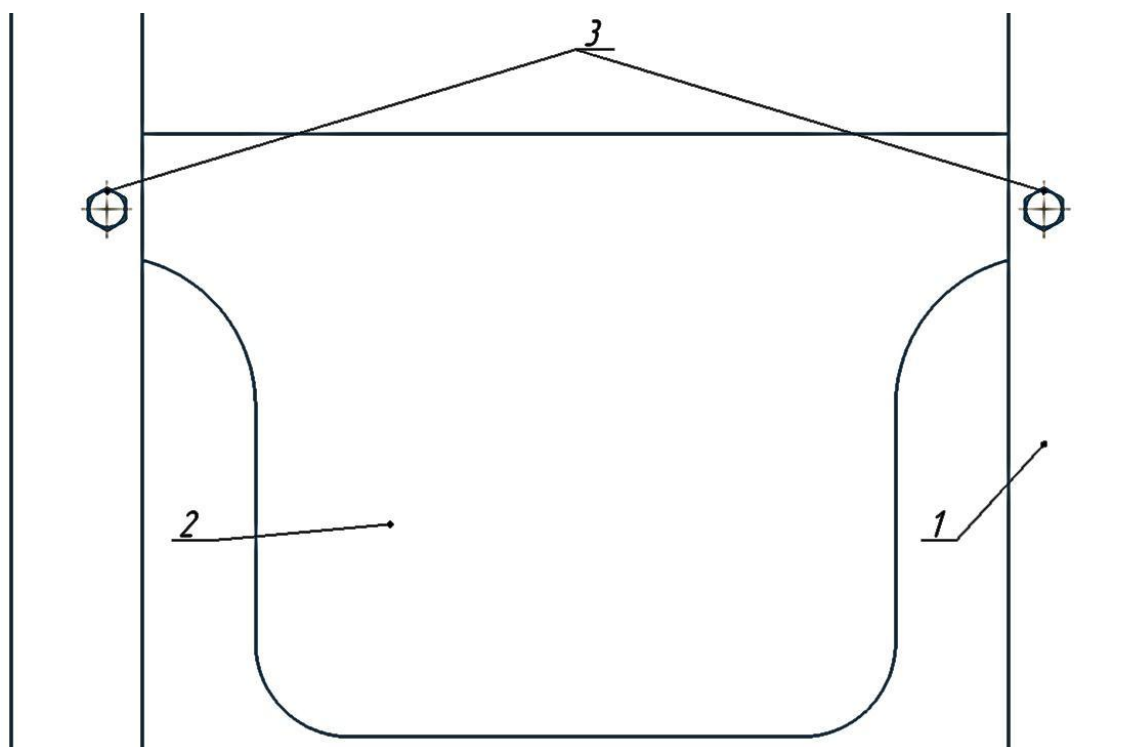


Рисунок 2.11 – Эскиз крепления масляного поддона:
1 – основание стенда; 2 – масляный поддон; 3 – болты М6.

Для предотвращения опрокидывания стенда было принято решение закрепить его основание на деревянном щите 750x500x20 мм. В щите и основании необходимо просверлить четыре специальных отверстия под соединение болт М10, гайка М10. Так же в щите необходимо предусмотреть отверстия под головки болта, иначе весь стенд встанет на четыре головки болта, а не на опорную поверхность щита.

2.3 Расчет резьбового соединения на прочность

Произведем расчет соединения болт М6-6gx55, по ГОСТ [6], гайка М6-6Н, по ГОСТ [7], на прочность, рассчитываемое соединение показано на рисунке 2.9. Данное соединение выступает в качестве опоры, в нем действуют только осевые силы, создаваемые только весом двигателя, осевая сила от затяжки отсутствует, поэтому рассчитываем прочность резьбы.

При расчете резьбы на прочность принимают следующее допущение, каждый виток резьбы принимают равно нагруженным, хотя согласно теоретическим и экспериментальным исследованиям установлено, что для гайки с шестью витками первый виток резьбы воспринимает 52% всей осевой нагрузки, второй – 25%, третий – 12%, шестой только 2%.

На практике расчет резьбы на прочность проводится по условным напряжениям, которые сравнивают с допускаемыми напряжениями, определяемыми на основе экспериментов. Принимаем нагрузку на витки равномерную, резьбу принято рассчитывать по напряжениям среза, а так же рассчитаем прочность болта на смятие.

Условие прочности болта на смятие выполняется по формуле:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{\left(\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}\right)} \leq [\sigma_{\text{см}}], \text{ где} \quad (2.1)$$

$\sigma_{\text{см}}$ – расчетное напряжение смятия в поперечном сечении нарезанной части болта;

F – осевая сила;

d_1 – внутренний диаметр резьбы болта, для болта М6 принимаем $d_1 = 4,92$ мм;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допускаемое напряжение на смятие. Марка стали для болта 40Х КП395. $[\sigma_{\text{см}}] = 198$ МПа.

Осевая сила в соединении создается весом двигателя. Двигатель имеет четыре опоры, распределение веса между опорами не равномерное, на две левых опоры приходится 40% веса двигателя, а на две правых опоры приходится 60% веса. Таким образом, на рассчитываемое соединение приходится 30% от веса двигателя. Вес двигателя на рассчитываемую опору определяем по формуле:

$$P = m \cdot g \cdot 0,3, \text{ где} \quad (2.2)$$

m – масса двигателя, принимаем равную 100 кг;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с.

$$P = 100 \cdot 9,81 \cdot 0,3 = 294,3 \text{ Н}$$

Подставляем все результаты в формулу (2.1) и получаем:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{294,3}{\left(\frac{\pi \cdot 4,92^2}{4}\right)} = 15,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 15,5 \text{ МПа} \leq 198 \text{ МПа}$$

Условия прочности резьбы по напряжениям среза для гайки выполняется по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot k_p} \leq [\tau_{\text{ср}}], \text{ где} \quad (2.3)$$

d – наружный диаметр резьбы гайки, для гайки М6-6Н принимаем $d = 4,92$ мм;

H – высота гайки, для гайки М6-6Н принимаем $H = 6$ мм;
 k_p – коэффициент, учитывающий тип резьбы, для трапецеидальной резьбы принимаем $k_p = 0,65$;
 $[\tau_{ср}]$ – допускаемое напряжение среза в резьбе. Марка стали для гайки 40Х КП395. $[\tau_{ср}] = 99$ МПа.

$$\tau_{ср} = \frac{294,3}{\pi \cdot 4,92 \cdot 6 \cdot 0,65} = 4,98 \frac{Н}{мм^2} = 4,98 \text{ МПа} \leq 99 \text{ МПа}$$

Условие прочности болта на смятие (2.1) и условие прочности резьбы на смятие (2.3) выполняются. Следовательно, резьбовое соединение выдержит вес двигателя.

3 Создание станда

Руководствуясь чертежами станда (Рисунок 3.1) и его основания (Рисунок 3.2), приступаем к созданию.

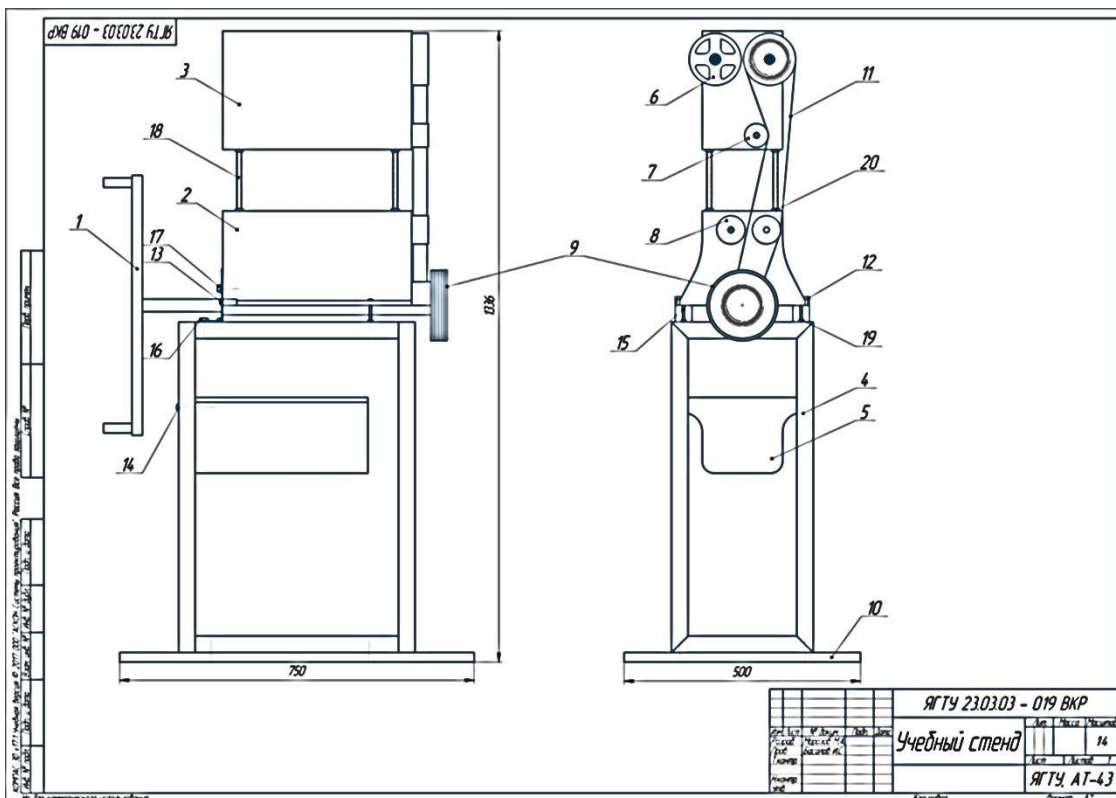


Рисунок 3.1 – Чертеж станда двигателя внутреннего сгорания.

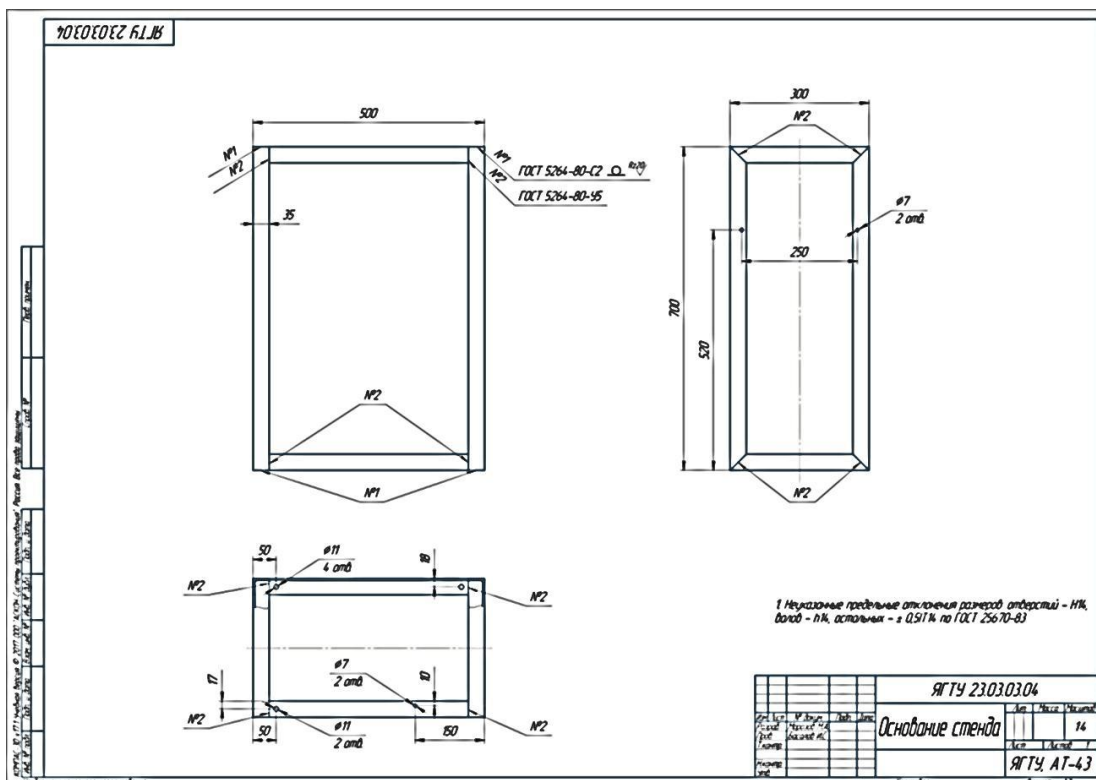


Рисунок 3.2 – Чертеж основания станда.

1 Разбираем двигатель:

1.1 Снимаем верхнюю крышку газораспределительного механизма, открутив торцевой головкой «на 13» четыре болта и одну гайку крепления.

1.2 Снимаем нижнюю крышку газораспределительного механизма, открутив головкой «на 8» четыре болта крепления.

1.3 Ослабляем затяжку гайки крепления оси натяжного ролика торцевой головкой «на 16».

1.4 Снимаем обводной ролик, открутив ключом Torx T50 болт его крепления.

1.5 Снимаем ремень привода газораспределительного механизма с обоих шкивов распределительных валов.

1.6 Снимаем крышку маслоотделителя, открутив торцевой головкой «на 8» пять болтов крепления.

1.7 Снимаем клапанную крышку головы блока цилиндров, открутив торцевой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления.

1.8 Из головки блока цилиндров извлекаем два распределительных вала, шестнадцать рокеров и шестнадцать гидроопор клапанов.

1.9 Снимаем головку блока цилиндров, открутив торцевой головкой Torx E14 десять болтов крепления.

1.10 Снимаем масляный поддон двигателя, открутив торцевой головкой «на 8» десять болтов крепления.

2 Отчищаем все снятые элементы с помощью ветоши и бензина «Галоша» как снаружи, от дорожной пыли и подтеков технических жидкостей, так и изнутри, убираем остатки масла и охлаждающей жидкости, с поверхностей клапанной крышки и головки блока убираем остатки герметика.

3 Делаем разрез клапанной крышки, с помощью угловой шлифовальной машины. Разрезанная клапанная крышка показана на рисунке 3.3.

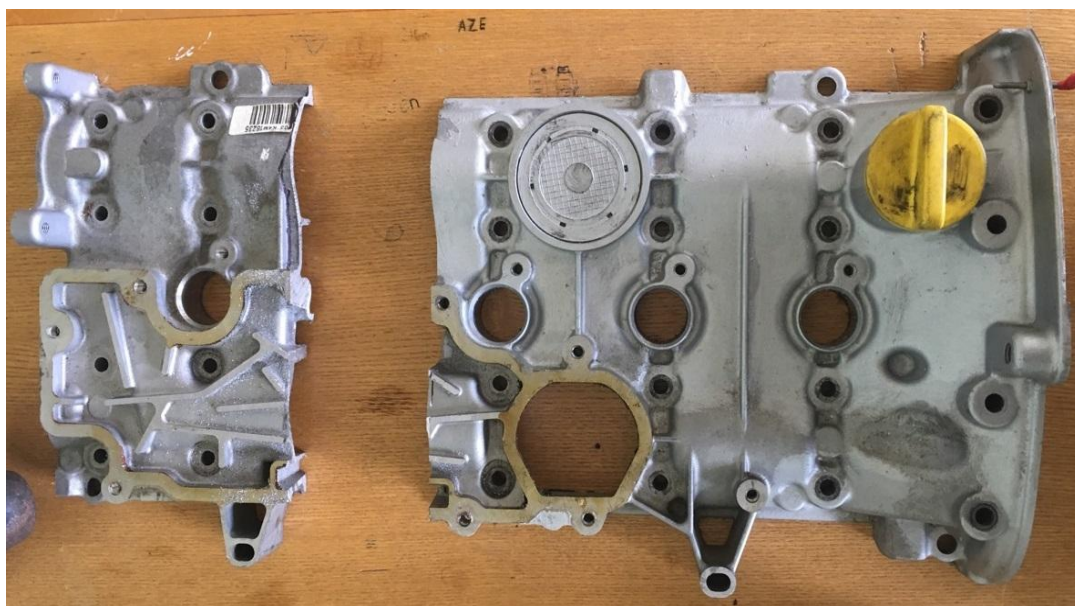


Рисунок 3.3 – Клапанная крышка с разрезом.

4 Приступаем к изготовлению опоры станда:

4.1 Из стального равнополочного уголка 35x35x4 мм, с помощью сварочного аппарата, изготавливаем основание.

4.2 Просверливаем в основании необходимые отверстия для крепления блока двигателя, масляного поддона и крепления основания с деревянным щитом, используем дрель и набор сверл по металлу.

4.3 Окрашиваем основание в серебряный цвет с помощью аэрозольного баллончика с краской.

5 В деревянном щите просверливаем необходимые отверстия для крепления болтового соединения и отверстия для головок болтов, используем дрель и набор сверл по дереву.

6 Скрепляем соединением болт болт М10, гайка М10 щит с основанием.

7 Закрепляем масляный поддон двигателя на основании станда двумя болтами М6. Установленный на стенд поддон показан на рисунке 3.4.

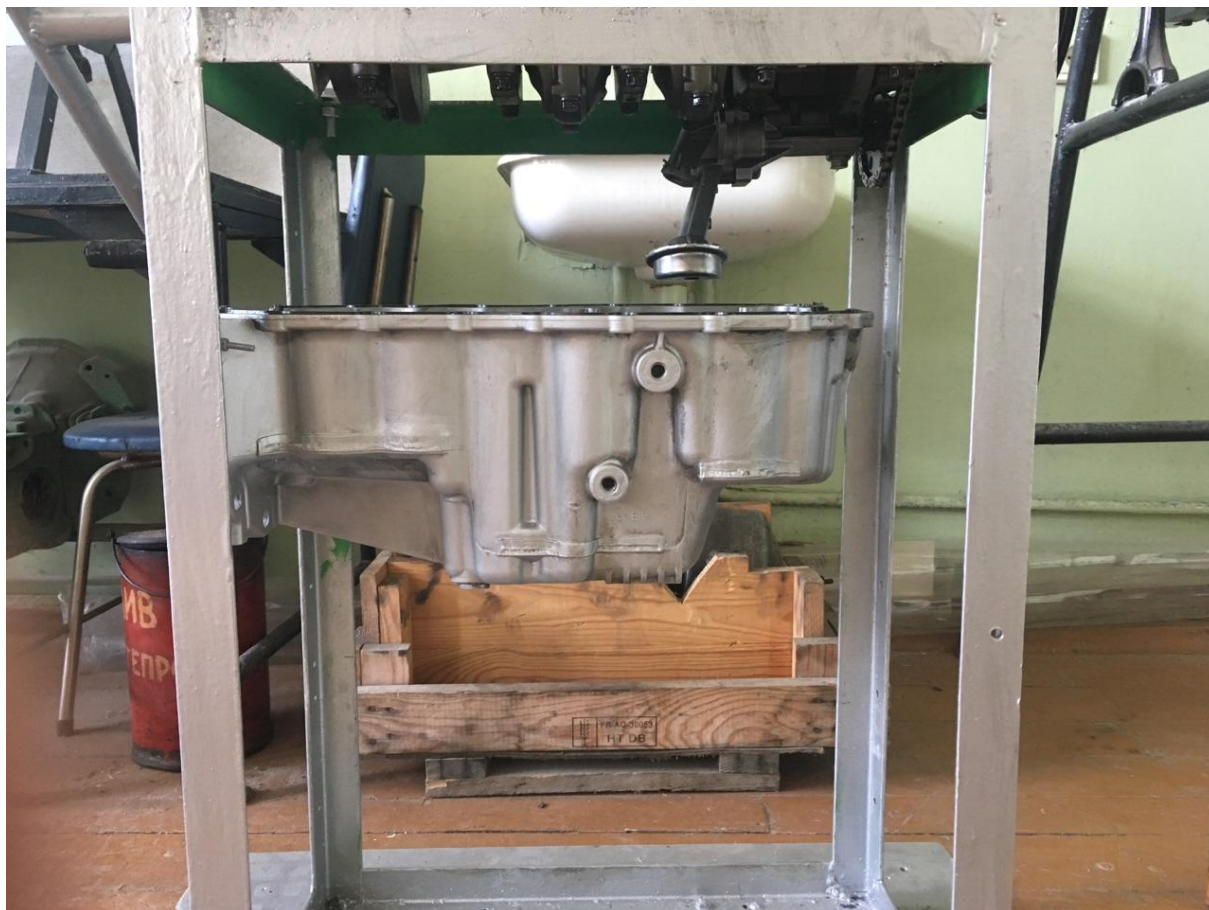


Рисунок 3.4 – Масляный поддон, прикрученный на основание.

8 Устанавливаем блок двигателя на основание:

8.1 Прикручиваем два крепежных уголка 53x53x35 мм соединением болт М10, гайка М10 на основание станда.

8.2 В блок двигателя, в отверстия для крепления поддона, вкручиваем два болта М6 и накручиваем на каждый по гайке М6-6Н.

8.3 Блок устанавливаем на основание, двумя болтами попадем в просверленные отверстия на основании.

8.4 Соединяем кронштейны двигателя с двумя крепежными уголками, закрутив два болта М6.

Блок двигателя, установленный на основание, показан на рисунке 3.5.

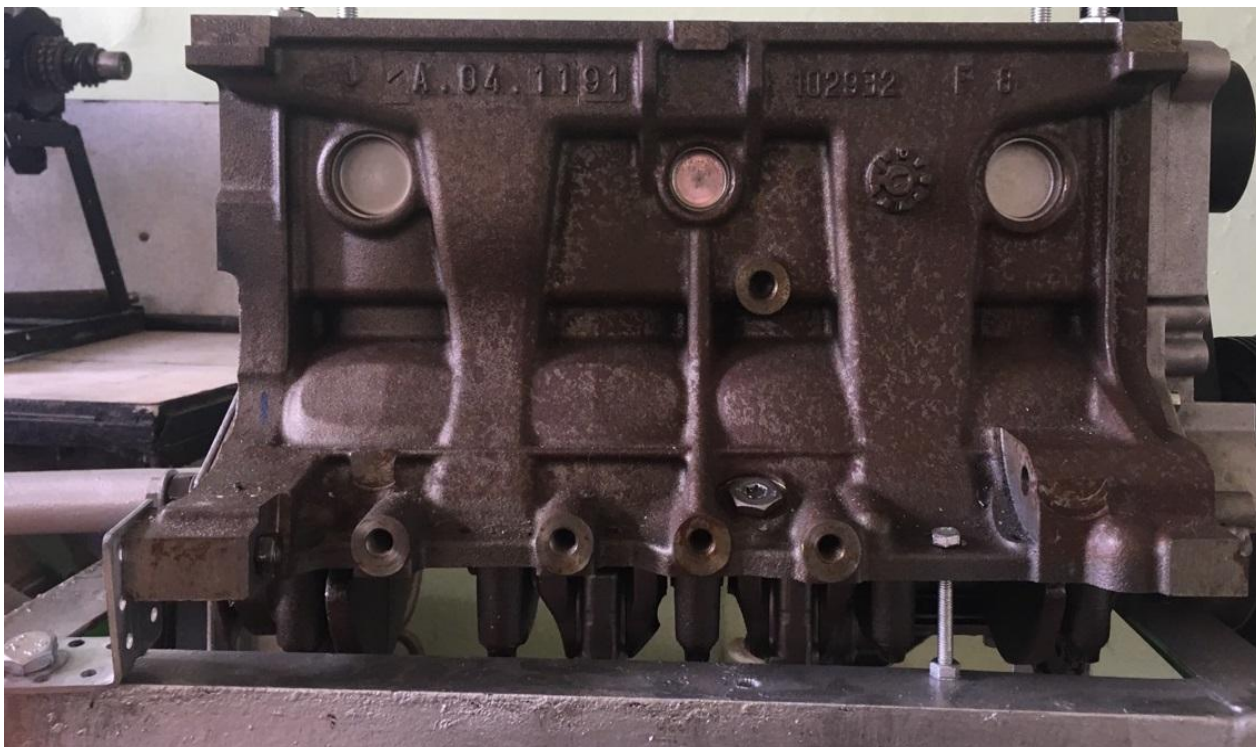


Рисунок 3.5 – Блок двигателя, установленный на основание.

9 Собираем головку блока цилиндров:

9.1 Устанавливаем гидроопоры, рокеры и распределительные валы обратно в головку блока цилиндров.

9.2 Устанавливаем клапанную крышку, закрутив торцевой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления.

9.3 Устанавливаем масло отделительную крышку, закрутив торцевой «на 8» пять болтов ее крепления.

10 Устанавливаем головку блока цилиндров на сам блок:

10.1 На четыре шпильки М10 накручиваем по гайке с каждой стороны.

10.2 Устанавливаем четыре шпильки М10 в резьбовые отверстия блока цилиндров.

10.3 Устанавливаем головку блока цилиндров резьбовыми отверстиями на шпильки М10.

Головка, установленная на блок с помощью шпилек, показана на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Головка блока цилиндров, установленная на блок.

11 Приступаем к изготовлению ручки вращения коленчатого вала, руководствуясь ее эскизом, который показан на рисунке 2.5:

11.1 Отмеряем размеры и с помощью угловой шлифовальной машины обрезаем трубу ВГП 27x3,5 мм.

11.2 Отмеряем размер и с помощью угловой шлифовальной машины обрезаем трубу ВГП 22x2,5 мм.

11.3 Обрезанные трубы свариваем с помощью сварочного аппарата.

11.4 Ручку привариваем к металлической пластине 110x110 мм, с помощью сварочного аппарата.

11.5 Просверливаем отверстия в пластине ручки, используем дрель и набор сверл по металлу.

12 Устанавливаем ручку вращения коленчатого вала на стенд, притянув ее двумя болтами М10.

Ручка, установленная на стенде, показана на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Ручка вращения коленчатого вала.

13 Устанавливаем ремень газораспределительного механизма по новому пути:

13.1 Накидываем ремень на один шкив распределительного вала.

13.2 Устанавливаем обводной ролик, закрутив ключом Torx T50 болт его крепления.

13.3 Натягиваем ремень, с помощью регулировки гаек на шпильках крепления головки блока цилиндров.

14 На шкив распределительного вала впускных клапанов и на шкив ремня привода генератора устанавливаем шкалы угла поворота коленчатого вала.

Путь штатного ремня на стенде продемонстрирован на рисунке 3.8.

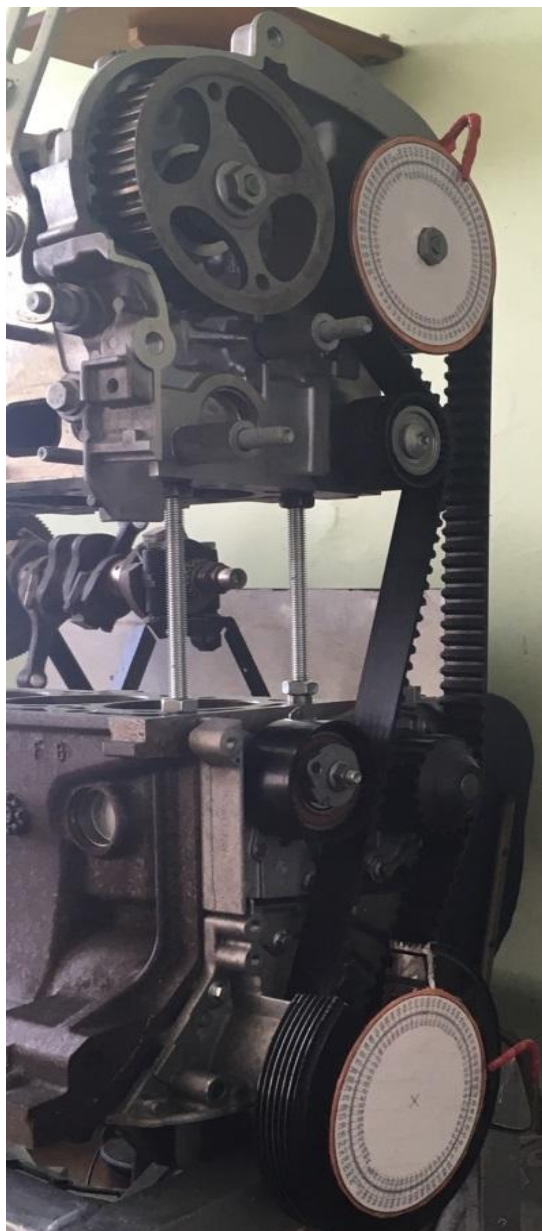


Рисунок 3.8 – Путь ремня газораспределительного механизма.

15 Для демонстрации из чего состоит масляный фильтр, из него выпиливаем сектор и устанавливаем обратно на блок. Масляный фильтр показан на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Масляный фильтр с выпиленным разрезом.

На рисунке 3.11 показан итоговый вид стэнда.



Рисунок 3.11 – Итоговый вид стэнда.

4 Разработка методических материалов

4.1 Лабораторная работа №1 «Устройство и принцип действия гидрокомпенсаторов»

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия, технология снятия и оценка технического состояния гидроопор рокера двигателя Рено.

4.1.1 Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная со снятием и оценкой технического состояния гидрокомпенсаторов.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, оформление отчета по проделанной работы.
- 4 Защита лабораторной работы.

4.1.2 Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Получить набор инструментов, необходимых для проведения работы.
- 3 Извлечь гидроопоры, следуя указаниям:
 - 3.1 Снять крышку маслоотделителя, открутив торцевой головкой «на 8» пять болтов крепления, крышка маслоотделителя показана на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Крышка маслоотделителя

3.2 Снять клапанную крышку головы блока цилиндров, открутив торцевой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления. Клапанная крышка головы блока цилиндров представлена на рисунке 4.2.

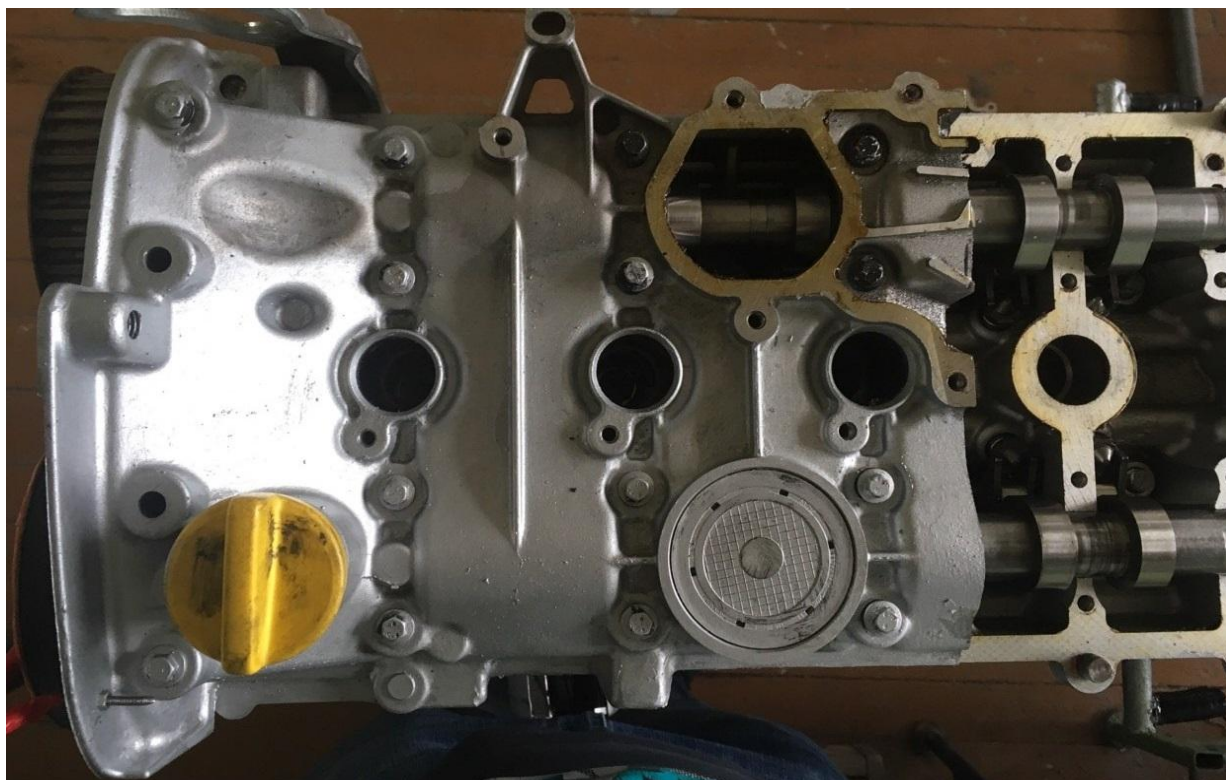


Рисунок 4.2 – Клапанная крышка головы блока цилиндров

3.3 Извлечь выпускной распределительный вал

3.4 Извлечь рокеры, они обведены на рисунке 4.3.

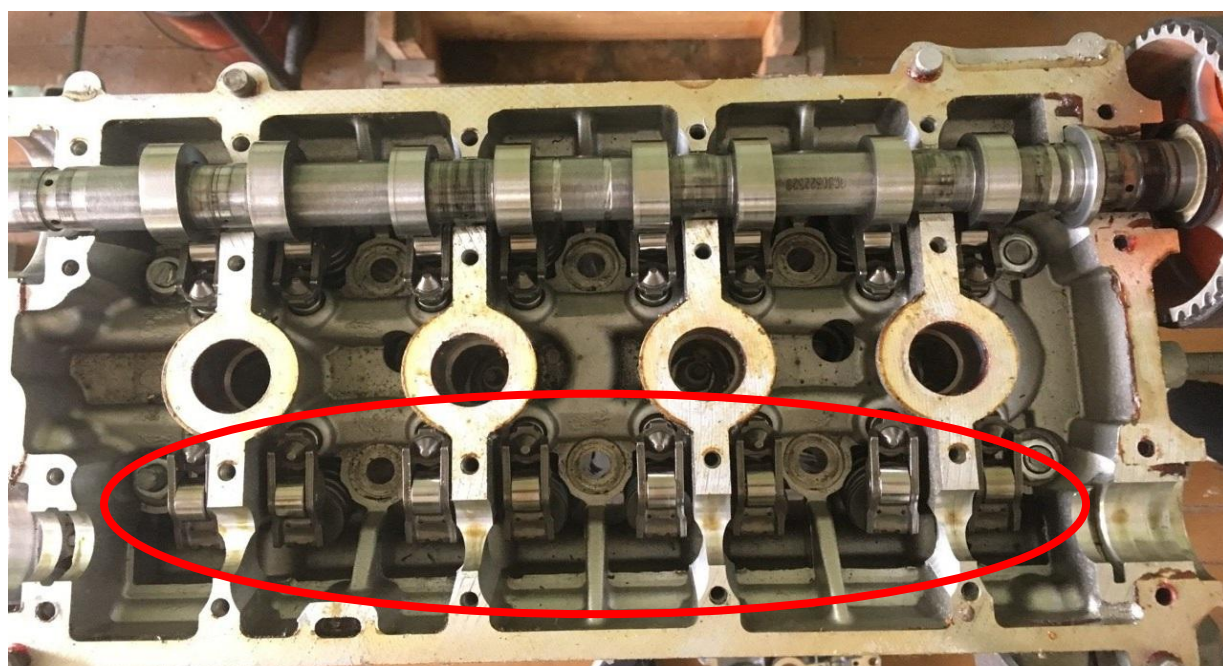


Рисунок 4.3 – Голова блока цилиндров.

3.5 Извлечь гидроопоры, которые располагаются под рокерами.

3.6 Для ознакомления с конструкцией гидроопоры, сравнить ее со схемой, представленной на рисунке 4.6.

4 Оценить степень подвижности снятых гидроопор. В гидроопорах выпускных клапанов спущено масло, поэтому они должны свободно перемещаться при их сдавливании.

5 Оценить степень подвижности гидроопор, находящихся в голове блока цилиндра. В гидроопорах впускных клапанов все еще осталось масло, поэтому они не должны продавливаться.

6 Собрать снятые детали, следуя указаниям:

6.1 Поставить снятые гидроопоры на место.

6.2 Поставить рокера на место.

6.3 Поставить выпускной распределительный вал на место.

6.4 Правильно установить клапанную крышку головы блока цилиндров, в голове блока цилиндров располагаются направляющие, которые должны попасть в отверстия на клапанной крышке.

6.5 Затянуть торцовой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления клапанной крышки.

6.6 Установить крышку маслоотделителя, затянув торцовой головкой «на 8» пять болтов ее крепления.

7 Привести в порядок набор инструментов и рабочее место. Сдать набор инструментов.

8 Оформить отчет, проведя анализ технического состояния гидроопор двигателя. Сформулировать заключение об их пригодности к дальнейшей эксплуатации

4.1.3 Теоретический материал

Все современные двигатели внутреннего сгорания имеют систему газораспределения. Для поступления рабочей смеси в цилиндры двигателя, а затем и для отвода отработанных газов используют клапанные механизмы. Важным фактором, влияющим на работу двигателя и его основные характеристики, является время открытия и закрытия клапанов, а это означает, что между распределительным валом и клапаном должны отсутствовать зазоры. В действительности с ростом температуры двигателя растет и температура деталей системы газораспределения, что приводит к их тепловому расширению, а соответственно и изменению зазоров между ними. Таким образом, при настройке клапанов на непрогретом моторе должен оставаться термический зазор, благодаря этому зазору будет обеспечено нормальное открывание и закрывание клапанов в условиях высоких температур. Термический зазор указывается заводом изготовителем в технической литературе, причем значения зазора для впускных и выпускных клапанов будут различны, выпускные клапана имеют большие значения, это обусловлено тем, что их рабочая температура будет выше, в виду

постоянного контакта с раскаленными выхлопными газами. Большой зазор (клапан зажат) вызывает сильные ударные нагрузки, характерный металлический стук, преждевременный износ системы газораспределения, так же клапана будут открываться не полностью, что уменьшит их пропускную способность. Малый зазор (клапан разжат) не позволит осуществить полное закрытие клапанов, часть смеси будет сгорать во впуске, а во время выпуска горячие газы будут прорываться через неплотности, вызывая прогар тарелки клапана и разрушение его седла, пострадает и компрессия двигателя, увеличится сила трения между клапаном и распределительным валом при высоких температурах. Неправильно выставленные зазоры приводят к плохим последствиям. Клапанный механизм работает в тяжелых условиях и связано это не только с высокими температурами, которые к тому же достаточно не равномерны, но и так же с постоянными ударными нагрузками, вызывающими естественный износ и изменение зазоров. Так, на классических моделях ВАЗ, имеющих обычный клапан двигателя, рекомендуемый интервал регулировки клапанов 10-15 тысяч километров. С целью сокращения интервала регулировки стали применять механические толкатели рисунок 4.4.



Рисунок 4.4 – Механический толкатель ВАЗ 2108

Они представляют собой цилиндры, надеваемые на клапан, тем самым увеличивая площадь соприкосновения с распределительным валом. Это позволило уменьшить износ, и тем самым увеличить интервал регулировки клапанов, рекомендуемый пробег до регулировки составляет 40-50 тысяч километров. В случае с механическими толкателями регулировка осуществлялась с помощью подкладывания ремонтных шайб. Данная регулировка считается достаточно эффективной и достаточно широко распространена, однако это все равно осталась ручная регулировка.

Для автоматизации процесса регулировки зазора клапанов были изобретены гидравлические компенсаторы или как их еще называют гидрокомпенсаторы. Они представляют собой гидравлические механизмы и располагаются в приводном механизме клапана. В зависимости от конструкции газораспределительного механизма различают четыре базовых вида гидрокомпенсаторов. Это гидротолкатели, гидроопоры для рычагов или же коромысел, а также роликовые гидротолкатели. Несмотря на то что механизмы различаются между собой, принцип действия у них один. Все они представлены на рисунке 4.5.



Рисунок 4.5 – Типы гидрокомпенсаторов

На данный момент наиболее распространенными являются гидротолкатели и гидроопоры в рычагах коромысла, последние довольно часто применялись раньше и поэтому сейчас владельцы автомобилей с такой конструкцией часто сталкиваются с их ремонтом или обслуживанием.

Подробнее рассмотрим конструкцию и принцип действия гидроопор в рычагах коромысла. В двигателе Рено К4М применена именно такая система гидравлической компенсации зазора клапанов, ее роль заключается не только в устранении зазора между кулачком и рокером, но и так же она выступает в роли распылителя масла.

На рисунке 4.6 представлена схема гидроопоры.

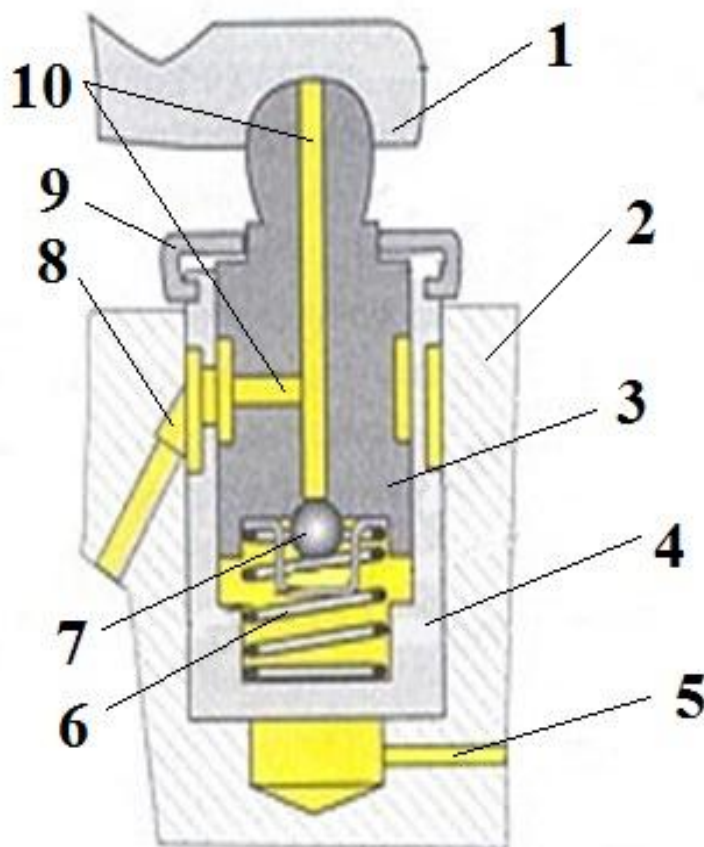


Рисунок 4.6 – Гидроопора:

- 1 – рокер;
- 2 – голова блока цилиндров;
- 3 – плунжер;
- 4 – корпус плунжера;
- 5 – дренажный канал;
- 6 – пружина плунжера;
- 7 – шариковый клапан;
- 8 – подводной канал;
- 9 – стопорное кольцо;
- 10 – масляные каналы.

Гидроопора располагается в голове блока цилиндров. Сверху на гидроопору воздействует рокер, или же коромысло клапана. Рокер является рычагом с двумя точками воздействия и одной опорой. Он служит для передачи усилия распределительного вала на клапан. Гидроопора имеет корпус, внутри которого свободно перемещается плунжер, зазор между корпусом и плунжером минимален, он позволяет плунжеру свободно перемещаться, и при этом вся конструкция остается герметичной. Под плунжером располагается пространство, в котором расположена пружина, опирающаяся одним концом в плунжер, а другим в его корпус. Так же снизу плунжера находится шарик, он располагается в металлическом корпусе с отверстиями, корпус прикреплен к плунжеру и не дает шарик упасть на дно

корпуса и в тоже время свободно пропускает масло. Из головы блока цилиндров по специальным каналам под давлением в гидроопору поступает масло. Внутри самой гидроопоры масляные каналы расходятся, часть идет вниз, проходит через шариковый клапан, если тот открыт, другая часть масла направляется вверх, выходит из плунжера и с помощью каналов в рокере распыляется на трущуюся пару кулачка распределительного вала и рокера. Ход плунжера ограничен стопорным кольцом, оно может иметь как наружное, так и внутренне расположение.

Принцип действия гидроопоры показан на рисунке 4.7.

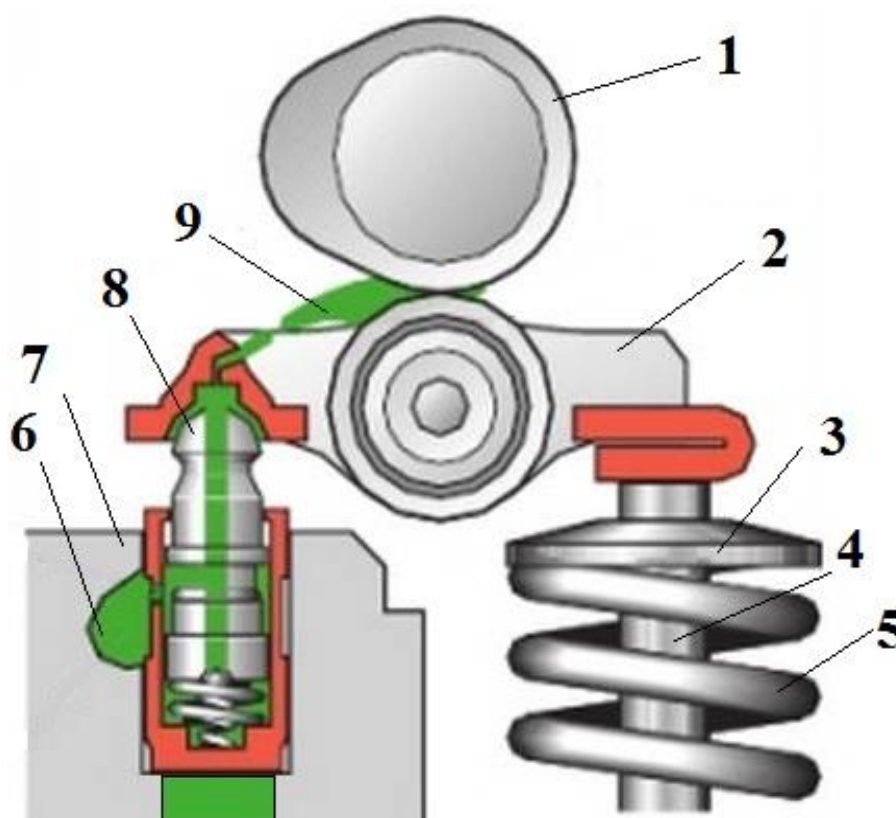


Рисунок 4.7 – Схема работы гидроопоры 1 – кулачок распределительного вала;

- 2 – рокер;
- 3 – тарелка клапана;
- 4 – клапан;
- 5 – пружина клапана;
- 6 – масляные каналы;
- 7 – голова блока цилиндров;
- 8 – гидроопора;
- 9 – подвод масла к сопряжению.

Принцип действия гидроопоры достаточно прост. Кулачок распределительного вала движется по рокеру своей тыльной частью. В случае образования между рокером и кулачком зазора, пружина начинает толкать плунжер вверх, относительно его корпуса, он в свою очередь толкает

рокер до тех пор, пока рокер вновь не соприкоснется с кулачком распределительного вала. При исправном двигателе усилия пружины плунжера не достаточно, чтобы через рокер открыть клапан, другими словами усилие пружины клапана будет больше усилия пружины плунжера и гидроопора не начнет открывать клапан в тот момент, когда этого не требуется. С момента движения плунжера, масло, поступающее по масляным каналам, минуя шариковый клапан, начинает заполнять освобождающееся пространство под плунжером. Между рокером и кулачком распределительного вала отсутствует зазор, как только кулачок начнет движение по рокеру своей набегающей частью (часть толкающая клапан), рокер начнет передавать усилия на тарелку клапана и на гидроопору, как отмечалось ранее усилие пружины плунжера меньше чем усилие пружины клапана, поэтому плунжер начнет прожиматься, но тут же остановиться. В гидроопоре в этот момент все свободное пространство под плунжером будет занято маслом, с ростом давления со стороны кулачка масло начнет стремиться вытечь из пространства под плунжером, в этом ей мешает шариковый клапан, он перекроет канал по которому поступало масло. Клапан имеет задержку до его полного закрытия и поэтому небольшая часть масла успеет покинуть пространство под плунжером и при этом незначительно просядет сама гидроопора. После закрытия шарикового клапана вся конструкция гидроопоры станет жесткой, так как масло, которое находится в пространстве под плунжером сжать практически невозможно. Кулачок распределительного вала продолжит набегать на рокер, все усилие будет переходить на тарелку клапана и соответственно толкать сам клапан. Как только вершина кулачка пройдет, по рокеру начнет идти сбегаящая часть, рокер начнет подниматься, вслед за ним, под действием своей наиболее жесткой пружины, начнет закрываться клапан. Клапан закроется немногим раньше, чем закончится сбегаящая часть кулачка, это связано с тем, что изначальное усилие набегающей части пошло на сжатие гидроопоры, в связи с этим, как только клапан закроется, а сбегаящая часть продолжит свое движение, между рокером и кулачком образуется зазор, который пружина плунжера вновь компенсирует и цикл повториться. Данная просадка гидроопоры незначительно влияет на время закрытия и открытия клапанов, и в целом на работу двигателя.

Еще одной разновидностью гидрокомпенсаторов является гидротолкатель, в настоящее время он наиболее часто устанавливается на новые моторы и считается наиболее технологичным из всех, хотя конструктивно от гидроопоры отличается не сильно. Внешне гидротолкатели похожи на механические компенсаторы, они так же являются промежуточной частью между распределительным валом и клапаном.

На рисунке 4.8 представлена схема гидроталкателя.

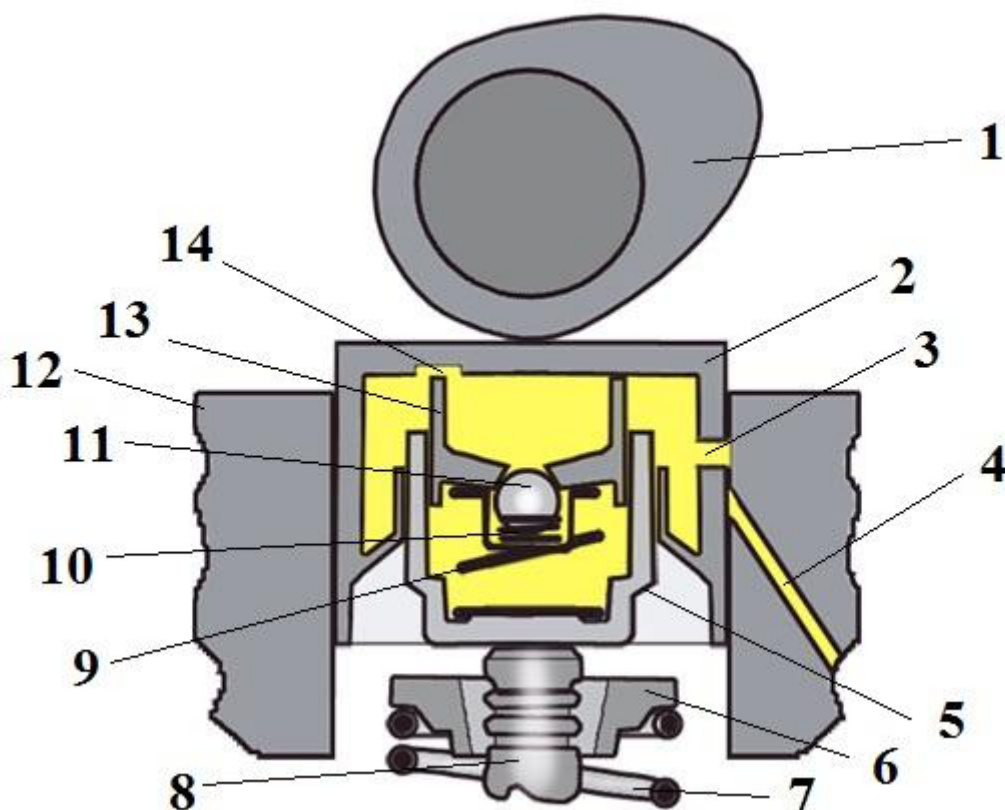


Рисунок 4.8 – схема гидроталкателя:

- 1 – кулачек распределительного вала;
- 2 – корпус гидрокompенсатора;
- 3 – масляный канал в корпусе гидрокompенсатора;
- 4 – масляный канал в головке блока цилиндра;
- 5 – втулка плунжера;
- 6 – тарелка клапана;
- 7 – пружина клапана;
- 8 – клапан;
- 9 – пружина плунжера;
- 10 – пружина шарикового клапана;
- 11 – шариковый клапан;
- 12 – голова блока цилиндров;
- 13 – плунжер;
- 14 – проточный канал

Смотря на схему можно понять, что гидрокompенсатор не сильно отличается от гидропоры. Одним из отличий является то, что масляный канал в двигателе и масляный канал гидрокompенсатора смещаются относительно друг друга. Так же помимо корпуса и плунжера появилась еще и втулка, они по-прежнему герметичны и свободно перемещаются. Шариковый клапан теперь имеет пружину, что позволяет ему быстрее срабатывать, уменьшая просадку гидроталкателя.

Принцип работы заключается в следующем, при образовании зазора между кулачком распределительного вала и гидротолкателем, что показано на рисунке 4.9.

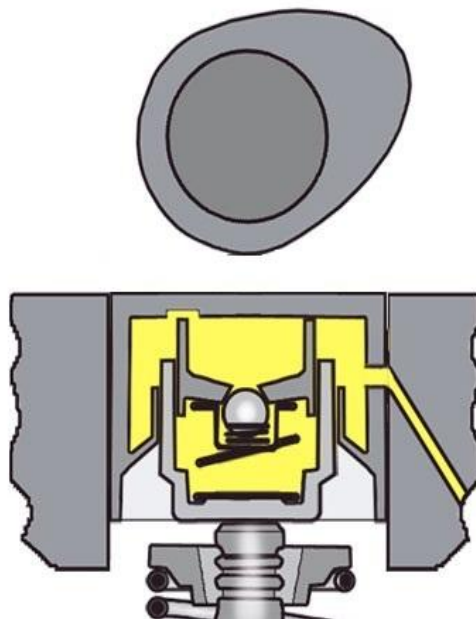


Рисунок 4.9 – Зазор между кулачком и гидротолкателем

Под действием своей пружины плунжер начнет давить на свой корпус, перемещая его относительно втулки и компенсируя зазор. При пересечении между масляными каналами масло, через специальную проточку, под давлением начнет заполнять пространство в плунжере, преодолевая шариковый клапан. Как только кулачек начнет движение по гидротолкателю своей набегающей частью, то давление на шариковый клапан возрастет и он закроется. Вся конструкция станет жесткой, а усилие станет передаваться на клапан, открывая его. Шариковый клапан не может закрыться моментально, пружина под шариком снижает время закрытия, но не исключает его полностью. Часть масла успевает покинуть пространство под плунжером. Между гидротолкателем и кулачком распределительного вала возникает зазор, операция гидротолкателя повторяется. Зазоры, о которых идет речь имеют очень малые размеры и быстро ликвидируются, то есть фактически в исправном двигателе они отсутствуют.

Преимущества гидрокомпенсаторов. Гидрокомпенсаторы были созданы для автоматического изменения зазора между кулачком распределительного вала и клапаном цилиндра, и весьма успешно справляются с поставленной задачей, двигателя, оснащенные системой гидрокомпенсаторов, лишены механических регулировок. При любой температуре работы двигателя клапана будут открываться, и закрываться в оптимальные для этого промежутки, что в свою очередь повысит экономию топлива и улучшение тяговых свойств. Отсутствие зазора между механизмами снизит ударные нагрузки, увеличив при этом срок службы системы газораспределения, и сделает ее работу более тихой.

Недостатки гидрокомпенсаторов. Главным недостатком гидрокомпенсаторов является их сильная зависимость от качества масла, частоты его замены и его давления в системе смазки двигателя. Конструкция гидрокомпенсаторов сложнее, чем конструкции механических толкателей, поэтому возрастает стоимость их производства и ремонта.

При использовании некачественного масла или несвоевременной его замены, каналы, которые подводят масло или каналы самого гидрокомпенсатора, могут закупориться, это происходит из-за пригорания масла и образования нагаров. В компенсатор поступит недостаточное количество масла, весь объем под плунжером не будет заполнен, и как только кулачок начнет давить на гидрокомпенсатор, он начнет сжиматься, при этом клапан цилиндра двигателя откроется позже и не полностью, что уменьшит его пропускную способность. Но самым негативным моментом будет наличие зазора между гидрокомпенсатором и кулачком распределительного вала, который пружина не успеет компенсировать. Между деталями будет столкновение, отсюда и возникает стук гидрокомпенсаторов. Причиной стука может являться и низкое давление масла в двигателе. Плунжерная пара может быть сильно изношена, в таком случае она будет пропускать масло, ее может заклинить. На корпусе плунжера может образоваться нагар, что физически не позволит плунжеру свободно перемещаться в корпусе.

При засорении масляных каналов гидрокомпенсатора возможно их снятие и промывка.

4.2 Лабораторная работа №2 «Устройство и принцип действия масляного насоса двигателя Рено К4М»

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия, технология снятия, разборки и сборки, оценка технического состояния масляного насоса двигателя Рено К4М.

4.2.1 Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная со снятием и оценкой технического состояния масляного насоса.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, оформление отчета по проделанной работы.
- 4 Защита лабораторной работы.

4.2.2 Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Получить набор инструментов, необходимых для проведения работы.
- 3 Снять масляный насос, следуя указаниям:
 - 3.1 Открутить два болта крепления масляного насоса, используя две торцовые головки «на 10» и «на 13». Расположение болтов показано на рисунке 4.10.



Рисунок 4.10 – Болты крепления масляного насоса

3.2 Немного отпустить насос вниз.

3.3 Снять цепь со звездочки насоса, как показано на рисунке 4.11.



Рисунок 4.11 – Снятие масляного насоса

4 Разобрать масляный насос, следуя указаниям:

4.1 Открутить пять болтов крепления крышки насоса, используя торцовую головку «на 8». Расположение болтов показано на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12 – Болты крепления крышки масляного насоса

4.2 Снять крышку масляного насоса.

4.3 Используя плоскогубцы извлечь пружинный фиксатор редукционного клапана, как показано на рисунке 4.13. Стоит отметить, что пружина редукционного клапана имеет натяг, во избежание «выстреливания» пружины, снимая фиксатор необходимо придерживать упор пружины.

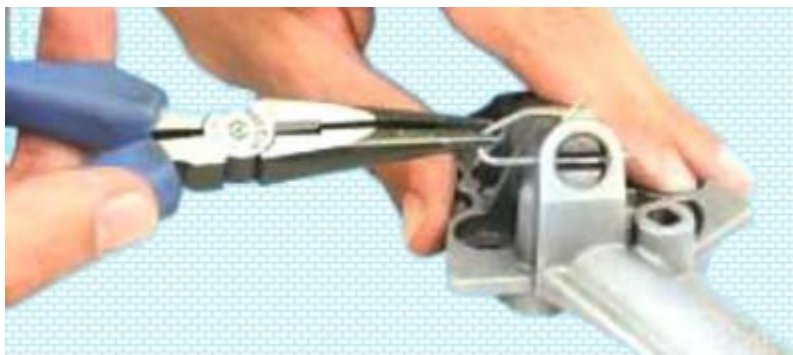


Рисунок 4.13 – Снятие пружинного фиксатора

4.4 Извлечь упор пружины.

4.5 Извлечь пружину редукционного клапана.

4.6 Извлечь плунжер редукционного клапана.

5 Оценить степень технического состояния шестерен насоса, для этого:

5.1 Внешне осмотреть зубья шестерен на наличие задиров и износа зубьев.

5.2 С помощью набора щупов, измерить радиальный зазор между шестернями насоса и корпусом. Радиальный зазор показан на рисунке 4.14.

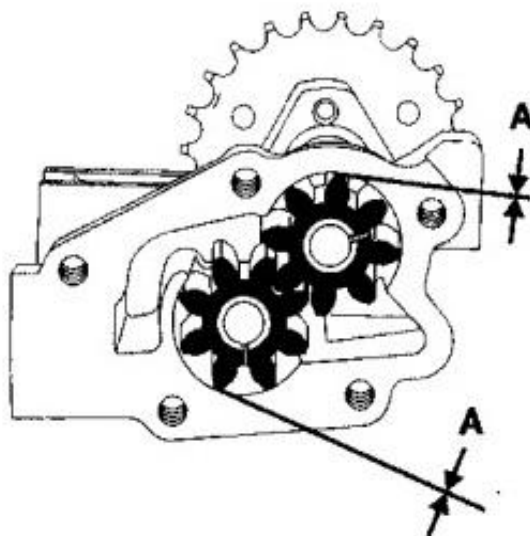


Рисунок 4.14 – Определение радиального зазора:
А – радиальный зазор.

Минимальное значение радиального зазора $A_{\text{мин}} = 0,110$ мм.
Максимальное значение радиального зазора $A_{\text{макс}} = 0,249$ мм.

5.3 С помощью линейки и набора щупов, измерить осевой зазор, между шестернями и относительной привалочной плоскостью. Осевой зазор показан на рисунке 4.15.

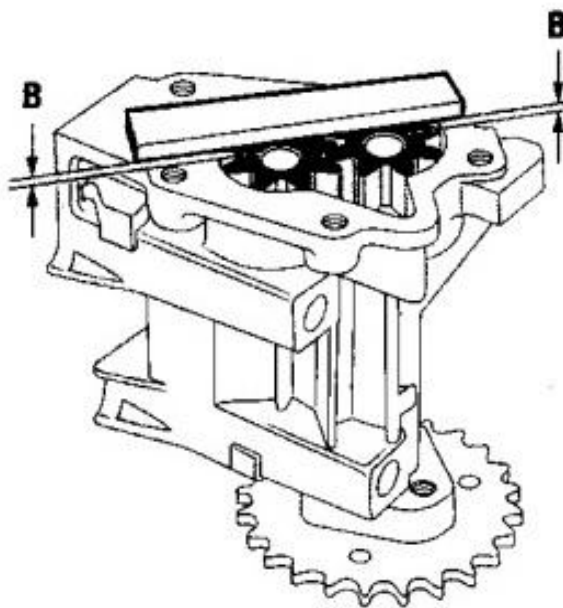


Рисунок 4.15 – Определение осевого зазора:
В – осевой зазор.

Минимальное значение осевого зазора $A_{\text{мин}} = 0,020$ мм. Максимальное значение осевого зазора $A_{\text{макс}} = 0,086$ мм.

6 Оценить техническое состояние корпуса и крышки масляного насоса. Трещины, царапины, дефекты литья, повреждение резьбовых отверстий должны отсутствовать, в противном случае насос нуждается в замене.

7 Оценить техническое состояние плунжера редукционного клапана. Плунжер не должен иметь царапин и следов заедания.

8 Собрать масляный насос, следуя указаниям:

8.1 Вставить плунжер редукционного клапана на место.

8.2 Вставить пружину редукционного клапана на место.

8.3 С помощью плоской отвертки вставить упор пружины на место.

8.4 Вставить до упора пружинный фиксатор.

8.5 Установить крышку масляного насоса на корпус и прикрутить ее пятью болтами, используя торцовую головку «на 8».

8.6 Одеть цепь привода масляного насоса на его звезду.

8.7 Поставить масляный насос на место и прикрепить его двумя болтами, используя две торцовые головки «на 10» и «на 13».

9 Привести в порядок набор инструментов и рабочее место. Сдать набор инструментов.

10 Оформить отчет, проведя анализ технического состояния масляного насоса двигателя. Сформулировать заключение об их пригодности к дальнейшей эксплуатации.

4.2.3 Теоретический материал

Работа двигателя внутреннего сгорания, ввиду его конструкции, не может осуществляться без трения деталей, вспомнить, к примеру, о кривошипно-шатунном механизме или о системе газораспределения. Трение деталей вызывает износ и повышает температуру их работы, поверхности деталей, подверженных трению, тщательно обрабатываются, но, не смотря на это, на деталях все равно остаются шероховатости. Для снижения силы трения между деталями двигателей применяют систему смазки. Благодаря тем самым шероховатостям, на деталях образуется масляная пленка, и сила трения снижается. Помимо снижения сил трения масло так же имеет свойства отвода тепла, удаляет нагар и продукты износа, предотвращает появление коррозии металла. Работа двигателя без системы смазки приведет к его быстрому отказу.

В зависимости от способа подачи масла к трущимся элементам различают три разновидности систем смазки: подача масла разбрызгиванием, подача масла под давлением и комбинированный тип.

Смазка двигателя с помощью разбрызгивания имеет довольно простое устройство, на кривошипных головках шатунов имеются специальные черпаки, которые при вращении вала захватывают масло и разбрызгивают его по двигателю. Такая система имеет весомые недостатки, количество подаваемого масла будет зависеть от частоты вращения коленчатого вала, и количества масла в двигателе. Так же при подъеме автомобиля в гору, или спуске с горы будет сильно изменяться уровень масла в поддоне, что вызовет масляное голодание. Подача масла разбрызгиванием применяется в основном в редукторах и механических коробках переключения передач.

Вторая разновидность систем смазки двигателя представляет собой непрерывную подачу масла под давлением ко всем деталям, давление будет создаваться масляным насосом. Такую систему очень сложно реализовать, ввиду ее высокой стоимости установки и обслуживания.

В основном почти на всех двигателях устанавливается комбинированная система смазки. К деталям, которые работают с большим трением, масло поступает под давлением, а к деталям с более легкими условиями работы масло поступает с помощью разбрызгивания. В двигателе Рено К4М под давлением масло поступает к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительных валов и гидроопорам рычагов клапанов, остальные детали смазываются разбрызгиванием. Данная система подразделяется на два вида: система смазки с мокрым картером и сухим.

Устройство системы смазки с сухим картером показано на рисунке 4.16.

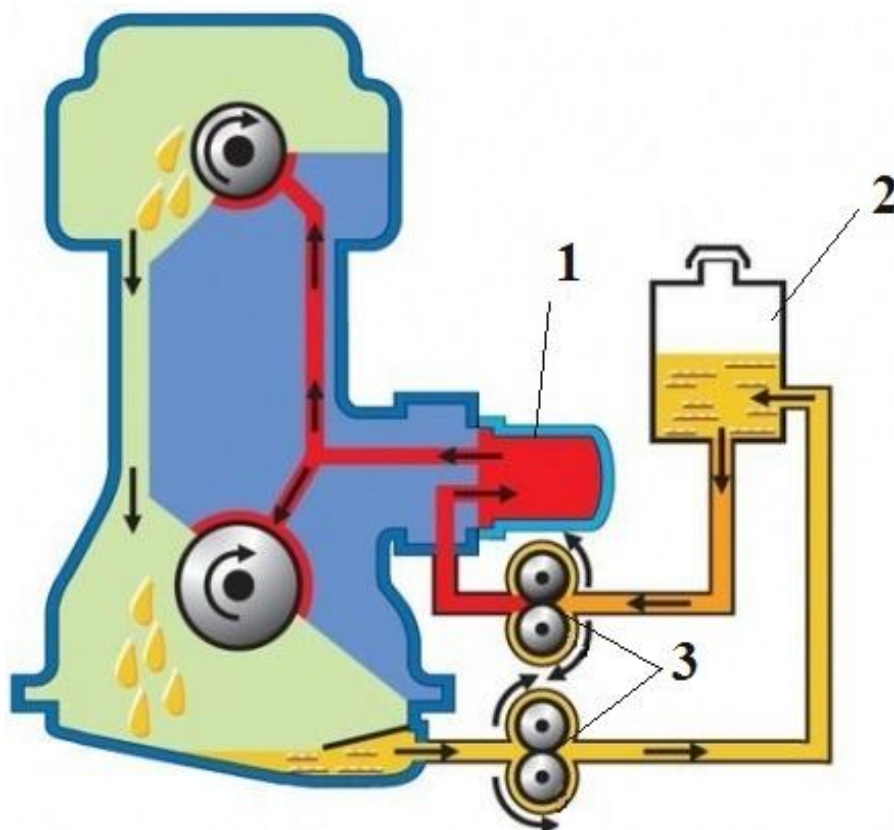


Рисунок 4.16 – Схема системы смазки двигателя с сухим картером:

- 1 – масляный фильтр;
- 2 – масляный резервуар;
- 3 – масляные насосы.

Весь объем масла хранится в отдельном баке, который располагается вне двигателя, а в системах мокрого картера все масло находится в поддоне двигателя, в остальном системы схожи. Недостатком системы мокрого картера является распыливание масла, из-за чего может оголиться маслоприемник и давление в системе упадет. Система сухого картера лишена такого недостатка, давление масла будет постоянным, вне зависимости от частоты изменения положения автомобиля. Перенос резервуара с маслом из-под двигателя позволяет уменьшить его высоту, улучшая центр тяжести всего автомобиля, и за счет его отдаленности от нагретого двигателя масло лучше охлаждается. Поэтому такую систему применяют в основном в автоспорте. Минусами системы сухого картера является ее стоимость, больший вес, более сложное устройство и больший заправочный объем, в сравнении с системой с мокрым картером. Поэтому двигатели гражданских автомобилей, в своем большинстве, имеют систему смазки с мокрым картером.

Устройство системы смазки с мокрым картером показано на рисунке 4.17.

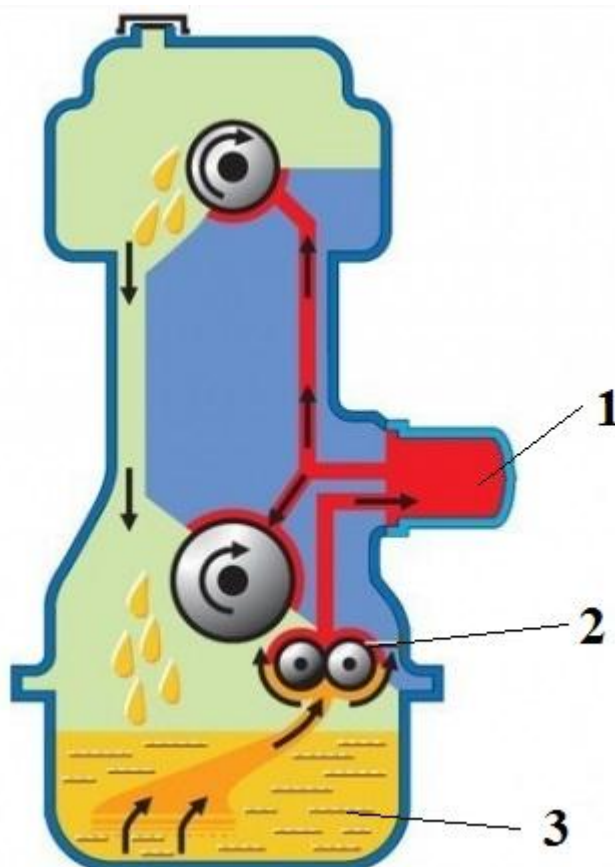


Рисунок 4.17 – Схема системы смазки двигателя с мокрым картером:

- 1 – масляный фильтр;
- 2 – масляный насос;
- 3 - масляный поддон.

На примере двигателя Рено К4М ознакомимся с принципом действия системы смазки двигателя. На коленчатом валу двигателя между шкивом ременной передачи системы газораспределения и буртиком коленчатого вала находится приводная звезда масляного насоса. Крутящий момент на приводную звезду передается только с помощью сил трения, и регулируется с помощью затяжки шкива системы газораспределения, при недостаточной силе трения приводная звезда начнет проскальзывать, давление масла упадет. Далее цепная передача передает момент на звезду масляного насоса, принцип его действия будет описан позже. Масло поступает от насоса к масляному фильтру, и дальше поступает в главную масляную магистраль блока цилиндров. Это означает, что фильтр является полнопоточным. Основные схемы работы масляных фильтров представлены на рисунке 4.18. Если фильтр полностью засорится и перестанет пропускать масло, то сработает перепускной клапан и масло станет поступать от насоса напрямую в масляную магистраль блока, фильтроваться масло перестанет, но при этом давление полностью не пропадет.

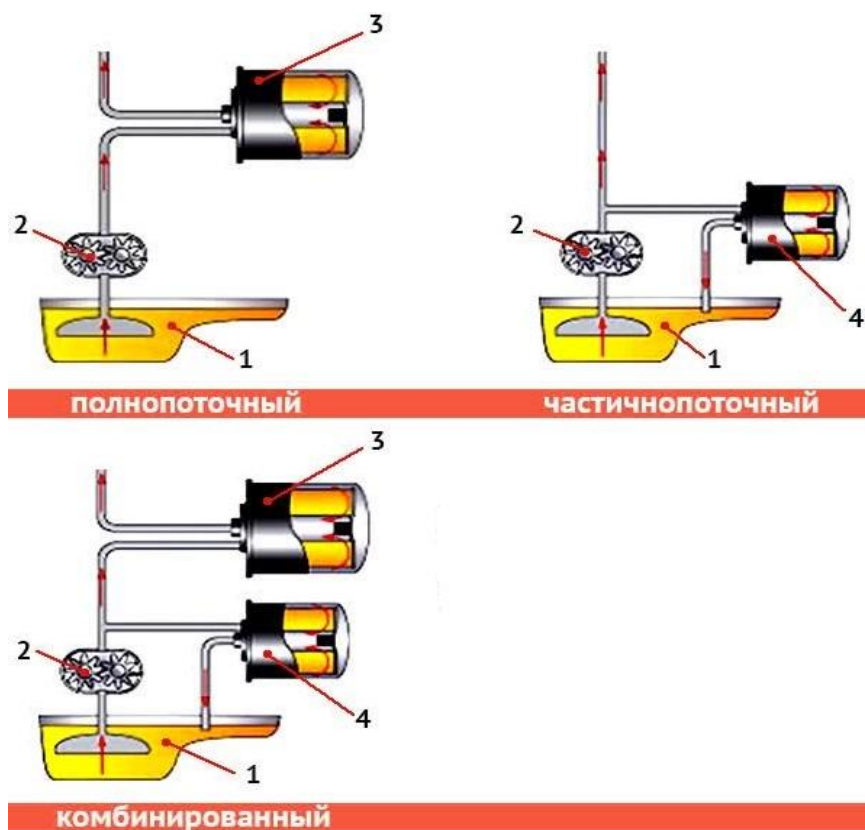


Рисунок 4.18 – Схема работы масляных фильтров:

- 1 – масляный поддон двигателя;
- 2 – масляный насос;
- 3 – полнопоточный тип фильтра;
- 4 – частичнопоточный тип фильтра.

Из главной магистрали масло поступает к коренным подшипникам коленчатого вала и далее, по каналам в коленчатом валу, к шатунным подшипникам. Это показано на рисунке 4.19.

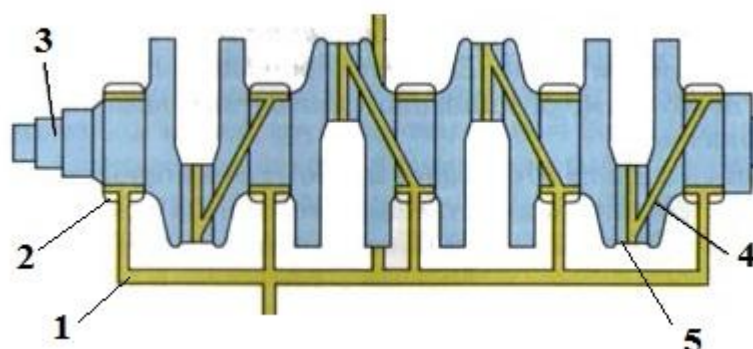


Рисунок 4.19 – Схема масляных каналов в коленчатом валу двигателя:

- 1 – главная магистраль в блоке цилиндров;
- 2 – коренной подшипник коленчатого вала;
- 3 – коленчатый вал;
- 4 – масляные каналы коленчатого вала;
- 5 – шатунный подшипник.

Далее масло поступает к форсункам охлаждения поршней. Форсунки распыскивают масло на нижнюю часть поршня, что увеличивает количество смазки цилиндров и пальца поршня, и уменьшает температуру поршней, ресурс двигателя при этом увеличивается. После прохождения по главной масляной магистрали блока цилиндров масло попадает в два вертикальных канала, которые ведут в голову блока цилиндров. Каналы подают масло к крайним подшипниковым опорам обоих распределительных валов двигателя. Через каналы в распределительных валах масло поступает ко всем подшипникам, принцип тот же, что и с коленчатым валом, только масло поступает только с одной стороны. В масляных каналах головы блока цилиндра есть ответвления, который направляют масло к гидроопорам. Принцип действия гидроопоры показан на рисунке 4.20.

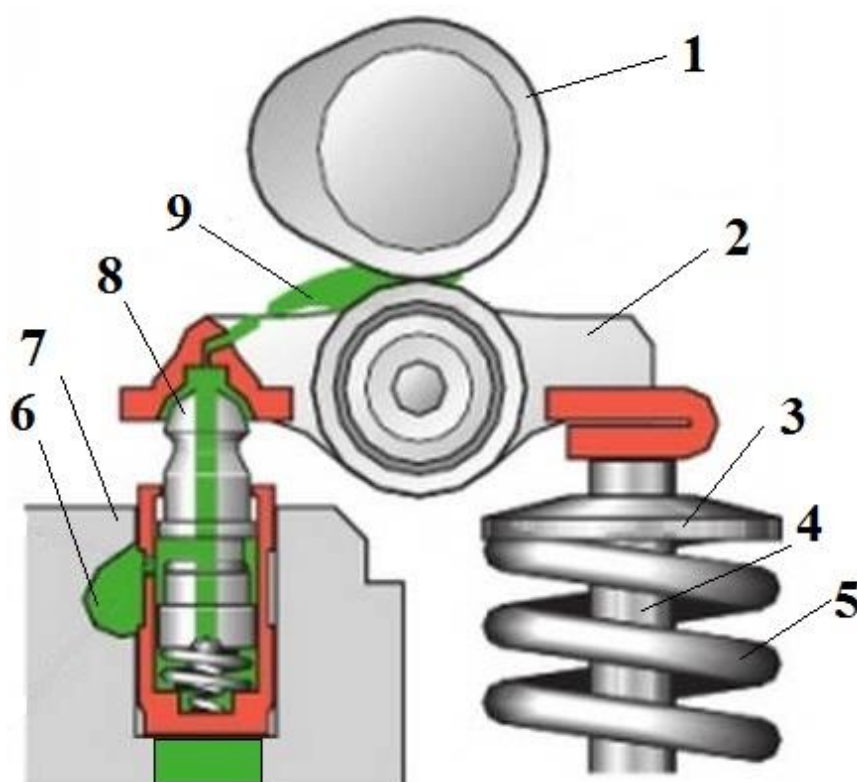


Рисунок 4.20 – Схема работы гидроопоры:

- 1 – кулачок распределительного вала;
- 2 – рокер;
- 3 – тарелка клапана;
- 4 – клапан;
- 5 – пружина клапана;
- 6 – масляные каналы;
- 7 – голова блока цилиндров;
- 8 – гидроопора;
- 9 – подвод масла к сопряжению.

Попадая в каналы гидропоры, часть масла уходит в пространство под плунжером, ввиду устройства гидропоры объем масла под плунжером практически всегда постоянен или же незначительно изменяется, поэтому основная часть масла направляется вверх, затем, через масляные каналы рокера, перенаправляется и начинает распыляться прямо на пару трения между рокером и кулачком коленчатого вала. В голове блока цилиндров имеются специальные каналы, по ним масло стекает в масляный поддон, насос начнет вновь накачивать масло и его цикл повторится.

Теперь подробнее рассмотрим насос двигателя Рено К4М. Он показан на рисунке 4.21.

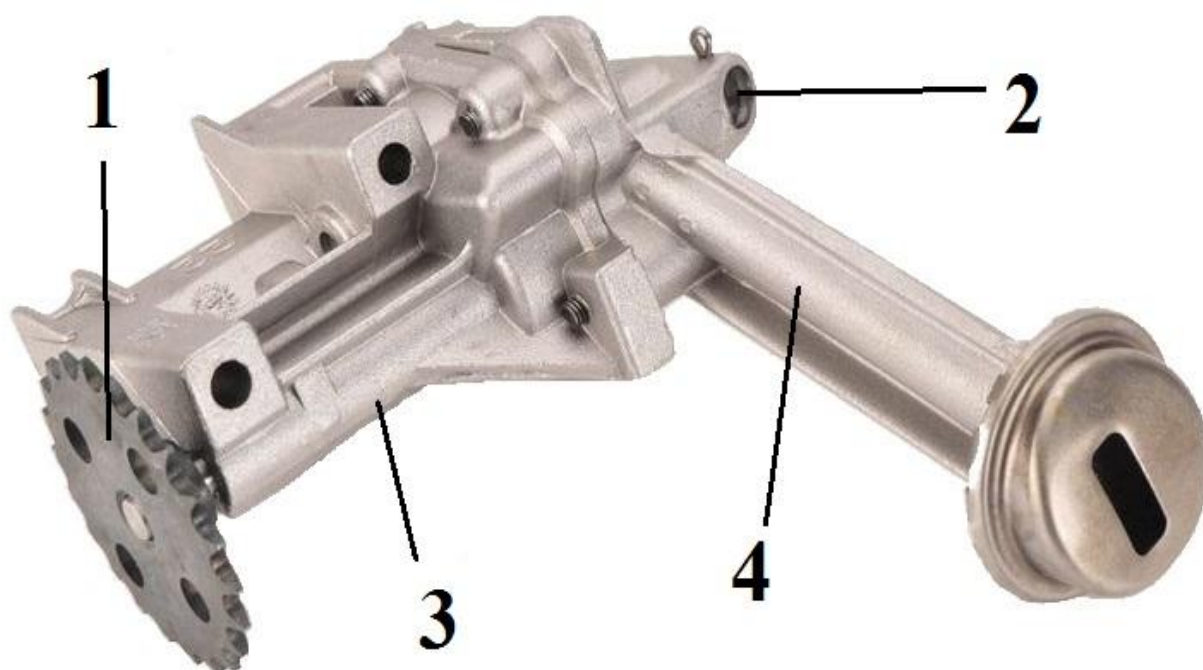


Рисунок 4.21 – Масляный насос двигателя Рено К4М:

- 1 – ведомая звезда привода масляного насоса;
- 2 – редукционный клапан;
- 3 – корпус масляного насоса;
- 4 – крышка масляного насоса вместе с маслоприемником.

Большинство масляных насосов, устанавливаемых в двигателях внутреннего сгорания, шестеренчатые, при их простоте и не высокой стоимости данные насосы довольно надежны и компактны. Зацепление шестерен может быть внутренним и наружным, данный насос имеет наружное зацепление шестерен. Схема его действия показана на рисунке 4.22.

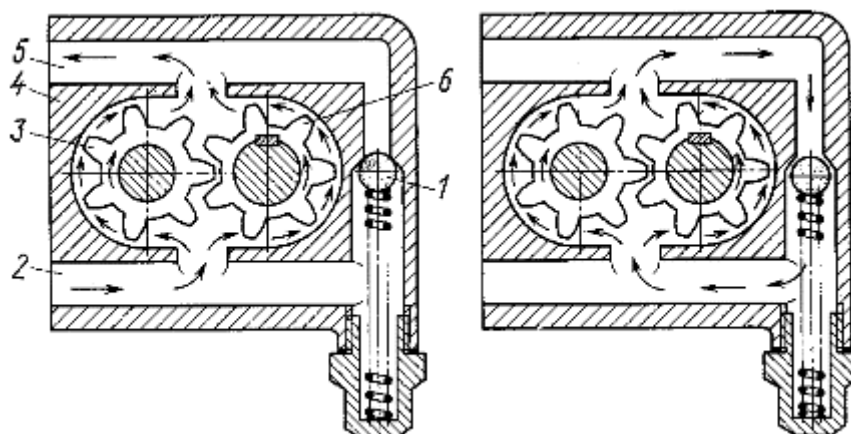


Рисунок 4.22 – Схема работы шестеренчатого насоса:

- 1 – редукционный клапан;
- 2 – канал всасывания;
- 3 – ведомая шестерня;
- 4 – корпус насоса;
- 5 – канал нагнетания;
- 6 – ведущая шестерня.

Конструктивно насос представлен герметичным металлическим корпусом, внутри которого расположены две шестерни, ведущая шестерня жестко закреплена на одном валу с ведомой звездой масляного насоса и крутит ведомую шестерню. По линии зацепления двух шестерен происходит герметизация канала нагнетания от канала всасывания. В канале всасывания создается разрежение, и масло начинает поступать к шестерням насоса. Зубья, вышедшие из зацепления, образуют объем, в которое попадает масло. Таким образом, постоянно изменяющийся объем между шестернями проталкивает масло в канал нагнетания, создавая в нем давление масла. Давление, создаваемое насосом, будет зависеть от частоты вращения шестерен, частота вращения шестерен напрямую зависит от частоты вращения коленчатого вала, поэтому при работе двигателя на высоких оборотах давление создаваемое насосом может сильно повышаться. Повышенное давление в системе смазки может вызвать протечку различных сальников, поэтому в масляном насосе установлен специальный редукционный клапан. В случае повышения давления клапан откроется, герметизация между каналами пропадет, давление снизится, клапан закроется. Величина давления открытия клапана будет зависеть от жесткости его пружины.

4.3 Лабораторная работа №3 «Определение основных параметров двигателя Рено К4М»

Цель работы: изучить конструкцию, определить основные параметры атмосферного бензинового двигателя внутреннего сгорания.

4.3.1 Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная с изучением конструкции двигателя.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, проведение расчетов, оформление отчета по проделанной работе.
- 4 Защита лабораторной работы.

4.3.2 Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 С помощью учебного стенда изучить конструкции двигателя.
- 3 С помощью таблицы 4.1 определить основные показатели двигателя

Таблица 4.1 – Параметры двигателя Рено К4М

Тип двигателя	Индекс двигателя	Диаметр цилиндра (мм)	Ход поршня (мм)	Степень сжатия
К4М	700 701 720	79,5	80,5	10:1

3.1 Определить рабочий объем цилиндра двигателя, воспользовавшись следующей формулой:

$$V_h = \frac{\pi * D^2}{4} * S$$

3.2 Определить объем камеры сгорания, воспользовавшись следующей формулой:

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

3.3 Рассчитать эффективную мощность двигателя, воспользовавшись следующей формулой:

$$N_e = \frac{P_e \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau}$$

Среднее эффективное давления $P_e = 1$ МПа

Номинальная частота двигателя $n = 5750$ мин⁻¹

Тактность двигателя определить самостоятельно, с помощью учебного стенда.

3.4 Рассчитать среднюю скорость движения поршня, воспользовавшись следующей формулой:

$$C_{\pi} = \frac{S \cdot n}{30}$$

3.5 Определить отношения хода поршня к его диаметру и на основе полученного результата дать определение конструкции двигателя.

4 Оформить отчет.

4.3.3 Теоретический материал

Основными характеристиками двигателя внутреннего сгорания является мощность и крутящий момент. В цилиндрах двигателя сгорает топливовоздушная смесь, тем самым вызывая давление на поршень и перемещая его. При перемещении поршня газы совершают полезную работу, а двигатель развивает определенную мощность. Работа будет совершаться тогда, когда на тело будет действовать сила, и под действием этой силы тело будет перемещаться. Работу газов A , Дж, по перемещению поршня в цилиндре можно выразить по формуле:

$$A = F \cdot S_{\pi} , \quad (4.1)$$

где F – сила давления газов на поршень, Н;

S_{π} – перемещение поршня, м.

Силу давления газов на поршень выражают по формуле:

$$F = P \cdot F_{\pi} , \quad (4.2)$$

где P – давление газов в цилиндре, Па;

F_{π} – площадь поршня, м².

Мощностью является работа, совершаемая за определенный период времени и измеряется в Ваттах, так же в различной технической литературе

мощность двигателя определяют в лошадиных силах. Одна лошадиная сила равняется 735,5 Ватта.

Мощность, развиваемая газами внутри цилиндров двигателя, называется индикаторной N_i . Часть индикаторной мощности расходуется на преодоление сил трения в самом двигателе (трение между деталями цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, трение в подшипниках, взбалтывание масла и прочие затраты), а также привод вспомогательных механизмов (масляный насос, генератор, насос охлаждающей жидкости, вентилятор и прочее навесное оборудование). Поэтому индикаторная мощность не может быть полностью использована для движения автомобиля. Для того, чтобы определить индикаторную мощность двигателя необходимо знать среднее индикаторное давление P_i , некое условное постоянное по величине, которое, действуя на поршень в течение одного рабочего хода, совершает работу, равную работе газов в цилиндре за весь цикл.

Индикаторную мощность N_i , кВт, двигателя можно выразить по следующей формуле:

$$N_i = \frac{P_i \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau}, \quad (4.3)$$

где P_i – среднее индикаторное давление, МПа;
 i – количество цилиндров;
 V_h – рабочий объем цилиндра, см³;
 n – номинальная частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;
 τ – тактность двигателя (4 – для четырехтактного двигателя, 2 – для двухтактного).

Под номинальной частотой вращения коленчатого вала понимают такую частоту вращения, при которой двигатель развивает свою максимальную мощность. Увеличение частоты вращения двигателя больше номинального не приведет к повышению мощности.

Рабочий объем цилиндра определяется по формуле:

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S, \quad (4.4)$$

где D – диаметр цилиндра, см;
 S – ход поршня, см.

Ход поршня – это расстояние между крайним положениями поршня, от нижней мертвой точки (НМТ), до верхней мертвой точки (ВМТ). Схема положений поршня в цилиндре приведена на рисунке 4.23.

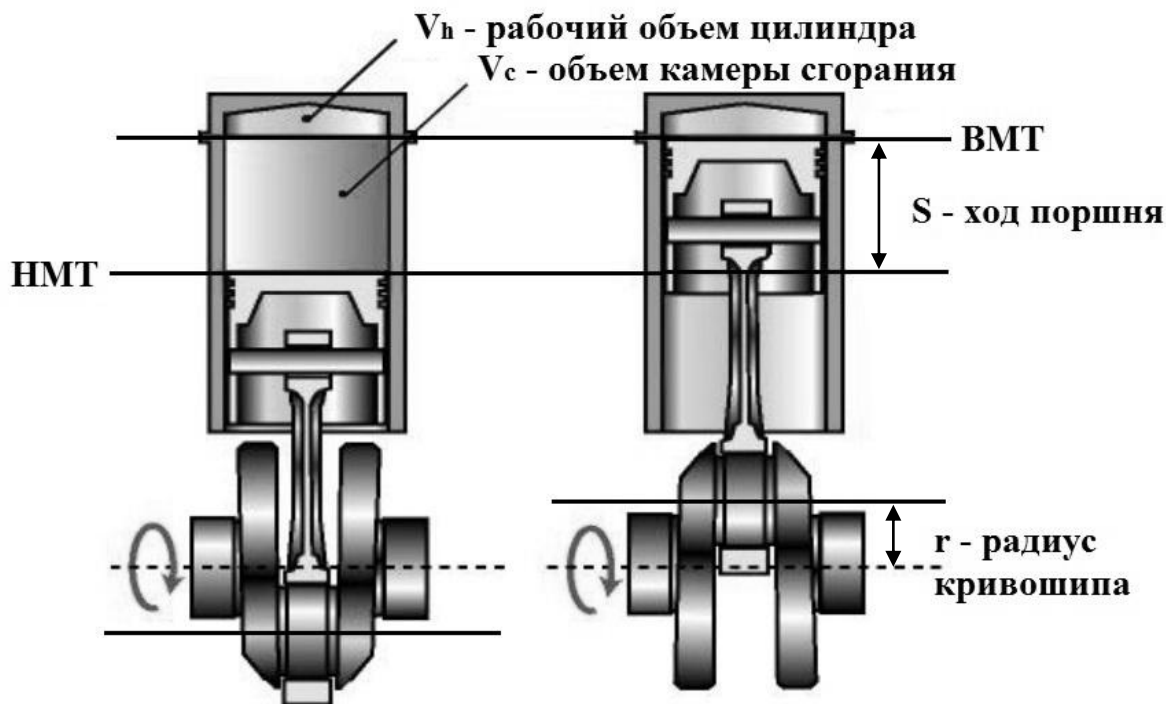


Рисунок 4.23 – Схема двигателя.

При вращении коленчатого вала его шатунная шейка вместе с нижней частью шатуна описывает окружность. Радиус этой окружности называется радиусом кривошипа. Радиус кривошипа равен половине хода поршня и выражается по формуле:

$$r = \frac{S}{2} \quad (4.5)$$

Во время одного полного оборота коленчатого вала поршень делает один ход вверх и один ход вниз. Тактом двигателя является движение поршня от одной мертвой точки к другой, каждый такт соответствует повороту коленчатого вала на 180° .

Мощность, получаемая с коленчатого вала двигателя, называется эффективной мощностью N_e . Эффективная мощность меньше индикаторной на величину механических потерь, соотношение этих мощностей представляет собой КПД двигателя и выражается по формуле:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i} \quad (4.6)$$

Для определения эффективной мощности двигателя можно воспользоваться формулой нахождения индикаторной мощности, заменив в ней средне индикаторное давление на средне эффективное:

$$N_e = \frac{P_e \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau} \quad (4.7)$$

Если представить, что мощность – это энергия, которая вырабатывается двигателем, то именно эта энергия преобразуется в крутящий момент на коленчатом валу двигателя и далее передается через трансмиссию на колеса автомобиля и приводит автомобиль в движение. Крутящий момент, равен произведению силы на плечо ее действия и измеряется в ньютонах, умноженных на метр или килограмм силы умноженный на метр, выражается по формуле:

$$M = F \cdot r \quad (4.8)$$

В двигателе силой будет являться давление газов, а плечом действия радиус кривошипа коленчатого вала.

Зависимости мощности и крутящего момента M_e выражается в формуле:

$$M_e = \frac{N_e \cdot 9549}{n} \quad (4.9)$$

Рабочий объем и тактность являются постоянными величинами, зависящими от конструкции двигателя. Значения других величин переменные, с ростом оборотов коленчатого вала и давления газов на поршень, мощность так же будет расти.

Зависимость эффективной мощности и крутящего момента M_e от частоты вращения коленчатого вала при полной подаче топлива называют внешней скоростной характеристикой.

Для построения внешней скоростной характеристики используются данные, полученные при испытаниях двигателя на специальных стендах. Во время работы двигателя на стенде с него снимают часть элементов системы охлаждения, выхлопной системы и другие, различные, навесные элементы, без которых обеспечивается его работа на стенде. Полученные при испытаниях мощность и крутящий момент приводят к нормальным условиям, соответствующим давлению окружающего воздуха 1 атм и температуре 15 °С. Эти мощность и момент называются стендовыми, и они указываются в технических характеристиках, инструкциях, каталогах, проспектах и т.п. В действительности мощность и момент двигателя, установленного на автомобиле, на 5-10 % меньше, чем стендовые. Это связано с установкой на двигатель элементов, которые были сняты при испытаниях. Кроме того, давление и температура при работе двигателя на автомобиле отличаются от нормальных.

Внешняя скоростная характеристика двигателя Рено К4М представлена на рисунке 4.24.

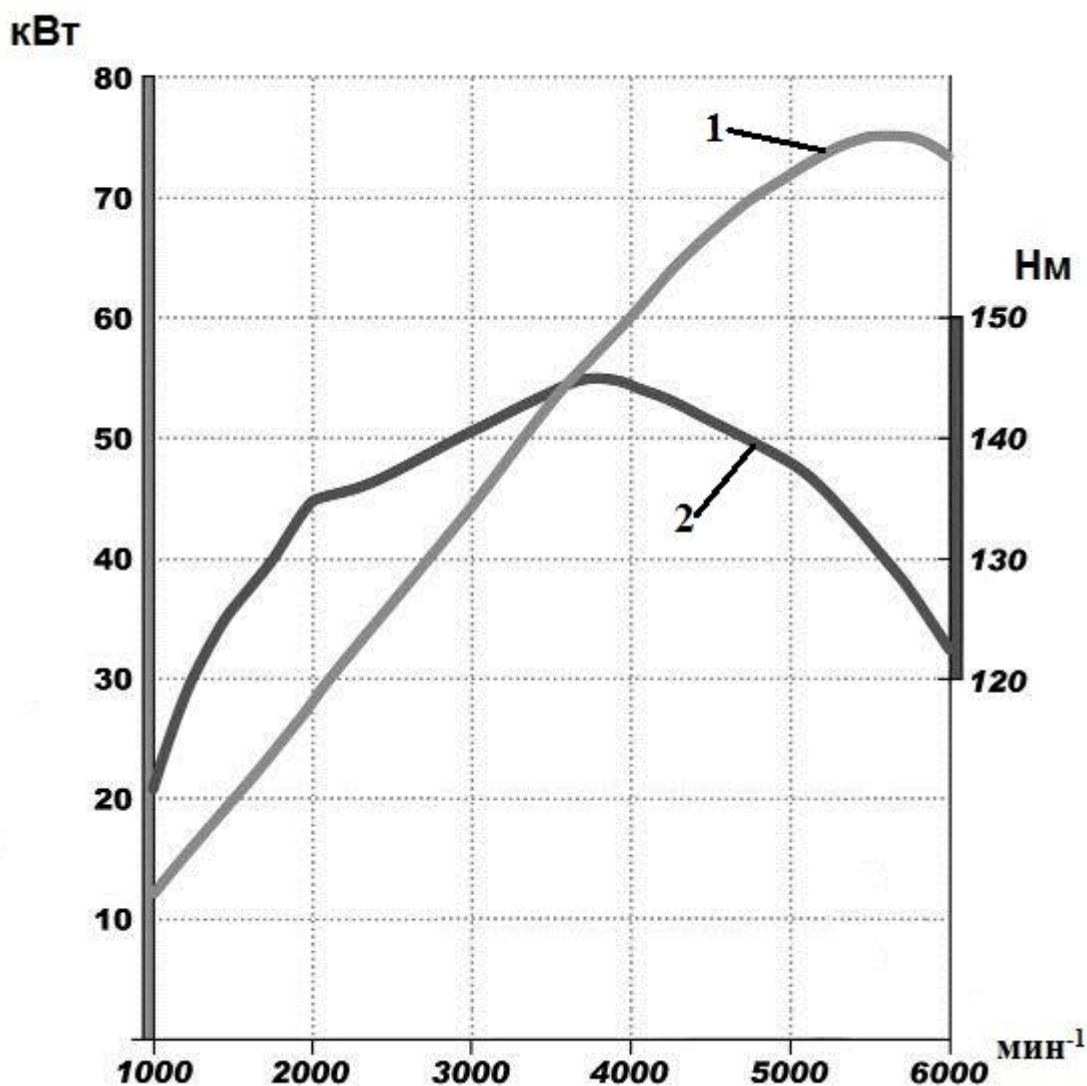


Рисунок 4.24 – Внешняя скоростная характеристика двигателя Рено К4М:
 1 – кривая мощности;
 2 – кривая крутящего момента.

Зависимость мощности и крутящего момента от скорости вращения коленчатого вала не является линейной. Причиной этого является то, что давление газов в цилиндре в малой степени зависит от скорости вращения коленчатого вала, в основном давление газов будет зависеть от количества поступающей в цилиндр топливовоздушной смеси, скорости и полноты ее сгорания и степени очистки отработавших газов в цилиндре. Вышеперечисленные факторы будут зависеть от конструкции и настройки газораспределительного механизма, зажигания, топливной и выхлопной систем. Так же важным фактором, влияющим на давление газов на поршень, является степень сжатия. Под степенью сжатия понимают отношение полного объема цилиндра, то есть сумма объема камеры сгорания и рабочего

объема цилиндра, к объему камеры сгорания. Степень сжатия выражается по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c}, \quad (4.10)$$

где V_c – объем камеры сгорания,
 V_a – полный объем цилиндра двигателя.

Исходя из формулы, становится понятно, что степень сжатия не имеет размерности. В основном, все современные моторы легковых автомобилей имеют высокую степень сжатия, так как за счет ее увеличения увеличивается и давление газов на поршень, соответственно улучшается мощность и крутящий момент двигателя. Количество самого подаваемого топлива в моторах с большей степенью сжатия не увеличивается. Топливо-воздушная смесь в таких ДВС сгорает более равномерно и полноценно, позволяя улучшить ряд характеристик двигателя во всем диапазоне оборотов. Главной особенностью моторов с высокой степенью сжатия является повышенная требовательность к качеству топлива. Для таких двигателей обязательно использование бензина с высоким октановым числом.

Еще одной конструктивной особенностью двигателя, определяющей размер и его массу, является отношение хода поршня к его диаметру. В зависимости от величины этого отношения различают длинноходную, короткоходную и так называемую «квадратную» конструкцию двигателя.

При значении отношения хода поршня к его диаметру, равному менее 1, конструкция считается короткоходной. При значении равному более 1, конструкция будет длинноходной. Если значение отношения равняется 1, то такая конструкция называется «квадратной».

Величина хода поршня оказывает влияние на его среднюю скорость $C_{\text{п}}$, м/с и выражается по формуле:

$$C_{\text{п}} = \frac{S * n}{30} \quad (4.11)$$

От средней скорости поршня зависят нагрузки на кривошипно-шатунный механизм (стенка поршня, поршневой палец, шатун, коленчатый вал), при увеличении скорости поршня в два раза, нагрузки возрастают в четыре, то есть зависимость является квадратичной. На практике экспериментально установлено, что максимальная скорость поршня, которую выдержит обычный двигатель, составляет порядка 17-23 м/с. При увеличении скорости выше заданных показателей будет сильно уменьшаться ресурс двигателя. Уменьшить скорость поршня возможно либо за счет уменьшения хода поршня, либо за счет снижения частоты вращения коленчатого вал, но при снижении частоты вращения так же снизятся можно и крутящий момент

двигателя. Исходя из приведенных выше факторов, можно сделать вывод, что выгодно будет как можно сильнее уменьшить ход поршня. Однако у уменьшения хода поршня есть и свои минусы. Радиус кривошипа коленчатого вала будет уменьшаться вслед за ходом поршня, что приведет к уменьшению крутящего момента двигателя. Так же для сохранения объема двигателя придется либо увеличивать количество цилиндров, либо увеличивать диаметр цилиндра двигателя, что в обоих случаях приведет к увеличению габаритов двигателя.

Исходя из всемирного опыта конструирования двигателей внутреннего сгорания, стали выявлены оптимальные параметры отношения хода поршня к его диаметру. Так наиболее выгодными будет квадратная конструкция двигателя или слегка длинноходная. Короткоходные моторы в настоящее время почти не используются, в следствии того, что современные моторы не нуждаются в высоких оборотах для достижения высокой мощности, на первое место выходят экологичность и топливная экономичность.

5 Экономическая часть

5.1 Классификация и актуальность научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа – это работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами с целью расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов.

Выделяют четыре основных вида научно-исследовательской работы: фундаментальные, поисковые и прикладные научно-исследовательские работы, так же существуют опытно-конструкторские работы.

Результатом фундаментальных научно-исследовательских работ является расширение теоретических знаний. Получение новых научных данных о процессах, явлениях, закономерностях материального мира. Фундаментальные научно-исследовательские работы разделены на первично-фундаментальные, исследующие объективные законы природы, и предметно-фундаментальные, задача которых заключается в объяснении явлений, фактов, процессов.

Поисковые научно-исследовательские работы направлены на увеличение объема знаний для более глубокого понимания изучаемого предмета. Они дают возможность ввести вероятность применения открытого явления, свойства или принципа в определенной практической сфере, в технике определённого назначения. В отличие от фундаментальных, поисковые работы обладают более узкой направленностью.

В ходе прикладных научно-исследовательских работ разрешаются конкретные научные проблемы. Работы могут быть направлены на создание новых изделий, материалов, техпроцессов. Эти исследования могут быть общими, целевыми и в виде разработок.

Опытно-конструкторские работы направлены на создание новой техники конкретного эксплуатационного назначения. При выполнении опытно-конструкторских работ разрабатываются схемы и рабочие чертежи нового изделия, изготавливаются и испытываются его опытные образцы.

Данная научно-исследовательская работа является прикладной, в ходе которой был разработан учебный стенд двигателя внутреннего сгорания, с помощью которого студенты смогут изучить общее устройство и принципы работы узлов двигателя автомобиля.

Основой стенда послужил двигатель Рено К4М, данный мотор выпускается с 1999 года и по настоящее время. Им оснащались следующие автомобили: Renault Logan, Duster, Fluence, Nissan Almera G15, Lada Largus и еще некоторые другие. В целом данный двигатель очень распространен в настоящее время, этому способствуют оптимальное сочетание технологичности, надежности и стоимости производства. Благодаря этим факторам и был выбран этот двигатель для использования в качестве стенда.

5.2 Планирование научно-исследовательской работы

Для разработки учебного стенда двигателя внутреннего сгорания необходим персонал в количестве четырех человек, трое рабочих и один инженер-руководитель. План выполнения научно-исследовательской работы и время на каждую операцию представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – План выполнения научно-исследовательской работы

Наименование	Время, дн.
1. Получение задания	1
2. Изучение литературы	2
1. Разработка конструкции стенда	3
2. Поиск подходящего двигателя и его транспортировка	2
3. Закупка полуфабрикатов и расходных материалов	1
4. Очистка двигателя от всех технических жидкостей	2
5. Сборка основания стенда	2
6. Установка двигателя на основание	1
7. Изменение конструкции двигателя	5
8. Разработка методических рекомендаций к лабораторным работам на стенде	4
7. Составление и защита отчета по итогам НИР	3
ИТОГО	26

5.3 Затраты на разработку стенда

Затраты на разработку учебного стенда двигателя внутреннего сгорания включают затраты на покупку двигателя в сборе и его транспортировку, стальные полуфабрикаты, расходные материалы, заработную плату рабочих и руководителя, а также накладные расходы:

$$Z_{\text{стенд}} = C_{\text{мат}} + ЗП + Q + N_{\text{расх}}, \quad (5.1)$$

где $C_{\text{мат}}$ – затраты на двигатель и материалы, руб;

$ЗП$ – заработная плата рабочих и руководителя, руб;

$N_{\text{расх}}$ – накладные расходы (канцелярские товары, электроэнергия), руб.

Q – отчисления, руб.

Для разработки учебного стенда двигателя внутреннего сгорания необходим сам двигатель в сборе, 18 видов полуфабрикатов и расходных материалов. В таблице 5.2 представлен перечень деталей и материалов, их количество, цены и сумма затрат.

Таблица 5.2 – Материальные затраты

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1. Двигатель в сборе	1	10500	10500
2. Материалы	-	-	1980
2.1 Уголок 35x35x4 мм, 1 м.	2	110	220
2.2 Труба ВГП 27x3,5 мм, 1м.	1	175	175
2.3 Труба ВГП 22x2,5 мм, 1м.	1	170	170
2.4 Металлическая пластина 100x150 мм.	1	44	44
2.4 Крепежный угол 53x53x35x3 мм.	2	15	30
2.5 Мебельный щит 750x500x20 мм.	1	300	300
2.6 Шпилька М10 1000 мм.	1	72	72
2.7 Болт М4x50 мм.	2	10	20
2.8 Болт М6x30 мм.	3	10	30
2.9 Болт М8x120 мм.	4	15	60
2.10 Болт М10x160 мм.	5	21	105
2.11 Гайка М4 10шт.	1	8	8
2.12 Гайка М6 10шт.	1	10	10
2.13 Гайка М8 10шт.	1	12	12
2.14 Гайка М10 10шт.	1		
2.15 Диск для болгарки	1	120	120
2.16 Электроды МР-3 ф 3 мм., пачка	1	166	166
2.17 Бензин «Галоша» 0,5 литра	2	60	120
2.18 Краска аэрозольная	2	159	318
ИТОГО (С _{мат})	-	-	12480

Затраты на оплату труда рассчитываются по следующей формуле:

$$ЗП = ЗП_{\text{раб}} + ЗП_{\text{рук}}, \quad (5.2)$$

где $ЗП_{\text{раб}}$ – заработная плата рабочих, руб.;
 $ЗП_{\text{рук}}$ – заработная плата руководителя, руб.

Заработная плата рабочих:

$$ЗП_{\text{раб}} = N_{\text{чел}} \cdot C_{\text{час}} \cdot t, \quad (5.3)$$

где $N_{\text{чел}}$ – количество рабочих, необходимых для создания стенда (3 чел.);
 $C_{\text{час}}$ – часовая ставка рабочего, руб/ч. (принимаем 250 руб/ч.);
 t – количество часов, необходимых для создания стенда, ч. (принимаем примерно 13 часов).

Заработная плата руководителя:

$$ЗП_{рук} = C_{час} \cdot t, \quad (5.4)$$

где $C_{час}$ – часовая ставка руководителя (принимаем 300 руб/ч.);
 t – количество часов, необходимых для создания стенда, ч. (принимаем 18 часов).

$$ЗП = 9750 + 5400 = 15150 \text{ руб.}$$

Отчисления составляют 30% от заработной платы:

$$Q = \frac{ЗП \cdot 30}{100}. \quad (5.5)$$

$$Q = \frac{15150 \cdot 30}{100} = 4545 \text{ руб.}$$

Накладные расходы принимаем 100% от расходов на оплату труда.

$$H_{расх} = 15150 \text{ руб.}$$

Общие затраты на создание стенда составили:

$$З_{стенд} = 12480 + 15150 + 4545 + 15150 = 47325 \text{ руб.}$$

В таблицу 5.3 заносим результаты расчетов затрат на разработку стенда.

Таблица 5.3 – Затраты на разработку стенда

Наименование статьи затрат	Обозначение	Сумма, руб
Детали, полуфабрикаты, расходные материалы	$C_{мат}$	12480
Заработная плата:	ЗП	15150
- рабочих	$ЗП_{раб}$	9750
- руководителя	$ЗП_{рук}$	5400
Отчисления	Q	4545
Накладные расходы	$H_{расх}$	15150
ИТОГО		47325

5.4 Разработка лабораторных работ

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы были разработаны три лабораторные работы для обучения студентов. На данном учебном стенде студенты могут ознакомиться: с общим устройством

двигателя внутреннего сгорания, принципами его работы, способами определения его основных характеристик; с конструкцией, принципом действия, технологией снятия, разборки и сборки, оценкой технического состояния масляного шестеренчатого насоса; с конструкцией, принципом действия, технологией снятия, промывки, и оценкой технического состояния гидроопор рокера двигателя.

5.5 Итоги

Все результаты расчетов и данные по разработке учебного стенда двигателя внутреннего сгорания сводим в итоговую таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Техничко-экономические показатели

Наименование	Показатель
Продолжительность НИР, дни	26
Количество персонала, необходимое для создания стенда, чел., в т.ч.:	4
- руководителей	1
- рабочих	3
Количество лабораторных работ на стенде	3
Трудоемкость работ по изготовлению стенда, чел.-ч	39
Затраты на создание стенда, руб. в т.ч.:	47325
- детали, полуфабрикаты, расходные материалы	12480
- заработная плата, в т.ч.:	15150
рабочих	9750
руководителя	5400
- отчисления	4545
- накладные расходы	15150

В ходе выполнения экономической части данной научно-исследовательской работы было рассчитано время на разработку учебного стенда двигателя внутреннего сгорания, определено количество персонала, необходимое для работы, рассчитаны затраты на создание стенда.

Заключение

В ходе выполнения данной научно - исследовательской работы был спроектирован и собран учебный стенд двигателя внутреннего сгорания. К нему были разработаны три лабораторных работы: «устройство и принцип действия гидрокомпенсаторов»; «устройство и принцип действия масляного насоса двигателя Рено К4М»; «определение основных параметров двигателя Рено К4М».

Собранный стенд с разработанными к нему методическими материалами будет использоваться на лабораторных занятиях по курсу: «конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» в Ярославском государственном техническом университете.

Так же в данной работе произведены расчеты стоимости создания данного стенда. Произвели расчеты на прочность опоры двигателя, а именно болтового соединения.

Список использованных источников

1. ООО Книжное издательство «За рулем». Производственно-практическое издание «Renault Logan выпуска с 2009 года, Sandero, Sandero Stepway с двигателями 1,4–1,6 (8V); 1,6 (16V)».
2. aubito.ru конструкция и строение автомобилей. [электронный ресурс] – Особенности конструкции двигателя К4М. Режим доступа:
<http://aubito.ru/dvigateli/k4m/osobennosti-konstruktsii-dvigatelya-k4m>
Дата обращения: 10.05.2018
3. "Новый стиль" Комплексное оснащение высших и профессиональных учебных заведений. [электронный ресурс] Режим доступа:
<http://newstyle-y.ru/high-school/auto/>
Дата обращения: 20.05.2018
4. "Учтех-Профи" Производство и поставка современных учебных лабораторий (кабинетов), стендов, тренажеров, эмуляторов и интерактивных наглядных пособий. [электронный ресурс] Режим доступа:
<http://labstand.ru/>
Дата обращения: 21.05.2018
5. ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Технические условия.
6. ГОСТ Р 50592-93. Гайки шестигранные с фланцем класса точности А. Технические условия.

Справ. №		Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
								<u>Документация</u>				
							ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР	Сборочный чертеж				
								<u>Сборочные единицы</u>				
						1	ЯГТУ 23.03.03.01	Ручка	1			
						2	ЯГТУ 23.03.03.02	Блок цилиндров	1			
						3	ЯГТУ 23.03.03.03	Головка блока цилиндров	1			
						4	ЯГТУ 23.03.03.04	Основание стенда	1			
						5	ЯГТУ 23.03.03.05	Маслянный поддон	1			
						6	ЯГТУ 23.03.03.06	Шкив распредвала	2			
						7	ЯГТУ 23.03.03.07	Обводной ролик	1			
						8	ЯГТУ 23.03.03.08	Натяжной ролик	1			
						9	ЯГТУ 23.03.03.09	Шкив привода вспомогательных агрегатов	1			
								<u>Стандартные изделия</u>				
						10		Медельный щит 750x500x20	1			
						11		Ремень зубчатый 130С17529R RENAULT	1			
						12		Уголок крепежный	2			
							ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата						
Разраб.		Морозов М.А.										
Пров.		Басалов И.С.										
Н.контр.												
Утв.												
Учебный стенд							Лит.		Лист		Листов	
									1		2	
							ЯГТУ, АТ-43					

Определение требуемых доработок двигателя и технологических разрезов

Условно двигатель можно разделить на две части, одна из которых это блок цилиндров двигателя вместе с масляным поддоном, а вторая головка блока цилиндров. В блоке цилиндров располагается кривошипно-шатунный механизм, на данном рядном четырехцилиндровом двигателе Рено К4М конструкция механизма весьма проста и показана на рисунке 1.

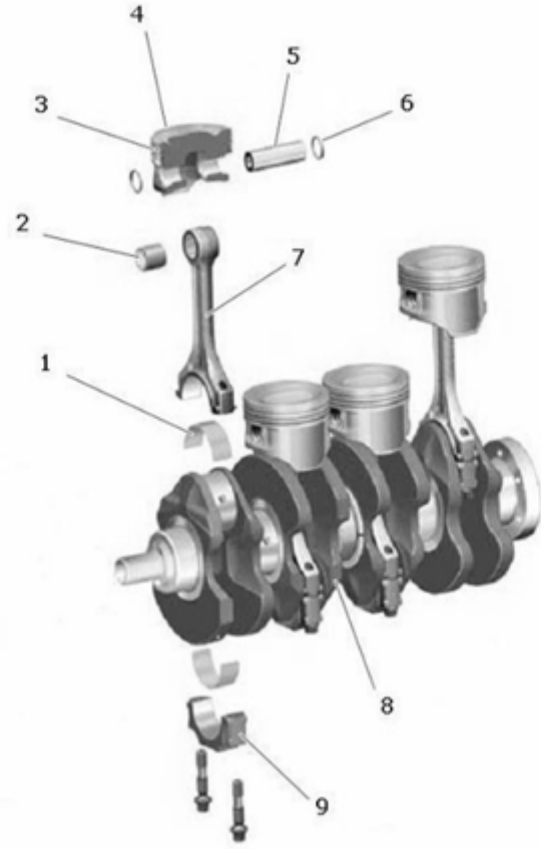


Рисунок 1 – Схема кривошипно-шатунного механизма:
1 – вкладыш шатунного подшипника; 2 – втулка верхней головки шатуна; 3 – поршневые кольца; 4 - поршень; 5 – поршневой палец; 6 – стопорное кольцо; 7 – шатун; 8 – коленчатый вал; 9 – крышка шатунного подшипника.

Создание разрезов в корпусе блока цилиндров, достаточно сложный и материально затратный процесс, в связи с этим было принято решение с помощью шпилек поднять головку блока цилиндров относительно самого блока, и снять масляный поддон, тем самым обеспечив одновременно наглядность кривошипно-шатунного механизма и системы клапанного механизма. Эскиз данного конструкторского решения представлен на рисунке 2.

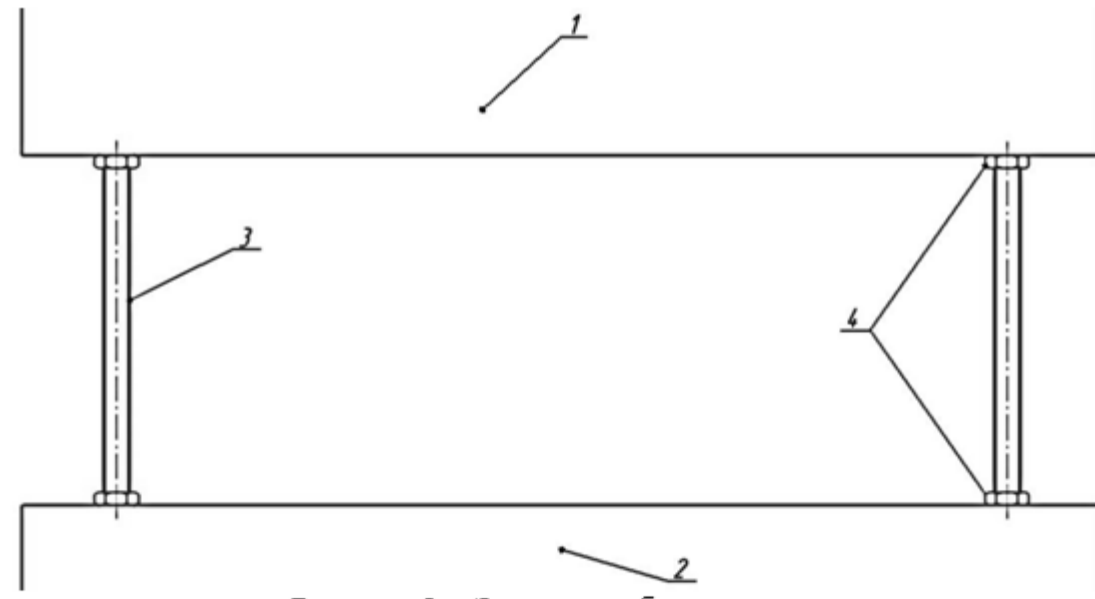


Рисунок 2 – Эскиз доработки стенда:
1 - головка блока цилиндров; 2 - блок цилиндров; 3 - шпилька М10; 4 - Гайка М10-6Н

Стандартные отверстия для крепления головки блока цилиндров имеют резьбовые отверстия М12, всего их 10, именно в эти отверстия будут вставлены 4 шпильки М10, которые будут выполнять функцию опоры для головки блока. На каждой шпильке будет установлено по две гайки М10, их функция будет заключаться в противодействии спуску головки двигателя по шпилькам, так же с помощью гаек будет регулироваться высота подъема.

В головке блока цилиндров располагается газораспределительный механизм. У двигателя Рено К4М система газораспределения заслуживает отдельного внимания. В верхней части головки установлены два распределительных вала. Один вал отвечает за открытие и закрытие впускных клапанов, а второй выпускных. Усилие на клапан передается с помощью коромысел (рокеров) клапанов. На оси рокера располагается вращающийся ролик, именно на него и воздействует кулачок вала. Одним концом рокер упирается на клапан, а вторым на гидроопору, которая установлена в головке блока цилиндров и располагается в специальных гнездах. Гидроопоры применяют для автоматической компенсации зазоров между кулачком распределительного вала и вращающимся роликом рокера. Для демонстрации узлов системы газораспределения логично было бы избавиться от клапанной крышки, однако в данном двигателе клапанная крышка является второй половиной разъемной опоры распределительного вала, поэтому принимается решение в создании разреза клапанной крышки, что обеспечит демонстрацию газораспределительного механизма. Линия разреза клапанной крышки показана на рисунке 3.

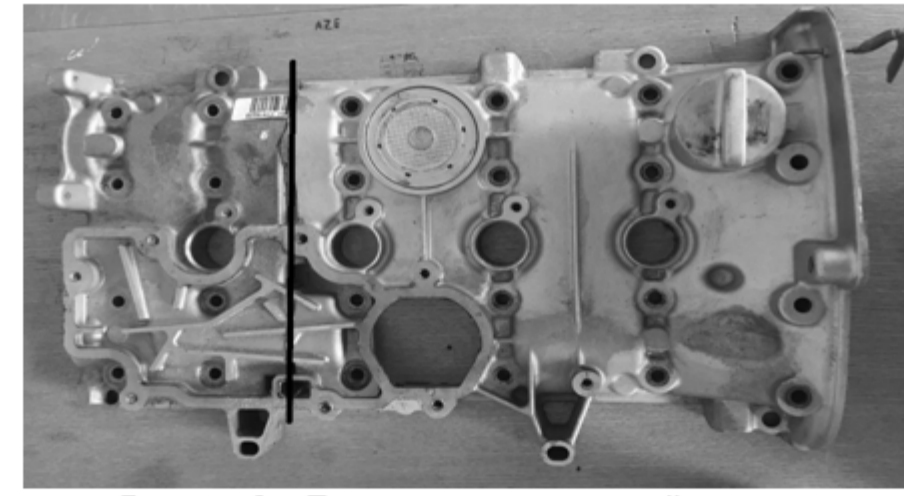


Рисунок 3 – Линия разреза клапанной крышки.

Для демонстрации работы узлов двигателя коленчатому валу необходимо придать вращение, без специального рычага коленчатый вал повернуть не возможно, поэтому для этих целей необходимо спроектировать специальную ручку вращения коленчатого вала. Ее эскиз представлен на рисунке 4.

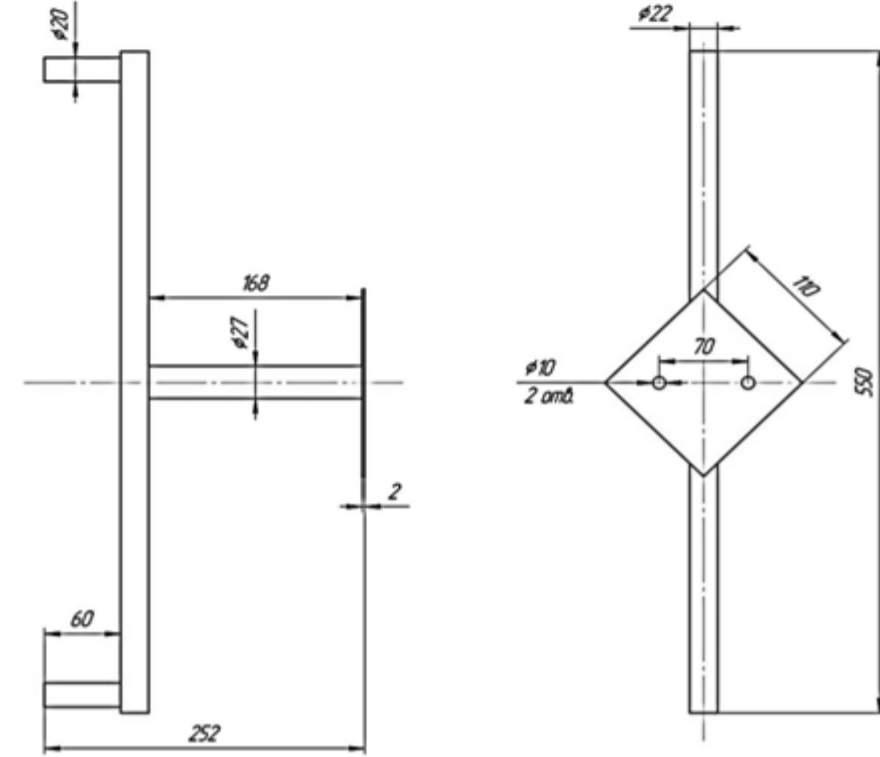


Рисунок 4 – Эскиз ручки.

С помощью двух болтов М10 ручка устанавливается на коленчатый вал двигателя, болты закручиваются в резьбовые отверстия крепления маховика.

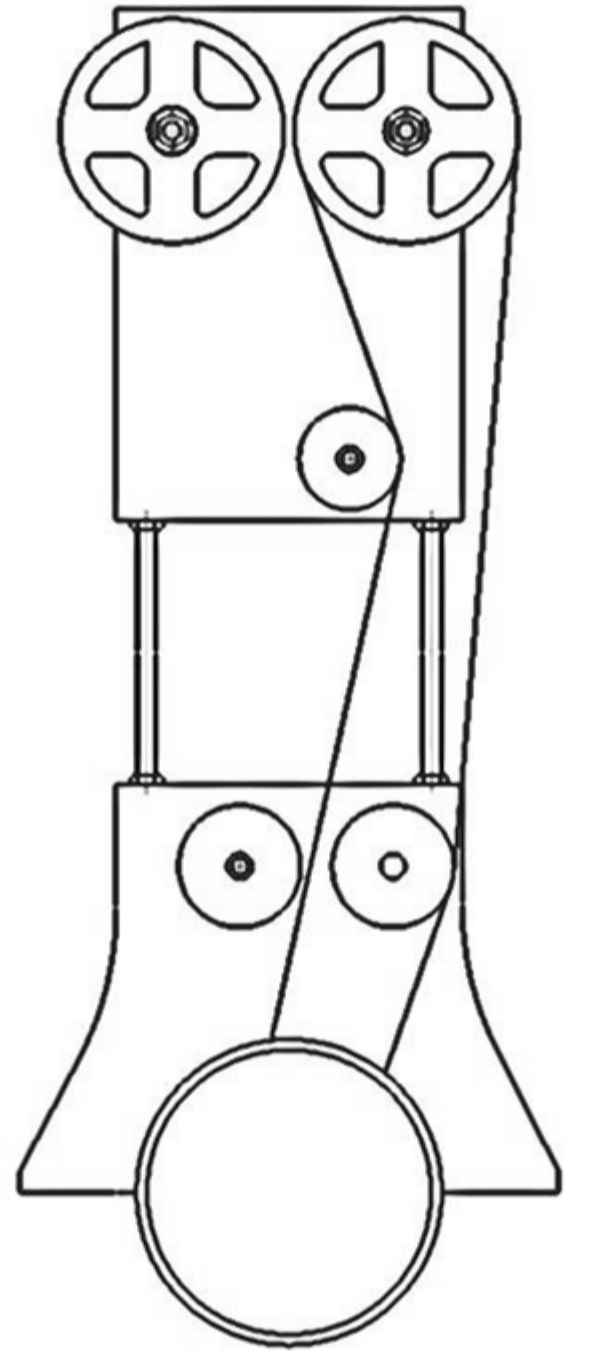


Рисунок 5 – Эскиз нового пути ремня.

В данном случае натяжение ремня будет регулироваться с помощью изменения расстояния между головкой блока цилиндров и самим блоком, другими словами натяжение ремня регулируется с помощью затяжки гаек на шпильках.

Для фиксации поворота коленчатого вала в градусах, необходимо установить специальную шкалу, для удобства использования стенда шкалу необходимо установить не только на шкив коленчатого вала, но так же и на шкив действующего распределительного вала. Эскиз ременной передачи с установленной шкалой представлен на рисунке 6.

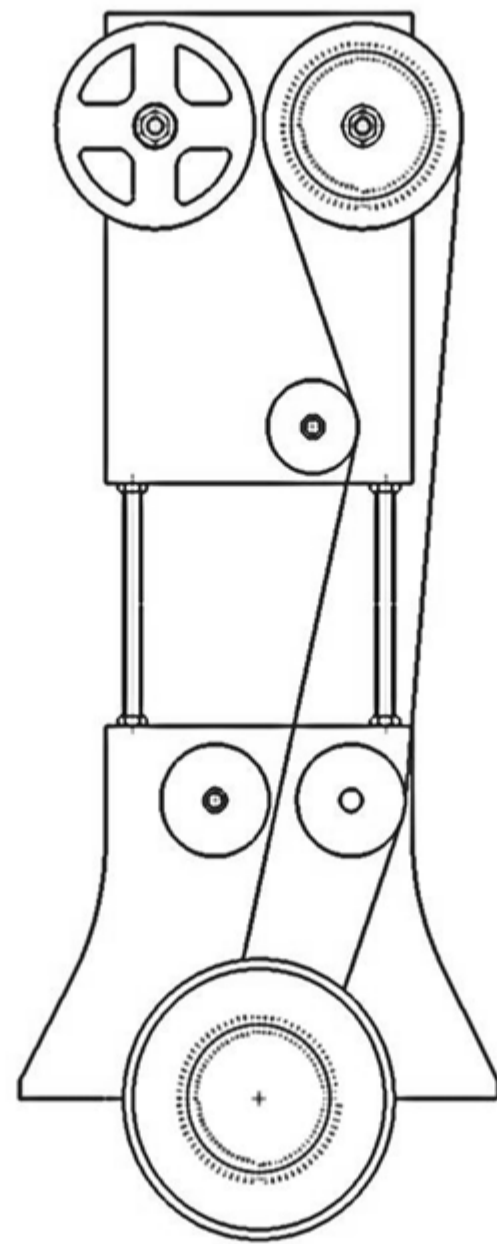


Рисунок 6 – Ременная передача с шкалой поворота коленчатого вала.

Разработка основания стенда

Сняв размеры габаритов двигателя и, определив его массу, следует приступить к проектированию основания стенда. Было принято решение из стального равнополочного уголка 35х35х4 мм сварить основание для стенда. Эскиз основания стенда показан на рисунке 7.

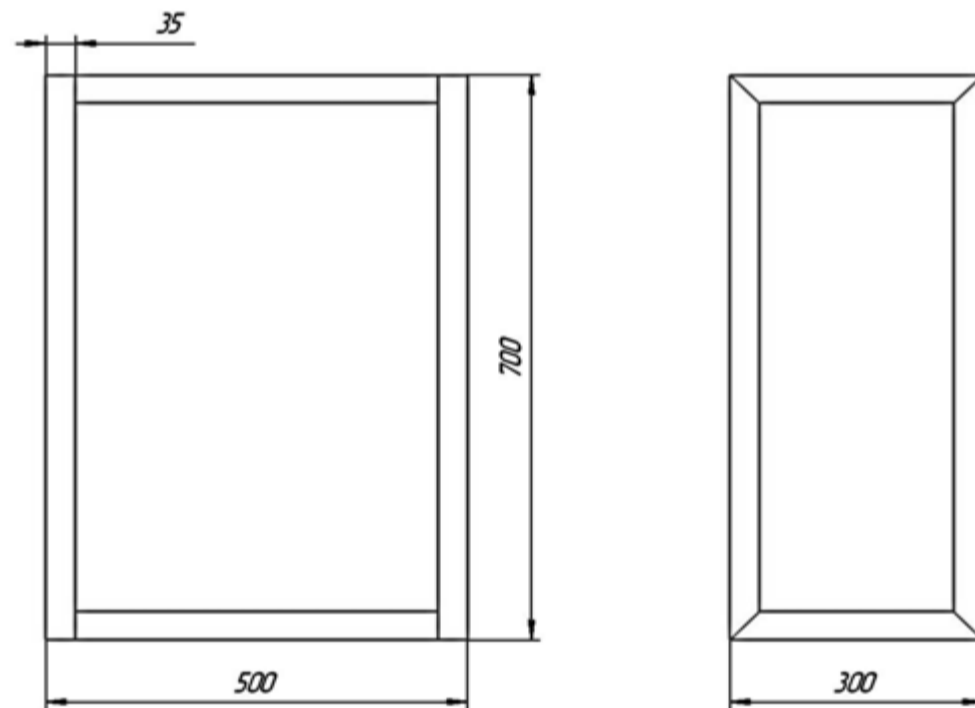


Рисунок 7 – Эскиз конструкции основания стенда

Ввиду конструктивной особенности двигателя Рено К4М, а именно тому, что коленчатый вал выступает за нижнюю плоскость блока цилиндров, установка блока напрямую на основание не представляется возможным, так как в таком случае двигатель ляжет на коленчатый вал, вся конструкция станет весьма неустойчива и коленчатый вал больше не сможет вращаться. Для правильной работы стенда двигатель необходимо приподнять относительно его основания. Было выбрано четыре точки опоры, способ поднятия блока цилиндра схож со способом поднятия головы блока цилиндров. Две правых опоры, ближние к ременной передаче, (Рисунок 8) осуществлены с помощью болтов М6. В стандартные резьбовые отверстия для крепления масляного поддона к блоку двигателя сверху до упора вкручивается болт М6, затем на болт накручивается гайка М6-6Н, свободный конец болта вставляется в просверленное отверстие на основании стенда, накрученная гайка не даст болту полностью провалиться в отверстие на основании. С помощью затяжки гайки регулируется высота подъема правой части двигателя.

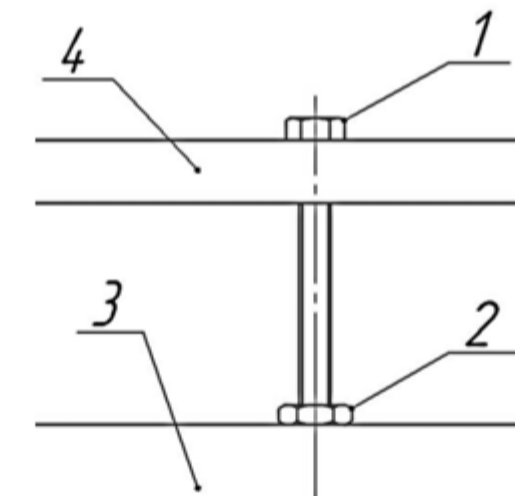


Рисунок 8 – Эскиз правой опоры двигателя:
1 – болт М6; 2 – гайка М6-Н6; 3 – основание стенда; 4 – блок цилиндров.

Две левых опоры (Рисунок 9) осуществлены с помощью двух крепежных уголков 53х53х35 мм. К основанию стенда крепежный уголок прикреплен соединением болт М10, гайка М10, в основании просверлено специальное отверстие под болт. С блоком двигателя уголок соединяется с помощью болта М6, который вкручивается в стандартное резьбовое отверстие кронштейна блока двигателя.

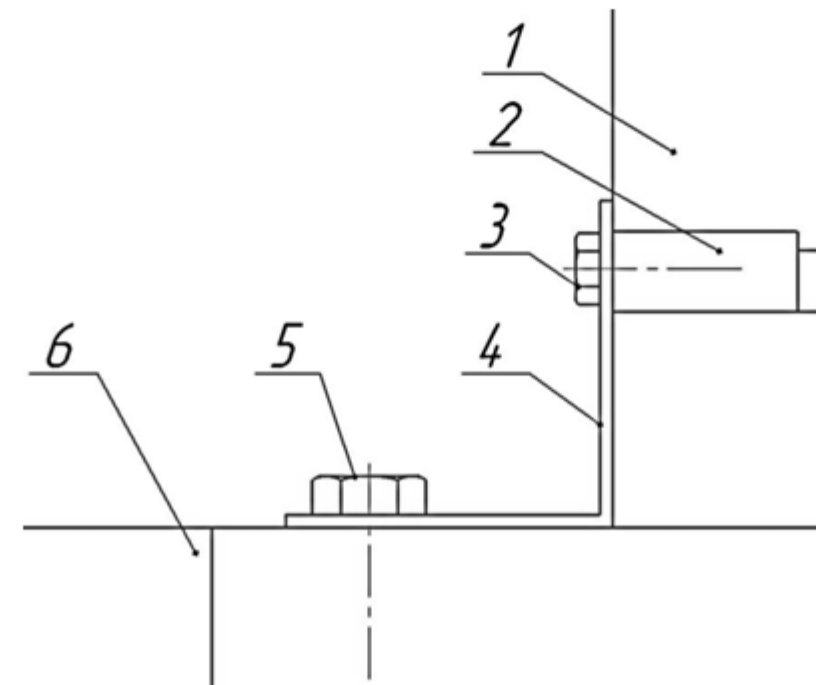


Рисунок 9 – Эскиз левой опоры двигателя:
1 – блок двигателя; 2 – кронштейн; 3 – болт М6; 4 – крепежный уголок; 5 – болт М10; 6 – основание стенда.

Масляный поддон, снятый с двигателя крепиться на основании с помощью двух болтов М6, болты проходят в просверленные отверстия основания и закручиваются в стандартные резьбовые отверстия на корпусе поддона. Способ крепления масляного поддона показан на рисунке 10.

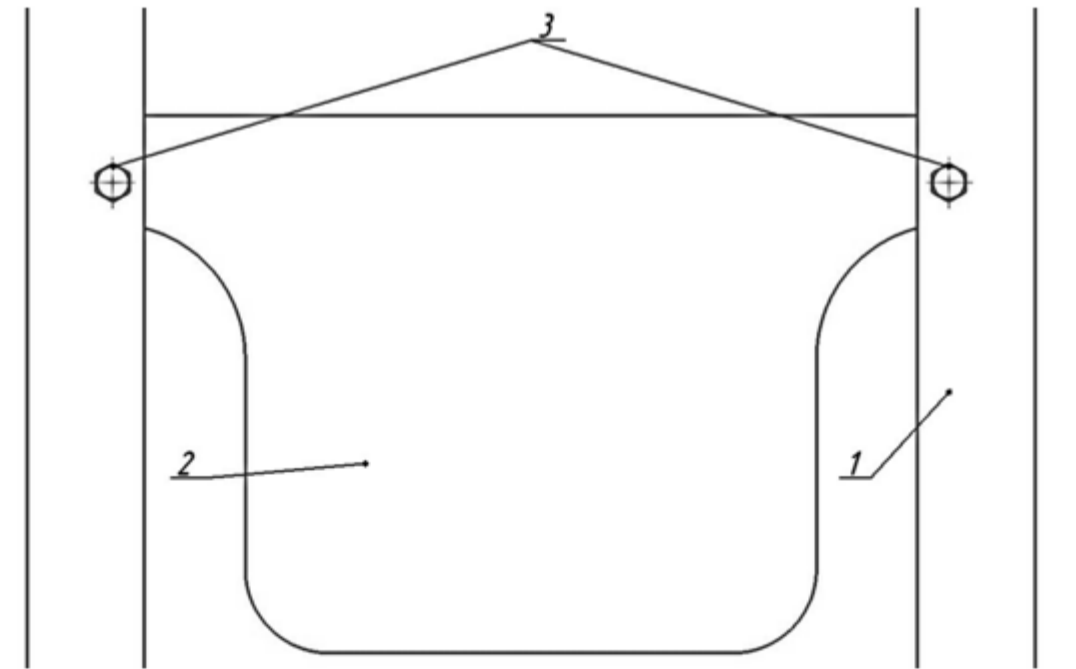


Рисунок 10 – Эскиз крепления масляного поддона:
1 – основание стенда; 2 – масляный поддон; 3 – болты М6.

Для предотвращения опрокидывания стенда было принято решение закрепить его основание на деревянном щите 750х500х20 мм. В щите и основании просверлить четыре специальных отверстия под соединение болт М10, гайка М10. Так же в щите необходимо предусмотреть отверстия под головки болта, иначе весь стенд встанет на четыре головки болта, а не на опорную поверхность щита.

ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР				Лист		
Конструкторская часть				Лист	Масса	Максимум
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		1:1
Разраб.		Морозов М.А.				
Проб.		Басалаев И.С.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
				Лист	Листов	1
				ЯГТУ АТ-43		
				Копировал		
				Формат А1		

Перв. проточен.
Справ. №
Листы и детали
Всех листов №
Листы и детали
Лист № 1/1

Разработка методических материалов

**Лабораторная работа №1
«Устройство и принцип действия гидрокомпенсаторов»**

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия, технология снятия и оценка технического состояния гидроопор рокера двигателя Рено.

Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная со снятием и оценкой технического состояния гидрокомпенсаторов.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, оформление отчета по проделанной работе.
- 4 Защита лабораторной работы.

Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Получить набор инструментов, необходимых для проведения работы.
- 3 Извлечь гидроопоры, следуя указаниям:
 - 3.1 Снять крышку маслоотделителя, открутив торцевой головкой «на 8» пять болтов крепления, крышка маслоотделителя показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Крышка маслоотделителя

**Лабораторная работа №3
«Определение основных параметров двигателя Рено К4М»**

Цель работы: изучить конструкцию, определить основные параметры атмосферного бензинового двигателя внутреннего сгорания.

Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная с изучением конструкции двигателя.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, проведение расчетов, оформление отчета по проделанной работе.
- 4 Защита лабораторной работы.

Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 С помощью учебного стенда изучить конструкцию двигателя.
- 3 С помощью таблицы 1 определить основные показатели двигателя

Таблица 1 – Параметры двигателя Рено К4М

Тип двигателя	Индекс двигателя	Диаметр цилиндра (мм)	Ход поршня (мм)	Степень сжатия
К4М	700	79,5	80,5	10:1
	701			
	720			

3.1 Определить рабочий объем цилиндра двигателя, воспользовавшись следующей формулой:

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$$

3.2 Определить объем камеры сгорания, воспользовавшись следующей формулой:

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

3.2 Снять клапанную крышку головы блока цилиндров, открутив торцевой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления. Клапанная крышка головы блока цилиндров представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Клапанная крышка головы блока цилиндров

- 3.3 Извлечь выпускной распределительный вал
- 3.4 Извлечь рокеры, они обведены на рисунке 3.

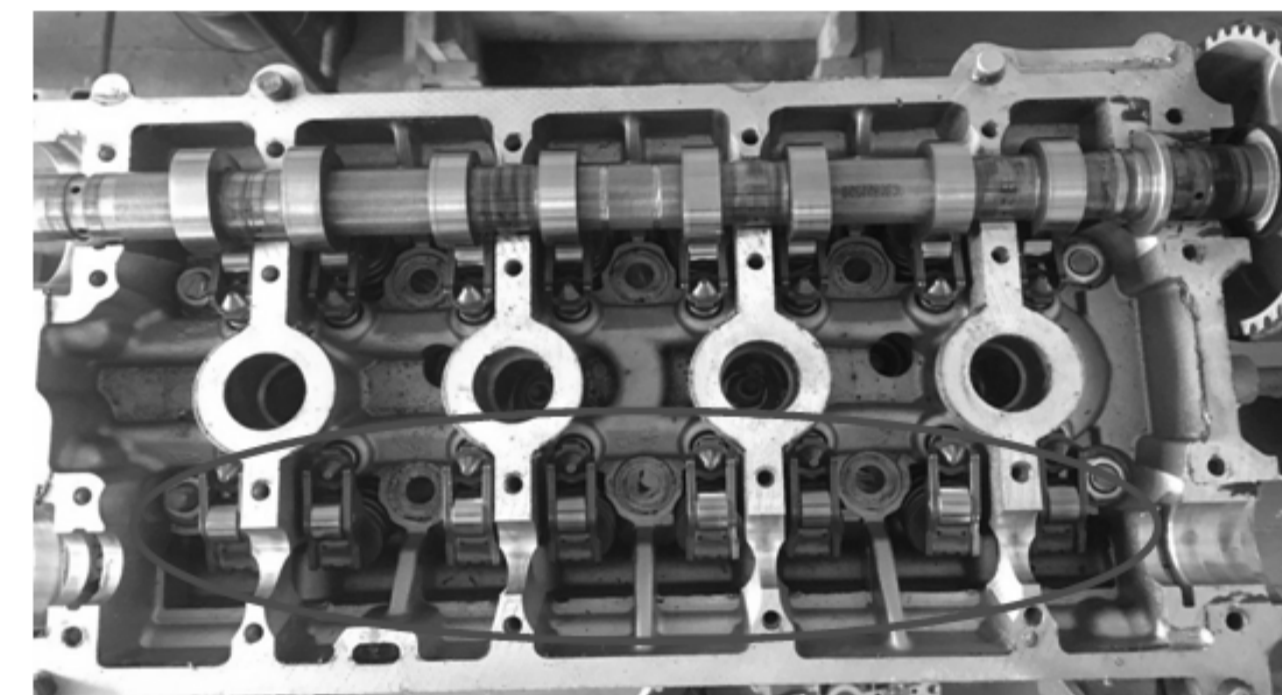


Рисунок 3 – Голова блока цилиндров.

3.3 Рассчитать эффективную мощность двигателя, воспользовавшись следующей формулой:

$$N_e = \frac{P_e \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau}$$

Среднее эффективное давления $P_e = 1$ МПа
 Номинальная частота двигателя $n = 5750$ мин⁻¹
 Тактность двигателя определить самостоятельно, с помощью учебного стенда.

3.4 Рассчитать среднюю скорость движения поршня, воспользовавшись следующей формулой:

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30}$$

3.5 Определить отношения хода поршня к его диаметру и на основе полученного результата дать определение конструкции двигателя.

4 Оформить отчет.

3.5 Извлечь гидроопоры, которые располагаются под рокерами.
 3.6 Для ознакомления с конструкцией гидроопоры, сравнить ее со схемой.

4 Оценить степень подвижности снятых гидроопор. В гидроопорах выпускных клапанов спущено масло, поэтому они должны свободно перемещаться при их сдавливании.

5 Оценить степень подвижности гидроопор, находящихся в голове блока цилиндра. В гидроопорах впускных клапанов все еще осталось масло, поэтому они не должны продавливаться.

6 Собрать снятые детали, следуя указаниям:

6.1 Поставить снятые гидроопоры на место.

6.2 Поставить рокера на место.

6.3 Поставить выпускной распределительный вал на место.

6.4 Правильно установить клапанную крышку головы блока цилиндров, в голове блока цилиндров располагаются направляющие, которые должны попасть в отверстия на клапанной крышке.

6.5 Затянуть торцевой головкой «на 8» четырнадцать болтов крепления клапанной крышки.

6.6 Установить крышку маслоотделителя, затянув торцевой головкой «на 8» пять болтов ее крепления.

7 Привести в порядок набор инструментов и рабочее место. Сдать набор инструментов.

8 Оформить отчет, проведя анализ технического состояния гидроопор двигателя. Сформулировать заключение об их пригодности к дальнейшей эксплуатации

				ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит	Масса
				Ход лабораторных работ №1 и №3		
Разраб.	Морозов М.А.					1:1
Проб.	Басалаб И.С.					
Т.контр.						
				Лист	Листов	1
				ЯГТУ АТ-43		
				Копирайтер		
				Формат А1		

Перв. примен.
Справ. №
Листы и дата
Листы и дата
Листы и дата
Листы и дата
Листы и дата

Лабораторная работа №2
«Устройство и принцип действия масляного насоса двигателя Рено К4М»

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия, технология снятия, разборки и сборки, оценка технического состояния масляного насоса двигателя Рено К4М.

Основные этапы работы

- 1 Изучение теоретического материала.
- 2 Работа в лаборатории, связанная со снятием и оценкой технического состояния масляного насоса.
- 3 Обработка и анализ полученной в лабораторной информации, оформление отчета по проделанной работе.
- 4 Защита лабораторной работы.

Ход работы

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Получить набор инструментов, необходимых для проведения работы.
- 3 Снять масляный насос, следуя указаниям:
 - 3.1 Открутить два болта крепления масляного насоса, используя две торцовые головки «на 10» и «на 13». Расположение болтов показано на рисунке 1.

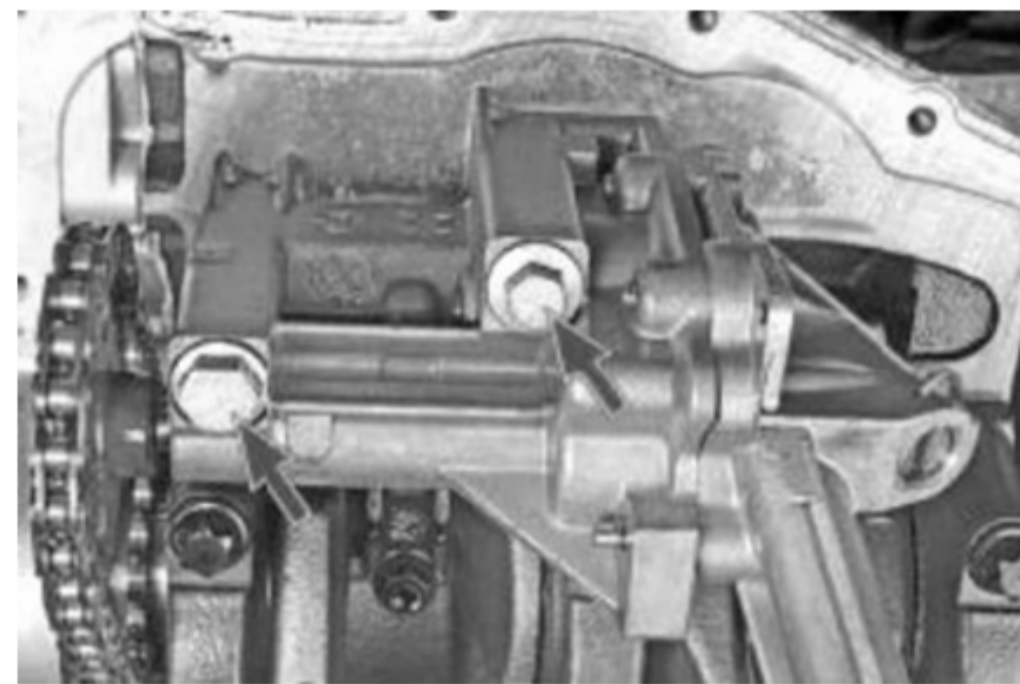


Рисунок 1 – Болты крепления масляного насоса

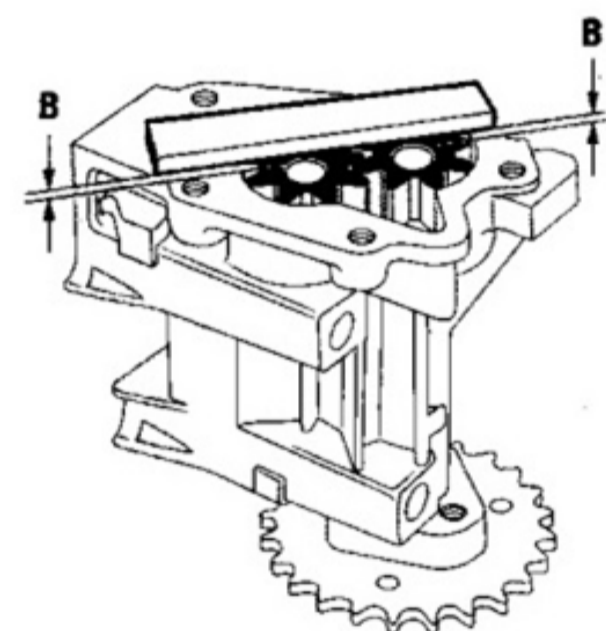


Рисунок 6 – Определение осевого зазора:
 В – осевой зазор.

Минимальное значение осевого зазора $A_{\text{мин}} = 0,020$ мм. Максимальное значение осевого зазора $A_{\text{макс}} = 0,086$ мм.

6 Оценить техническое состояние корпуса и крышки масляного насоса. Трещины, паразиты, дефекты литья, повреждение резьбовых отверстий должны отсутствовать, в противном случае насос нуждается в замене.

7 Оценить техническое состояние плунжера редукционного клапана. Плунжер не должен иметь паразитов и следов заедания.

8 Собрать масляный насос, следуя указаниям:

- 8.1 Вставить плунжер редукционного клапана на место.
- 8.2 Вставить пружину редукционного клапана на место.
- 8.3 С помощью плоской отвертки вставить упор пружины на место.
- 8.4 Вставить до упора пружинный фиксатор.
- 8.5 Установить крышку масляного насоса на корпус и прикрутить ее пятью болтами, используя торцовую головку «на 8».
- 8.6 Надеть цепь привода масляного насоса на его звезду.
- 8.7 Поставить масляный насос на место и прикрепить его двумя болтами, используя две торцовые головки «на 10» и «на 13».
- 9 Привести в порядок набор инструментов и рабочее место. Сдать набор инструментов.
- 10 Оформить отчет, проведя анализ технического состояния масляного насоса двигателя. Сформулировать заключение об их пригодности к дальнейшей эксплуатации.

- 3.2 Немного отпустить насос вниз.
- 3.3 Снять цепь со звездочки насоса, как показано на рисунке 2.

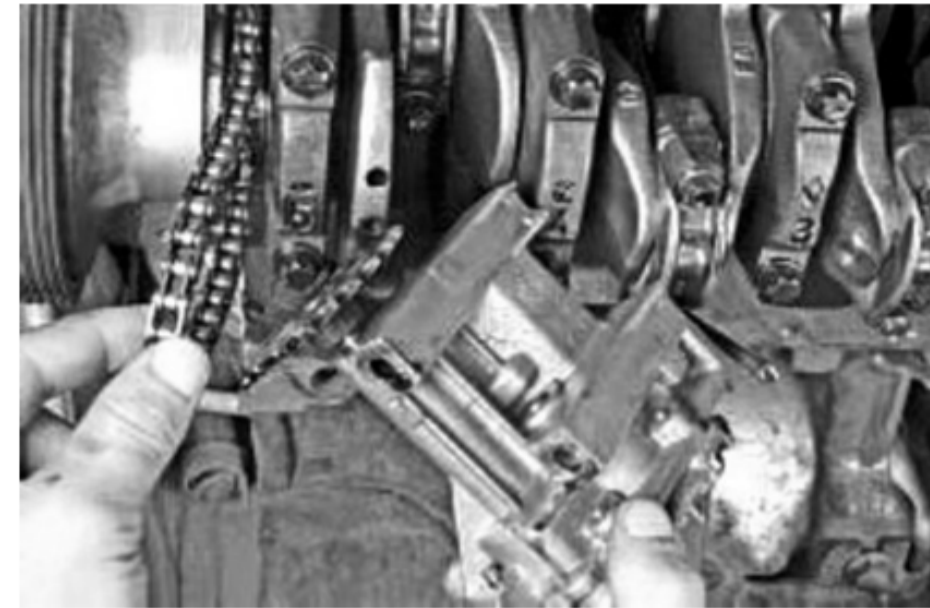


Рисунок 2 – Снятие масляного насоса

- 4 Разобрать масляный насос, следуя указаниям:
 - 4.1 Открутить пять болтов крепления крышки насоса, используя торцовую головку «на 8». Расположение болтов показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Болты крепления крышки масляного насоса

- 4.2 Снять крышку масляного насоса.
- 4.3 Используя плоскогубцы извлечь пружинный фиксатор редукционного клапана, как показано на рисунке 4. Стоит отметить, что пружина редукционного клапана имеет натяг, во избежание «выстреливания» пружины, снимая фиксатор необходимо придерживать упор пружины.



Рисунок 4 – Снятие пружинного фиксатора

- 4.4 Извлечь упор пружины.
- 4.5 Извлечь пружину редукционного клапана.
- 4.6 Извлечь плунжер редукционного клапана.
- 5 Оценить степень технического состояния шестерен насоса, для этого:
 - 5.1 Внешне осмотреть зубья шестерен на наличие задиров и износа зубьев.
 - 5.2 С помощью набора щупов, измерить радиальный зазор между шестернями насоса и корпусом. Радиальный зазор показан на рисунке 5.

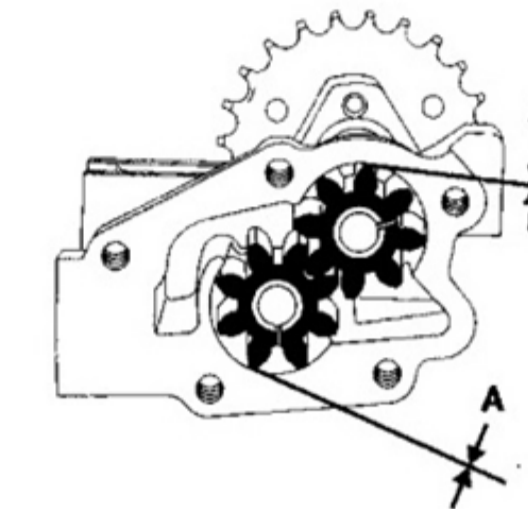


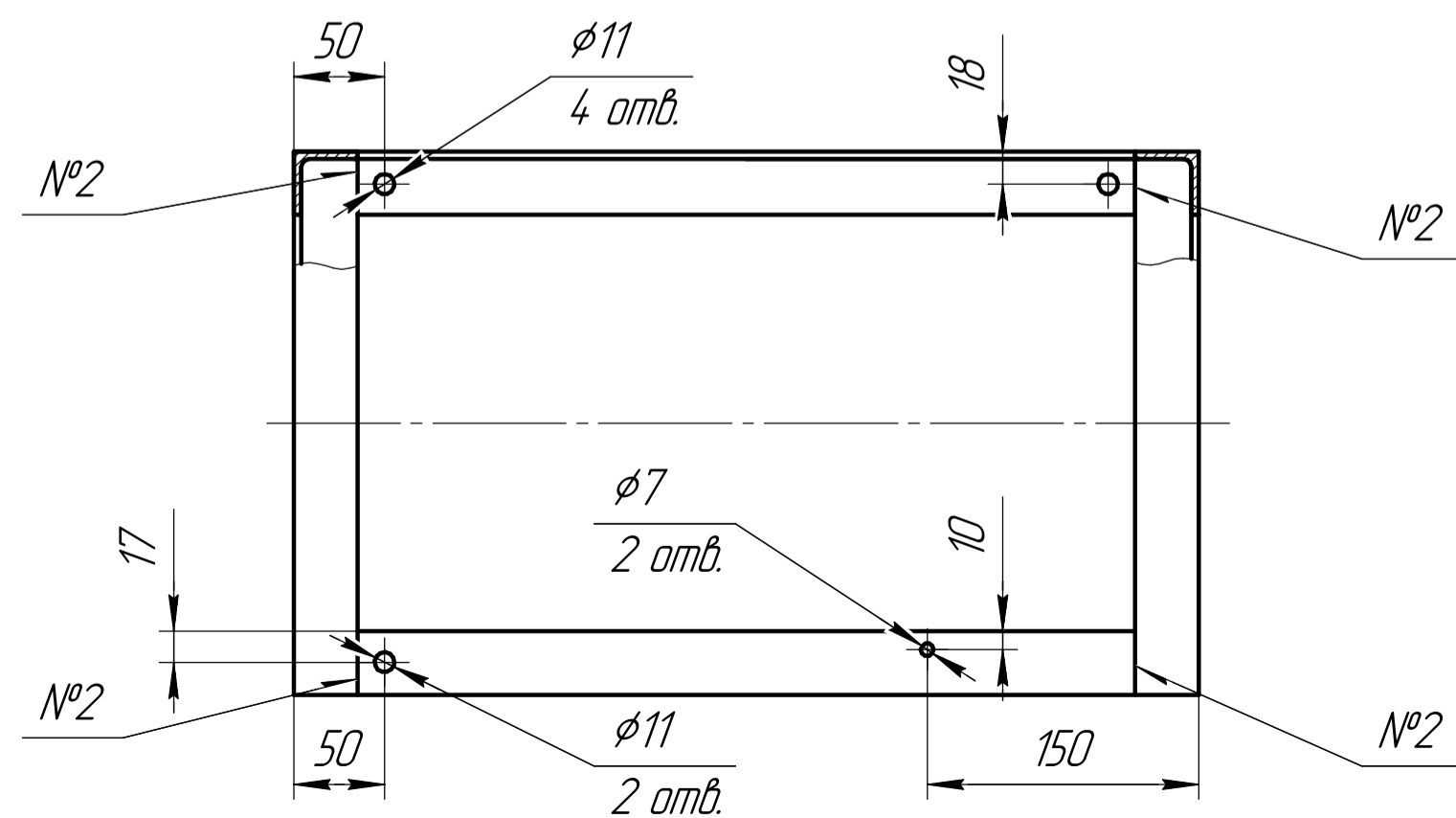
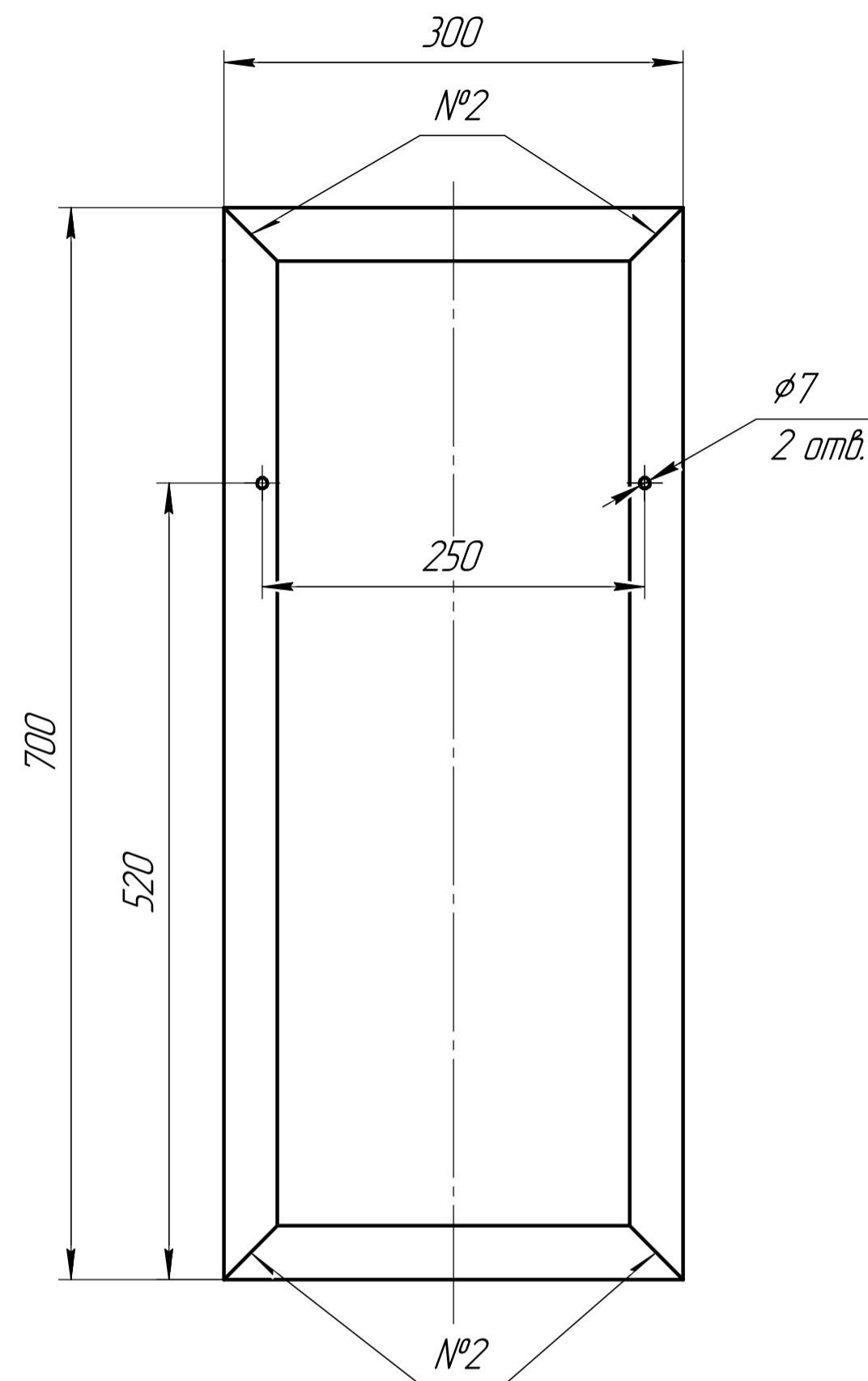
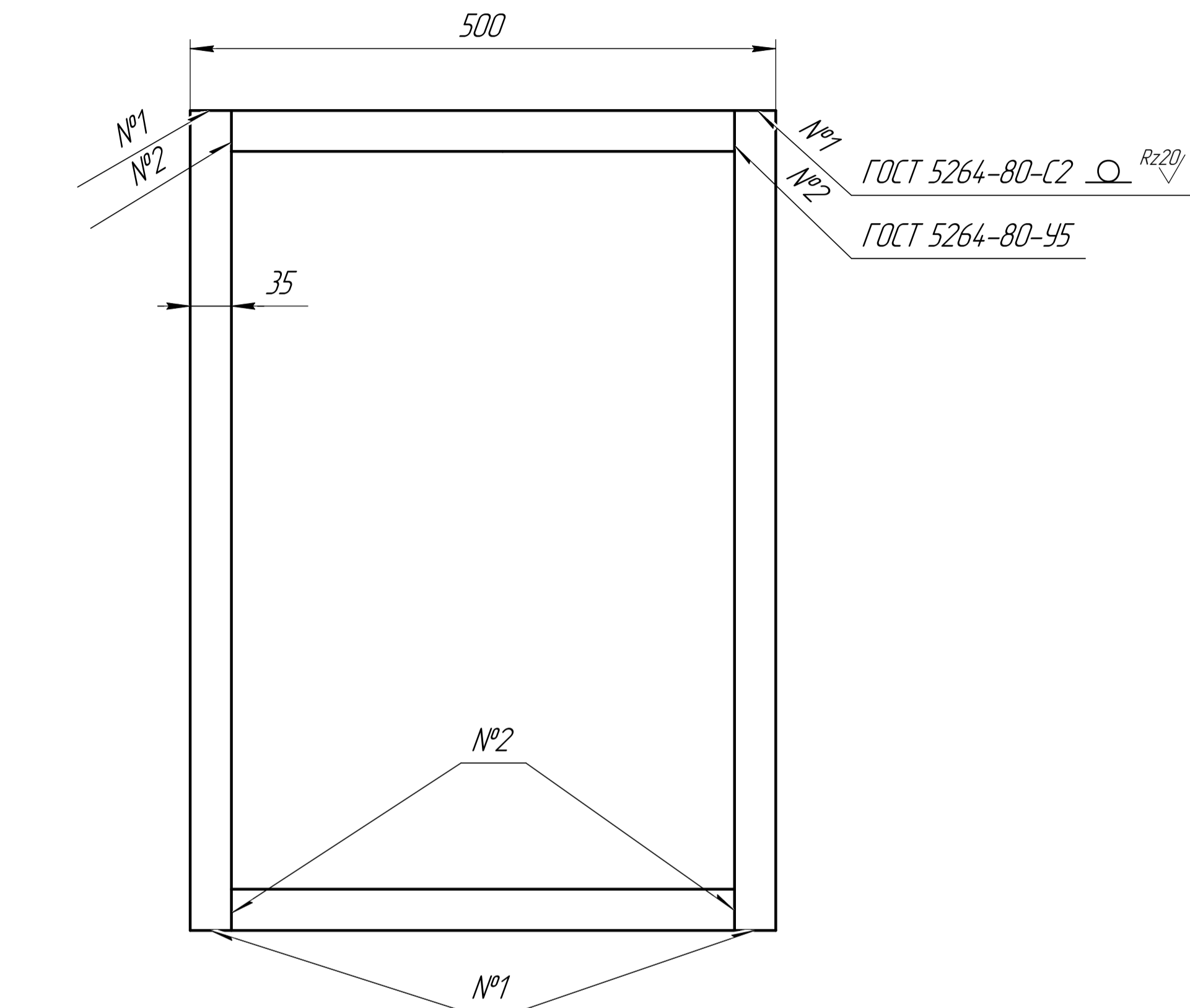
Рисунок 5 – Определение радиального зазора:
 А – радиальный зазор.

Минимальное значение радиального зазора $A_{\text{мин}} = 0,110$ мм. Максимальное значение радиального зазора $A_{\text{макс}} = 0,249$ мм.

5.3 С помощью линейки и набора щупов, измерить осевой зазор, между шестернями и относительной привалочной плоскостью. Осевой зазор показан на рисунке 6.

ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Морозов М.А.		
Проб.	Басалаев И.С.		
Т.контр.			
И.контр.			
Утв.			
Ход лабораторной работы №1			Лист 1
ЯГТУ АТ-43			Листов 1

Пред. прамен. _____
 Справ. № _____
 Подп. и дата _____
 Взам. инв. № _____
 Подп. и дата _____
 Инв. № подл. _____

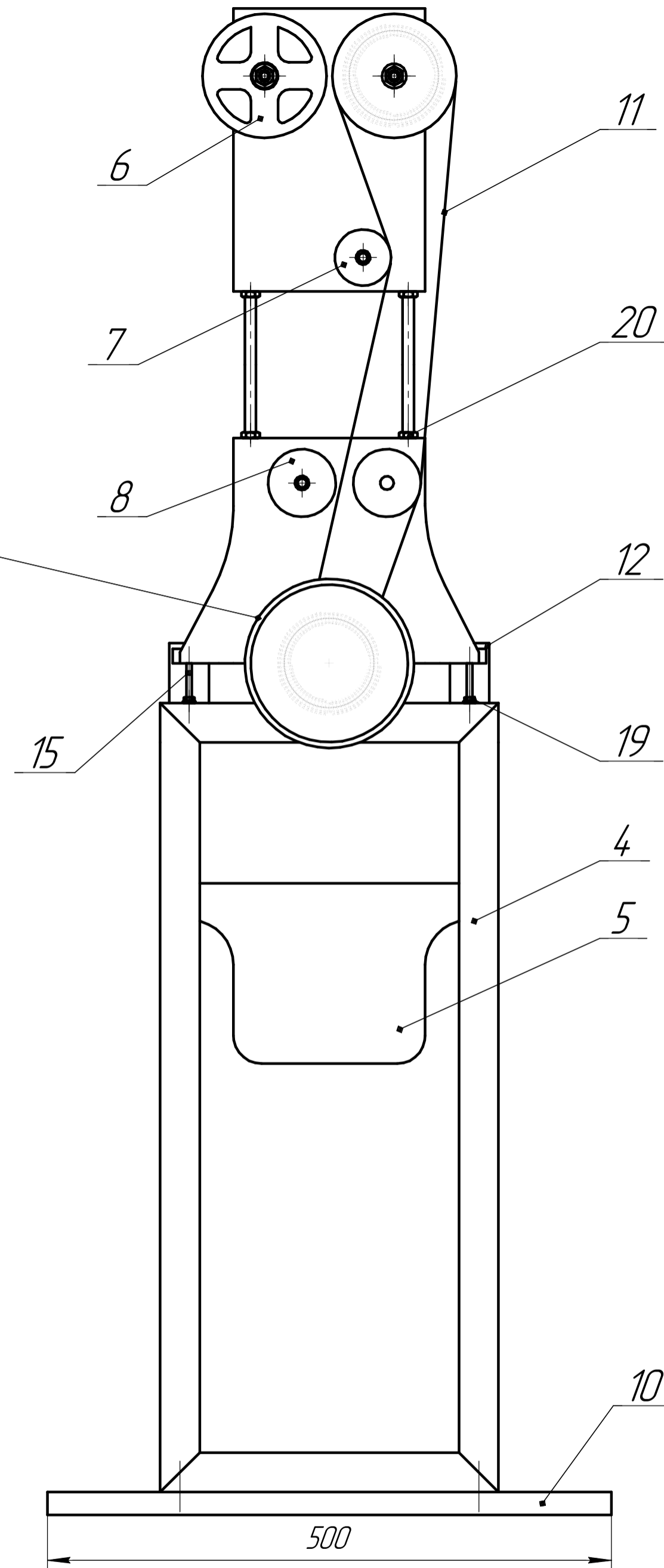
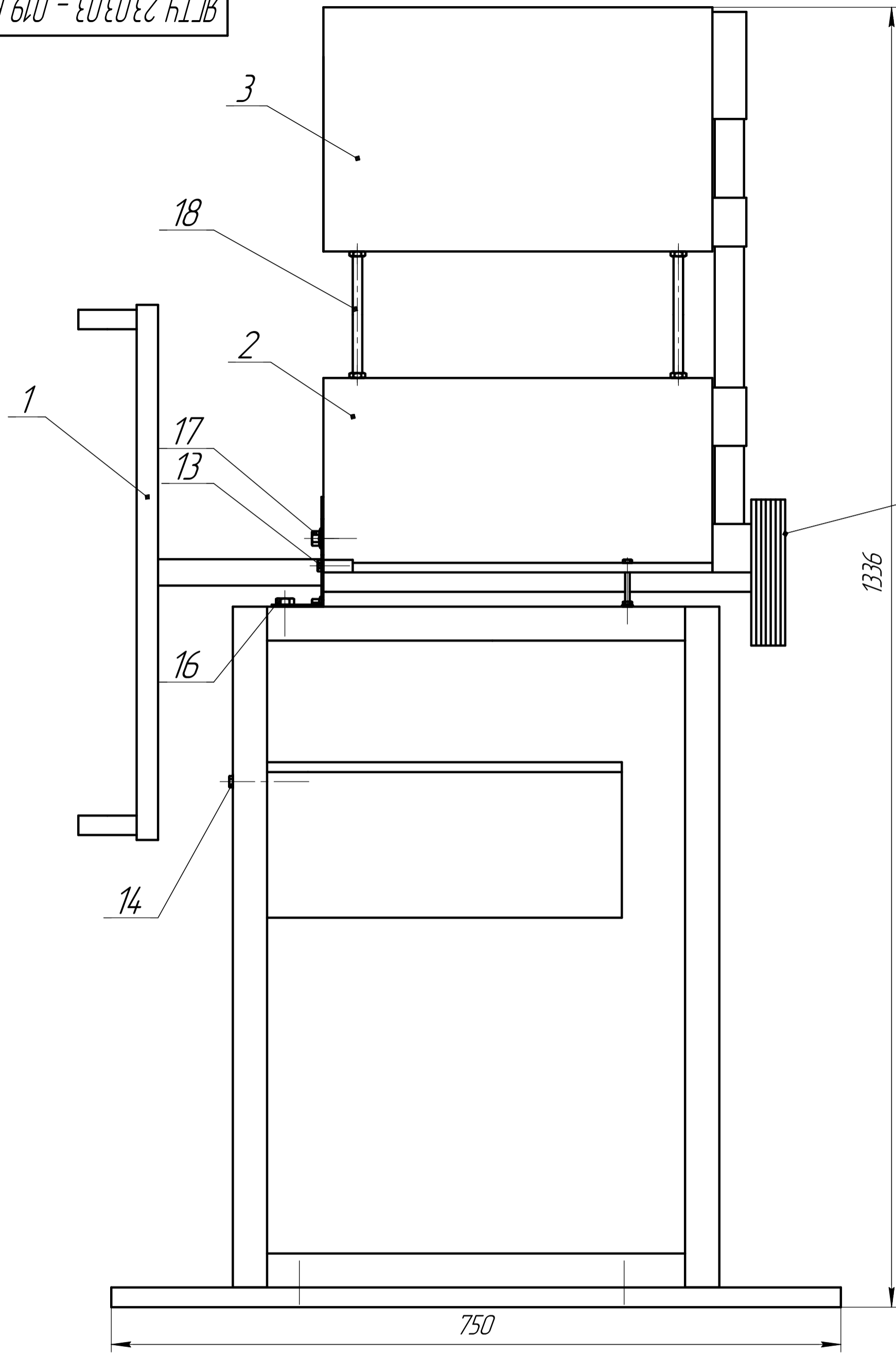


1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - H14, валов - h14, остальных - ± 0,5IT14 по ГОСТ 25670-83

				ЯГТУ 23.03.03.04			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
		Морозов М.А.					1:4
		Басалов И.С.			Лист	Листов	1
Н.контр.					Сборочный чертеж ЯГТУ, АТ-43		
Утв.					Копировал Формат А2		

Перв. измен.
Справ. №
Изм. № 1
Изм. № 2
Изм. № 3
Изм. № 4
Изм. № 5
Изм. № 6
Изм. № 7
Изм. № 8
Изм. № 9
Изм. № 10
Изм. № 11
Изм. № 12
Изм. № 13
Изм. № 14
Изм. № 15
Изм. № 16
Изм. № 17
Изм. № 18
Изм. № 19
Изм. № 20

ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР



				ЯГТУ 23.03.03 - 019 ВКР				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Учебный стенд	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Морозов М.А.							1:4
Проб.	Басалов И.С.				Лист	Листов	1	
Т.контр.					Сборочный чертеж			
Н.контр.					ЯГТУ, АТ-43			
Утв.					Копировал _____ Формат А2			

Справ. № _____
Перв. исполн. _____

Копирайт © 2017 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Инд. № подл. _____
Инд. № докл. _____
Инд. № инв. № _____
Инд. № дата _____
Инд. № подл. _____
Инд. № дата _____

План выполнения научно-исследовательской работы

Наименование	Время, <u>дн.</u>
1. Получение задания	1
2. Изучение литературы	2
1. Разработка конструкции стенда	3
2. Поиск подходящего двигателя и его транспортировка	2
3. Закупка полуфабрикатов и расходных материалов	1
4. Очистка двигателя от всех технических жидкостей	2
5. Сборка основания стенда	2
6. Установка двигателя на основание	1
7. Изменение конструкции двигателя	5
8. Разработка методических рекомендаций к лабораторным работам на стенде	4
7. Составление и защита отчета по итогам НИР	3
ИТОГО	26

Технико-экономические показатели

Наименование	Показатель
Продолжительность НИР, дни	26
Количество персонала, необходимое для создания стенда, чел., в т.ч.:	4
- руководителей	1
- рабочих	3
Количество лабораторных работ на стенде	3
Трудоемкость работ по изготовлению стенда, чел.-ч	39
Затраты на создание стенда, руб. в т.ч.:	47325
- детали, полуфабрикаты, расходные материалы	12480
- заработная плата, в т.ч.:	15150
рабочих	9750
руководителя	5400
- отчисления	4545
- накладные расходы	15150

				ЯГУ 23.03.03 - 019 ВКР			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технико-экономические показатели НИР	Лист	Масштаб
							1:1
Разраб.	Морозов М.А.					Лист	Листов
Проб.	Басалов И.С.					1	
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							ЯГУ, АТ-43