



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А.И.Колесниченко

**ПМ.01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ
СРЕДСТВ**

**МДК.01.04 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ**

Методическое пособие для выполнения практических занятий по специальности

**23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов
автомобилей**

МО–23 02 07-ПМ.01.МДК.01.04. ПЗ

РАЗРАБОТЧИК
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Шамаров В.В.
Чечеткина А.А.

ГОД РАЗРАБОТКИ

2023

ГОД ОБНОВЛЕНИЯ

2025

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 2/66

Содержание

Введение	3
Практическое занятие №1 Устройство и работа диагностического оборудования для ремонта двигателя.....	5
Практическое занятие №2 Правила и порядок проведения ТО двигателя	11
Практическое занятие №3 Техническое обслуживание и ремонт кривошипно-шатунного механизма	15
Практическое занятие №4 Техническое обслуживание и ремонт газораспределительного механизма.....	18
Практическое занятие №5 Техническое обслуживание и ремонт системы охлаждения двигателя.....	21
Практическое занятие №6 Техническое обслуживание и ремонт системы смазки ...	25
Практическое занятие №7 Диагностирование систем питания инжекторных двигателей.....	27
Практическое занятие №8 Техническое обслуживание и ремонт систем питания инжекторных двигателей.....	28
Практическое занятие №9 Техническое обслуживание и ремонт систем питания дизельных двигателей.....	33
Практическое занятие №10 Изучение особенностей конструкции бензинового и дизельного двигателей, а так же их нагрузочного устройства	35
Практическое занятие №11 Методы испытания двигателей внутреннего сгорания: - дизельный, - бензиновый.	39
Практическое занятие №12 Определение характеристики холостого хода двигателя.	44
Практическое занятие №13 Определение скоростных характеристик ДВС.	46
Практическое занятие №14 Определение нагрузочных характеристик двигателей в сравнении.	49
Практическое занятие №15 Термометрирование двигателя	52
Практическое занятие №16 Изучение процесса впуска - выхлопа двигателей и определение дымности, качественного состава отработавших газов дизельного и бензинового двигателей	54
Практическое занятие №17 Определение давления рабочего тела в цилиндре дизельного двигателя.	59
Литература	66

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 3/66

Введение

Рабочей программой дисциплины предусмотрено 40 академических часа на проведение 17 практических занятий.

Целью проведения практических занятий является: формирование профессиональных и общих компетенций, закрепление теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по отдельным темам профессионального модуля. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, конкретизируются и углубляются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность применять эти знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Выполнение практических занятий способствует формированию общих и профессиональных компетенций:

Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ПК 1.1.	Осуществлять диагностику систем, узлов и механизмов автомобильных двигателей
ПК 1.2.	Осуществлять техническое обслуживание автомобильных двигателей согласно технологической документации.
ПК 1.3.	Проводить ремонт различных типов двигателей в соответствии с технологической документацией

Перед проведением практических занятий обучающиеся обязаны проработать соответствующий материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания готовность к выполнению задания.

Текст выполняемых работ на практических занятиях обучающиеся должны писать ручкой понятным почерком. Схемы, эскизы, таблицы необходимо выполнять только карандашом с помощью чертежных инструментов.

После каждого практического занятия проводится защита отчета, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 4/66

На защите отчета обучающийся должен знать теорию по данной теме, пояснить, как выполнялась работа в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 5/66

Перечень практических занятий

№ п/п	Перечень практических занятий по МДК.03.01 Выполнение работ по профессии Слесарь по ремонту автомобилей.	Кол-во часов
Тема 4.1. Оборудование и технологическая оснастка для ТО и ремонта двигателей		
1	Практическое занятие №1. Устройство и работа диагностического оборудования для ремонта двигателя	2
Тема 4.2. Технология технического обслуживания и ремонта двигателей		
2	Практическое занятие №2. Правила и порядок проведения ТО двигателя	2
3	Практическое занятие №3. Техническое обслуживание и ремонт кривошипно-шатунного механизма	2
4	Практическое занятие №4. Техническое обслуживание и ремонт газораспределительного механизма	2
5	Практическое занятие №5. Техническое обслуживание и ремонт системы охлаждения двигателя.	2
6	Практическое занятие №6. Техническое обслуживание и ремонт системы смазки	2
7	Практическое занятие №7. Диагностирование систем питания инжекторных двигателей	2
8	Практическое занятие №8. Техническое обслуживание и ремонт систем питания инжекторных двигателей	2
9	Практическое занятие № 9. Техническое обслуживание и ремонт систем питания дизельных двигателей	2
10	Практическое занятие №10. Изучение особенностей конструкции бензинового и дизельного двигателей, а так же их нагрузочного устройства	2
11	Практическое занятие №11 Методы испытания двигателей внутреннего сгорания: - дизельный, - бензиновый	4
12	Практическое занятие №12 Определение характеристики холостого хода двигателя.	2
13	Практическое занятие №13 Определение скоростных характеристик ДВС.	4
14	Практическое занятие №14 Определение нагрузочных характеристик двигателей в сравнении.	4
15	Практическое занятие №15 Термометрирование двигателя	2
16	Практическое занятие №16 Изучение процесса впуска - выхлопа двигателей и определение дымности, качественного состава отработавших газов дизельного и бензинового двигателей	2
17	Практическое занятие №17 Определение давления рабочего тела в цилиндре дизельного двигателя.	2
ИТОГО		40

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 6/66

Практическое занятие №1 . Устройство и работа диагностического оборудования для ремонта двигателя

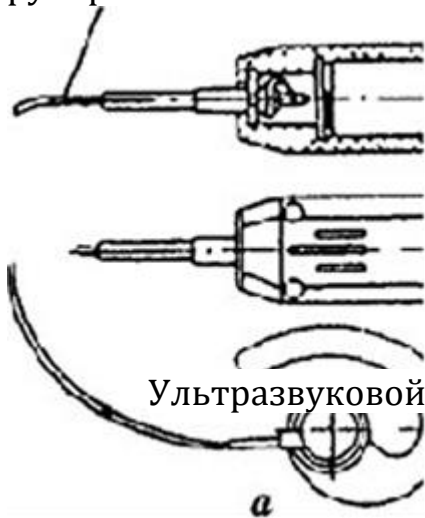
Цель занятия: Практическое приобретение студентами навыков и умений производить контрольный осмотр и прослушивание работы двигателя; определять и устранять по внешним признакам и диагностическим параметрам неисправности и отказы.

Одним из менее трудоемких, но требующих определенных навыков методов диагностики двигателя, является прослушивание его работы с помощью различного типа виброакустических приборов - от самых простых по конструкции стетоскопов со звуковоспроизводящим стержнем

(напоминающих медицинские фонендоскопы), до электронных стетоскопов типа «Экранас» и ультразвуковых стетоскопов с двумя наушниками модели УС- 01.

Для усиления звукового эффекта от виброударных импульсов в характерных точках и зонах двигателя (рис. 3.8) стетоскоп «Экранас» (рис.3.9, а) снабжен двухтранзисторным усилителем низкой частоты

4 с пьезокристаллическим датчиком и батарейным питанием (3 В). Пластмассовый корпус 3 имеет гнезда для установки стержня 5 и подключения телефона-наушника 6. У стетоскопа модели КИ-1154(рис. 3.9, б), на стержне 5 смонтирован усилитель 3 и слуховой наконечник 6 рупорного типа.



Ультразвуковой стетоскоп модели УС-01 (рис.

3.10) отличается наличием двух каналов (звукового и ультразвукового), специальных наушников, насадок на микрофон в виде гибких зондов, позволяющих прослушивать работу механизмов в труднодоступных местах при повышенной температуре деталей двигателя, а также электронного табло на корпусе, высвечивающего в цифрах силу стуков и шумом(в децибелах - дБ) - все это делает данную модель стетоскопа эффективным средством диагностики технического состояния КШМ и ГРМ двигателей. Источник питания прибора имеет напряжение 12 В

Перед диагностированием двигателя следует прогреть до температуры охлаждающей жидкости

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 7/66

(90 ± 5) °С. Прослушивание производят, прикасаясь острием наконечника звуковувствительного стержня в зоне сопряжения проверяемого механизма.

Широко используемым методом диагностирования технического состояния КШМ и ГРМ двигателей является замер компрессии в цилиндрах двигателей в конце тактов сжатия с помощью: различного типа компрессометров и компресс: - графов с самописцами. На рис. , а изображен компрессометр мод. 179 с рукояткой пистолетного типа, манометром, наконечником для установки : свечное отверстие, кнопкой клапана сброса давления - (от предыдущего показания) и т.д.

Все виды технического обслуживание автомобиля включают в себя контрольно-диагностические работы, где контрольный осмотр двигателя является составной частью и должен выполняться квалифицированно, в полном объеме и отвечать требованиям технического контроля (РД-200-РСФСР-15-0179-83).

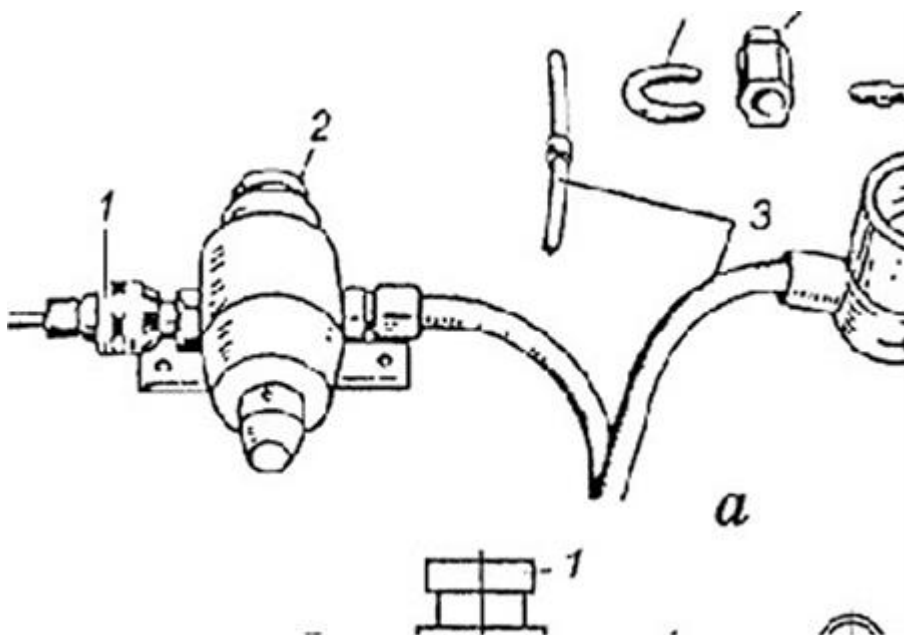
Основными причинами изменение технического состояние двигателя являются износ деталей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, увеличение зазоров и нарушение герметичности в соединениях, отказ приводных и вспомогательных приборов. Существенное влияние на потерю работоспособности двигателя оказывают скоростные, нагрузочные и температурные режимы работы, качество применяемых горюче-смазочных материалов, своевременное и качественное выполнение работ технической диагностики, технического обслуживания (ТО) и ремонта

Стуки и шумы в двигателях определяют прослушиванием при помощи электронного или акустического стето-фонендоскопов, Несколько отличается по конструкции компрессометр для дизелей (рис. 3.11, б). В нижней части, он снабжен жестким металлическим корпусом зажимной гайкой и наконечником, которые вместе с корпусом устанавливаются на место форсунок в головке блока с последующим креплением болтом и скобой форсунки.

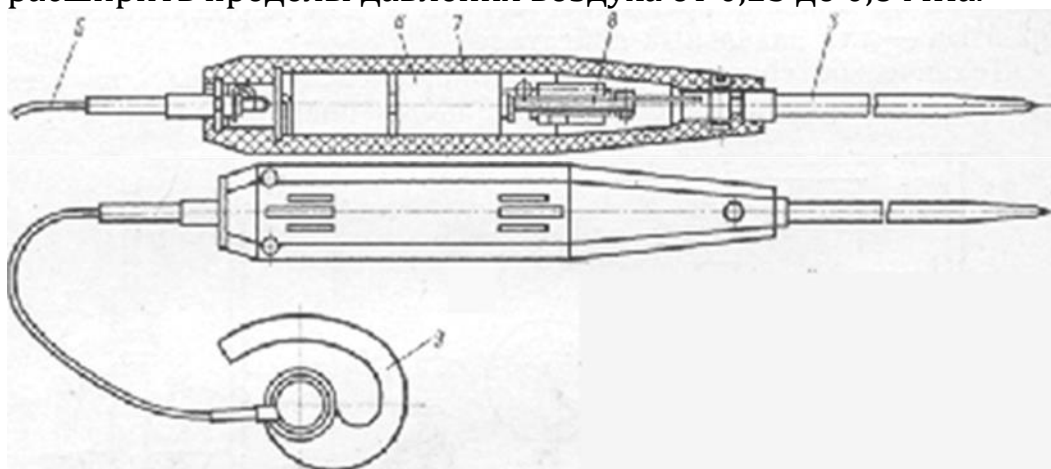
Пневмотестер имеет аналогичное назначение что и прибор К-69М , кроме того имеет целый ряд преимуществ надпоршневое пространство двигателей выполняет с большей точностью при меньших трудозатратах масса его и габаритные размеры в шесть раз меньше, он пригоден для диагностирования

МО-23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 8/66

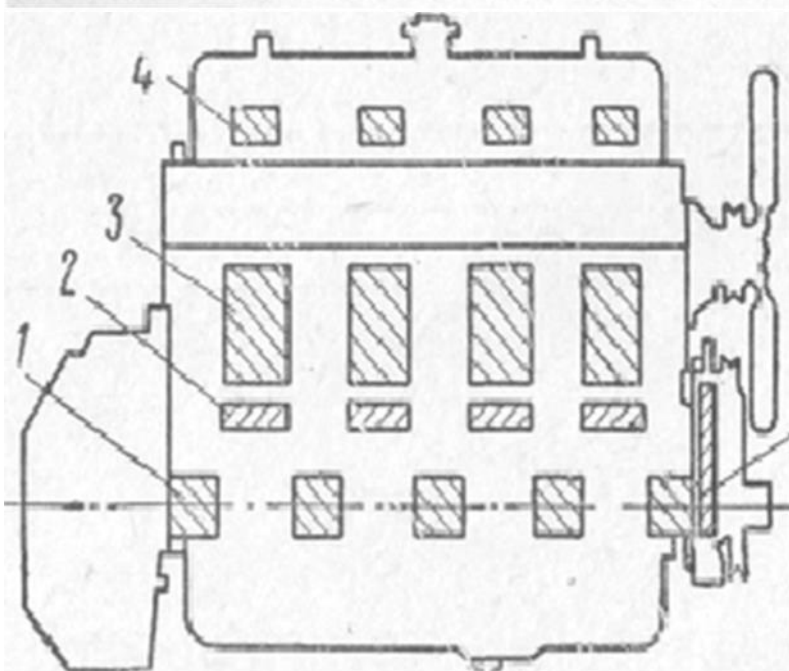
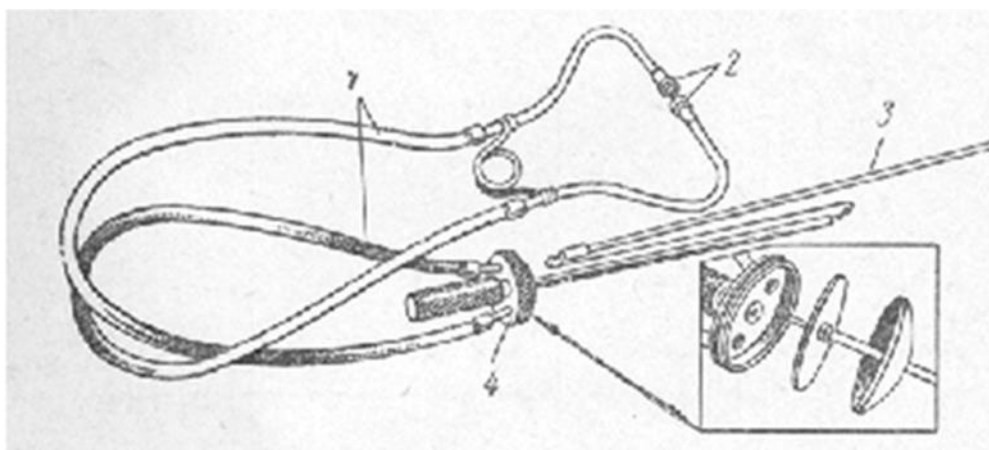
дизеле:: КамАЗ, ЗИЛ-4331 и т.д



Пневмосистема К-272 состоит из блока питания 1, содержащего редуктор и фильтр тонкой очистки указателя 2, объединяющего в себе дроссель, манометр и быстросъемные муфты 3 и 5, соединенные между собой гибкими воздухопроводами из поливинилхлоридной трубки с внутренним диаметром: 8 мм. К прибору прилагаются штуцер для подсоединения через свечное отверстие к цилиндру, сигнализатор контроля начала сжатия и контрольный дроссель. Редуктор давления РДФ-3-2 позволяет расширить пределы давления воздуха от 0,25 до 0,8 МПа.



МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 9/66



Зоны прослушивания двигателя:

- 1 - коренные подшипники; 2 - подшипники распределительного вала; 3 - поршневая группа; 4 - клапаны; 5 - распределительные шестерни

Выполнение задания

- 1 Проверить наличие и уровень охлаждающей жидкости, масла и топлива в диагностируемом двигателе;
- 2 Проверить герметичность в соединениях и комплектность приборов систем питания, охлаждения и смазки;
- 3 Выявленные неисправности устранить, уровни технических жидкостей довести до нормы;
- 4 Изучить управление работой двигателя;
- 5 Запустить двигатель и прогреть, до оптимальной температуры;
- 6 Проверить герметичность систем двигателя в процессе его работы;
- 7 Снять показания контрольно-измерительных приборов;
- 8 Прослушать двигатель на всех режимах работы согласно технологической карты.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 10/66

Одной из причин снижения мощности двигателя является снижение компрессии в цилиндре. Для проверки компрессии используют компрессометры, пневмотестеры, компрессографы, мотортестеры и другое.

Компрсссомстр - измерительный прибор, предназначенный для определения уровня компрессии двигателя внутреннего сгорания. Существует огромное количество видов компрессометров, которые представлены гибкими, профессиональными, резьбовыми, прижимными, универсальными компрессометрами.

Резьбовой компрессометр позволяет проводить измерение без участия помощника благодаря закреплению компрсссомстра в отверстия форсунок непосредственно. Вместе с тем, такой вид компрсссометратакже, как и прижимной, осуществляет измерения максимально оперативно.

Измерение компрессии за максимально короткое время в прижимном компрессометре обеспечивается за счет специальной втулки и помощника. Универсальные компрессометры осуществляют измерения без демонтажа оборудования. Это обеспечивается его креплением в свечном отверстии.

Гибкие компрессометры из всех видов являются наиболее удобными.

Используя гибкий компрсссомстр можно обойтись без помощника и демонтажа оборудования, поскольку он крепится в отверстие для свечи зажигания. Простую конструкцию также имеет профессиональный компрессометр.

Компрессографы. Их назначение то же, но результаты измерений записываются на бумаге или специальных пластиковых карточках, что даст возможность архивировать их для дальнейшего сравнения в разные периоды эксплуатации автомобиля. Недостатком компрессографа является трудность оценки динамики нарастания давления при прокрутке коленвала.

Оценка герметичности камеры сгорания с помощью пнсвмотсстсра.

Методика использования пневмотестеров имеет преимущества:

- во первых, анализируется непосредственно герметичность надпоршневого пространства (обороты не оказывают никакого влияния на измерение, поскольку коленчатый вал при проведении теста неподвижен),
- во вторых, есть возможность локализации неисправности, в третьих, есть возможность проведения теста на снятом или частично разобранном двигателе или на двигателе с неработающим стартером, в четвертых, свидетельство пнсвмотсстсра нагляднее и, соответственно, более понятные не только диагносту, но и владельцу автомобиля

Вывод

Напишите в конце работы вывод, ответив па вопросы:

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 11/66

1. Какие существуют приборы для диагностики двигателя?
2. Опишите один из приборов.
3. Для чего нужен стетоскоп?
4. Каковы внешние признаки неисправности двигателя?
5. Какие работы выполняют на двигателе при ЕТО; ТО-1; ТО-2?
6. Каковы негативные последствия несвоевременного или некачественного проведения работ по ТО двигателя?

Практическое занятие №2 Правила и порядок проведения ТО двигателя

Цель занятия: Знакомство с правилами и порядком проведения технического обслуживания двигателя, используемого в стенде.

Краткая теория:

Требования к безопасной работе.

1. Топливо должно быть отфильтровано или залито за 24 часа до использования двигателя. Не заливайте топливо в топливный бак во время работы двигателя.

2. Вокруг двигателя не должно быть горючих и взрывчатых веществ, а место для установки должно быть хорошо проветриваемым.

3. Не прикасайтесь к глушителю рукой во время работы двигателя или сразу после его остановки.

4. Дизельный двигатель должен работать с номинальной мощностью и с номинальной скоростью. Если Вас не устраивает работа двигателя, немедленно остановите двигатель, чтобы проверить его и в случае необходимости устранить неисправности.

5. Первые 12 часов работы – ввод двигателя в эксплуатацию, в это время он должен работать на низкой скорости и оборотах. Не запускайте его с высокой скоростью и перегрузкой.

Ежедневный технический осмотр и обслуживание

•

Перед каждым запуском двигателя убедитесь в соответствующем уровне масла. Для проверки уровня масла, слегка опустите щуп в картер не поворачивая его. Уровень масла должен быть между верхней и нижней отметками (см. рис. 1)



МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 12/66

Регулярно меняйте моторное масло:

После 20 часов работы или в конце первого месяца эксплуатации произведите замену моторного масла, а затем меняйте масло один раз в 3 месяца или каждые 100 часов работы двигателя.

- Убедитесь в том, что нет утечки масла.
- Очистите двигатель от загрязнений, масляной пыли и содержите его в чистоте. Устраните обнаруженные неисправности.

Периодические проверки и техническое обслуживание.

Необходимо проводить периодические проверки и техобслуживание для поддержания двигателя в рабочем состоянии и продления срока его службы. В таблице 1 приводится информация о периодичности техобслуживания и деталях, подлежащих техобслуживанию

Таблица 1. Периодичность выполнения операций по техобслуживанию

	Ежедневно	Каждый месяц или 20 часов работы	Каждые 3 месяца или 100 часов работы	Каждые 6 месяцев или 500 часов работы	Каждый год или 1000 часов работы
Проверка и фиксация болтов и гаек	*				
Проверка и долив моторного масла	*				
Замена моторного масла		* (первый раз)	* (второй раз)		
Очистка или замена масляного фильтра		* (первый раз)		*	* (замена)
Проверка утечки масла	*				
Замена картриджа воздушного фильтра		Периодическая проверка	*		
Промывка топливного фильтра	Каждый месяц				
Промывка топливного фильтра				* (Промывка)	* (Замена)
Проверка форсунки				*	
Проверка топливного насоса				*	

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»				
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ				С. 13/66

Проверка топливного шланга				*(замена в случае необходимости)	
Регулировка зазоров впускного и выхлопного клапана		*(первый раз)		*	
Проверка впускного и выхлопного клапана					*
Замена поршневых колец					*
Проверка электролита	Каждый месяц				
Очистка картриджа воздушного фильтра		*(Очиска) каждый месяц или 50 часов работы			

Очистка и замена топливного фильтра

Чистый топливный фильтр обеспечивает максимальную мощность двигателя, поэтому так важно ежедневно содержать его в чистоте.

Вынимайте топливный фильтр из бака и своевременно промывайте его.

Очистка	Каждые 6 месяцев или 500 часов работы
Замена	Каждые 1000 часов.

Вытяните фильтр

Ослабьте и выньте гайку

Ослабьте топливный винт

Слейте топливо

СНИМИТЕ ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ



Замена масляного фильтра

Очистка	
Замена	500 часов

Вытяните фильтр пассатижами

Уплотнительная шайба

Модель	C170F-2/C170F-2D	C173F/C173FD	C178F/C178FD	C186F(-N)/C186FD(-N)	C188F/C188FD	C192C192FD
Емкость (л)	0.75		1.10	1.65		

Замена	В процессе эксплуатации
Впервые	После 1го месяца или 20 часов работы
Второй и последующие разы	Каждые 30 месяцев или 1000 часов работы

Длительное хранение.

Перед длительным хранением выполните следующие действия:

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 15/66

1. Запустите двигатель на 3 минуты, дайте ему поработать на малых оборотах и остановите его.
2. Слейте моторное масло, пока двигатель еще теплый, и залейте новое масло.
3. Выкрутите заглушку фильтра из головки цилиндра и залейте 2см³ моторного масла, вкрутите заглушку.
4. Для двигателей с ручным запуском:
Нажмите рычаг декомпрессии и потяните за ручку стартера 2-3 раза (не запуская двигателя)
Для двигателей с электростартером:
В течение 2-3 секунд удерживайте рычаг декомпрессионного механизма и поставьте ключ в положение «Start» (не запуская двигатель).
5. Поднимите рычаг декомпрессионного механизма и медленно потяните за ручку стартера до тех пор, пока не почувствуете сопротивление. (В это время и впускной и выхлопной клапаны закрыты, что позволяет защитить двигатель от ржавчины).
6. Вытрите грязь с поверхности двигателя и поставьте двигатель в сухое место.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Описать порядок проведения операций по техобслуживанию двигателя и их периодичность.

Вывод.

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Каковы внешние признаки неисправности двигателя?
2. Какие работы выполняют на двигателе при ЕТО; ТО-1; ТО-2?
3. Каковы негативные последствия несвоевременного или некачественного проведения работ по ТО двигателя?

Практическое занятие №3 Техническое обслуживание и ремонт кривошипно-шатунного механизма

Цель занятия:

научиться практическому диагностированию КШМ, определение работоспособности и экономичности эксплуатации двигателя..

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 16/66

Ход работы

В процессе эксплуатации надежная работа кривошипно-шатунного механизма обеспечивается своевременным уходом за ним, применением для смазки масел, рекомендуемых заводом-изготовителем.

Неисправности в кривошипно-шатунном механизме возникают в результате изнашивания поршневых колец, поршней и гильз цилиндров, коренных и шатунных подшипников и шеек коленчатого вала, поршневых пальцев, отверстий в бобышках поршня или бронзовых втулок верхней головки шатуна, повреждения прокладок головок блока цилиндров или ослабления крепления головок блока. Внешними признаками указанных неисправностей являются характерные стуки, которые прослушиваются с помощью стетоскопа. Его наконечником прикасаются к различным местам двигателя и по характеру стука или шума определяют вид неисправности.

Для того чтобы по стуку (шуму) правильно определить причину его появления, нужно знать характер стуков при различных неисправностях. Так, стуки поршней характеризуются глухим щелкающим звуком, который прослушивается выше плоскости разъема картера при резком уменьшении частоты вращения коленчатого вала сразу после пуска холодного двигателя.

Стук коренных подшипников сопровождается сильным, глухим, низкого тона звуком, прослушивается в плоскости разъема картера двигателя при резком изменении частоты вращения коленчатого вала.

Стук шатунных подшипников более резкий и звонкий по сравнению со стуком коренных подшипников. Прослушивается в зоне вращения кривошипа соответствующего цилиндра. Исчезновение или заметное уменьшение стука при выключении зажигания или форсунки в этом цилиндре свидетельствует о неисправности подшипника.

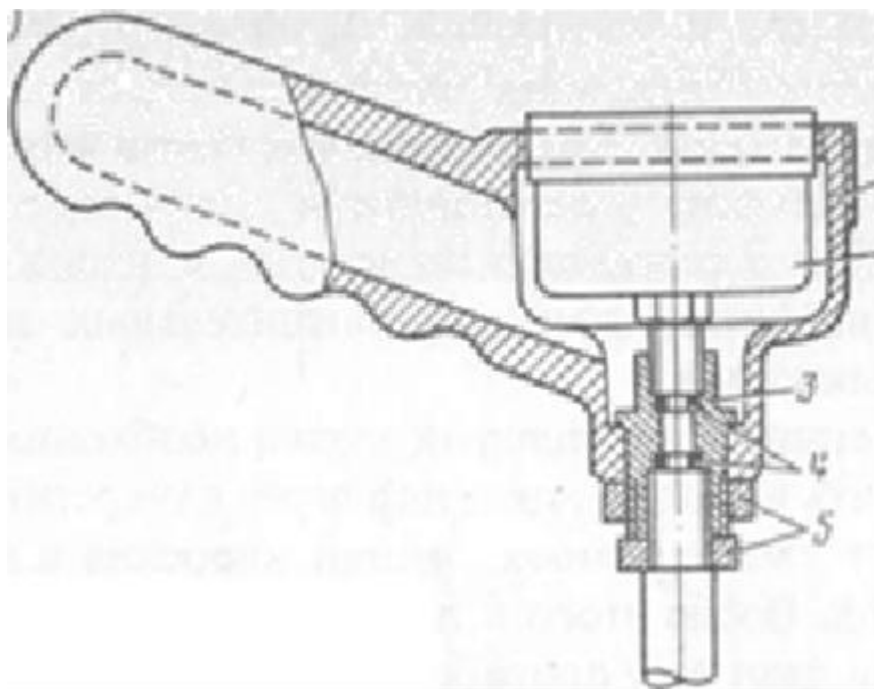
Стук поршневого пальца, резкий, звонкий, высокого тона, слышен в зоне расположения цилиндров, в местах, соответствующих верхнему и нижнему положениям поршневого пальца, при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя. Однако этот стук не следует смешивать с детонационными стуками, которые появляются при большом угле опережения зажигания и исчезают при его уменьшении.

Минимальная частота вращения коленчатого вала на холостом ходу бензиновых двигателей должна составлять 700-800 об/мин, а у дизелей - 800-900 об/мин.

Все перечисленные неисправности, связанные с изнашиванием деталей кривошипно-шатунного механизма, устраняются при ремонте двигателя.

Снижение мощности двигателя (двигатель «плохо тянет») часто происходит из-за увеличенного износа рабочих поверхностей деталей цилиндропоршневой группы - поршня, гильзы цилиндра, компрессионных колец, а также неплотного прилегания клапанов к седлам, повреждения прокладки головки блока цилиндров или ослабления крепления головки блока цилиндров. Эти неисправности вызывают потерю компрессии — снижение давления в цилиндре в конце такта сжатия. Потеря компрессии возникает также при поломках или «залеганиях» компрессионных колец в канавках поршня, что бывает следствием перегрева двигателя, применения масла, не предусмотренного заводом-изготовителем, или длительной работы двигателя под нагрузкой при пониженных температурах охлаждающей жидкости. При этом в камере сгорания на стенках головки, цилиндра, днище поршня, головках клапанов откладывается нагар, образование которого происходит также вследствие износа поршневых колец и цилиндров, работы двигателя при повышенном уровне масла в картере, перебоев в зажигании и работы двигателя на богатой смеси.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 17/66



Компрессометры:

а - для карбюраторных двигателей; б - для дизелей; 1 - корпус; 2 - манометр; 3 - штуцер; 4 - прокладки; 5 - контргайки; 6 - трубка; 7 - резиновый наконечник; 8 - золотник; 9 - стержень золотника; 10 - выпускной клапан; 11 - шланг; 12 - переходник; 13 - зажимная гайка; 14 - клапан; 15 - пружина клапана; 16 - седло клапана; 17 - наконечник

Давление сжатия проверяют с помощью компрессометра на прогретом двигателе при температуре охлаждающей жидкости 75-80 С. Проверка производится при снятых форсунке или свече зажигания и установленном вместо них наконечнике компрессометра. 0,75-0,85, Урал-375 - 0,7, ЗМЗ-53 - 0,75-0,78. Разница в давлении по цилиндрам допускается 0.05 Мпа

Повышенный расход масла и увеличение дымности отработавших газов могут быть результатом «залегания» поршневых колец или повышенного их износа, а также результатом подтекания масла через неплотности в соединениях. Последние неисправности устраняются путем подтяжки штуцеров, пробок и креплений агрегатов и узлов системы смазывания, соединения шлангов, замены уплотнительных элементов или изношенных поршневых колец.

Для устранения «залегания» поршневых колец необходимо двигатель прогреть, а затем залить в каждый цилиндр через отверстия для свечей или форсунок 20-25 г смеси равных частей керосина и денатурированного спирта на 8-10 ч. После этого в цилиндры заливают немного масла, пускают двигатель и дают ему проработать 20-25 мин. Размягченный нагар выгорает и выбрасывается с отработавшими газами. Закончив операцию удаления нагара, необходимо заменить масло в картере двигателя.

Если указанный способ не дает положительного результата, то для удаления нагара необходимо произвести частичную разборку двигателя со снятием головок цилиндров и прокладок. Для размягчения нагара его необходимо обильно смочить с помощью ветоши керосином и спустя несколько часов удалить его деревянными или текстолитовыми скребками с днищ поршней, головок клапанов и цилиндров. После очистки рекомендуется поверхности деталей промыть керосином.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 18/66

Если двигатель работал на этилированном бензине, то перед очисткой нагара необходимо детали смочить в керосине, соблюдая при этом правила обращения с ядовитыми отложениями этилированного бензина.

Чтобы не повредить прокладку головки, при ее снятии нужно соблюдать особую осторожность. Перед постановкой прокладки ее поверхности с обеих сторон натираются графитовым порошком для предохранения от пригорания к поверхностям головки и блока цилиндров. Места прокладки, прилегающие к отверстиям под болты или шпильки крепления головки блока, с обеих сторон смазываются специальной пастой для предупреждения проникновения воды к резьбовым соединениям.

Наличие воды в системе смазывания может быть результатом ослабления затяжки болтов (гаек) крепления головок блока цилиндров, стаканов форсунок, наличия трещин в головке или блоке цилиндров, а также нарушения уплотнения гильз с блоков цилиндров. Ослабленные болты (гайки) крепления головок блока цилиндров и стаканов форсунок следует подтянуть, а неисправности уплотнений гильз цилиндров (резиновых колец) или трещин в гильзах цилиндров и головках блока устраняются ремонтом двигателя.

Вывод

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Каковы основные неисправности КЛИМ?
2. Каковы нормы компрессии для бензиновых и дизельных двигателей?
3. Перечислите основные методы диагностики технического состояния

КШМ

Практическое занятие №4 Техническое обслуживание и ремонт газораспределительного механизма

Цель занятия:

Ознакомиться с инструментами для рубки и резки металла. Изучить основные положения из теории резания металлов, правила и приёмы выполнения работ; научиться подбирать инструменты с учетом припуска на обработку.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 19/66

Цель работы: отработка практических навыков и умений в определении значений величин тепловых зазоров клапанов газораспределительного механизма и моментов сил затяжки головки цилиндров двигателя, приёмов выполнения регулировочных и крепёжных операций, проверки качества выполненных работ

Ход работы

Техническое обслуживание и ремонт

Замена ремня привода газораспределительного механизма (ГРМ) на двигателях ВАЗ-2115

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

Снимаем ремень привода генератора.

Ключом «на 10» отворачиваем болты передней крышки ГРМ: два сбоку и один в центре. Снимаем крышку ГРМ.

Снимаем правое колесо и пластиковый щиток моторного отсека.

Головкой «на 19» проворачиваем коленчатый вал по часовой стрелке за болт крепления шкива до совмещения метки на зубчатом шкиве распределительного вала с установочным усиком на задней крышке привода ГРМ (В).

Сняв резиновую заглушку в верхней части картера сцепления убеждаемся, что риска на маховике расположена напротив прорези крышки картера сцепления. Так расположена риска на маховике двигателя при снятой коробке передач и головке блока цилиндров. Фиксируем коленчатый вал от проворачивания, вставив через отверстие в картере сцепления отвертку между зубьями маховика.

Отворачиваем болт крепления шкива привода генератора.

Снимаем шкив привода генератора.

Ключом «на 17» ослабляем гайку крепления натяжного ролика.

Поворачиваем натяжной ролик в такое положение, при котором ремень будет максимально ослаблен.

Снимаем ремень ГРМ.

При замене натяжного ролика отворачиваем гайку его крепления и снимаем ролик со шпильки.

Под роликом установлена дистанционная шайба.

Устанавливаем ремень привода ГРМ в обратной последовательности. Надеваем ремень на шкив коленчатого вала. Затем, натягивая заднюю ветвь, надеваем ремень на шкив насоса охлаждающей жидкости и заводим за натяжной ролик. Надеваем ремень на шкив распределительного вала.

Вставив отвертку между двумя винтами или стержнями диаметром 4 мм, установленными в отверстие натяжного ролика, и поворачивая ролик против часовой стрелки, натягиваем ремень.

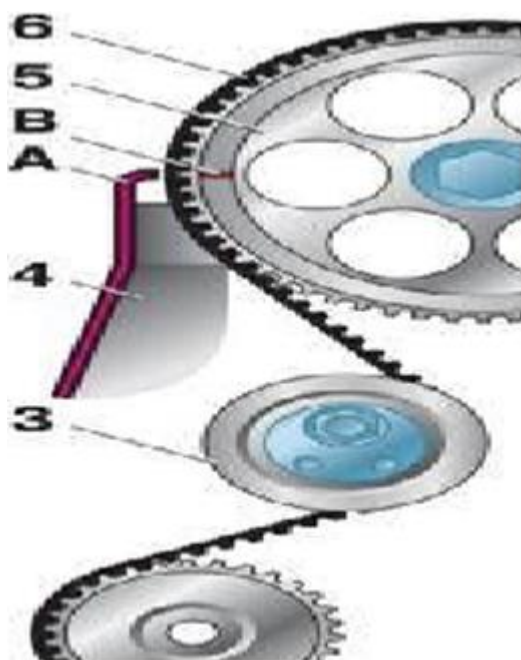
Затягиваем гайку крепления натяжного ролика.

Заворачиваем на место болт крепления шкива привода генератора и головкой "на 19" проворачиваем за болт коленчатый вал на два оборота по часовой стрелке.

Проверяем совпадение установочных меток коленчатого и распределительного валов.

При снятом шкиве привода генератора положение коленчатого вала удобно контролировать по совмещению меток на зубчатом шкиве коленчатого вала и крышке масляного насоса.

Схема привода распределительного вала



- 1 - зубчатый шкив коленчатого вала
- 2 - зубчатый шкив насоса охлаждающей жидкости
- 3 - натяжной ролик
- 4 задняя защитная крышка
- 5 - зубчатый шкив распределительного вала
- 6 - зубчатый ремень

A - установочный выступ на задней защитной крышке В - метка на шкиве распределительного вала С - метка на крышке масляного насоса I) - метка на шкиве коленчатого вала

Если метки не совпадают, повторяем операцию по установке ремня.

Для регулирования натяжения ремня поворачиваем коленчатый вал против часовой стрелки так, чтобы метка на шкиве распределительного вала переместилась вниз от усика задней крышки на два зуба.

При нормальном натяжении ремня его передняя ветвь должна закручиваться на 90° большим и указательным пальцами руки с усилием 15-20 Н (1,5-2,0кгс). Чрезмерное натяжение ремня снижает срок его службы, а также подшипников насоса охлаждающей жидкости и натяжного ролика.

Регулировка тепловых зазоров в клапанном механизме двигателя ВАЗ-2115 Замер и регулировку зазоров проводим на холодном двигателе.

Угол поворота коленчатого вала от положения совмещения	Кулачки	
выпускной (зазор 0,35 мм)	впускной (зазор 0,20 мм)	40-50
1	3	220-230

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 21/66

5	2	400-410
8	6	580-590
4	7	

Вывод

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Каковы основные неисправности ГРМ?
2. Как регулируется натяжение приводного ремня?
3. Перечислите основные методы диагностики технического состояния ГРМ

Практическое занятие №5 Техническое обслуживание и ремонт системы охлаждения двигателя.

Цель занятия: отработка умений и навыков учащимися в определении и устранении неисправностей и отказов приборов системы охлаждения, в выполнении контрольно-диагностических работ.

Ход работы

В двигателе внутреннего сгорания до 25...30 % энергии топлива поглощается системой охлаждения, моторным маслом, стенками цилиндров. При исправной системе охлаждения обеспечивается нормальный тепловой режим (85...95 °С).

Основными неисправностями системы охлаждения являются ее негерметичность и недостаточная эффективность, заключающаяся в повышении или понижении рабочей температуры двигателя.

Герметичность системы охлаждения оценивают визуально по наличию подтеканий из соединений, шлангов, прокладки или сальника жидкостного насоса и т.д. Также ее можно оценить методом опрессовки, создавая в верхней части радиатора давление 0,06...0,1 МПа. поддерживаемое пневматическим редуктором 1.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 22/66

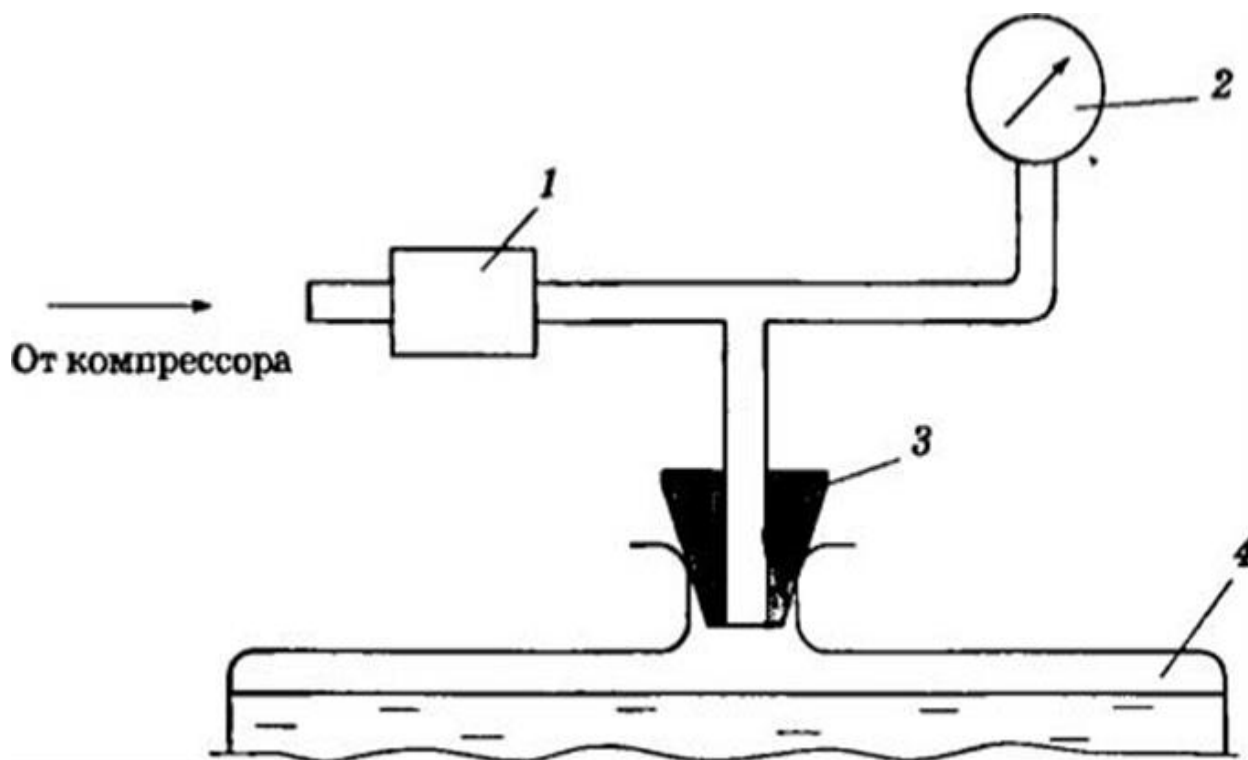


Схема проверки системы охлаждения опрессовкой: 1 - пневморедуктор; 2 - манометр; 3 - герметизирующий насадок; 4 – радиатор

Если подтеканий нет, то показания прибора стабильны. При негерметичности прокладки головки блока или наличии трещин в двигателе, куда будет уходить жидкость, наблюдается колебание стрелки манометра и снижение давления.

При изменении теплового режима проверяют натяжение ремня привода жидкостного насоса, его производительность, охлаждающую способность радиатора, исправность термостата и других деталей.

Натяжение ремня влияет на производительность насоса и определяется по величине прогиба при нажатии на середину ведущей ветви ремня с требуемым усилием. Для легковых автомобилей нормальным считается прогиб 8... 12 мм при усилии 20...30 Н, для грузовых -10...20 мм при усилии 30...40 Н. Прогиб ремня определяется с помощью динамометрического устройства. Его с помощью захвата устанавливают на середину ветви ремня и нажимают на рукоятку 1 до достижения требуемого усилия, фиксируемого по шкале 2. Прогибающийся ремень воздействует на подвижные лепестки 5, закрепленные на одной оси 6, заставляя их складываться. Устройство снимают и по шкале лепестков 5 (выбирается в зависимости от межцентрового расстояния ременной передачи: 150-250 мм, 250-350 мм и т.д.) считывают величину прогиба в миллиметрах.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 23/66

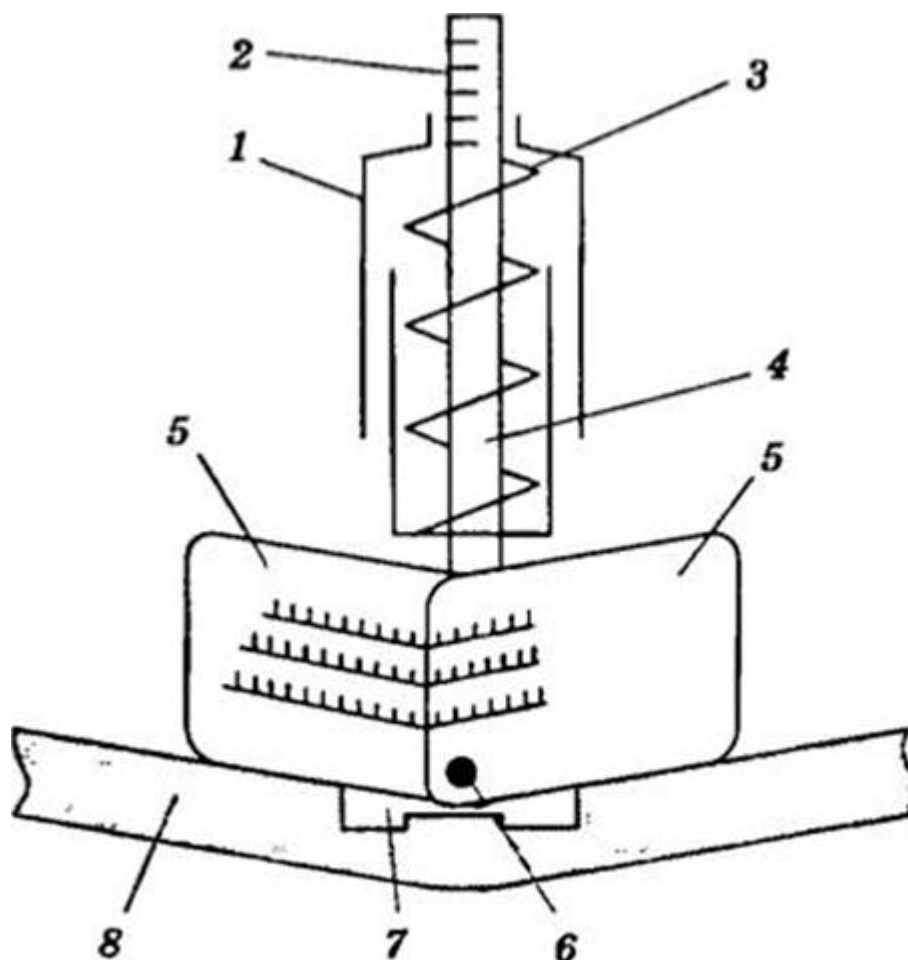


Схема динамометрического устройства для измерения натяжения ремня: 1 - динамометрическая рукоятка; 2 - шкала динамометра; 3 - пружина; 4 - шток; 5 - складывающиеся лепестки; 6 - ось лепестков; 7 - захват; 8 – ремень

Охлаждающую способность радиатора проверяют по разности температур верхнего и нижнего бачков радиатора. Для исправного радиатора она должна быть не менее 8... 12 °С.

Техническое состояние термостата проверяют в случае замедленного прогрева двигателя или его быстрого перегрева. При проверке его опускают в ванночку с нагреваемой водой и фиксируют температуру. Клапан исправного термостата должен начинать открываться при температуре 75-80 °С. За температуру открытия принимается та, при которой ход клапана составляет 0,1 мм. Полное открытие (ход клапана 6...8 мм) должно осуществляться при температуре 90...95 °С. Допускается потеря хода клапана не более 20 %. Если термостат не соответствует указанным требованиям, его заменяют на новый

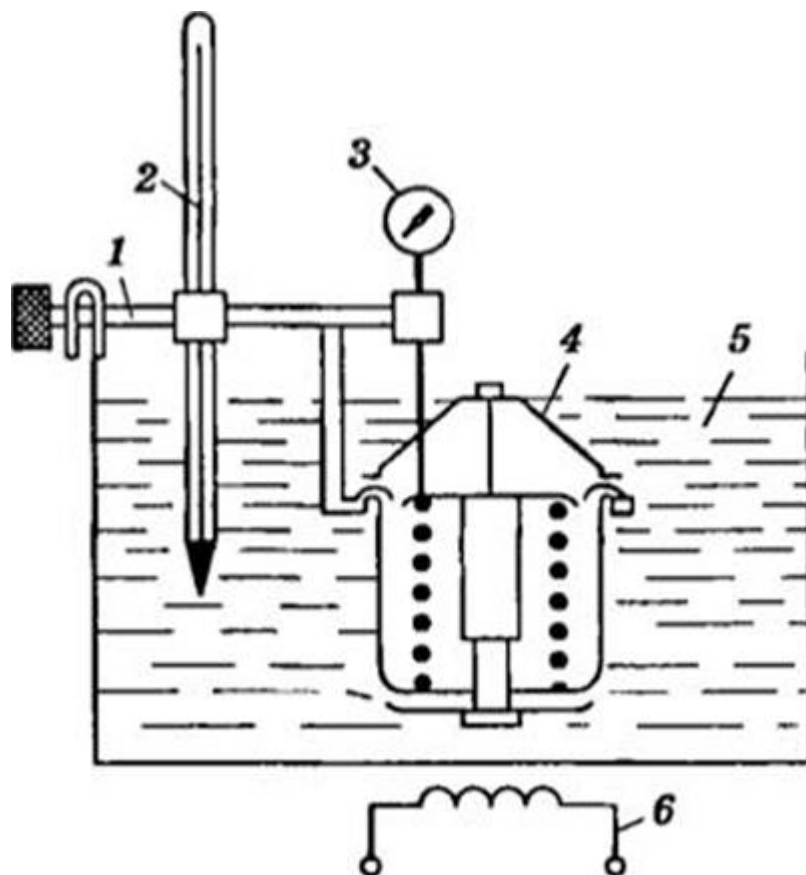


Схема установки для проверки термостата: 1 - кронштейн; 2 - термометр; 3 - индикатор перемещений; 4 - термостат; 5 - ванна с водой; 6 – электронагреватель

Пробка радиатора (расширительного бачка) должна герметично закрывать систему охлаждения. Паровой клапан, предназначенный для предохранения радиатора от повышенного давления паров охлаждающей жидкости, должен открываться при избыточном давлении 45...70 кПа. Воздушный клапан пробки, предохраняющий радиатор от снижения давления при остывании и конденсации жидкости, должен впускать воздух в систему охлаждения при разрежении 5... 10 кПа.

В настоящее время систему охлаждения заполняют специальными незамерзающими жидкостями (антифризами), представляющими собой смесь этиленгликоля с водой (плотность раствора 1067... 1085 кг/м³) с добавлением антипенных и антикоррозионных присадок. Также возможно использование и воды, но при этом на внутренних поверхностях элементов системы охлаждения образуются отложения солей кальция, магния и других металлов, содержащихся в воде.

Накипь обладает низкой теплопроводностью и затрудняет теплообмен между водой и элементами системы охлаждения, уменьшает сечение трубок радиатора, затрудняет циркуляцию воды. Например, накипь толщиной более 1 мм способствует увеличению расхода топлива до 20...25 %, масла - до 25...30 %, снижению мощности двигателя до 10...20 %. Для уменьшения накипи в систему охлаждения заливают «умяченную» воду с малым содержанием солей. Ее получают электромагнитной обработкой воды, когда она многократно прокачивается через силовое магнитное поле в направлении, перпендикулярном силовым линиям. При этом вода приобретает новые свойства: содержащиеся в ней соли не образуют накипи и выпадают в виде шлама. Кроме того, она способствует растворению ранее образовавшейся накипи, превращая ее в легко смываемый порошок. Смягчать воду можно также кипячением, добавлением соды, извести, нашатырного спирта или очисткой воды от солей путем пропускания ее через минеральные, глауконитные или натрий-катионовые фильтры.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 25/66

Жидкостные насосы ремонтируются при подтекании охлаждающей жидкости через сальник крыльчатки в результате износа текстолитовой шайбы, износа подшипников, повреждения манжеты или разрушения крыльчатки. Поврежденные элементы заменяют. На ряде моделей автомобилей устанавливаются неразборные насосы. Поэтому при возникновении угечек их заменяют полностью

Вывод

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Чем опасен перегрев двигателя?
2. Какое устройство системы охлаждения обеспечивает циркуляцию охлаждающей жидкости в двигателе?
3. Какая система охлаждения имеет больше узлов и деталей?
4. Как называется прибор системы охлаждения для отвода теплоты окружающей среде?

Практическое занятие №6 Техническое обслуживание и ремонт системы смазки

Цель занятия: отработка умений и навыков учащимися в определении и устранении неисправностей и отказов приборов системы смазки, в выполнении контрольно- диагностических работ.

Ход работы

Техническое обслуживание смазочной системы заключается в проверке уровня масла и доведении его до нормы, проверке герметичности соединений, очистке и промывке системы вентиляции картера, своевременной замене масла и полнопоточного масляного фильтра (обычно одновременно с заменой масляного фильтра заменяют также воздушный фильтр).

Ежедневно необходимо проверять уровень масла в картере при помощи масло-измерительного стержня с двумя метками: нижняя - «MIN» - соответствует минимально допустимому уровню масла в картере, а верхняя - «MAX» - максимальному уровню. При эксплуатации двигателя уровень масла должен находиться между этими метками.

Через 10 000... 15000 км пробега необходимо заменить масло в двигателе (при использовании высококачественных, особенно синтетических импортных масел возможно увеличение периодичности замены масла, однако при этом необходим контроль его качества).

Замена масла в двигателе производится в следующем порядке.

1. Сразу же после работы двигателя, пока масло имеет рабочую температуру, снять крышку маслозаливной горловины, вывернуть пробку сливного отверстия в поддоне картера и слить в посуду отработавшее масло (для полного слива масла необходимо не менее 10 мин). Заменить фильтрующий элемент масляного фильтра (на двигателе УЗАМ- 412) или масляный фильтр в сборе (на остальных двигателях) и завернуть пробку сливного отверстия.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 26/66

2. Залить в картер свежее масло до верхней метки маслоизмерительного стержня, закрыть крышку горловины.

3. Пустить двигатель, дать ему поработать 3...5 мин и заглушить. Через 10 мин снова проверить уровень и при необходимости долить масло до верхней метки маслоизмерительного стержня

Через 20 000... 30 000 км пробега при очередной замене масла следует проверить систему вентиляции картера крепления деталей и прочистить и промыть бензином ее детали: шланги, патрубки на корпусе воздушного фильтра и карбюратора, маслоотделитель, пламегаситель, золотник, регулирующий подачу картерных газов в карбюраторе, а также промыть смазочную систему.

Промывка смазочной системы может производиться и ранее вышеуказанного срока в том случае, если при снятии крышки клапанов будут обнаружены липкие смолистые отложения на деталях клапанного механизма и крышке распределительного вала, либо при сильной загрязненности отработавшего масла после большого (более 15 000 км) пробега автомобиля без смены масла. Для промывки применяют специальные моющие масла ВНИИНП-ФД, МСП-1 или МПТ-2М. Для этого после слива отработавшего масла заливают в систему моющее масло до метки «MIN» на маслоизмерительном стержне. Затем пускают двигатель и дают ему поработать с малой частотой вращения коленчатого вала в течение 10... 15 мин. Потом сливают моющее масло, заменяют полнопоточный фильтр и заливают свежее масло.

Последовательность выполнения практического занятия (заполнение лабораторного журнала):

1. Описать кратко технологию замены масла с указанием основных условий и требований по следующей форме:

Операция

Оборудование, материал, инструмент.

2. Произвести практически следующие виды работ по техническому обслуживанию:

- проверить герметичность соединений и состояние приборов смазочной системы;
- проверить уровень и качество масла в картере двигателя;
- разобрать фильтр центробежной очистки масла и провести его техническое обслуживание;
- осуществить запуск двигателя и проверить давление масла на различных режимах работы двигателя (записать в отчет показания давления).

3. Расшифровать марки моторных масел:

M-63/10-B

SAE 0W40

SAE 15W-30

M-12-Г 1

SAE 20W-50

Вывод

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Как проверяют герметичность соединений и состояние приборов смазочной системы? Как устраняют обнаруженные неисправности?
2. По каким внешним признакам определяют непригодность масла?
3. Когда и в какой последовательности меняют масло в масляном картере двигателя, промывают смазочную систему двигателя?

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 27/66

Практическое занятие №7 Диагностирование систем питания инжекторных двигателей

Цель занятия: научиться проводить операции технического обслуживания топливных фильтров, карбюраторов, бензонасосов, топливных форсунок

Ежедневное обслуживание.

Проверить наличие топлива, при необходимости дозаправить.

Первое техническое обслуживание.

Проверить действие привода и полноту открывания и закрывания дроссельной и воздушной заслонок, крепление глушителя.

Второе техническое обслуживание.

Промыть элементы топливных фильтров. Проверить состояние и крепление впускного и выпускного трубопроводов, проверить уровень топлива в топливной камере. Два раза в год снять карбюратор с двигателя, разобрать его, промыть и проверить ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала, отрегулировать карбюратор на малую частоту вращения коленчатого вала. Один раз в год проверить рабочие детали карбюратора, жиклеры на специальном стенде, снять топливный насос, разобрать его и проверить на специальном стенде, снять и промыть топливный бак.

Работу топливного насоса можно проверить без снятия с двигателя: отсоединить трубопровод от штуцера насоса и рычагом ручной подкачки создать давление, перемещая рычаг несколькими нажатиями и отпусканием, при этом насос должен давать пульсирующую струю без пены и выхода пузырьков воздуха. Наличие пены свидетельствует о подсосе воздуха, неисправности насоса. Для более точной проверки насоса необходимо: при работе двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала отсоединить трубопровод от карбюратора и соединить его гибким шлангом с манометром. Исправный насос должен создавать давление 0,25 0,30 кгс/см²

Выполнение задания

1. Произвести разборку бензонасоса, исследовать его устройство. Оценить состояние основных деталей, сделать вывод об их техническом состоянии в виде таблицы:

Наименование детали Вид дефекта Способ устранения

2. Произвести частичную разборку карбюратора, исследовать его устройство. Оценить состояние основных деталей, сделать вывод об их техническом состоянии в виде таблицы:

Наименование детали Вид дефекта Способ устранения

3. Произвести практически следующие виды работ по техническому обслуживанию:

- проверить состояние бензонасоса опытным путем без применения диагностических средств;
- промыть детали карбюратора, продуть жиклеры;
- проверить поплавков на герметичность;
- проимитировать действия при регулировке карбюратора;
- отрегулировать уровень топлива в поплавковой камере;
- отрегулировать степень открытия дроссельных заслонок

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 28/66

Вывод.

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Для чего и как продувают жиклеры без разборки карбюратора?
2. Какие неисправности встречаются в карбюраторе и к каким последствиям они приводят?
3. Как проверить герметичность соединения узла игольчатый клапан — корпус.

Практическое занятие № 8 Техническое обслуживание и ремонт систем питания инжекторных двигателей

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания, которые были получены на соответствующем лекционном занятии и (или) в результате самостоятельного изучения данной темы.

Система питания карбюраторного двигателя предназначена для приготовления в определенной пропорции из паров топлива и воздуха горючей смеси, подачи ее в цилиндры двигателя и отвода из цилиндров отработавших газов. Система состоит из следующих элементов (см. рис. 3.1): топливный бак 1, заборная трубка с сетчатым фильтром 2, топливный фильтр-отстойник 3, указатель уровня топлива 4, топливопроводы 5, топливный насос 6, топливный фильтр тонкой очистки 7, воздушный фильтр 8, карбюратор 9, впускной 10 и выпускной 11 коллекторы, глушитель 12.

Состав горючей смеси принято характеризовать коэффициентом избытка воздуха α (в зарубежной практике – λ), который представляет собой отношение количества воздуха L , участвующего в данный момент в горении топлива, к теоретически необходимому количеству воздуха L_0 , обеспечивающему полное сгорание данной порции топлива:

$$\alpha = L / L_0 \quad (L_0 \approx 14,8 \text{ кг воздуха для 1 кг топлива}).$$

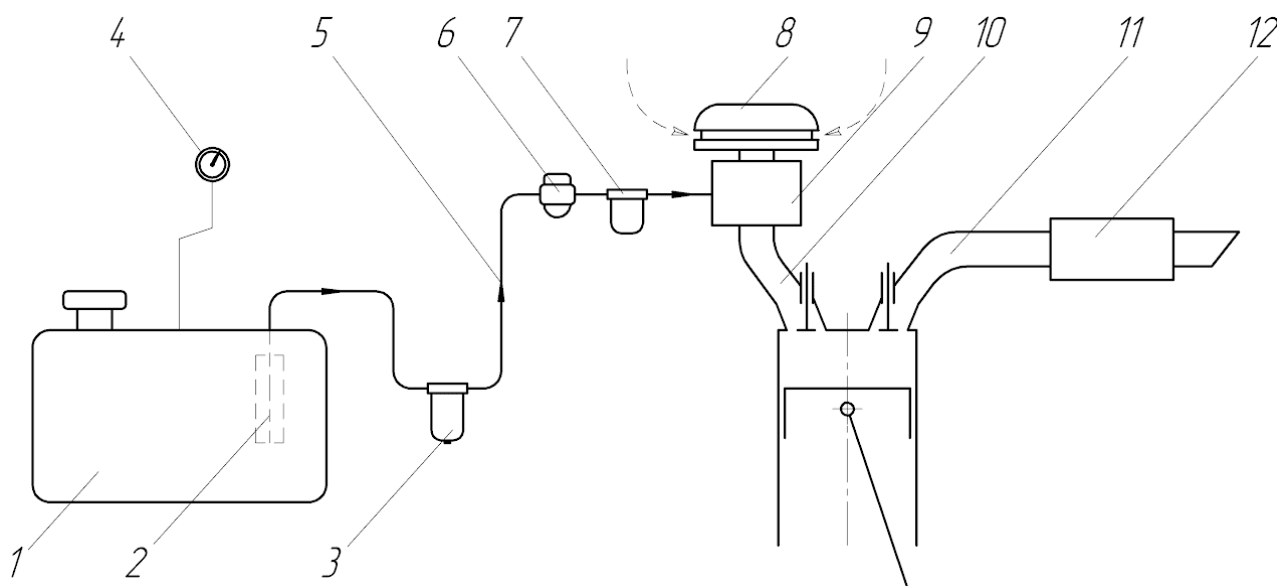


Схема системы питания карбюраторного двигателя

Если в сгорании 1 кг бензина участвует 14,8 кг воздуха, т.е. столько, сколько теоретически необходимо, то $\alpha = 1$ и такая смесь называется нормальной. При $\alpha < 0,8$ смесь называется богатой, при $\alpha > 1,15$ – бедной. В зависимости от режима работы двигателя карбюратор должен изменять состав горючей смеси.

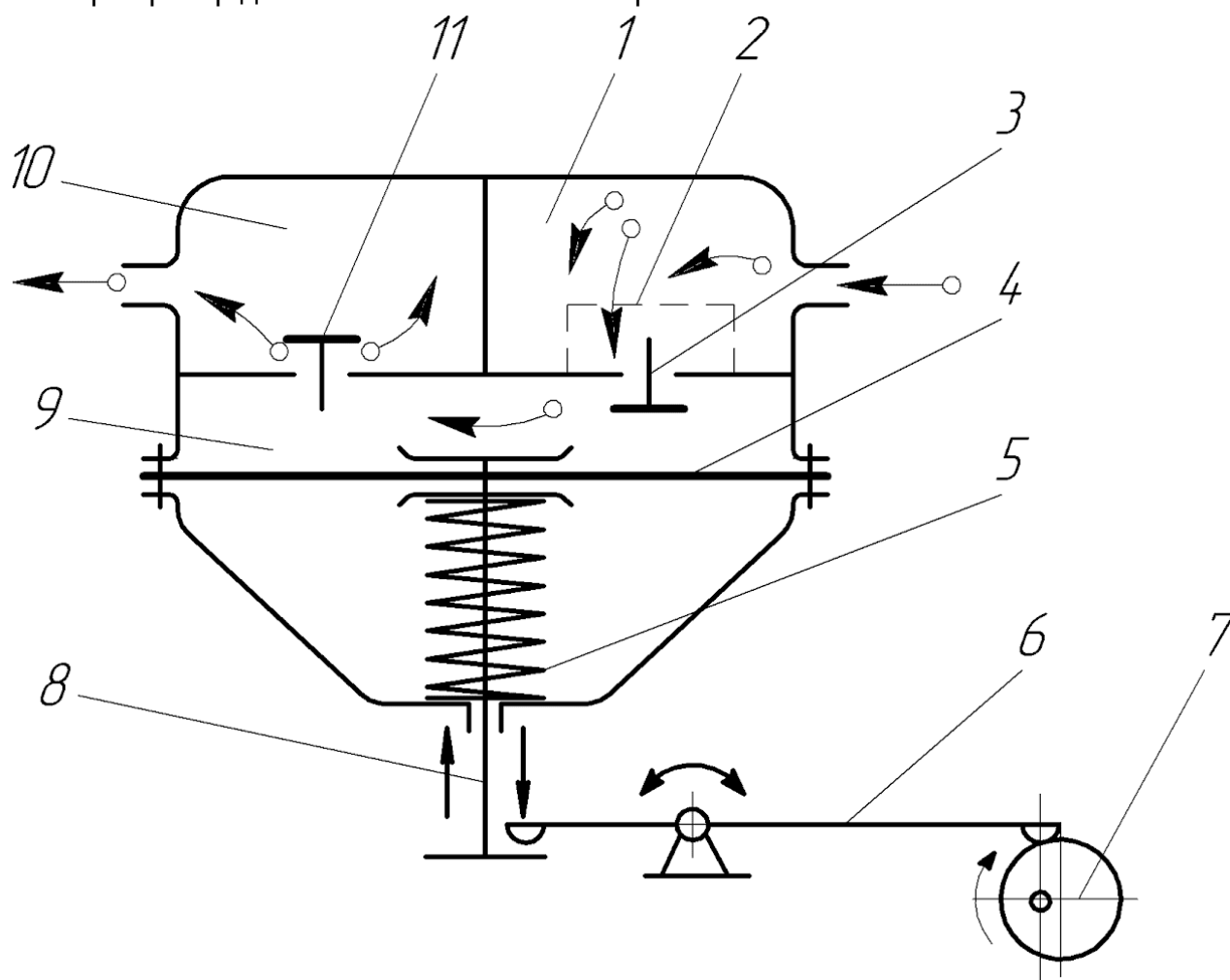


Схема работы диафрагменного бензонасоса:

- 1 – полость всасывания; 2 – сетчатый фильтр; 3 – впускной клапан;
4 – диафрагма (мембрана); 5 – пружина диафрагмы, 6 – приводной рычаг;
7 – эксцентрик привода; 8 – шток; 9 – наддиафрагменная полость;
10 – полость нагнетания; 11 – нагнетательный клапан

При пуске двигателя нужна богатая смесь ($\alpha = 0,4 - 0,6$). На холостом ходу и малых нагрузках требуется смесь $\alpha = 0,7 - 0,8$. На режиме средних нагрузок целесообразно работать на экономичной обедненной смеси с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,1 - 1,15$.

Работа двигателя на режиме максимальной мощности возможна только на обогащенной смеси ($\alpha = 0,85 - 0,95$), при которой скорость сгорания наибольшая. Принудительное обогащение смеси требуется также при режимах интенсивного разгона.

Система питания двигателей с системой впрыска бензина (инжекторные двигатели) предназначена для подачи в цилиндры воздуха и определенного количества топлива (в зависимости от системы топливо может подаваться непосредственно в цилиндр или во впускной трубопровод (рис. 3.4)) и отвода из цилиндров отработавших газов

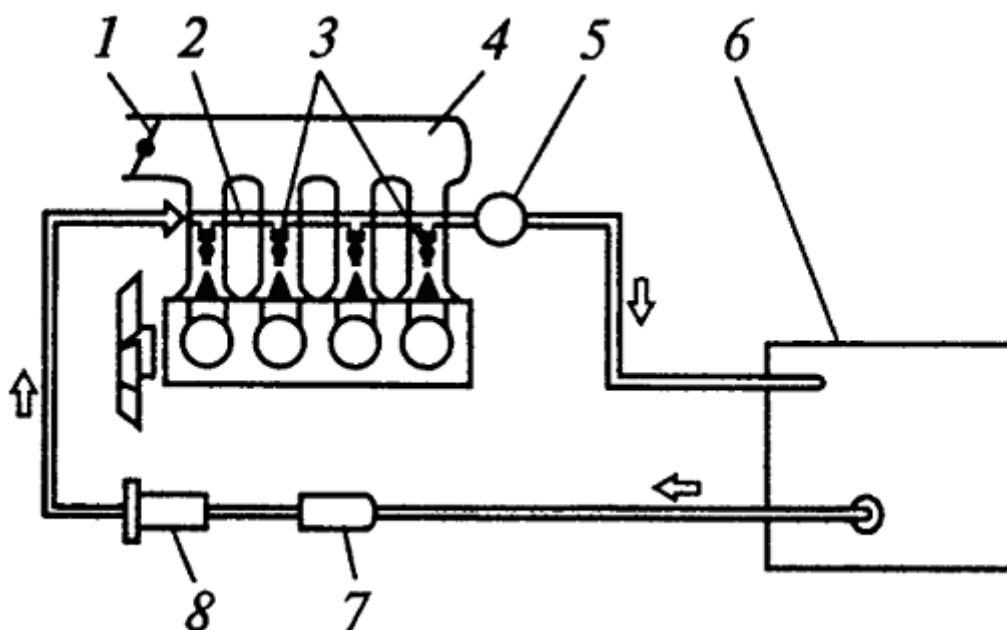


Схема системы питания двигателя

с распределенным впрыском бензина во впускной трубопровод:

- 1 – дроссельная заслонка; 2 – топливопровод двигателя; 3 – форсунки (инжекторы);
4 – впускной трубопровод; 5 – регулятор давления; 6 – бак; 7 – насос; 8 – фильтр

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 31/66

Современные системы впрыска имеют электронные блоки управления, оснащаются электрическими топливными насосами погружного типа.

Система питания дизельных двигателей в значительной степени отличается от системы питания карбюраторных двигателей. Воздух и топливо подаются в цилиндр дизельного двигателя отдельно и там, смешиваясь с остаточными отработавшими газами, образуют рабочую смесь. Система состоит из следующих элементов: топливный бак, топливный насос низкого давления (топливоподкачивающий насос), топливные фильтры, топливный насос высокого давления (ТНВД), форсунки, воздушный фильтр, топливопроводы, впускной и выпускной коллекторы, глушитель.

Важно понимать, что в дизеле количество воздуха, поступающего в цилиндры, практически неизменно, т.к. отсутствует дроссельная заслонка во впускном трубопроводе. Водитель, нажимая на педаль газа, изменяет только количество впрыскиваемого в цилиндры топлива.

Время, отводимое на процесс смесеобразования в дизелях, очень ограничено (примерно в 10 раз меньше по сравнению с бензиновыми ДВС). Для качественного воспламенения необходим избыток воздуха, поэтому дизельные двигатели на всех режимах работают на бедных смесях ($\alpha > 1$).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Вариант 1

Записать:

1. Состав горючей смеси для режима пуска холодного бензинового двигателя и для режима средних нагрузок .
2. Давление открытия клапанов пробки топливного бака (воздушного и парового клапанов).
3. Назначение ускорительного насоса карбюратора
4. Величину зазора в плунжерных парах ТНВД и величину давления, создаваемого в ТНВД
5. Тип воздушного фильтра дизеля КамАЗ-740

Начертить:

1. Схему системы питания карбюраторного двигателя
2. Схему простейшего карбюратора .
3. Схему подачи топлива в цилиндр дизеля . На схеме указать иглу форсунки, плунжер, топливную рейку, нагнетательный клапан.
4. Схему топливоподкачивающего насоса низкого давления дизельного двигателя

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 32/66

Вариант 2

Записать:

1. Состав горючей смеси для режима холостого хода и для режима средних нагрузок бензинового двигателя .
2. Типы топливных фильтров карбюраторных ДВС
3. Назначение пускового устройства (воздушной заслонки) карбюратора
4. Назначение всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизельного двигателя
5. Принцип работы индикатора засорения воздушного фильтра дизеля КамАЗ-740

Начертить:

1. Схему системы питания двигателя с впрыском бензина .
2. Схему главного дозирующего устройства карбюратора .
3. Схему подачи топлива в цилиндр дизеля. На схеме указать плунжер, пружину форсунки, кулачок вала ТНВД, топливопровод высокого давления.
4. Схему всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля .

Вариант 3

Записать:

1. Состав горючей смеси для режима полной мощности и для режима средних нагрузок бензинового двигателя
2. Типы воздушных фильтров карбюраторных ДВС
3. Назначение системы холостого хода карбюратора
4. Назначение автоматической муфты опережения впрыска топлива
5. Принцип работы индикатора засорения воздушного фильтра дизеля КамАЗ-740

Начертить:

1. Схему системы питания дизеля .
2. Схему экономайзера карбюратора

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 33/66

3. Схему подачи топлива в цилиндр дизеля . На схеме указать сопло форсунки, плунжер, шестерню плунжера, выпускное отверстие гильзы.

4. Схему диафрагменного топливного насоса карбюраторного ДВС

Выводы:

1. Назначение, принцип действия системы питания карбюраторного двигателя.
2. Из каких основных элементов состоит система питания карбюраторных двигателей? Их назначение и работа.
3. Назначение, принцип действия системы питания дизельного двигателя.
4. Из каких основных элементов состоит система питания дизельного двигателя? Их назначение и работа.
5. Назначение, принцип действия системы питания двигателя с системой впрыска топлива.
6. Из каких основных элементов состоит система питания двигателей с системой впрыска топлива?

Практическое занятие №9 Техническое обслуживание и ремонт систем питания дизельных двигателей

Цель занятия: привить обучающимся практические навыки по определению герметичности системы питания дизельного двигателя и удалению из нес воздуха.

Проверка герметичности системы питания дизеля производится при каждом очередном обслуживании автомобиля.

Герметичность системы питания дизельного двигателя имеет особое значение. Так, подсос воздуха во впускной части системы (от бака до топливоподкачивающего насоса) приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, а негерметичность части системы, находящейся под давлением (от топливоподкачивающего насоса до форсунок) вызывает подтекание и перерасход топлива.

Негерметичность топливопроводов и соединений на участках, находящихся под разрежением, приводит к подсосу воздуха в систему. Наличие в системе воздуха может быть обнаружено по внешним признакам: двигатель трудно пускается, работает неустойчиво (со звонкими стуками). Кроме того, по выделению пены или пузырьков воздуха из- под ослабленной контрольной пробки в крышке фильтра тонкой очистки при работе двигателя на холостом ходу. Часть магистрали, находящуюся под давлением, можно проверить так же опрессовкой ручным топливоподкачивающим насосом.

Впускную часть топливной магистрали (до ТНВД) можно проверить на герметичность с помощью специального прибора - бачка НИИАТ-383. Прибор работает на принципе подачи топлива в систему питания под избыточным давлением около 0,3 МПа, что позволяет по падению давления и подтеканиям топлива определять даже малейшие неплотности в магистрали.

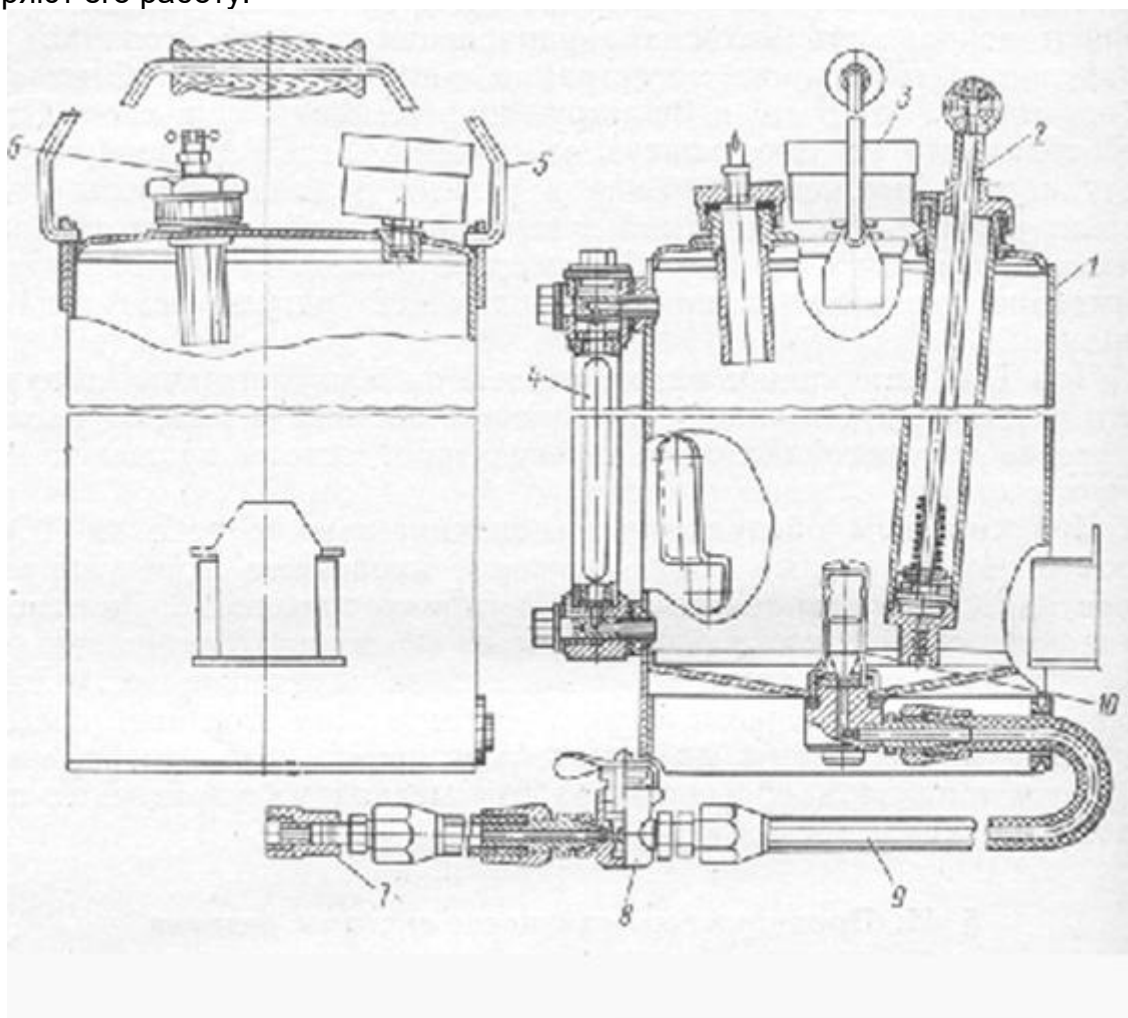
Перед проверкой магистрали сам прибор испытывают на герметичность. Для этого закрывают двухходовой кран (8) и заливают в бак 5...6 литров профильтрованного топлива. Затем закрывают кран (6), расположенный в пробке заливного отверстия, и насосом (2) накачивают в бак воздух до давления 0,3 МПа. Давление проверяют по манометру (3). Если давление не снижается в течение 1

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 34/66

минуты, прибор считают герметичным и пригодным для определения герметичности магистрали низкого давления.

Проверку герметичности магистрали низкого давления при помощи прибора НИИАТ-383 осуществляют при неработающем двигателе в следующей последовательности.

Отсоединяют отводящий топливопровод от топливного бака и герметизируют его заглушкой. Затем отсоединяют подводящий топливопровод от топливного бака и через сменный штуцер соединяют его с бачком прибора, заполненным дизельным топливом на 4/5 своего объема. Открыв кран (8) топливо из бачка подают в систему питания под давлением около 0,3 МПа, которое предварительно создается воздушным насосом (2). Неисправное место в топливной системе обнаруживается по появлению течи топлива или пузырьков воздуха. Закрыв кран (8), устраняют неисправность и вновь проводят проверку герметичности. Затем отсоединяют прибор, присоединяют топливопроводы к топливному баку, заполняют систему питания топливом из бака (пользуясь ручным подкачивающим насосом), пускают двигатель и проверяют его работу.



Переносной прибор для проверки герметичности системы питания НИИАТ-383:

- 1 - бачок; 2 - насос; 3 - манометр; 4 - уровнемер; 5 - ручка; 6 - кран;
4. - сменный штуцер; 8 - двухходовой кран; 9 - шланг; 10 - запорный клапан

Выполнение задания

1. Внешним осмотром проверить состояние системы питания;
2. Произвести проверку прибора НИИЛТ-383 на герметичность;

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 35/66

3. В соответствии с технологической картой, прибором НИИАТ-383 проверить герметичность контура низкого давления системы питания двигателя, обнаруженные неисправности устранить;

4. Произвести опрессовку контура низкого давления системы питания двигателя ручным топливоподкачивающим насосом обнаруженные неисправности устранить;

5. Подготовить двигатель к пуску, пустить двигатель, проверить герметичность контура высокого давления

Вывод:

Напишите в конце работы вывод, ответив на вопросы:

1. Каково влияние герметичности систем питания и впускного тракта на работу дизельного двигателя?

2. Каков порядок проверки герметичности системы питания?

3. Каковы основные неисправности топливной системы вы знаете, как они влияют на работу двигателя в целом?

Практическое занятие № 10 Изучение особенностей конструкции бензинового и дизельного двигателей, а так же их нагрузочного устройства

Цель занятия:

Изучить комплекс работ по организации технического обслуживания и ремонта автомобиля

В основе организации производства технического обслуживания и текущего ремонта лежат обоснованные трудоемкости и продолжительность выполнения всех работ.

Исходные трудоемкости рассчитаны на автотранспортные предприятия, насчитывающие 150 - 300 ед. подвижного состава при пробеге, с начала эксплуатации, составляющем 50 - 75% от пробега до капитального ремонта, и оснащенные средствами механизации согласно таблице гаражного оборудования.

Нормы трудоемкости ЕО включают трудоемкости уборочных и моечных работ, при ТО-1 и ТО-2 - трудоемкости ЕО и СО, а также трудоемкости сопутствующих

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 36/66

ремонтов не включаются. Трудоемкость дополнительных работ по СО составляет для районов средней полосы 20% к трудоемкости ТО-2.

Общая продолжительность нахождения подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте не должна превышать норм, приведенных в Положении.

Нормы трудоемкостей на техническое обслуживание и ремонт автомобилей не учитывают затрат труда на вспомогательные работы в автотранспортных предприятиях. К вспомогательным работам относятся: обслуживание и ремонт оборудования и инструментов; транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, связанные с обслуживанием и ремонтом подвижного состава; перегон автомобилей внутри автотранспортного предприятия; хранение, приемка и выдача материальных ценностей; уборка производственных и служебно-бытовых помещений.

Затраты труда на вспомогательные работы устанавливаются в пределах 20 - 30% суммарной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта по автотранспортному предприятию (меньший процент принимается для крупных автотранспортных предприятий, больший - для средних и мелких).

Техническое обслуживание автомобилей может выполняться поточным или тупиковым методом. Выбор того или иного метода зависит от программы работ и величины автотранспортного предприятия. Так, первое техническое обслуживание в средних и крупных автотранспортных предприятиях организовывается на поточных линиях при сменной программе не менее 12 - 15 обслуживаний однотипных автомобилей, второе техническое обслуживание - при 5 - 6 автомобилях.

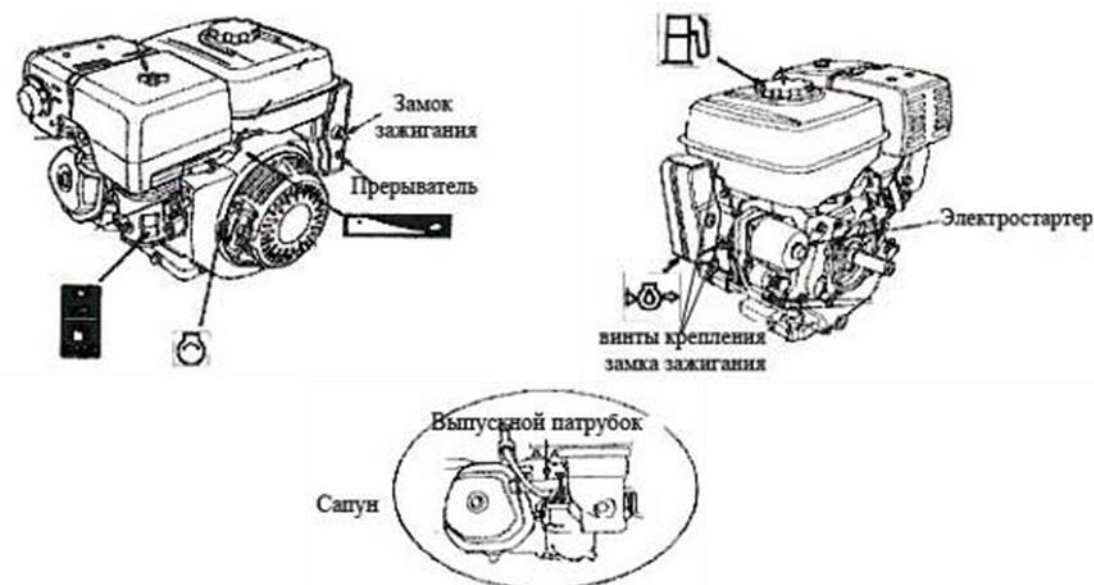
Совместно с техническим обслуживанием обычно выполняются технологически связанные с ним, часто повторяющиеся операции сопутствующего текущего ремонта малой трудоемкости, суммарное значение которых не должно превышать 15 - 20% трудоемкости соответствующего вида технического обслуживания.

Текущий ремонт автомобилей, как правило, выполняется на универсальных или специализированных постах.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 37/66



Рис. 1



Особенности нагрузочного устройства.

В качестве нагрузочного устройства в стенде используется гидравлическая система, основным компонентом которой является шестеренный насос, приводимый во вращение двигателем стенда. Момент, создаваемый насосом на валу двигателя, регулируется посредством дросселирования потока жидкости (гидравлического масла), нагнетаемого шестеренным насосом.

Гидравлическая схема нагрузочного устройства приведена на рис. 2.

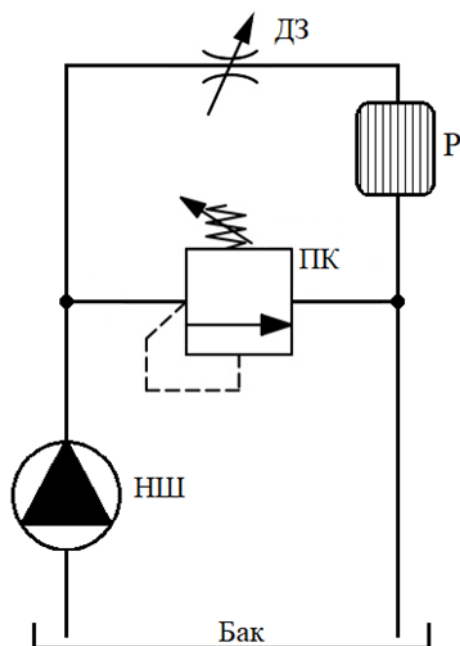


Рис. 2.

НШ – насос шестеренный; ПК – предохранительный клапан; ДЗ – дроссельная заслонка; Р – радиатор охлаждения гидравлического масла

Дроссельная заслонка (см. рис. 2) предназначена для создания сопротивления потоку жидкости (гидравлического масла), нагнетаемому шестеренным насосом. Предохранительный клапан предназначен для защиты нагрузочного устройства от высокого давления. В случае, если давление в линии нагнетания насоса достигает уставки срабатывания предохранительного клапана, он открывается и обеспечивает слив жидкости в бак, чем обеспечивается снижение давления в гидросистеме.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Ознакомиться с работой нагрузочного устройства, частично закрывая дроссельную заслонку на лицевой панели стенда. Ознакомиться с работой управляющей программы.
5. Полностью открыть дроссельную заслонку, выполнить остановку двигателя.
6. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Задание

Изучить комплекс работ по организации технического обслуживания и ремонта автомобиля.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить предложенный преподавателем материал.
2. Выполнить задание из карточки-задания, выданной преподавателем.

Выводы и предложения:

Что означает «комплекс работ по организации технического обслуживания и ремонта автомобиля» и для чего он нужен.

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
 Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 39/66

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о проделанной работе: выполнение задания из карточки-задания, выданной преподавателем

Список использованных источников

Выводы и предложения

Дата и подписи студента и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Что относится к вспомогательным работам?
2. Как организовывается первое техническое обслуживание в средних и крупных автотранспортных предприятиях?
3. Что обычно выполняется совместно с техническим обслуживанием?
4. На каких постах обычно выполняется текущий ремонт автомобилей?
5. Что включают нормы трудоемкости ЕО?
6. Какая общая продолжительность нахождения подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте?
7. В каких пределах устанавливаются затраты труда на вспомогательные работы?

Практическое занятие № 11. Методы испытаний двигателей внутреннего сгорания: дизельный / бензиновый.

Цель работы: Знакомство с методами испытаний двигателей внутреннего сгорания.

Краткая теория: В зависимости от назначения различают следующие виды стендовых испытаний ДВС: научно-исследовательские, доводочные, граничные, приемочные, предъявительские, приемо-сдаточные, периодические кратковременные, периодические длительные и типовые.

Научно-исследовательские испытания проводят с целью совершенствования существующих двигателей, перехода на иную компоновку или тип двигателя, при разработке принципиально новых силовых агрегатов, отдельных систем и узлов. Чтобы подчеркнуть целевое назначение, выделяют испытания износные, пусковые, регулировочные на токсичность и дымность, на надежность.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 40/66

Доводочные испытания проводят в процессе разработки двигателя для оценки влияния вносимых в него изменений с целью достижения требуемых параметров и проверки их соответствия расчетным значениям.

Граничные испытания проводят для определения предельных значений параметров двигателя и возможности их реализации в эксплуатации. Программы научно-исследовательских, доводочных и граничных испытаний не регламентируются стандартами и устанавливаются предприятием-изготовителем двигателя или организацией, проводящей испытания.

Остальные виды испытаний автомобильных и тракторных двигателей предусматриваются соответственно ГОСТ 14846-81 и 18508-88. Содержание периодических и приемочных испытаний автомобильных поршневых и роторно-поршневых ДВС регламентировано ГОСТ 14846-81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний»

Методы и правила проведения испытаний.

Определение рабочих показателей двигателя.

При испытаниях определяют скоростные характеристики, устанавливающие зависимость показателей двигателя от частоты вращения коленчатого вала, и нагрузочные характеристики, устанавливающие зависимость показателей двигателя от его нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала.

Скоростные внешние характеристики определяют при полностью открытом дросселе при включенном зажигании и подаче топлива у двигателя с искровым зажиганием, при полной подаче топлива у дизеля и при углах опережения зажигания или начала подачи топлива, указанных в технических условиях на двигатель.

В зависимости от укомплектованности двигателя вспомогательными устройствами и оборудованием определяют мощность нетто или брутто

При определении мощности нетто двигатель должен быть укомплектован серийным оборудованием и устройствами в соответствии с приложением 1.

При определении мощности брутто двигатель должен быть укомплектован серийным оборудованием и устройствами в соответствии с приложением 2.

Вспомогательные устройства, не обслуживающие двигатель и оборудование, необходимые для специальных целей в условиях эксплуатации автомобиля (например, компрессоры тормозной системы, сервомеханизмов, системы кондиционирования, участки выхлопной системы, предназначенные для обогрева кузова, и т.п.), должны быть отключены или демонтированы при испытаниях. Если такое вспомогательное оборудование не может быть отключено или демонтировано, должна быть определена мощность, потребляемая им без нагрузки на всем диапазоне скоростной характеристики, и прибавлена к мощности двигателя.

При определении скоростных характеристик должны быть выявлены точки, соответствующие минимальной рабочей, номинальной и максимальной частотам вращения, установленным техническими условиями на двигатель для мощности нетто (или брутто), частотам вращения при максимальном крутящем моменте; при минимальном удельном расходе топлива и начале срабатывания ограничителя частоты вращения..

Скоростные частичные характеристики определяют при некотором промежуточном положении дросселя, постоянном для всей характеристики, или неизменном промежуточном положении рычага управления, соответствующем неполной подаче топлива.

Характеристики холостого хода определяют при работе двигателя без нагрузки при включенном зажигании и подаче топлива. Характеристики определяют в диапазоне частот вращения от минимально устойчивой холостого хода до равной 60% от пном для двигателей с искровым зажиганием.

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 41/66

При измерении расхода топлива допускается определение только одной точки при минимальной частоте вращения холостого хода. Для дизелей с двухрежимным регулятором определяют расход топлива в двух точках: при $n_{xx \min}$ и $n_{xx \max}$. Нагрузочные характеристики определяют при постоянной частоте вращения, при включенном зажигании и подаче топлива при изменении открытия дросселя от полного до соответствующего холостому ходу, а для дизелей - в диапазоне от максимальной до минимальной подачи топлива. При определении нагрузочных характеристик должны быть выявлены точки, соответствующие минимальным удельным расходам топлива.

Определение условной мощности механических потерь и равномерности работы цилиндров двигателя.

Условную мощность механических потерь определяют одним из следующих методов:

- методом прокручивания коленчатого вала двигателя балансирной электрической машиной (при ее работе на моторном режиме);
- методом отключения цилиндров при работе двигателя с полностью открытым дросселем (для двигателей с искровым зажиганием) или с полной подачей топлива (для дизелей).

Определение условной мощности механических потерь методом прокручивания проводят при полном открытии дросселя, выключенном зажигании, без подачи топлива и при принудительном вращении коленчатого вала двигателя от $n_{\min}$ до $n_{\max}$.

Для определения условной мощности механических потерь методом отключения цилиндров при частоте вращения $n_{Mk \max}$ (частота вращения, соответствующая максимальному крутящему моменту) находят разность между мощностью, развиваемой двигателем во время работы всех цилиндров, и мощностью, развиваемой двигателем при выключенном зажигании (подаче топлива) в одном из цилиндров, т.е. определяют индикаторную мощность цилиндра. Вычитание эффективной мощности двигателя из суммы индикаторных мощностей всех цилиндров данного двигателя дает значение мощности, затрачиваемой на механические потери.

Перед выключением очередного цилиндра должны быть восстановлены температуры охлаждающей жидкости и масла. Частота вращения коленчатого вала при отключении отдельных цилиндров может отличаться от частоты вращения при работе всех цилиндров в пределах $\pm 1\%$.

Допускается применение методов определения условных механических потерь, обеспечивающих более точные результаты, например, метод двойного выбега, при котором значение условных механических потерь оценивают по запасу кинетической энергии движущихся деталей двигателя.

Условную мощность механических потерь определяют на двигателе, укомплектованном серийным оборудованием и устройствами соответственно приложению 1 или 2.

Равномерность работы цилиндров определяют методом отключения отдельных цилиндров при работе двигателя на режиме максимального крутящего момента. Должны быть определены: отклонения условной индикаторной мощности каждого цилиндра от средней для данного двигателя, выраженные в процентах, и коэффициент равномерности работы цилиндров, т.е. отношение наименьшей индикаторной мощности одного из цилиндров к наибольшей мощности одного из цилиндров данного двигателя.

Испытания двигателя на безотказность.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 42/66

Двигатели, подвергаемые испытаниям на безотказность, должны иметь микрометричные карты основных деталей, составленные до обкатки двигателя, и скоростную внешнюю характеристику, определенную после обкатки двигателя.

Микрометричу должны подвергаться следующие основные детали двигателя: цилиндры (гильзы), поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, коленчатый вал, коренные и шатунные подшипники, вкладыши коренных и шатунных подшипников, втулки поршневой головки, шатуна, распределительные валы, втулки распределительного вала, направляющие клапанов, клапаны газораспределения.

Если при микрометриче будут выявлены отступления от конструкторской документации, которые могут привести к неправильным результатам, двигатель к дальнейшим испытаниям не допускается.

Измерение износа цилиндров двигателей и шеек коленчатого вала может проводиться методом вырезанных лунок по нормативно-технической документации (НТД).

При проведении испытаний на безотказность двигатель должен быть укомплектован в соответствии с приложением 2.

По данным испытаний должны быть подсчитаны значения условного среднего давления механических потерь, условной индикаторной мощности, условного механического КПД двигателя и равномерность работы цилиндров.

Длительность испытаний на безотказность

Для бензиновых двигателей с искровым зажиганием:

- для двигателей легковых автомобилей:

250 ч – с рабочим объемом до 1,0 л,

300 ч – с рабочим объемом от 1,0 до 2,5 л,

350 ч – с рабочим объемом свыше 2,5 л;

- для двигателей грузовых автомобилей и автобусов:

350 ч - с рабочим объемом до 2,5 л,

400 ч – с рабочим объемом от 2,5 до 7,0 л,

450 ч – с рабочим объемом свыше 7,0 л;

- для дизелей:

400 ч - с рабочим объемом до 3,0 л,

600 ч – с рабочим объемом от 3,0 до 7,0 л,

1000 ч – с рабочим объемом свыше 7,0 л.

Испытания на безотказность должны проводиться циклами, состоящими из следующих режимов:

- холостой ход при ($n_{xx \min} + 300$) мин–1 ... 5 мин;

- дроссель должен быть полностью открыт или обеспечена полная подача топлива при $n_{ном}$... 2 ч 50 мин;

- холостой ход при ($n_{xx \min} + 300$) мин ... 5 мин;

- остановка двигателя ... не менее 10 мин.

При выходе на режим испытаний двигатель должен быть прогрет. Время пусков, прогревов и остановок не входит в зачетное время работы двигателя.

Испытания на безотказность следует проводить либо по указанным циклам, либо по циклам, учитывающим фактическую нагрузку и ее колебания с необходимым форсированием режима испытаний, обеспечивающим объективную оценку

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 43/66

надежности, в соответствии с НТД на испытания автомобильных двигателей внутреннего сгорания.

В процессе испытаний, в начале и в конце каждого цикла, фиксируют:

- крутящий момент (при полностью открытом дросселе в двигателе с искровым зажиганием и при полной подаче топлива в дизеле);
- частоту вращения коленчатого вала;
- температуру выходящей охлаждающей жидкости;
- температуру двигателя в точке, указанной в технических условиях на двигатель (для двигателей воздушного охлаждения);
- температуру масла в масляном баке для двигателей с сухим нижним картером или в картере двигателя, или в месте, указанном в технических условиях на двигатель;
- давление масла в системе смазки в местах, указанных в технических условиях на двигатель;
- давление воздуха после вентилятора системы охлаждения двигателей воздушного охлаждения в месте, указанном в технических условиях на двигатель;
- часовой расход топлива (на режиме максимальной мощности через каждые 100 ч работы двигателя);
- расход картерных газов (на режиме максимальной мощности через каждые 100 ч работы двигателя);
- температуру и давление окружающей среды;
- температуру топлива в устройстве для измерения расхода топлива или на входе в топливную систему двигателя одновременно с измерением расхода топлива.

В процессе испытаний должен систематически учитываться расход топлива и масла (раздельно на доливку и смену).

Смену масла, фильтрующих элементов, очистку ротора центрифуги и технический уход за двигателем производят через периоды времени, соответствующие указанным в инструкции по эксплуатации изготовителя двигателя.

В процессе испытаний допускается регулировка агрегатов и замена свечей зажигания в соответствии с инструкцией по эксплуатации изготовителя двигателя. В процессе испытания регистрируют все замеченные в работе двигателя неполадки, а также замену и ремонт отдельных деталей.

После проведения испытаний определяют скоростную внешнюю характеристику двигателя. В заключение двигатель разбирают для выявления состояния его основных деталей и микрометража по одной и той же программе и в одинаковых условиях, что и первичный.

Двигатель считают не выдержавшим испытания на безотказность:

- при наличии отказов, для устранения которых требуется разборка двигателя со снятием головки цилиндров или масляного картера, или крышки распределительных зубчатых колес, или маховика;
- при появлении стуков, опасных для дальнейшей работы двигателя;
- если в процессе и после испытаний двигатель не может без замены деталей продолжать работу на любых рабочих режимах;
- при снижении мощности или ухудшении экономичности, происшедшими во время испытаний на безотказность, более чем на 5% по сравнению с показателями, полученными перед испытаниями на безотказность;
- при расходе масла свыше пределов, указанных в технических условиях на двигатель;
- при снижении давления масла за нижний предел, установленный в технических условиях на двигатель.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 44/66

При выходе из строя во время испытаний внешних агрегатов (деталей), поставляемых смежными предприятиями (генератор, свеча зажигания, форсунка, вентиляторный ремень и т.п.), эти агрегаты (детали) заменяют и продолжают испытания. Такие замены фиксируют в протоколе испытаний и в заключении о результатах испытаний.

При выходе из строя во время испытаний какого-либо внешнего агрегата (детали), за исключением свечей зажигания, более двух раз двигатель считают не выдержавшим испытания.

По данным измерений, полученным при испытании двигателя, а также по результатам расчетов величин, определяемых аналитически, строят графики. Опытные точки наносят на график. На кривых величин, получаемых в результате расчетов точки на графике не ставят.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Описать виды и методы испытаний двигателей, порядок и условия их проведения.

Практическое занятие № 12 Определение характеристик холостого хода двигателя.

Цель работы; Знакомство с характеристиками двигателя, определение характеристики холостого хода двигателя.

Краткая теория: Характеристиками принято называть графическое отображение зависимости одного, а чаще нескольких показателей работы двигателя от величины параметра, принятого за аргумент исследования.

Показатели работы двигателя подразделяются на индикаторные (внутренние), характеризующие совершенство рабочего цикла в цилиндре и учитывающие только тепловые потери в самом цилиндре, и эффективные (внешние), учитывающие помимо тепловых и механические потери, которые имеются при передаче энергии расширения газов через поршень и кривошипно-шатунный механизм на коленчатый вал двигателя

Индикаторные показатели – это показатели, характеризующие совершенство рабочего цикла по теплоиспользованию, связанные с качеством организации процессов в двигателе.

Эффективные показатели – это показатели, характеризующие дополнительно к индикаторным показателям, степень механического совершенства двигателя.

К типовым эффективным характеристикам обычно относятся скоростные и нагрузочные. На практике снимаются также регуляторные характеристики, характеристики холостого хода и др. Такие характеристики снимают в соответствии с ГОСТ (например, ГОСТ 18509–73 на тракторные дизели). На этапе доводочных испытаний обычно снимают ещё регулировочные характеристики (например, по углу опережения впрыска топлива, по углу опережения открытия выпускного клапана, по углу опережения открытия впускного клапана и др.).

Скоростной характеристикой называют графическую зависимость основных технико-экономических параметров, таких как полный G_t и удельный g_e ($g_e = G_t / N_e$, где N_e – эффективная мощность) расходы топлива, крутящий момент $M_{кр}$, коэффициент избытка воздуха $\alpha = G_{возд} / (G_t \cdot L_0)$ ($G_{возд}$ – расход воздуха; L_0 – стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 45/66

(для дизеля 14,45 кг воздуха/кг топлива, для бензинового двигателя 14,96 кг воздуха/кг топлива)) и другие от числа оборотов n его вала при некоторой нагрузке двигателя. При этом скоростная характеристика, снятая при максимально возможной подаче топлива в цилиндр, называется внешней, а снятые при некоторой частичной подаче – частичными. Согласно ГОСТ, внешнюю скоростную характеристику снимают в диапазоне чисел оборотов от n_{min} до n_{max} .

Разновидностью частичной скоростной характеристики можно считать *характеристику холостого хода*, которая показывает изменение основных параметров работы машины при отсутствии внешней

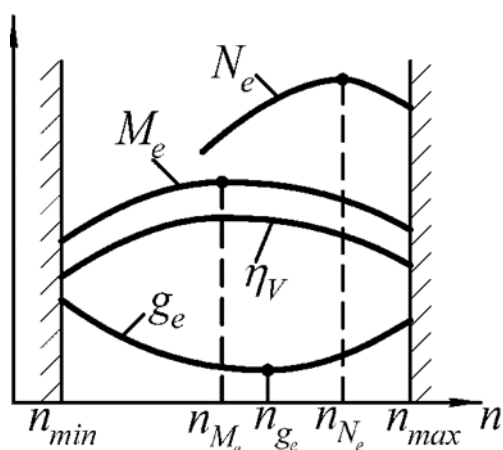


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика

n_{min} – минимальная частота оборотов коленвала, при которой двигатель устойчиво работает с полной нагрузкой.

n_{Ne} – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальной мощности.

$n_{Me} = (0,4 \dots 0,6) n_{Ne}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальному крутящему моменту.

$n_{ge} \approx n_{Me}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая минимальному удельному расходу топлива.

$n_{max} = (1,05 \dots 1,10) n_{Ne}$ – максимальная частота оборотов коленвала двигателя.

Внешняя скоростная характеристика используется для оценки предельных мощностных возможностей двигателя во всем эксплуатационном диапазоне частот.

Характеристики, показывающие, как изменяются основные параметры машины при заданном постоянном числе оборотов n в зависимости от изменения внешней нагрузки N_e , называют нагрузочными. Здесь в качестве независимой переменной в соответствии с ГОСТ принимается эффективная мощность N_e , а число оборотов берётся некоторым фиксированным (например, $n = n_{ном}$).

Регулировочная характеристика показывает, как изменяются основные показатели машины при изменении одного из регулировочных параметров, например, угла опережения впрыска топлива. Результаты проводимых при этом исследований позволяют выбрать оптимальное значение регулировочного параметра, ориентируясь, смотря по обстоятельствам, или на развиваемую мощность, или на удельный расход топлива, или на величину крутящего момента.

Порядок выполнения работы:

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 46/66

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Снять характеристику холостого хода, для этого при отсутствии внешней нагрузки (дроссельная заслонка полностью открыта):
 - определить расход топлива G_T (весовым методом), расход воздуха $G_{возд}$ и частоту вращения вала двигателя n (по показаниям управляющей программы), вычислить $\alpha = G_{возд} / (G_T \cdot L_0)$, записать полученные результаты в таблицу 1.
 - повторить пункт 4а для разных положений рычага акселератора.

Таблица 1.

G_T					
$G_{возд}$					
α					
n					

5. Выполнить остановку двигателя.
6. По данным таблицы 1 построить характеристику холостого хода $G_T(n)$, $G_{возд}(n)$, $\alpha(n)$.
7. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Практическое занятие № 13. Определение скоростных характеристик двигателя внутреннего сгорания.

Цель работы: Знакомство с характеристиками двигателя, определение скоростных характеристик двигателя.

Краткая теория: Характеристиками принято называть графическое отображение зависимости одного, а чаще нескольких показателей работы двигателя от величины параметра, принятого за аргумент исследования.

Показатели работы двигателя подразделяются на индикаторные (внутренние), характеризующие совершенство рабочего цикла в цилиндре и учитывающие только тепловые потери в самом цилиндре, и эффективные (внешние), учитывающие помимо тепловых и механические потери, которые имеются при передаче энергии расширения газов через поршень и кривошипно-шатунный механизм на коленчатый вал двигателя

Индикаторные показатели – это показатели, характеризующие совершенство рабочего цикла по теплоиспользованию, связанные с качеством организации процессов в двигателе.

Эффективные показатели – это показатели, характеризующие дополнительно к индикаторным показателям, степень механического совершенства двигателя.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 47/66

К типовым эффективным характеристикам обычно относятся скоростные и нагрузочные. На практике снимаются также регуляторные характеристики, характеристики холостого хода и др. Такие характеристики снимают в соответствии с ГОСТ (например, ГОСТ 18509–73 на тракторные дизели). На этапе доводочных испытаний обычно снимают ещё регулировочные характеристики (например, по углу опережения впрыска топлива, по углу опережения открытия выпускного клапана, по углу опережения открытия впускного клапана и др.).

Скоростной характеристикой называют графическую зависимость основных технико-экономических параметров, таких как полный G_t и удельный g_e ($g_e = G_t / N_e$, где N_e – эффективная мощность) расходы топлива, крутящий момент $M_{кр}$, коэффициент избытка воздуха $\alpha = G_{возд} / (G_t \cdot L_0)$ ($G_{возд}$ – расход воздуха; L_0 – стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива (для дизеля 14,45 кг воздуха/кг топлива, для бензинового двигателя 14,96 кг воздуха/кг топлива)) и другие от числа оборотов n его вала при некоторой нагрузке двигателя. При этом скоростная характеристика, снятая при максимально возможной подаче топлива в цилиндр, называется внешней, а снятые при некоторой частичной подаче – частичными. Согласно ГОСТ, внешнюю скоростную характеристику снимают в диапазоне чисел оборотов от n_{min} до n_{max} .

Разновидностью частичной скоростной характеристики можно считать характеристику холостого хода, которая показывает изменение основных параметров работы машины при отсутствии внешней нагрузки.

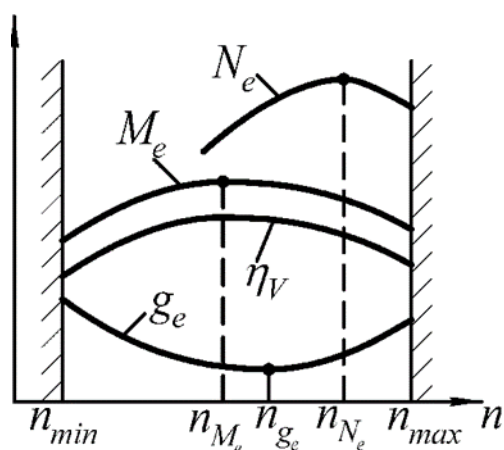


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика

n_{min} – минимальная частота оборотов коленвала, при которой двигатель устойчиво работает с полной нагрузкой.

n_{Ne} – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальной мощности.

$n_{Me} = (0,4 \dots 0,6) n_{Ne}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальному крутящему моменту.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 48/66

$n_{ge} \approx n_{Me}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая минимальному удельному расходу топлива.

$n_{max} = (1,05 \dots 1,10) n_{Ne}$ – максимальная частота оборотов коленвала двигателя.

Внешняя скоростная характеристика используется для оценки предельных мощностных возможностей двигателя во всем эксплуатационном диапазоне частот.

Характеристики, показывающие, как изменяются основные параметры машины при заданном постоянном числе оборотов n в зависимости от изменения внешней нагрузки N_e , называют нагрузочными. Здесь в качестве независимой переменной в соответствии с ГОСТ принимается эффективная мощность N_e , а число оборотов берётся некоторым фиксированным (например, $n = n_{ном}$).

Регулировочная характеристика показывает, как изменяются основные показатели машины при изменении одного из регулировочных параметров, например, угла опережения впрыска топлива. Результаты проводимых при этом исследований позволяют выбрать оптимальное значение регулировочного параметра, ориентируясь, смотря по обстоятельствам, или на развиваемую мощность, или на удельный расход топлива, или на

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Снять внешнюю скоростную характеристику, для этого:

установить максимальные обороты двигателя с помощью рычага акселератора; с помощью дроссельной заслонки установить нагрузку, при которой частота оборотов двигателя будет равняться ≈ 1500 об/мин (если при максимально закрытой дроссельной заслонке частота вращения вала двигателя остается больше 1500 об/мин, начать опыт с большей частоты вращения; не устанавливать частоту вращения меньше 1500 об/мин)

определить расход топлива G_t (весовым методом); крутящий момент $M_{кр}$, частоту вращения вала двигателя n по управляющей программы; вычислить $N_e = M_{кр} \cdot 2\pi n$ ($M_{кр}$ и n должны быть выражены в стандартных единицах СИ); $g_e = G_t / N_e$; $\eta_e = G_t / N_e$; записать полученные результаты в таблицу 1.

уменьшить нагрузку до увеличения частоты оборотов n на 100 об/мин и повторить пункт 4б

повторять пункт 4с до достижения максимальной частоты вращения двигателя

Таблица 1.

G_T					
N_e					
$M_{кр}$					
g_e					
n					
η_e					

5. Снять частичную скоростную характеристику, для этого:

- установить рычага акселератора в среднее положение; с помощью дроссельной заслонки установить нагрузку, при которой частота оборотов двигателя будет равняться ≈ 1500 об/мин (если при максимально закрытой дроссельной заслонке частота вращения вала двигателя остается больше 1500 об/мин, начать опыт с большей частоты вращения; не устанавливать частоту вращения меньше 1500 об/мин)
- определить расход топлива G_T (весовым методом); крутящий момент $M_{кр}$, частоту вращения вала двигателя n по управляющей программы; вычислить $N_e = M_{кр} \cdot 2\pi n$ ($M_{кр}$ и n должны быть выражены в стандартных единицах СИ); $g_e = \frac{G_T}{N_e}$; $\eta_e = \frac{G_T}{N_e}$; записать полученные результаты в таблицу 2.
- уменьшить нагрузку до увеличения частоты оборотов n на 100 об/мин и повторить пункт 5b
- повторять пункт 5с до достижения максимальной частоты вращения двигателя

Таблица 2.

G_T					
N_e					
$M_{кр}$					
g_e					
n					
η_e					

6. Полностью открыть дроссельную заслонку, произвести остановку двигателя.

7. По данным таблицы 1 построить семейство внешних скоростных характеристик $G_T(n)$, $G_{возд}(n)$, $\alpha(n)$, $N_e(n)$, $M_{кр}(n)$, $g_e = f(n)$.

По данным таблицы 2 построить семейство частичных скоростных характеристик (для положения рычага акселератора, установленного в пункте 5) $G_T(n)$, $G_{возд}(n)$, $\alpha(n)$, $N_e(n)$, $M_{кр}(n)$, $g_e = f(n)$.

8. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Практическое занятие № 14. Определение нагрузочных характеристик двигателей в сравнении: дизель / бензин.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 50/66

Цель работы: Знакомство с характеристиками двигателя, определение нагрузочных характеристик двигателя.

Краткая теория: Характеристиками принято называть графическое отображение зависимости одного, а чаще нескольких показателей работы двигателя от величины параметра, принятого за аргумент исследования.

Показатели работы двигателя подразделяются на индикаторные (внутренние), характеризующие совершенство рабочего цикла в цилиндре и учитывающие только тепловые потери в самом цилиндре, и эффективные (внешние), учитывающие помимо тепловых и механические потери, которые имеются при передаче энергии расширения газов через поршень и кривошипно-шатунный механизм на коленчатый вал двигателя

Индикаторные показатели – это показатели, характеризующие совершенство рабочего цикла по теплоиспользованию, связанные с качеством организации процессов в двигателе.

Эффективные показатели – это показатели, характеризующие дополнительно к индикаторным показателям, степень механического совершенства двигателя.

К типовым эффективным характеристикам обычно относятся скоростные и нагрузочные. На практике снимаются также регуляторные характеристики, характеристики холостого хода и др. Такие характеристики снимают в соответствии с ГОСТ (например, ГОСТ 18509–73 на тракторные дизели). На этапе доводочных испытаний обычно снимают ещё регулировочные характеристики (например, по углу опережения впрыска топлива, по углу опережения открытия выпускного клапана, по углу опережения открытия впускного клапана и др.).

Скоростной характеристикой называют графическую зависимость основных технико-экономических параметров, таких как полный G_t и удельный g_e ($g_e = G_t / N_e$, где N_e – эффективная мощность) расходы топлива, крутящий момент $M_{кр}$, коэффициент избытка воздуха $\alpha = G_{возд} / (G_t \cdot L_0)$ ($G_{возд}$ – расход воздуха; L_0 – стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива (для дизеля 14,45 кг воздуха/кг топлива, для бензинового двигателя 14,96 кг воздуха/кг топлива)) и другие от числа оборотов n его вала при некоторой нагрузке двигателя. При этом скоростная характеристика, снятая при максимально возможной подаче топлива в цилиндр, называется внешней, а снятые при некоторой частичной подаче – частичными. Согласно ГОСТ, внешнюю скоростную характеристику снимают в диапазоне чисел оборотов от n_{min} до n_{max} .

Разновидностью частичной скоростной характеристики можно считать характеристику холостого хода, которая показывает изменение основных параметров работы машины при отсутствии внешней нагрузки.

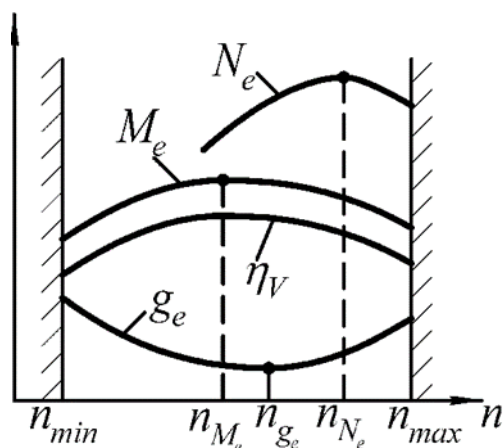


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика

n_{min} – минимальная частота оборотов коленвала, при которой двигатель устойчиво работает с полной нагрузкой.

n_{Ne} – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальной мощности.

$n_{Me} = (0,4 \dots 0,6) n_{Ne}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая максимальному крутящему моменту.

$n_{ge} \approx n_{Me}$ – частота оборотов коленвала, соответствующая минимальному удельному расходу топлива.

$n_{max} = (1,05 \dots 1,10) n_{Ne}$ – максимальная частота оборотов коленвала двигателя.

Внешняя скоростная характеристика используется для оценки предельных мощностных возможностей двигателя во всем эксплуатационном диапазоне частот.

Характеристики, показывающие, как изменяются основные параметры машины при заданном постоянном числе оборотов n в зависимости от изменения внешней нагрузки N_e , называют нагрузочными. Здесь в качестве независимой переменной в соответствии с ГОСТ принимается эффективная мощность N_e , а число оборотов берётся некоторым фиксированным (например, $n = n_{ном}$).

Регулировочная характеристика показывает, как изменяются основные показатели машины при изменении одного из регулировочных параметров, например, угла опережения впрыска топлива. Результаты проводимых при этом исследований позволяют выбрать оптимальное значение регулировочного параметра, ориентируясь, смотря по обстоятельствам, или на развиваемую мощность, или на удельный расход топлива, или на

Порядок выполнения работы:

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 52/66

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Снять нагрузочную характеристику, для этого:

при полностью открытой дроссельной заслонке с помощью рычага акселератора установить частоту вращения вала двигателя в пределах 1800-2500 об/мин (по указанию преподавателя)

определить расход топлива G_T (весовым методом), расход воздуха $G_{возд}$, крутящий момент $M_{кр}$, частоту вращения вала двигателя n по показаниям управляющей программы; вычислить эффективную мощность $N_e = M_{кр} \cdot 2\pi n$ ($M_{кр}$ и n должны быть выражены в стандартных единицах СИ), $g_e = G_T / N_e$, $\alpha = G_{возд} / (G_T \cdot L_0)$, записать полученные результаты в таблицу 1.

увеличить нагрузку с помощью дроссельной заслонки, с помощью рычага акселератора добиться сохранения заданного скоростного режима (частоты вращения вала двигателя n , установленной в пункте 4а); повторить пункт 4б.

повторять пункт 4с, увеличивая нагрузку до максимальной с помощью дроссельной заслонки.

Таблица 1.

G_T					
$G_{возд}$					
α					
N_e					
$M_{кр}$					
g_e					

5. Произвести остановку двигателя.
6. По данным таблицы 1 построить семейство нагрузочных характеристик $G_T(N_e)$, $G_{возд}(N_e)$, $\alpha(N_e)$, $g_e(N_e)$.
7. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Практическое занятие № 15. Термометрирование двигателя.

Цель работы: Определение температуры деталей двигателя.

Краткая теория: Стабильность работы любого автомобиля зависит от условий эксплуатации и технических характеристик двигателя внутреннего сгорания. Такой показатель, как рабочая температура двигателя, зависит не только от условий окружающей среды, но и от многих эксплуатационных факторов.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 53/66

Если данный параметр соответствует расчетной величине, т. е. находится в допустимом диапазоне, силовой агрегат обеспечивает максимальную отдачу энергии в течение длительного времени.

При оптимальных режимах двигателя внутреннего сгорания создаются лучшие условия для функционирования всех систем автомобиля.

При сгорании топливных смесей в цилиндрах мотора выделяется огромное количество тепла. В камерах сгорания температура достигает более 2000°С. В конструкцию силовых агрегатов включена система охлаждения, элементы которой отводят тепло от рабочих узлов.

Благодаря эффективной работе элементов охлаждающей системы ДВС, тепловой режим поддерживается в оптимальных границах от +80 до 90°С. Существуют отдельные типы моторов, для которых нормы расширены до 110 °С, чаще всего это механизмы с воздушным охлаждением.

При работе двигателя в оптимальном температурном режиме создаются наилучшие условия для:

1. Полноценного наполнения цилиндров топливовоздушными смесями.
2. Стабильности работы силового агрегата во время движения.
3. Надежной работы механизмов и систем транспортного средства.

Рабочая температура дизельного двигателя

Поддержание рабочей температуры дизеля является необходимым условием для оптимального функционирования механизмов и систем транспортного средства. Принцип действия дизельного мотора принципиально отличается от бензинового.

Здесь топливная смесь не готовится заранее. Первым в камеру попадает воздух. При сильном сжатии воздушная масса разогревается до +700°С. Топливо от соприкосновения с нагретым воздухом испаряется, его пары перемешиваются с нагретым воздухом и воспламеняются. В результате чего, поршень перемещается в нижнюю мертвую точку.

Температура дизеля зависит от следующих факторов:

- тип мотора;
- период задержки воспламенения топливовоздушной смеси;
- качество, равномерность сгорания топлива.

Считается, что оптимальная рабочая температура двигателя должна находиться в пределах 70 – 90°С. Допустимый максимум для дизельных силовых агрегатов, работающих под усиленными нагрузками, равен +97°С, не более. Конструктивно в двигателе предусмотрены тепловые зазоры при нагреве его деталей, когда они подвержены расширению. При нагреве сверх допустимого значения происходит нарушение зазоров, что вызывает интенсивный износ, задиры и различного рода поломки. Помимо этого, наблюдается снижение мощности из-за ухудшения наполнения цилиндров, а также появление детонации и самовоспламенение топлива.

Неполный прогрев также нежелателен, он ведет к интенсивному износу как ЦПГ, так и всех пар трения. Основное, это шейки коленчатого вала и вкладыши, а также постель распредвала и сам вал, а также промежуточный (поросенок) и балансирный валы и пр.

Плюс при работе на непрогретом моторе, особенно это актуально в зимний период (большое количество конденсата на внутренних поверхностях ЦПГ) при

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 54/66

поездках на короткие расстояния, присадки в масле практически не вступают в работу, не выполняя роль защиты.

Помимо этого, не разогретое масло более загущено и уже не в полной мере подается к парам трения, на стенки цилиндров вызывая их износ, растет расход топлива и соответственно падает мощность силовой установки.

Типы двигателей и температурный режим

- Есть низко и высокофорсированные, а также «холодные» и «горячие» типы силовых агрегатов, где рабочие процессы горения топлива протекают по разным законам.
- Температура срабатывания клапана термостата, когда охлаждающая жидкость получает возможность циркулировать по большому кругу (для охлаждения после снятия температуры с водяной рубашки), собственно и будет оптимальной температурой (для двигателей с водяным охлаждением).
- При этом параметры нагрева будут различны, что напрямую зависит от тарировки заводского термостата и датчика температуры для срабатывания электроклапана, то есть того, что установил производитель на конвейере.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Определить по показаниям управляющей программы температуру двигателя (данный датчик показывает температуру масла в двигателе). С помощью пирометра установить температуру различных частей двигателя. Занести в таблицу 1 значения: температуры двигателя T , частоты вращения вала двигателя n , момента на валу M ; определить расход топлива G_T весовым методом.
5. Повторить пункт 4 для разных значений частоты вращения, устанавливаемых с помощью рычага акселератора и разных значений момента на валу, устанавливаемых с помощью дроссельной заслонки.
6. Произвести остановку двигателя.
7. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Таблица 1.

Номер опыта	T	n	M	G_T

Практическое занятие № 16. Изучение процессов впуска – выхлопа бензинового и дизельного двигателей и определение дымности отработавших газов.

Цель работы: Изучение процессов впуска и выхлопа.

Краткая теория:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 55/66

Процесс впуска является одним из наиболее важных процессов, определяющим мощностные показатели двигателя. За период процесса впуска осуществляется наполнение цилиндра свежим зарядом.

В цилиндре двигателя перед началом процесса наполнения всегда содержится некоторое количество остаточных газов (с давлением и температурой P_g и T_g соответственно).

Температура рабочей смеси в конце впуска (T_a) зависит от температуры $T_{сз}$ и массы свежего заряда и оставшихся газов в цилиндре от предыдущего цикла, а также степени подогрева заряда.

Воздух, поступивший в цилиндр в процессе наполнения, к концу процесса подогревается от стенок цилиндра на величину ΔT_a и будет иметь температуру $T_{сз} = T_k + \Delta T_a$, где T_k – температура воздуха перед впускным клапаном. В результате смешения воздуха в цилиндре с остаточными газами, имеющими температуру T_g , в нём образуется рабочая смесь с температурой T_a . Наибольшее влияние на ΔT_a оказывают наддув и обороты. Применение наддува и увеличение оборотов двигателя снижают ΔT_a , так как в первом случае уменьшается разница температур между воздухом и стенками, а во втором – время контакта воздуха со стенками цилиндра.

Давление остаточных газов P_g зависит от числа и расположения клапанов, сопротивление впускного и выпускного трактов, нагрузки и др.

Для автомобильных двигателей без наддува давление остаточных газов в МПа принимают равным

$$P_g = (1,05 \dots 1,25) P_0$$

Большие значения P_g принимаются для двигателей с высокой частотой вращения коленчатого вала.

Давление остаточных газов находится в пределах:

$$P_{гн} = (1,05 \dots 1,25) P_0 \text{ - для автотракторных двигателей без наддува.}$$

$$P_{гн} = (0,75 \dots 0,98) P_k \text{ - для автотракторных двигателей с наддувом.}$$

где:

$P_{гн}$ - давление остаточных газов при $n_{ном}$;

P_0 - давление окружающей среды.

P_k - давление наддувных газов (после компрессора).

Для различных скоростных режимов двигателей с наддувом P_g определяют по формуле:

$$P_g = P_k (1,035 + A_p \cdot 10^{(-8) \cdot n^2}) \quad (1)$$

где n - текущая частота вращения вала двигателя, об/мин;

$n_{ном}$ - номинальная частота вращения вала двигателя, об/мин

$$A_p = \frac{(P_{гн} - 1,035 P_k) \cdot 10^8}{P_k \cdot n_{ном}^2} \quad (2)$$

Температуру остаточных газов определяют по:

- эмпирическим зависимостям: $T_g = f(n, \varepsilon, \alpha)$ (3)

$$T_g = \frac{1450}{\varepsilon} + \frac{738}{\alpha} + 0,14n - 133,6 \text{ } ^\circ\text{K при } \alpha \leq 1 \quad (3)$$

$$T_g = \frac{1450}{\varepsilon} + \frac{1029}{\alpha} + 0,14n - 494 \text{ } ^\circ\text{K при } \alpha > 1$$

- по прототипам двигателя:

$T_g = 900 \dots 1100^\circ\text{K}$ - карбюраторный двигатель;

$T_g = 600 \dots 900^\circ\text{K}$ - дизель;

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 56/66

$T_f=900 \dots 1100^\circ\text{K}$ - газовый двигатель.

Коэффициент остаточных газов

Коэффициент остаточных газов - это отношение (количества молей) остаточных газов M_f в цилиндре от предыдущего цикла, k (количеству молей) свежего заряда $M_{сз}$; поступающих в цилиндр в процессе впуска.

$$\gamma_f = \frac{M_f}{M_{сз}} \text{ или}$$

$$\gamma_f = \frac{T_k + \Delta T_a}{T_f} \cdot \frac{P_f}{\varepsilon P_a - P_f} \quad (4)$$

где T_k – температура воздуха перед впускным клапаном; ΔT_a – подогрев заряда от стенок цилиндра; T_f и P_f – температура и давление остаточных газов в цилиндре; ε – степень сжатия (принять $\varepsilon=19,0$); P_a – давление в цилиндре в конце наполнения.

Среднее давление в конце впуска может быть представлено в виде:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a - \text{без наддува}; \quad (5)$$

$$P_a = P_k - \Delta P_a - \text{с наддувом}; \quad (6)$$

где:

P_0 - давление окружающей среды, $P_0= 0,103$ МПа.

P_k - давление наддувных газов (после компрессора).

ΔP_a для современных двигателей находится в следующих пределах (7):

$\Delta P_a = (0,05 \dots 0,2) P_0$ - карбюраторный двигатель;

$\Delta P_a = (0,03 \dots 0,18) P_0$ - дизельный без наддува;

$\Delta P_a = (0,03 \dots 0,10) P_k$ - дизельный с наддувом.

За период процесса выпуска из цилиндра двигателя удаляются отработавшие газы. Процесс выпуска начинается в момент открытия выпускного клапана, который происходит за $40 \dots 70^\circ$ угла поворота кривошипа до прихода поршня в нижнюю мёртвую точку. Предварительное открытие клапана необходимо для качественной очистки цилиндра двигателя от продуктов сгорания и уменьшения работы, необходимой для выталкивания газов. Закрытие выпускного клапана происходит через $10 \dots 40^\circ$ после прохода поршнем верхней мёртвой точки, что улучшает качество очистки цилиндра двигателя.

Примечание. Моменты открытия клапанов для двигателя на стенде указаны в лабораторной работе 1.

Температура T_f остаточных газов (в градусах Кельвина) связана с значениями давления P_b (в Мпа) и температуры T_b в конце процесса расширения формулой

$$T_f = \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{P_b}{P_f}}}; \quad (8)$$

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя. С помощью рычага акселератора установить частоту вращения $n=1800$ об/мин.

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 57/66

4. По показаниям управляющей программы определить температуру воздуха на впуске T_k , давление воздуха на впуске P_0 , расход воздуха $G_{\text{возд}}$; весовым методом определить расход топлива G_T .

5. Произвести остановку двигателя.

6. Вычислить:

- $\alpha = \frac{G_{\text{возд}}}{G_T \cdot L_0}$ ($G_{\text{возд}}$ – расход воздуха; L_0 – стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива (для бензина $\approx 14,7$ кг воздуха/кг топлива); G_T – расход топлива);
- вычислить $P_T = 1,15 \cdot P_0$;
- T_T по формулам (3), где $\varepsilon = 8,5$;
- P_a по формуле (5); где $\Delta P_a = 0,12 P_0$;
- коэффициент остаточных газов по формуле (4), принять $\Delta T_a = 10$ °К.

Проанализировать результаты, сделать выводы.

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 58/66

Комплектация двигателя при определении мощности нетто

Серийное оборудование и устройства	Примечания
1. Система впуска: - воздухоочиститель - глушитель шума впуска - впускной трубопровод - подогрев горючей смеси - подогрев всасываемого воздуха	Система впуска испытуемого двигателя должна быть смонтирована вместе с ним на стенде. Допускается проведение испытаний без воздухоочистителя, с измерительными устройствами на входе и т.п. В этом случае необходимо, чтобы давление во впускном трубопроводе не отличалось более чем на 100 Па (1 мбар) от предельного значения, установленного в технических условиях на двигатель, и чтобы не произошло изменения характера протекания характеристик двигателя более чем на $\pm 1\%$ во всем диапазоне частот вращения. При ручной регулировке подогрев должен быть установлен для летнего времени и для прогретого двигателя
2. Карбюратор	Должен быть отрегулирован в соответствии с техническими условиями на двигатель. Изменения регулировки в процессе испытания не допускаются.
3. Вентиляция картера	Если это оборудование серийного двигателя
4. Ограничитель частоты вращения	Если это оборудование серийного двигателя
5. Топливный насос низкого давления	Если это оборудование серийного двигателя
6. Топливный насос высокого давления	Должен быть отрегулирован в соответствии с техническими условиями на двигатель. Изменения регулировки в процессе испытания не допускаются.
7. Топливные фильтры	Если это оборудование серийного двигателя
8. Система выпуска: - выпускной коллектор	Система выпуска испытуемого двигателя должна быть смонтирована вместе с ним на стенде. Допускается применение системы выпуска отличающейся от серийной, но равнозначной ей по аэродинамическому сопротивлению и по резонансной настройке. Выпускная система стенда не должна создавать в месте присоединения к системе выпуска двигателя давление, отличающееся от атмосферного (а при проведении испытаний в помещении с кондиционированным воздухом от давления, установленного в нем) более чем на 1 кПа (10 мбар) за исключением случаев, когда предприятие-изготовитель дает согласие на более высокое давление

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 59/66

13. Система зажигания	Угол опережения зажигания должен быть отрегулирован в соответствии с техническими условиями на двигатель. Изменения регулировки в процессе испытания не допускаются
14. Устройства для снижения токсичности отработавших газов	Если это оборудование серийного двигателя

Практическое занятие № 17. Определение давления рабочего тела в цилиндре дизельного двигателя.

Цель работы: Определение давления рабочего тела в цилиндре двигателя (индицирование ДВС)

Краткая теория:

Показатели работы двигателя подразделяются на индикаторные (внутренние), характеризующие совершенство рабочего цикла в цилиндре и учитывающие только тепловые потери в самом цилиндре, и эффективные (внешние), учитывающие помимо тепловых и механические потери, которые имеются при передаче энергии расширения газов через поршень и кривошипно-шатунный механизм на коленчатый вал двигателя

К индикаторным показателям двигателя относятся среднее индикаторное давление p_i индикаторная мощность N_i , индикаторный удельный расход топлива g_i и индикаторный КПД η_i .

В результате осуществления цикла тепловая энергия, выделяющаяся при сгорании топлива, с известной степенью совершенства (определяемой индикаторным КПД) превращается в полезную работу, развиваемую газами в цилиндре двигателя и называемую индикаторной работой цикла L_i . При этом давление в цилиндре непрерывно меняется.

Для удобства ведения расчетов и сравнения разных двигателей переменные по ходу поршня давления можно заменить постоянным (фиктивным) давлением, которое обеспечивает получение той же работы, что и цикл с переменным давлением. Это среднее постоянное давление называется средним индикаторным давлением p_i . Следовательно, под средним индикаторным давлением подразумевается условное постоянное давление p_i действующее на поршень на рабочем ходе и совершающее за один цикл работу, равную индикаторной работе замкнутого цикла.

Индикаторные показатели – это показатели, характеризующие совершенство рабочего цикла по теплоиспользованию, связанные с качеством организации процессов в двигателе.

Эффективные показатели – это показатели, характеризующие дополнительно к индикаторным показателям, степень механического совершенства двигателя.

Индикаторная диаграмма

Если термодинамические циклы изображают зависимость изменения абсолютного давления (p) от изменения удельного объема (v), то действительные циклы изображаются как зависимости изменения давления (p) от изменения объема (V) (свернутая индикаторная диаграмма) или изменения давления от угла поворота коленчатого вала (ϕ), которая называется развернутой индикаторной диаграммой.

На рис. 1 показаны свернутая и развернутая индикаторные диаграммы четырехтактных двигателей.

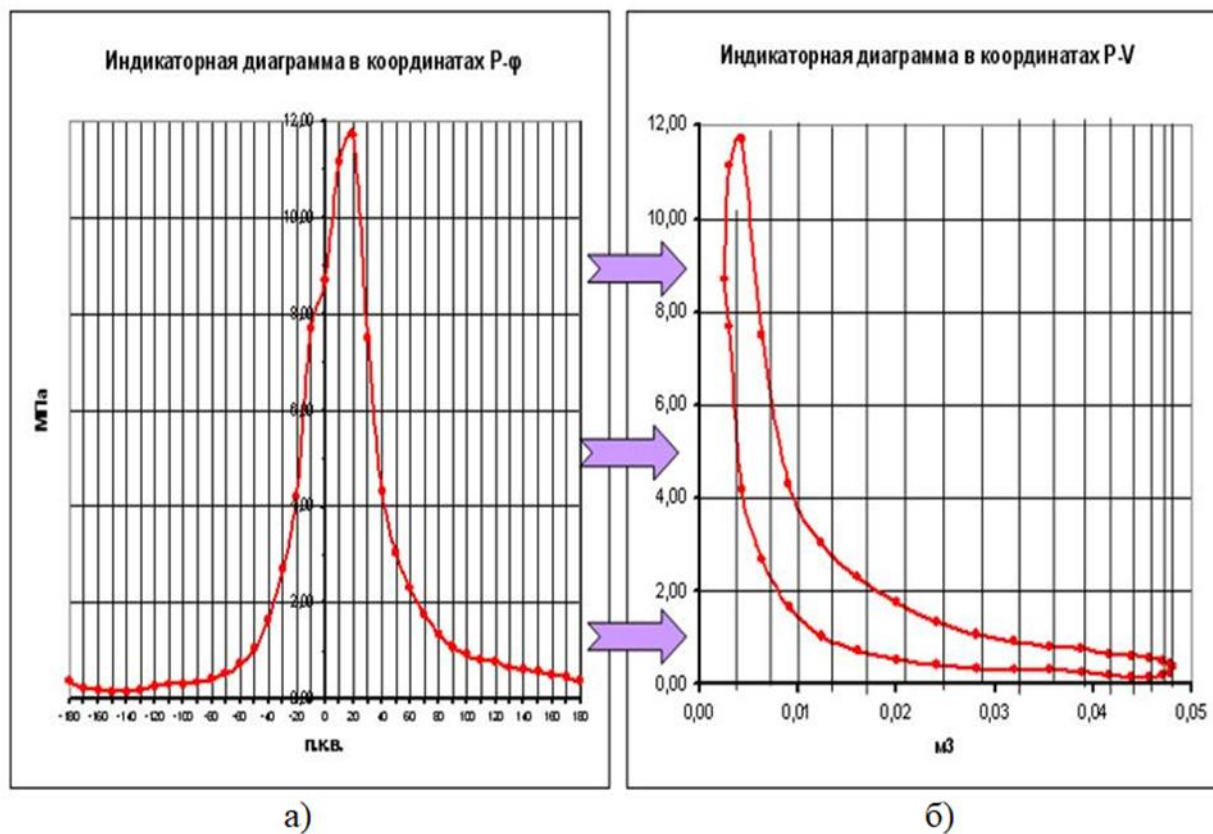


Рис. 1.

а) – развернутая индикаторная диаграмма;

б) – свернутая индикаторная диаграмма

На рис. 2 показана развернутая индикаторная диаграмма двигателя, где p – давление газов, ϕ – угол поворота коленчатого вала от ВМТ. Во 2-м такте дизель работает как компрессор, поэтому его работа в этом такте отрицательная.

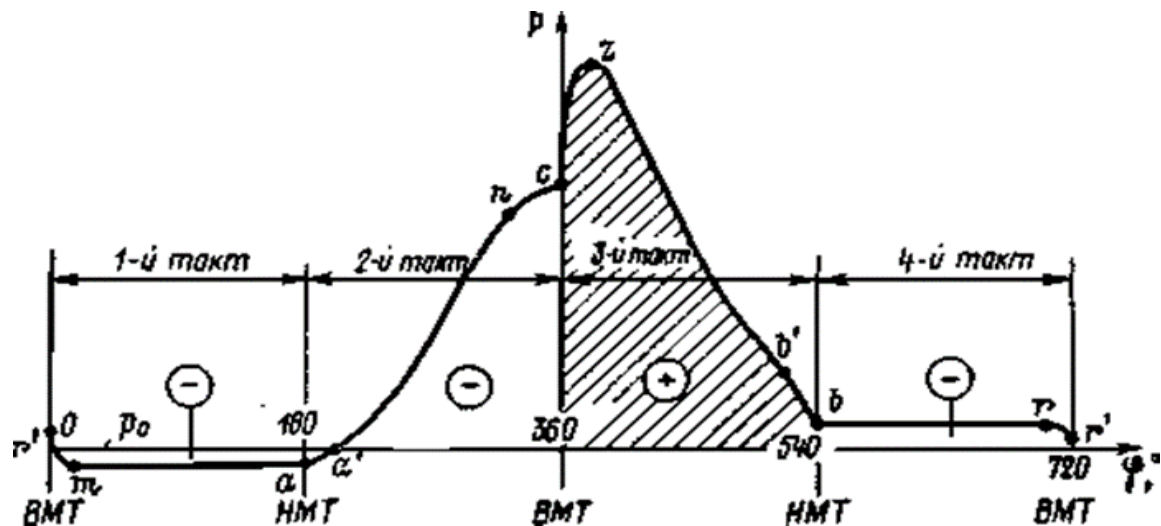


Рис. 2. Развернутая индикаторная диаграмма четырехтактного дизельного двигателя.

r – открытие впускного клапана; c – воспламенение ВМТ (var); z – максимальное давление; r' – ВМТ; n – момент впрыска; b' – открытие выпускного клапана; m – закрытие выпускного клапана; a' – закрытие впускного клапана; b – НМТ; a – НМТ

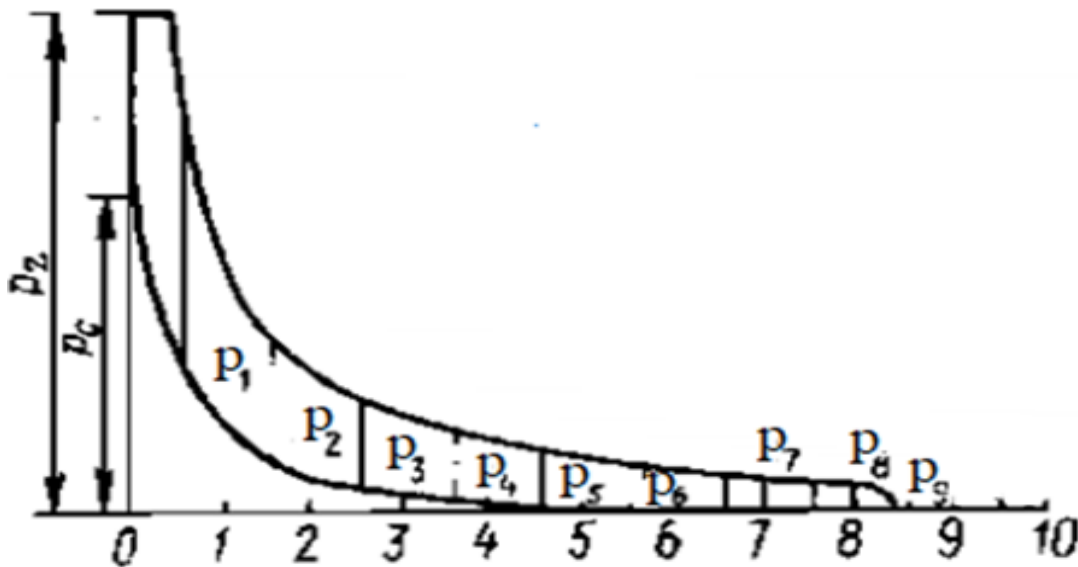
Рассмотрим индикаторные показатели

Среднее индикаторное давление цикла p_i – это условное постоянное избыточное давление, действующее на поршень в течении хода расширения и создающее работу, равную индикаторной.

По значению p_i делают заключение о степени эффективности рабочего цикла двигателя. Чем выше p_i , тем больше степень использования рабочего объема цилиндра.

Значение p_i можно найти по индикаторной диаграмме с достаточной точностью следующим способом: диаграмму разбивают вертикальными линиями на n равных участков и определяют значения давлений p_j в начале каждого участка (p_k находится на пересечении диаграммы с вертикальными линиями). Среднее индикаторное давление определяют по формуле $p_i = \frac{\sum_{j=1}^n p_k}{n}$. Точность нахождения p_i увеличивается с количеством участков.

Рис. 3 поясняет сказанное



Средние значения p_i для двигателя с искровым зажиганием (4 такта):

Без наддува $p_i = 0,8 \dots 1,2$ МПа

С наддувом $p_i = 1,2 \dots 1,8$ МПа

для двигателя с искровым зажиганием (2 такта):

$p_i = 0,3 \dots 0,5$ МПа

для дизельного двигателя:

Без наддува $p_i = 0,8 \dots 1,1$ МПа

С наддувом $p_i = 1,1 \dots 2,2$ МПа

Индикаторная мощность N_i – это суммарная работа действительных циклов за единицу времени.

$$N_i = \frac{2n}{\tau} p_i \cdot V_h \cdot i \quad (1)$$

где n – частота оборотов коленвала;

$2n$ – число ходов поршня;

τ – тактность двигателя;

$\frac{2n}{\tau}$ – число рабочих циклов, совершаемых двигателем в секунду;

V_h – рабочий объем цилиндра;

i – количество цилиндров

Также справедливы формулы:

$$L_i = p_i \cdot V_h \quad (2)$$

$$N_{i_{\text{цил}}} = \frac{2n}{\tau} L_i \quad (3)$$

где L_i – индикаторная работа;

$N_{i_{\text{цил}}}$ – индикаторная мощность одного цилиндра;

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 63/66

Для сравнения различных двигателей по мощности используется литровая или удельная мощность – мощность, получаемая с одного литра рабочего объема двигателя (степень форсирования двигателя).

$$\frac{N_i}{V_H} = N_{iуд} - \text{литровая мощность (кВт/л)}$$

V_H – рабочий объем двигателя.

Индикаторный КПД – отношение тепла, превращенного в индикаторную работу двигателя ко всему затрачиваемому теплу.

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_1} = \frac{L_i}{G_T \cdot H_u} = \frac{p_i \cdot V_h}{G_T \cdot H_u} \quad (4)$$

где G_T – расход топлива;

H_u – теплота сгорания топлива

Теплота сгорания топлива – количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании массовой (или объемной) единицы топлива Дж/кг (Дж/л; Дж/м³). Различают высшую и низшую теплоту сгорания топлива.

Высшая теплота сгорания топлива H_o – количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания.

Низшая теплота сгорания топлива H_u – количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива без учета теплоты конденсации водяного пара.

$$H_o - H_u = r_{\text{пар}H_2O}$$

$r_{\text{пар}H_2O}$ – теплота парообразования.

Поскольку в ДВС выпуск продуктов сгорания при температуре выше температуры конденсации, то в тепловом расчете используется H_u .

Таблица 1.

Топливо	$H_u, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Бензин	44...44,5
Диз. топливо	42...42,5
Прир. газ	49...50
Метанол	20
Этанол	27
Водород	120

В отличие от термического КПД, индикаторный КПД оценивает степень использования тепла в действительном цикле с учетом всех тепловых потерь (неполное сгорание топлива, потери тепла в стенке цилиндра, догорание топлива в процессе расширения или в конце процесса расширения и т.д.).

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 64/66

Для полноты понимания, ниже приведены определения механического и эффективного КПД.

Механический КПД – это КПД, характеризующий снижение мощности ДВС вследствие механических потерь.

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{N_e}{N_e + N_m}$$

где N_e – эффективная мощность; N_i – индикаторная мощность; N_m – мощность механических потерь

В современных ДВС $\eta_m = 0,7 \dots 0,9$

Эффективный КПД – это КПД, характеризующий эффективность преобразования тепла в механическую работу в ходе действительного цикла, а также механические потери, является полным КПД двигателя.

$$\eta_e = \frac{A_e}{Q} = \frac{N_e \cdot \Delta t}{H_u \cdot G_T}$$

где A_e – эффективная работа;

Q – затраченное тепло;

G_T – расход топлива;

H_u – теплота сгорания топлива;

Δt – длительность периода времени для которого рассчитывается расход топлива.

Индикаторный удельный расход топлива.

$$g_i = \frac{G_T}{N_i} \left(\frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \right) \quad (5)$$

g_i – удельный расход топлива – масса топлива, расходуемая двигателем на единицу индикаторной мощности за час.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и описанием стенда.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Произвести запуск двигателя.
4. Сделать скриншот индикаторной диаграммы (диаграммы давления в камере сгорания), построенной управляющей программой; определить расход G_T весовым методом; определить частоту вращения вала двигателя n по показаниям управляющей программы. Занести значения G_T и n в таблицу 2.
5. Повторить пункт 4 для разных значений нагрузки, устанавливаемых с помощью дроссельной заслонки.
6. Полностью открыть дроссельную заслонку, произвести остановку двигателя.
7. Для каждого из режимов нагружения двигателя определить:
 - среднее индикаторное давление цикла p_i по методике, описанной в краткой теории (см. пункт «Среднее индикаторное давление цикла»).
 - индикаторную мощность N_i по формуле (1);

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 65/66

- индикаторный КПД η_i по формуле (4);
- индикаторный удельный расход топлива g_i по формуле (5).

Занести полученные значения в таблицу 2. При расчетах принять $V_h=296$

$\text{см}^3=296 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$; $H_u = 42,5 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$. Проанализировать результаты, сделать выводы

Таблица 2.

номер опыта	G_T	n	p_i	N_i	η_i	g_i

МО–23 02 07- ПМ.01.МДК.01.04.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	С. 66/66

Используемые источники литературы

1. Чумаченко Ю.Т., Чумаченко Г.В., Матогорин Н.В. Слесарное дело и технические измерения (для авторемонтных специальностей) - Москва. : КНОРУС, 2021
2. Виноградов, В. М., Черепашин А.А. Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта - Москва. : КНОРУС, 2021.
3. Савич, Е. Л. Технология обслуживания транспортных средств : учебное пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск : РИПО, 2021. – 540 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697450>
4. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова – 2 изд., перераб. и доп. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА – М, 2020;
5. Техническое обслуживание автомобилей. Кн. 2. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта: Учебное пособие / И.С. Туревский. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА – М, 2019;
6. Методы технической диагностики автомобилей: Учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА – М, 2014;
7. Диагностирование автомобилей. Практикум: Учебное пособие / А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов и др.; Под редакцией А.Н. Карташевича – М.: НИЦ ИНФРА – М; Мн.: Новое издание, 2020;

Дополнительные источники:

8. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник / Под редакцией В.М. Власова – 2 изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2018.
9. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Механизмы и приспособления: Учебное пособие / В.М. Виноградов, И.В. Бухтеева и др. – М.: Форум, 2019.

Электронные ресурсы:

. Технологические процессы диагностирования и технического обслуживания автомобилей [Электронный ресурс]: лаб. Практикум / В.И. Гринцевич, С.В. Мальчиков, Г.Г. Козлов – Красноярск, 2019. области