

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Автомобильный транспорт»

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Методические указания к лабораторной работе № 1
по дисциплинам
«Транспортная энергетика» и «Силовые агрегаты»

Бишкек 2020

УДК 621.43

Составители:

В.И. Глазунов, Д.В. Глазунов

Рекомендовано к изданию
кафедрой «Автомобильный транспорт» КРСУ

М 54 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: Методические указания к лабораторной работе № 1 по дисциплинам «Транспортная энергетика» и «Силовые агрегаты» / сост. В.И.Глазунов, Д.В.Глазунов. Бишкек: КРСУ, 2020. 28 с.: ил.

Рассмотрены цели и задачи испытаний двигателей, приведены конструкции тормозных стендов для испытания двигателей внутреннего сгорания, а также приборов и устройств, для измерения основных показателей двигателей.

Предназначены для студентов всех видов обучения, изучающих дисциплины «Транспортная энергетика», - по специальности 240100.01 (190701) - «Организация перевозок и управление на транспорте», 240400.01 (190702)- «Организация и безопасность движения» и «Силовые агрегаты», - направления 190600.62 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Профиль «Автомобильный сервис».

© ГОУВПО КРСУ, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Двигатели внутреннего сгорания в настоящее время являются основным типом силовых тепловых энергетических установок, применяемых в различных машинах и механизмах. Суммарная мощность всех автомобильных двигателей в мире в три раза превышает мощность всех существующих электростанций на Земле. При этом около 80 процентов выпускаемых в мире автомобильных двигателей являются карбюраторными.

Поэтому развитие двигателестроения и автомобильной промышленности, а также эффективное использование автомобильного транспорта, не может успешно идти без соответствующих научных и экспериментальных исследований* и испытаний автомобильных двигателей на мощностные, экономические и экологические показатели.

В процессе проведения испытаний автомобильных и других транспортных двигателей студенты получают возможность самостоятельно провести соответствующие испытания автомобильного двигателя в эксплуатационных условиях, ознакомиться с номенклатурой и принципом действия применяемых при испытаниях контрольно-измерительных приборов, научиться ими пользоваться с учетом необходимой точности замеров определяемых эксплуатационных параметров, закрепить полученные теоретические знания в процессе проведения лабораторных работ, а также получить практические навыки в использовании необходимой контрольно-измерительной аппаратуры, методики проведения учебных и исследовательских испытаний автомобильных двигателей и оформлении отчетов по результатам испытаний в соответствии с ЕСТД.

ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель работы - изучение приборов и оборудования, применяемого при испытаниях двигателей, и приобретение практических навыков по организации, проведению и оформлению результатов испытаний.

С этой целью студенты изучают методы и средства испытаний двигателей, знакомятся с приборами и устройствами, которыми оснащена лаборатория испытаний автомобильных двигателей, осуществляют запуск двигателя на стенде, устанавливают режим работы по указанию преподавателя и определяют основные показатели рабочего процесса двигателя: эффективную мощность, эффективный крутящий момент, часовой и удельный расходы топлива и др.

Работа рассчитана на 6 часов (для ЦДО – 2 часа)

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение и виды испытаний автомобильных двигателей

Целью испытания двигателя является определение его мощностных, экономических, экологических и других показателей работы. Необходимость проведения испытаний двигателя возникает на заключительном этапе создания нового, двигателя, при определении соответствия двигателя требованиям стандартов, а также при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и др. В зависимости от цели испытания двигателя различают следующие виды испытаний:

1. Исследовательские испытания. Проводят с целью совершенствования существующих двигателей путем применения в двигателе новых узлов, новых материалов, новых способов организации рабочего процесса и др. Исследовательские испытания проводят в лабораториях предприятий-изготовителей, в научно-исследовательских институтах, а также в высших учебных заведениях.

2. Доводочные испытания. Проводят с целью уточнения Конструктивных и эксплуатационных параметров механизмов, узлов и систем проектируемого двигателя, полученных расчётным путем. При доводочных испытаниях выявляются возможные отклонения характеристик двигателя от характеристик, установленных техническим заданием, и определяются способы устранения этого несоответствия, j

3. Приемочные испытания. Проводят после завершения всех доводочных работ на заключительной стадии создания нового двигателя. По результатам этих испытаний приемная комиссия решает вопрос о возможности постановки двигателя на производство.

4. Контрольные испытания. Проводят для определения показателей работы серийных двигателей и сравнения их с технической документацией. Испытания проводит отдел технического контроля предприятия-изготовителя. Периодичность испытаний, их условия и методы, количество двигателей, подвергаемых испытаниям, оговорены в технической документации предприятия-изготовителя.

5. Эксплуатационные испытания. Проводят с целью определения технического состояния двигателя, находящегося в эксплуатации, его остаточного ресурса. При испытаниях уточняют параметры регулировки систем двигателя, нормы расхода горюче-смазочных материалов и запасных частей для конкретных условий эксплуатации.

Обычно комплектный стенд для лабораторно-исследовательских испытаний двигателя имеет следующие устройства:

- 1 – установки и закрепления двигателя,
- 2 – тормозную установку,
- 3 – соединения испытуемого двигателя с тормозом,
- 4 – питания двигателя топливом,
- 5 – питания двигателя воздухом,
- 6 – охлаждения двигателя,
- 7 – смазки двигателя,
- 8 – отвода отработавших газов,
- 9 – органы управления двигателем и тормозом,
- 10 – систему вентиляции испытательного стенда,
- 11 – пульт для управления двигателем и производства измерений.

Типы тормозных установок и их принцип действия

Тормозные установки должны обеспечить поглощение всей мощности испытуемого двигателя при любых скоростных и нагрузочных режимах. При испытаниях двигателей применяются различные типы тормозов.

По принципу создания тормозного момента различают следующие типы тормозов: механический фрикционный, электрический, гидравлический, аэродинамический.

Механический тормоз наиболее прост по конструкции. Его действие основано на поглощении развиваемой двигателем мощности работой сил трения тормоза, переходящей в теплоту (рис. 1). Тормозной барабан 3 связан с коленчатым валом двигателя и вращается вместе с ним. Колодки 2 захватывают барабан и прижимаются к нему стяжными болтами 1. При работе тормоза возникает сила трения, которая эквивалентна величине тормозной силы. Регулирование тормозного момента осуществляется изме-

нением силы затяжки стяжных болтов. Энергия, вырабатываемая двигателем, которая затем превращается в теплоту трения, рассеивается в окружающую среду. Поэтому механические тормоза обладают малой энергоемкостью, имеют нестабильные характеристики и в связи с этим практически не применяются.

Электрические тормоза подразделяются на три типа: тормоза переменного тока, тормоза постоянного тока и индукторные тормоза.

Рассмотрим наиболее распространенный электрический тормоз переменного тока. Он представляет собой асинхронный электродвигатель в балансирном исполнении с фазным ротором (якорем). Ротор связан с коленчатым валом двигателя и вращается вместе с ним. Статор имеет возможность поворачиваться относительно опор на небольшой угол. Благодаря этому он приводит (через систему механизмов и тяг) в действие весовой механизм. Такая подвеска статора электротормоза называется балансирной. Отклоняясь от своего нейтрального положения, статор отклоняет маятник, который уравнивает крутящий момент двигателя, что фиксируется по циферблату весового механизма.

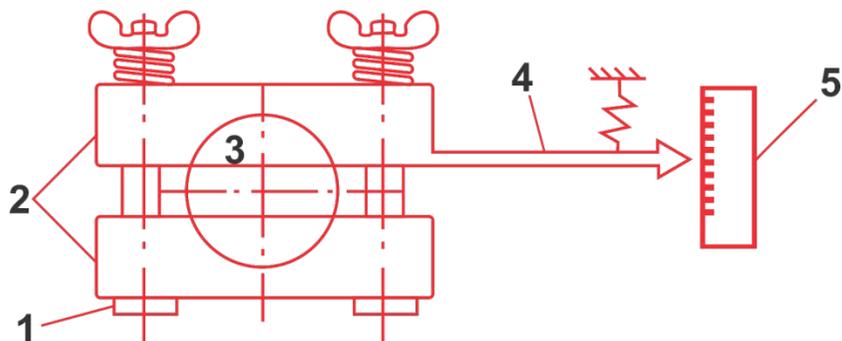


Рис. 1. Схема механического тормоза:

1 – стяжные болты; 2 – колодка; 3 – барабан; 4 – весы; 5 – шкала.

Регулирование тормозного момента осуществляется изменением тока в обмотке ротора (рис. 2), величина которого регулируется величиной погружения пластин жидкостного нагрузочного реостата, которые могут опускаться в электролит реостата и вы-

ходить из него.

В баке реостата находится водный раствор соды (углекислый натрий), имеющий хорошую электропроводность. При выведенных пластинах цепь ротора разомкнута, ток в ней отсутствует, тормозной момент равен нулю. При погружении пластин в раствор цепь замыкается, в обмотке ротора появляется ток. Чем глубже погружены пластины в раствор, тем больше поверхность соприкосновения их с раствором, тем больше ток, тем больше тормозной момент.

К достоинствам электрического тормоза относится возможность его реверса (изменение направления вращения) путем изменения включения в сеть обмотки статора. При реверсе электротормоза он становится источником энергии и может использоваться для пуска испытываемого двигателя, для его холодной обкатки и других целей. Поэтому такие стенды называют обкаточно-тормозными.

Электрические тормоза имеют достаточно высокую энергоемкость и широко применяются не только в исследовательских работах, но и в производственной сфере; на моторных заводах, авторемонтных предприятиях, в автобазах.

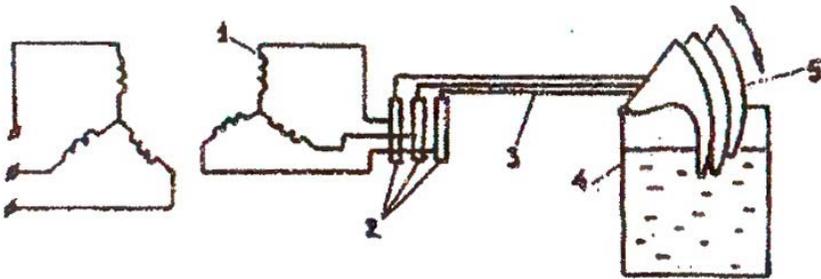


Рис. 2. Схеме системы регулирования электрического тормоза жидкостным реостатом:

- 1 – обмотка ротора; 2 – контактные кольца;
- 3 – соединительные провода; 4 – нагрузочный реостат;
- 5 – пластины реостата.

Гидравлические тормоза, в свою очередь подразделяются на два типа: штифтовые и лопастные. Рассмотрим гидравличе-

ский тормоз штифтового типа (рис. 3). Ротор тормоза имеет на своей поверхности несколько рядов штифтов квадратного сечения. Он связан с коленчатым валом испытываемого двигателя и вращается от него. Статор на своей внутренней поверхности также имеет несколько рядов штифтов квадратного сечения, которые проходят между штифтами ротора, не задевая их. Статор тормоза имеет балансирную подвеску; т.е. может отклоняться от своего нейтрального положения, приводя при этом в действие весовой механизм. Полость статора заполнена водопроводной водой. При вращении ротора его штифты захватывают воду и разгоняют её. Вода ударяет в штифты статора, передает на них усилие и тормозится при этом. Интенсивно перемешиваясь, вода нагревается. То есть, энергия, вырабатываемая испытываемым двигателем, выделяется в виде тепла в тормозе. Во избежание закипания воды в тормозе организована непрерывная ее проточность. На смену ей из верхнего крана открытой струей заливается холодная вода из водопровода. Регулирование тормозного момента осуществляется изменением количества воды, находящейся в тормозе. Чем полнее заполнен тормоз водой, тем выше тормозной момент.

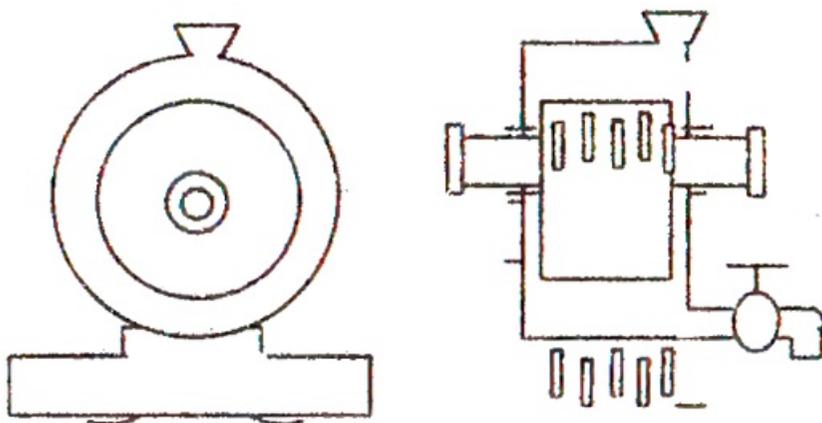


Рис. 3. Схем» гидравлического тормоза штифтового типа.

Характеристика тормозов

Характеристикой тормоза называется зависимость поглощаемой тормозом мощности от скорости вращения вала тормоза. На рис. 4 показаны характеристики механического, электрического, и гидравлического тормозов.

Кривая 1 представляет собой характеристику механического тормоза. Ее уравнение $N=a \cdot n$, где a - постоянное число, зависящее от конструкции тормоза и от регулировки. Таким образом, мощность, поглощаемая механическим тормозом, пропорциональна скорости вращения его вала. Чем больше нагрузка тормоза, тем больше угол наклона характеристики.

Кривая 2 представляет собой характеристику электрического тормоза и изменяется по уравнению квадратной параболы $N=a \cdot n^2$, следовательно, мощность, поглощаемая электрическим тормозом, пропорциональна квадрату скорости вращения его вала.

Кривая 3 является характеристикой гидравлического тормоза и изменяется по уравнению квадратной параболы $N=a \cdot n^3$, т.е. мощность, поглощаемая гидравлическим тормозом, пропорциональна кубу скорости вращения его вала.

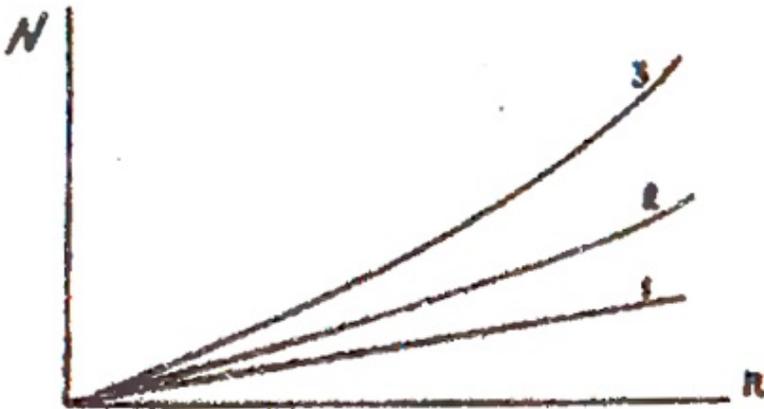


Рис.4. Характеристики тормозов:

1 — механический; 2 — электрический; 3 — гидравлический.

При организации испытательной лаборатории возникает вопрос подбора тормоза для испытания двигателя. Соответствие тормоза двигателю по мощностным и скоростным показателям устанавливается путем наложения внешней скоростной характеристики двигателя на внешнюю характеристику тормоза. Если характеристика испытываемого двигателя укладывается внутри поля, ограниченного внешней характеристикой тормоза, то тормоз может обеспечить необходимую загрузку двигателя. В противном случае тормоз не соответствует двигателю.

На рис. 5 показаны внешние характеристики двух тормозов T_1 и T_2 и внешние характеристики двух двигателей D_1 и D_2 хотя номинальные параметры тормоза T_2 ($N = 650$ л.с. и $n = 3500$ об/мин) существенно выше соответствующих параметров двигателей D_1 и D_2 , двигатель D_1 не может испытываться на этом тормозе, а двигатель D_2 не может испытываться при оборотах ниже средних. В то же время менее энергоемкий тормоз T_1 позволяет испытывать оба двигателя на всех режимах.

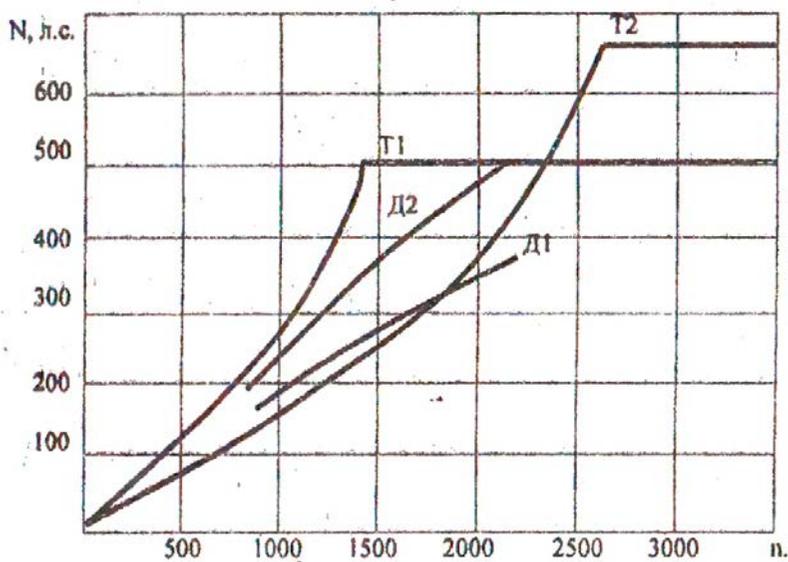


Рис. 5. Сопоставление скоростных характеристик двигателя и тормоза.

Общее устройство испытательного стенда

В СНГ испытания автомобильных двигателей проводится в соответствии с ГОСТ 14846-82 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний». В других странах существуют свои стандарты по проведению испытаний, Эти стандарты называются национальными. Кроме них существуют международные стандарты. Например, стандарт СЭВ 765-77 (с которым идентичен ГОСТ 14846-82).

Оборудование, применяемое при испытаниях автомобильных двигателей, включает в себя большое количество различных приборов и устройств. Основные из них следующие:

1. Тормоз - предназначен для нагружения двигателя, т.е. создает сопротивление вращению коленчатого вала.
2. Тахометр - прибор для измерения скорости вращения коленчатую вала.
3. Весовой механизм - прибор для измерения тормозного усилия.
4. Устройство для измерения расхода топлива.
5. Устройство для измерения расхода воздуха.
6. Устройство для измерения расхода охлаждающей жидкости.
7. Устройство для измерения температуры отработавших газов, охлаждающей жидкости, масла, окружающего воздуха.
8. Газоанализатор - прибор для определения концентрации токсичных компонентов, входящих в состав отработавших газов.
9. Стробоскоп - прибор для определения угла опережения зажигания на работающем двигателе.
10. Барометр - прибор для измерения атмосферного давления.

Примерный вид испытательного стенда показан на рис. 6, двигатель с тормозом устанавливается на массивном железобетонном фундаменте, который отделен от фундамента здания промежутком 20...30 см для того, чтобы вибрации, возникающие при работе стенда, не передавались на фундамент здания и не разрушали его. Промежуток обычно закрывают металлическим настилом. На фундаменте 1 при помощи анкерных болтов закреплена подмоторная рама 4, позволяющая изменять положение стоек 14,

что позволяет устанавливать на стенд двигатели разных размеров и с разным креном. Двигатель 13 соединен с тормозом S карданным валом 9, который защищен кожухом 10. а специальных каналах 18 под полом приложены шланги системы охлаждения, выхлопная труба, топливопровод и т.п. Выхлопная труба выведена наружу здания и защищена специальным козырьком от атмосферных осадков. Над двигателем расположен зонт системы вентиляции 11, которая отсасывает все испарения с двигателя, утечки картерных газов и выводит их наружу здания.

В лаборатории испытания двигателей должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с 8-ми кратным обменом воздуха: приток воздуха - сверху, отсос - снизу.

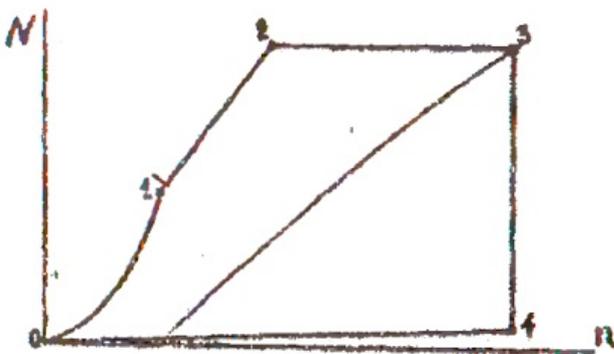


Рис. 6. Внешняя характеристика гидравлического тормоза

Измеряемые параметры и измерительная аппаратура испытательных стендов

Номенклатура измерительной аппаратуры испытательного стенда зависит от типа испытаний, методики (типовые или лабораторно-исследовательские) и многих других факторов.

При проведении типовых испытаний ГОСТ предусматривает измерение следующих параметров работы двигателя:

1. Крутящий момент (M_k), кгм.
2. Число оборотов коленчатого вала:

- а) в минуту (мгновенное), об/мин
 - б) суммарное.
3. Часовой расход топлива (G_t), кг/час.
4. Температуру в $^{\circ}\text{C}$:
- а) окружающего воздуха, ($t_{ок}$),
 - б) воды, выходящей с двигателя, ($t_{в\ вых.}$),
 - в) масла в картере двигателя, (t_m).
5. Давление (разрежение):
- а) окружающего воздуха, (B), мм.рт.ст.,
 - б) масла в масляных магистралях двигателя, (P_m) кг/см²,
 - в) топлива после топливного насоса, мм.рт.ст.,
 - г) горючей смеси во впускном патрубке двигателя, ($P_{вс}$) мм.рт.ст., (мм.вод ст.).
6. Угол опережения зажигания в градусах поворота коленчатого вала двигателя.

При лабораторно-исследовательских испытаниях дополнительно замеряются еще следующие параметры:

1. Часовой расход воздуха (G_v), кг/час или м³/час.
2. Температуру в $^{\circ}\text{C}$:
 - а) воды, входящей в двигатель, ($t_{в\ вх}$),
 - б) воды в блоке цилиндров у стандартного датчика температуры ($t_{в.ц}$),
 - в) горючей смеси на выходе из карбюратора, из впускного патрубка, ($t_{кем}$) ($t_{псм}$)
 - г) отработавших газов ($t_{г}$).
3. Влажность окружающего воздуха.

Кроме того при лабораторно-исследовательских испытаниях желательно иметь приборы для замера индикаторного давления в цилиндрах двигателя.

Измерительная аппаратура испытательного стенда должна иметь достаточную точность, надежность, стабильность показаний в условиях работы стенда (повышенные вибрация и температуры, переменные режимы работы и т.п.), а также легкость тарировки, контроля и обслуживания.

Необходимая точность измерения параметров при различных видах испытаний приведена ниже в таблице 1.

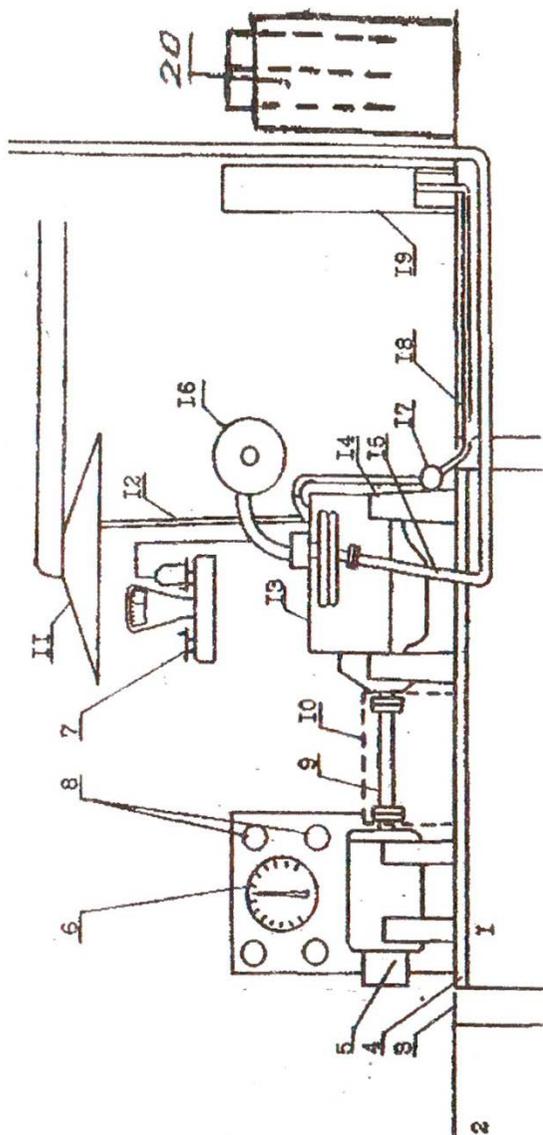


Рис. 6. Испытательный стенд: 1 – фундамент стенда; 2 – настил; 3 – настил; 4 – подмоторная рама; 5 – тормоз; 6 – весовой механизм; 7 – устройство для определения расхода топлива; 8 – прибор (тахометр, указатель температуры охлаждающей жидкости, указатель давления масла, указатель температуры масла); 9 – соединительный вал; 10 – защитный кожух; 11 – зонг системы вентиляции; 12 – шланг для отвода картерных газов; 13 – двигатель; 14 – стойка; 15 – выхлопная труба; 16 – устройство для измерения расхода воздуха; 17 – устройство для измерения расхода охлаждающей жидкости; 18 – канал со шлангами и выхлопной трубой; 19 – смеситель охлаждающей жидкости; 20 – жидкостный реостат

Определение крутящего момента и мощности двигателя

Большинство испытаний двигателей связано с определением их крутящего момента, мощности и экономичности. Эффективную мощность двигателя, т.е. мощность, снимаемую с коленчатого вала двигателя и поглощаемую тем или иным механизмом (тормозом), определяют путем измерения крутящего момента M и скорости вращения коленчатого вала, n . При измерении мощности, момента и скорости в единицах одной системы связь между названными величинами отражается формулой $N_e = M \cdot n$.

Например, формула применима при использовании единиц системы СИ: мощность - ватт (Вт), момент - ньютонметр (Нм), скорость - радиан в секунду (рад/с),

На автомобильном транспорте принято пользоваться внесистемными единицами: мощность - лошадиная сила (л.с.), момент - килограммометр (кгм), скорость оборотов в минуту (об/мин).

В связи с этим в формуле появляется переводной коэффициент

$$N_e = M \cdot n / 716,2.$$

Весовой механизм тормоза измеряет величину условной тормозной силы P_T , которая уравнивает крутящий момент двигателя на плече 716,2 мм. Введение этой величины упрощает расчетные формулы:

$$N_e = P_T \cdot n / 1000.$$

На рис. 7 показана схема маятниковых весов (весовой механизм) электрического испытательного стенда, при помощи которых осуществляется измерение тормозной силы, P_T . Составляющая массы маятника стремится вернуть его в исходное положение и уравнивает крутящий момент двигателя.

Измерение частоты вращения коленчатого вала

Для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя (n_e) применяются: а) тахометры различных конструкций и видов, б) суммарные счетчики с секундомером. Наиболее целесообразно применять (при исследовательских испытаниях) элек-

трические тахометры (постоянного и переменного тока) с гальванометрами или механические тахометры часового типа.

При определении суммарного числа оборотов коленчатого вала применяются механические и электрические секундомеры

Измерение расхода топлива

Система питания двигателя топливом включает в себя топливный бак (один или несколько), топливопроводы и устройство для измерения расхода топлива. В качестве таких устройств может применяться жидкостный электронный расходомер, измеряющий мгновенный или суммарный расход топлива, - штихпроберы (измеряют объемный расход топлива) и т.д.. Многие стенды комплектуются весами для измерения расхода топлива весовым способом. На рис. 8 показана схема замера расхода топлива этим способом.

Необходимая точность определения параметров при испытаниях автомобильных двигателей.

Таблица 1.

№№ пп	Параметры	Точность измерен. при испытаниях	
		типовых	Лабораторно- исследовательских
1	2	3	4
1.	Крутящий момент	+, -1	+, -0,5
2.	Число оборотов коленчатого вала:		
	в мин., n_e в %	+, -1	+, -0,25
	суммарное n_e	+, -1	+, -0,5
3.	Расход топлива, Гт в %	+, -1	+, -0,5
4	Расход воздуха, Гв в %	+, -1	+, -2
5.	Температура, °С:		
	ток - окружающего воздуха	+, -1	+, -0,5
	тв - воды в системе охлаждения	+, -2	+, -1
	тм - масла в картере	+, -2	+, -1

№№ пн	Параметры	Точность измерен. при испытаниях	
		типовых	Лабораторно- исследовательских
1	2	3	4
	tr - отработавших газов	+, -5	+, -2,5
	с _{см} горючей смеси в патрубке	-	+, -1
6.	Давление (разряжение):		
	В - окружающей среды в мм.рт.ст.	+, -0,5	+, -0,1
	Р _м - масла в магистрали в %	+, -2,5	+, -1
	Р _{тн} - топлива после топливного насоса	+, -2,5	+, -1
	Р _{см} - горючей смеси в патрубке в мм.рт.ст..	+, -2	+, -1
7.	Угол опережения зажигания, φ _з в град.	+, -0,5	+, -0,5
8.	Влажность окружающего воздуха:		
	абсолютная в мм.рт.см.		+, -0,2
	относительная в %	-	+, -0,5
Определяемые параметры			
9.	Эффективная мощность Ne в %	+, -2	+, -0,75
10.	Эффективный удельный расход топлива, gе в %.	+, -3	+, -0,75

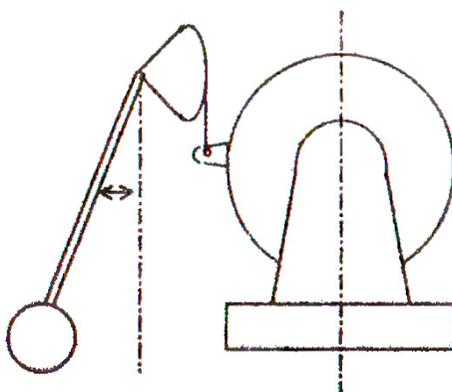


Рис. 7. Схема маятниковых весов

Установленный на чашке весов 2 бачок 3 с топливом должен быть расположен не менее чем на 250 мм выше карбюратора. Емкость бачка 3...5 л. выше весов расположен топливный бак 5, в котором хранится основной запас топлива. Емкость этого бака 50...100 л. кран управления имеет четыре фиксированных положения: «Закрыто», «Двигатель», «Залив», «Замер».

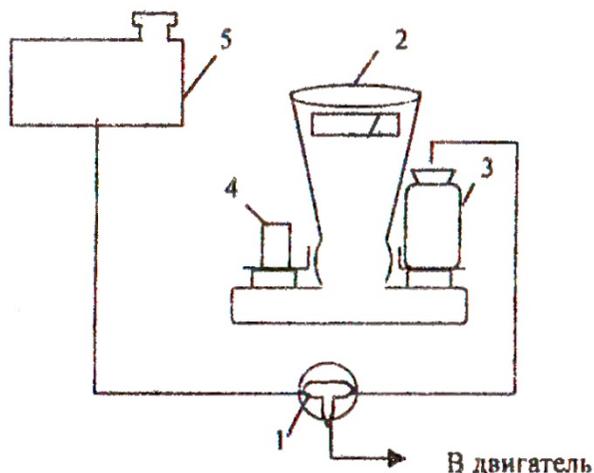


Рис. 8. Схема устройства для намерения расхода топлива

Для определения расхода топлива переводят кран в положение «Замер» и одновременно засекают секундомером время расхода той или иной порции топлива (обычно 50 или 100 г), часовой расход топлива определяется по Формуле

$$G\tau = 3,6 \Delta G/\tau$$

где $G\tau$ – часовой расход топлива, Δ кг/ч;

G/τ – вес порции топлива, г;

τ – время расхода порции топлива, с.

Время расхода топлива с точностью до 0,1 с, замеряется 2, 3, 4 раза, при небольших отклонениях из 2-х ближних значений принимаются средние.

Измерение расхода воздуха

Питание двигателя воздухом осуществляется через воздушный рассеивер с фильтром. Расход воздуха определяется объемным расходомером или с помощью мерных насадок. Широкое распространение получили объемные расходомеры (рис. 9). Счетчик расходомера непрерывно показывает расход воздуха. Часовой расход воздуха определяют путем измерения расхода воздуха в единицу времени.

Измерить расход воздуха можно также, зная скорость его через трубу известного сечения. В этом случае измерение скорости сводится к измерению разности динамического и статического давлений в рассматриваемом сечении. Полное давление можно измерить открытой трубкой, установленной против тока (рис. 10), а статическое - путем использования отверстия в стенке трубы. Для измерения разности давлений используется дифференциальный манометр. Разность уровней жидкости в дифференциальном манометре пропорциональна скорости потока воздуха. Для сглаживания колебаний между двигателем и измерительным устройством устанавливают ресивер емкостью не менее 200 рабочих объемов одного цилиндра.

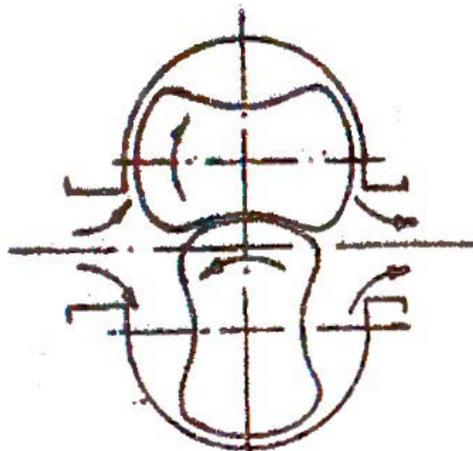


Рис. 9. Схема объемного расходомера воздуха

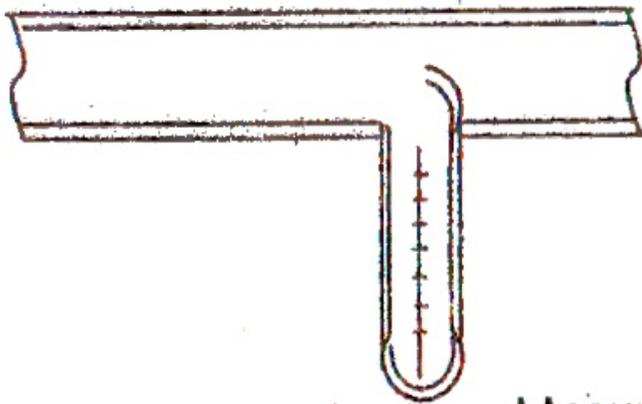


Рис. 10. Изменение расхода воздуха при помощи дифференциального манометра.

Измерение температуры охлаждающей жидкости и отработавших газов

Система охлаждения двигателя, установленного на испытательном стенде, обычно не содержит радиатора и вентилятора. Поэтому для охлаждения двигателя и поддержания оптимального температурного режима применяют специальные смесители. В смесителе происходит смешивание горячей воды из двигателя с холодной водой из водопровода. Излишек горячей воды сливается в канализацию. Для измерения температуры охлаждающей жидкости применяют жидкостные термометры (рис. 11). К трубе, по которой движется охлаждающая жидкость, приваривается патрубок, в который вставляется герметично термометр. Для обеспечения хорошей теплопередачи термометр вводят непосредственно в поток жидкости и уплотняют его резиновой пробкой.

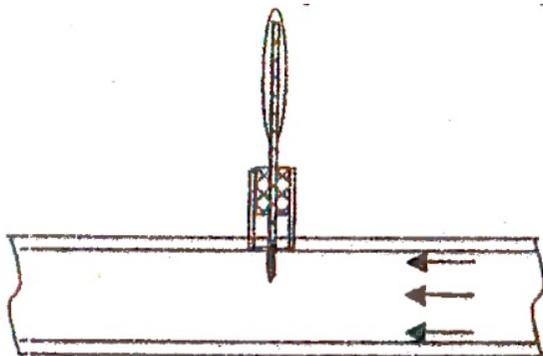


Рис. 11. Схема измерения температуры охлаждающей жидкости

Для измерения температуры отработавших газов применяют термоэлектрические термометры - термопары. Термопара представляет собой две спаянные проволоки из разнородных металлов или сплавов, вторые концы которых свободны (рис. 12). Действие термопары основано на том, что при наличии разности температур между спаем и свободными концами в термопаре появляется ЭДС, величина которой пропорциональна разности температур. Спаи термопары вводят в выпускную трубу так, чтобы он омывался отработавшими газами, а свободные концы находятся в стороне от трубы и соединяются с микроамперметром, проградуированным в единицах температуры. При работе двигателя отработавшие газы омывают спай термопары и через микроамперметр течет ток, величина которого пропорциональна температуре отработавших газов.

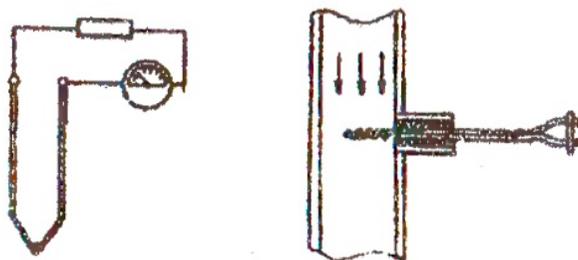


Рис. 12. Схема устройства для определения температуры отработавших газов с использованием термопары

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Выполнение этой и последующих лабораторных работ предполагает не только самостоятельную работу студента в аудитории, но и предварительную работу до начала занятий в библиотеке. При этом рекомендуется использовать настоящие методические указания, а также литературу, указанную в библиографическом списке.

После теоретической подготовки студенты должны ознакомиться с оборудованием лаборатории, научиться пользоваться всеми устройствами и приборами, запускать двигатель, изменять нагрузку, выводить двигатель на любой заданный преподавателем режим работы. Необходимо также при этом ознакомиться с правилами техники безопасности и расписаться в журнале ТБ. Запомнить все источники повышенной опасности в лаборатории, меры предосторожности и правила поведения в случае возникновения пожара.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет по этой лабораторной работе и последующим работам должен быть оформлен на стандартных листах формата А4, в соответствии с ЕСТД. Отчет должен содержать краткий конспект методов и средств испытания автомобильных двигателей, цели, задачи и порядок проведения работы, схемы и графики, поясняющие принцип действия.

Характеристики, снятые в процессе испытания двигателя, и дежурные кривые к ним выполняются в соответствии с требованиями ЕСТД на миллиметровке.

Графики кривых, полученных непосредственными замерами параметров в процессе испытаний, двигателя строятся с сохранением точек на кривых, а графики параметров, полученных путем расчетов, строятся без сохранения точек на кривых.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды испытаний автомобильных двигателей.
2. Почему в стандартах на проведение испытаний двигателей содержатся требования к условиям проведения испытаний и к комплектности двигателя?
3. Какие параметры нужно измерить, чтобы определить мощность двигателя?
4. Объясните по рис. 2 принцип действия механического фрикционного тормоза. Перечислите его достоинства и недостатки.
5. Объясните по рис. 1 и 3 принцип действия электрического тормоза. Перечислите его достоинства и недостатки.
6. Объясните по рис. 4 принцип действия гидравлического штифтового тормоза. Перечислите его достоинства и недостатки.
7. Прокомментируйте рис. 5. Какова стабильность работы механического, электрического и гидравлического тормоза?
8. Прокомментируйте рис. 6. Что характерно для каждого из участков внешней характеристики тормоза?
9. Как установить соответствие тормоза двигателю?
10. Как определить расход топлива двигателем?
11. Как определить расход воздуха двигателем?
12. Как измерить температуру отработавших газов?
13. Как измерить температуру охлаждающей жидкости?
14. Как работает система охлаждения двигателя, установленного на стенде? Почему в ней не применяется радиатор и вентилятор?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. М.: Высшая школа, 1976, 320 С.
2. Двигатели внутреннего сгорания / Под общ. Ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. М.: Машиностроение, 1985.
3. Архангельский В.М., Вихерт М.М., Воинов А.М. и др. Автомобильные двигатели под ред. М.С. Ховаха. М.: Машиностроение, 1987, 591 С.

Составители:
Владимир Иванович Глазунов,
Дмитрий Владимирович Глазунов

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Методические указания
к лабораторной работе № 1
по дисциплинам «Транспортная энергетика»
и «Силовые агрегаты»

Подписано в печать 23.10.2020.
Формат 60x84¹/₁₆. Офсетная печать.
Объем 1,75 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 144

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, д. 2а