

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам №10,11,12,13
по дисциплине “Автомобильные двигатели”
для студентов направления 6.070106
“Автомобильный транспорт”
всех форм обучения.

Севастополь
2012

УДК 629.113

Методические указания к лабораторным работам №10,11,12,13 по дисциплине “Автомобильные двигатели” / Сост. П.К Сопин., И.Ю. Чуйко. – Севастополь: Изд-во Сев НТУ, 2012.–24 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при изучении двигателей внутреннего сгорания на лабораторных занятиях.

Методические указания предназначены для студентов направления “Автомобильный транспорт” всех форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Автомобильного транспорта
(Протокол № 4 от 28 декабря 2011 г.)

Допущено научно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Волошина Н.А., доц., каф. АПС, канд.тех.наук.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа №10. Изучение стенда для испытания и снятия характеристик автомобильных двигателей.....	4
2. Лабораторная работа №11. Исследование частичной скоростной характеристики двигателя	10
3. Лабораторная работа №12. Исследование скоростной характеристики холостого хода двигателя.....	13
4. Лабораторная работа №13. Исследование регулировочной характеристики двигателя по углу опережения зажигания.....	16
Библиографический список.....	21
Приложение А – График перевода величины расхода воздуха	
Приложение Б – Протокол испытаний	

10. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

ИЗУЧЕНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ И СНЯТИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: закрепить полученные знания студентов, привить навыки самостоятельного проведения испытаний двигателей и ознакомить с методикой испытаний и определения погрешностей измерений, обработки и анализа полученных результатов.

Задачи работы: изучение различных видов характеристик двигателей и определение их параметров.

В процессе самостоятельной подготовки к лабораторной работе и ее выполнения студент должен:

- научиться экспериментально определять основные характеристики двигателей;
- ознакомиться с видами испытаний автомобильных двигателей;
- изучить и освоить методику и технику измерения основных величин в процессе испытания ДВС.

10.1. Теоретический раздел

Особенностью автомобильного двигателя является его работа при изменении скоростного режима в широком диапазоне. При любом числе оборотов коленчатого вала двигатель должен устойчиво работать при всех нагрузках.

По условиям баланса мощности автомобиля двигатель, кроме мощности, используемой для преодоления трения в силовой передаче, сопротивления качению и сопротивления воздуха, должен иметь определенный запас мощности для преодоления дополнительных сопротивлений, возникающих при движении автомобиля на подъеме, трогании с места, разгоне и т. п. На всех эксплуатационных режимах двигатель должен работать с наибольшей экономичностью.

Двигатель для автомобиля выбирают по характеристикам, которые определяют его качество и пригодность к работе в различных условиях. Эти характеристики позволяют также сравнивать между собой различные двигатели.

В эксплуатационных условиях двигатель работает почти все время при непрерывно изменяющихся неустановившихся режимах. Однако получение полных данных, характеризующих работу двигателя на таких режимах, затруднительно. Поэтому общепринятые характеристики снимают во время испытания двигателей на тормозном стенде при установившихся режимах.

При необходимости получения более полных данных, а также в случае каких-либо дополнительных исследований разрабатывается методика, предусматривающая снятие дополнительных характеристик (скоростных, регулировочных) или испытание двигателя, установленного на автомобиле (испытания в городском цикле).

Для нагружения двигателя при испытании применяют специальные тормозные устройства различных конструкций. Наиболее распространенными являются гидравлические, механические и электрические тормозные устройства.

Электрические тормозные устройства сложнее по устройству и дороже гидравлических, но имеют ряд преимуществ. Они обладают обратимостью, т. е. дают возможность проворачивать коленчатый вал двигателя от тормозного устройства, и могут преобразовывать механическую энергию двигателя в электрическую, отдаваемую в электрическую сеть (рекуперация).

Испытательные стенды с электрическими динамометрами постоянного тока представляют собой измерительное оборудование, предназначенное для привода или торможения испытуемых объектов и одновременно для измерения крутящего момента и оборотов коленчатого вала. Стенды используются прежде всего в двух основных режимах, т.е. в режиме $n = \text{konst.}$ либо $M = \text{konst.}$ Электрические динамометры выделяются высокой точностью регулирования, возможностью легкого управления и широким диапазоном рабочих режимов. Могут работать в обоих направлениях вращения (реверсироваться).

Электрический тормоз представляет собой машину постоянного тока с независимым возбуждением. Отличие электрического тормоза (балансирная динамомашинa) от обычной машины постоянного тока заключается в том, что у тормоза статор установлен на шарикоподшипниках, закрепленных в стойках станины, и может поворачиваться вокруг своей оси (рисунок 10.1).

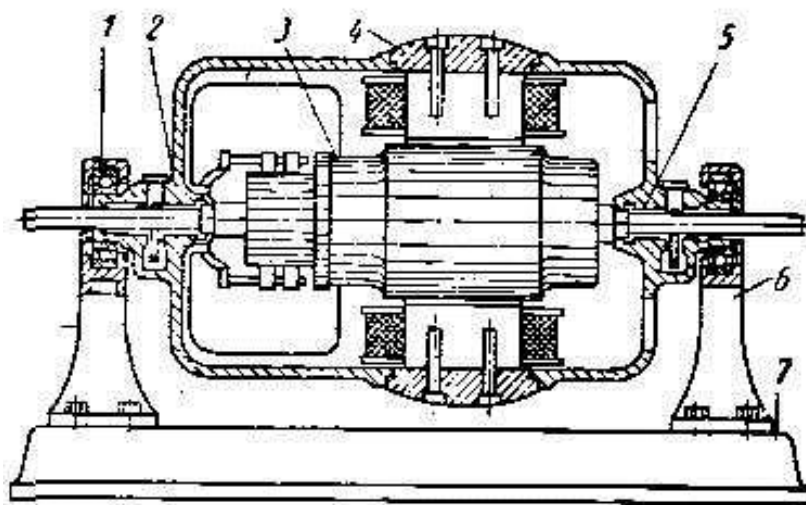


Рисунок 10.1 - Схема электротормоза постоянного тока:

1 - подшипник статора; 2 - статор; 3 - якорь; 4 - полюс статора с обмоткой возбуждения; 5 - подшипник якоря; 6 - стойка; 7 - станина.

Двигатель через упругую муфту соединяется с валом якоря тормоза. Торможение двигателя осуществляется вследствие взаимодействия магнитных полей якоря и статора. Число оборотов и нагрузка двигателя регулируются путем изменения силы тока в обмотках возбуждения тормоза, питаемых от независимого источника постоянного тока.

Реактивный крутящий момент замеряют с помощью рычага, укрепленного на статоре тормоза и соединенного с весовым устройством, оттарированным

в килограммах или в килограммометрах. Электрическая энергия, вырабатываемая электрическим тормозом при торможении двигателя, поглощается нагрузочными реостатами или с помощью специальных устройств отдается в электрическую сеть. В последнем случае достигается наибольший экономический эффект за счет рекуперации энергии испытываемого двигателя.

Экономически выгодным является применение электрических динамометров постоянного тока в тех случаях, когда необходимо использовать режим работы генератора и режим работы двигателя и не требуются высокие максимальные обороты, например при технологической обкатке и испытаниях двигателей тяжелого топлива с самовоспламенением от сжатия, испытаниях коробок передачи, раздаточных коробок и подобных.

10.2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из испытательного стенда и двигателя внутреннего сгорания модели МеМЗ-245 (рисунок 10.2). Испытательный стенд в базовой комплектации состоит из динамометра постоянного тока, асинхронного электродвигателя, генератора, компаунд-генератора, весов и пульта управления стендом.

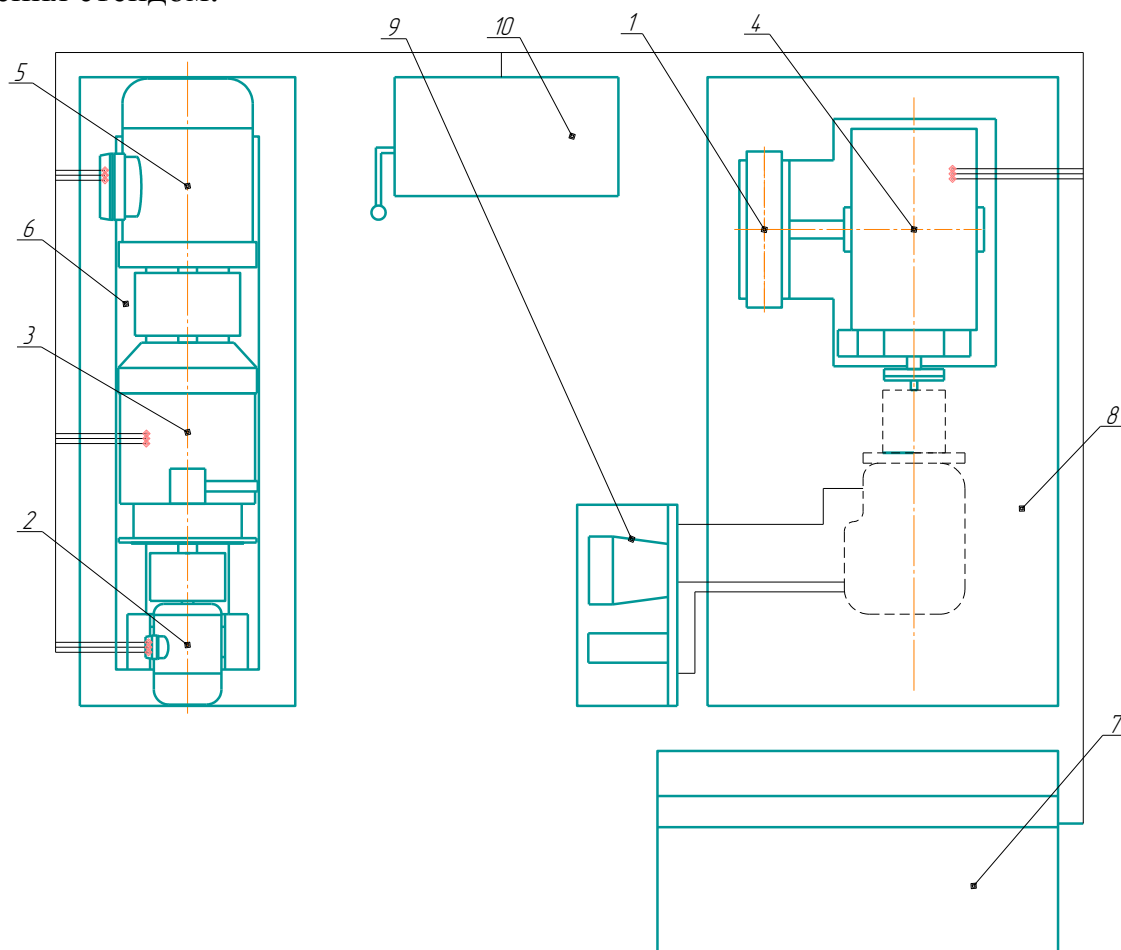


Рисунок 10.2 – Принципиальная схема лабораторной установки:

1 – весы; 2 – генератор; 3 – двигатель асинхронный; 4 – динамометр постоянного тока; 5 – компаунд-генератор; 6 – плита; 7 – пульт управления; 8 – рама; 9 – тележка передвижная; 10 – щит силовой.

Асинхронный электродвигатель приводит во вращение генератор, который осуществляет электропитание динамометра. Электродвигатель и генератор установлены на отдельной раме. Динамометр, весы и испытуемый ДВС смонтированы на одной плите. Корпус динамометра имеет возможность проворачиваться на своих подшипниках при создании им тормозного момента. Рычаг, жестко закрепленный на корпусе динамометра, взаимодействует с механизмом весов, показывающих величину силы, действующей на конец рычага. Рядом с испытуемым двигателем устанавливается передвижная тележка с измерительными приборами. Двигатель соединен с тормоз-генератором посредством пальцевой муфты и установлен на специальной подставке, позволяющей при необходимости произвести его замену.

10.3. Порядок проведения работы

Перед проведением работы студенты должны повторить соответствующие разделы лекционного материала, ознакомиться с теоретическим разделом методических указаний. Преподаватель под роспись доводит требования техники безопасности, знакомит с характеристиками объекта испытаний, методикой и техникой выполнения работ, проверяет подготовленность к выполнению студентов лабораторной работы.

Подготовка и включение стенда, пуск двигателя выполняются под руководством преподавателя или инженера по учебному процессу.

Порядок включения стенда.

- 1) Автоматом включить пульт управления.
- 2) Проверить нахождение реостата в нулевом положении.
- 3) Установить полярность возбуждения в положение I.
- 4) Напряжение в цепи управления (кнопка A1) установить в положение I.
- 5) Включить вентилятор и масляный насос динамометра (кнопки A7 и A8).
- 6) Включить главный двигатель M1 (кнопка A6).
- 7) Включить ход динамометра в режим электродвигателя (кнопка A11).
- 8) Включить правый автомат.
- 9) Установить необходимую частоту вращения вала динамометра реостатом.
- 10) Для перехода динамометра в режим работы генератора нажать ход без реле обратного тока (кнопка A9), затем ход в режим генератора (кнопка A10) и дождаться выключения лампы A9. Далее выполнять пункт 9.

Перед испытаниями двигатель прогревают до температуры охлаждающей жидкости 85 - 90° С и температуры масла 80 - 85° С. После прогрева двигателя студенты по указанию преподавателя устанавливают несколько режимов работы двигателя, осуществляют торможение двигателя тормоз-генератором, изменяют нагрузку. На каждом установившемся режиме работы двигатель должен проработать 10 минут.

Порядок выключения стенда.

- 1) Выключить главный двигатель M1 (кнопка A3).

2) Поставить переключатель А1 в положение «0», полярность возбуждения в «0».

3) Выключить автоматы.

В процессе проведения испытаний данные измерений заносятся в протокол (приложение Б). По окончании испытаний результаты измерений обрабатываются и по ним строятся графики внешней скоростной или регулировочной характеристики на листе формата А4. Материалы испытаний студенты предъявляют преподавателю, который после проверки результатов расписывается в протоколе.

10.4. Порядок проведения теоретических расчетов

При проведении лабораторной работы на основании полученных данных экспериментальным путем рассчитываются следующие параметры:

1) Эффективная мощность двигателя, кВт:

$$Ne = \frac{M_k \cdot n}{9550}, \quad (10.1)$$

где M_k - крутящий момент, Нм;

n - частота вращения коленчатого вала, об/мин.

2) Часовой расход топлива, кг/ч:

$$Gm = \frac{3600 \cdot Vm \cdot \rho_m}{\tau_m}, \quad (10.2)$$

где Vm - объем топлива, потраченный за время испытаний, м³;

$\rho_m = 756 \text{ кг/м}^3$ - плотность бензина при n/y ,

τ_m - продолжительность измерения расхода топлива, с.

3) Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт ч):

$$g_e = \frac{10^3 \cdot Gm}{Ne}. \quad (10.3)$$

4) Плотность воздуха, кг/м³:

$$\rho_v = \frac{P_0}{Rv \cdot T_0}, \quad (10.4)$$

где P_0 - атмосферное давление во время проведения испытаний, Па;

R_v - газовая постоянная воздуха $R_v = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

T_o - абсолютная температура воздуха на впуске, К.

5) Часовой расход воздуха, кг:

$$G_v = \frac{3600 \cdot \Delta V_v \cdot \rho_v}{\tau_v}, \quad (10.5)$$

где ΔV_v - объем воздуха, затраченного за время испытаний, м³;

τ_v - продолжительность измерения расхода воздуха, с.

6) Коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{G_v}{G_m \cdot l_o}, \quad (10.6)$$

где l_o - количество воздуха, термически необходимого для полного сгорания 1 кг топлива, $l_o = 14.94 \text{ кг воздуха/кг топлива}$ (для бензина).

7) Коэффициент наполнения:

$$\eta_v = \frac{1000 \cdot G_v}{30 \cdot V_h \cdot \rho_v \cdot n}, \quad (10.7)$$

где V_h - рабочий объем двигателя, м³.

Результаты вычислений занести в протокол (приложение Б).

10.5. Содержание отчета

- 1) Цель лабораторной работы
- 2) Теоретический раздел.
- 3) Схема лабораторной установки.
- 4) Методика проведения расчетов.
- 5) Выводы.

10.6. Контрольные вопросы

- 1) Виды характеристик автомобильных двигателей
- 4) Виды стендов для испытания ДВС.
- 5) Краткое описание стенда для снятия скоростных характеристик (СХ).
- 6) Влияние внешних факторов на работу ДВС.

11. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТИЧНОЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить характер и методику определения частичной скоростной характеристики

11.1. Теоретический раздел

Скоростной характеристикой называют зависимость от числа оборотов n , эффективной мощности N_e , эффективного крутящего момента M_e , часового G_T и эффективного удельного расходов топлива g_e при открытой дроссельной заслонке в карбюраторном двигателе или при положении рейки топливного насоса, соответствующем установленной подаче топлива в дизеле. При снятии характеристики регистрируются и другие показатели двигателя. Отличие частичной скоростной характеристики от внешней в том, что она снимается при открытой дроссельной заслонке на заданный угол, когда внешняя скоростная характеристика снимается при полностью открытой заслонке.

Автомобильный двигатель не может воспринимать нагрузку при малых числах оборотов коленчатого вала. Это объясняется тем, что при очень малых числах оборотов увеличена отдача теплоты в стенки цилиндров, пропуски газов через поршневые кольца и несоответствие фаз газораспределения приводят к резкому снижению массового наполнения и ухудшению осуществления процесса сгорания. Поэтому существует нижний предел числа оборотов коленчатого вала n_{min} , при котором двигатель может устойчиво работать во всем диапазоне изменения нагрузок.

На рисунке 11.1 показан характер изменения η_v для карбюраторного двигателя от числа оборотов. Примерно такой же характер изменения имеют среднее индикаторное давление p_i и прямо пропорциональный ему крутящий момент M_i .

Обычно в автомобильных двигателях номинальное число оборотов $n_{ном}$ выбирают несколько большим n_e , что обеспечивает устойчивую работу двигателя в зоне максимального скоростного режима. С увеличением числа оборотов более $n_{ном}$ мощность не возрастает из-за резкого уменьшения среднего эффективного давления p_i , а динамические нагрузки на основные детали и их износ повышаются. Поэтому эксплуатация двигателя под нагрузкой при числе оборотов выше номинального нецелесообразна, а при разном — недопустима. Чтобы исключить возможность перехода на разномный режим и облегчить вождение автомобиля при работе двигателя на номинальном режиме, устанавливают ограничитель — регулятор максимального числа оборотов, который при снижении нагрузки автоматически прикрывает дроссельную заслонку. При установке такого ограничителя в случае уменьшения нагрузки двигателя число оборотов от $n_{ном}$ несколько повышается, достигая при холостом ходе $n_{ххmax}$.

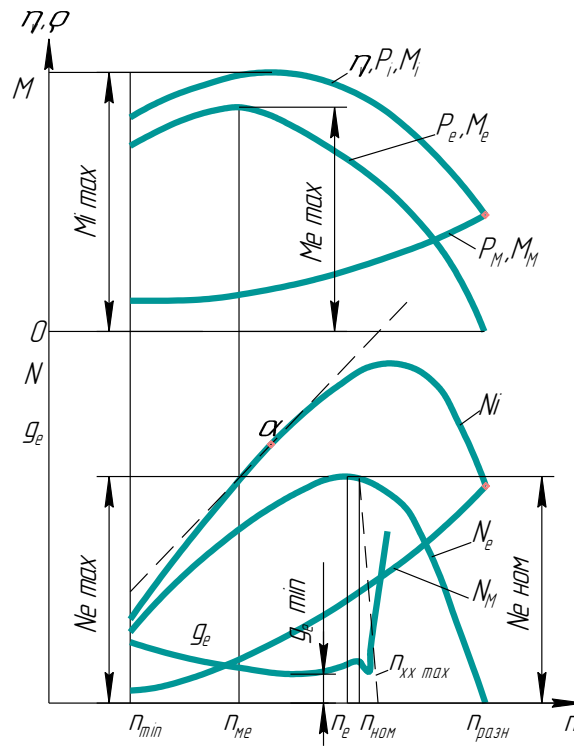


Рисунок 11.1 - Характер изменения основных величин внешней скоростной характеристики карбюраторного двигателя

На рисунке 11.1 показан характер изменения эффективного удельного расхода топлива от числа оборотов. В диапазоне от $n_{ном}$ до $n_{ххmax}$, где действует ограничитель числа оборотов, вначале вследствие увеличения, а при прикрытии дроссельной заслонки удельный расход топлива несколько снижается, а затем из-за уменьшения механического и индикаторного КПД (у карбюраторных двигателей) возрастает.

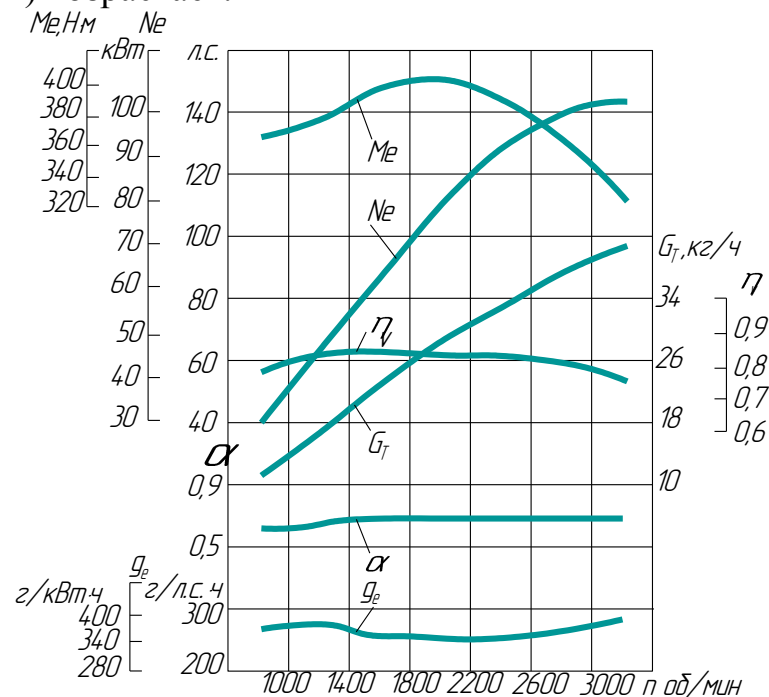


Рисунок 11.2 - Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя ЗИЛ-130

На рисунке 11.2 показана внешняя скоростная характеристика восьмицилиндрового карбюраторного двигателя ЗИЛ-130, а также кривые коэффициентов наполнения и избытка воздуха. Величины мощности и крутящего момента с индексом ноль приведены к нормальным условиям ($p_0 = 1,013 \text{ бар} = 1,033 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм рт.ст.}$ и $t_0 = 15^\circ\text{C}$).

11.2. Лабораторное оборудование

- 1) Стенд испытательный
- 2) Двигатель МеМЗ 245
- 3) Компьютер

11.3. Порядок проведения работы

- 1) Включить стенд (пункт 10.3)
- 2) Установить необходимый режим работы двигателя:
 - вывести двигатель на заданную преподавателем частоту вращения коленчатого вала для данного режима;
 - произвести нагружение двигателя стендом;
 - снять необходимые показания для соответствующего режима и занести в протокол (приложение Б).
- 3) Несколько раз производить действия пункта 11.3 подпункта 2 с интервалом 300 об/мин в сторону уменьшения частоты вращения двигателя.
- 4) Выключить стенд (пункт 10.3).

11.4. Порядок проведения теоретических расчетов

Расчеты производятся согласно методике, изложенной в методических указаниях (пункт 10.4., формулы 10.1 – 10.7)

11.5. Содержание отчета

- 1) Цель лабораторной работы.
- 2) Теоретические сведения.
- 3) Протокол (приложение Б) с результатами измерений и вычислений.
- 4) Расчеты по лабораторной работе.
- 5) Графики скоростной характеристики.
- 6) Выводы.

11.6. Контрольные вопросы

- 1) Понятие скоростной характеристики (СХ).
- 2) Назначение СХ.
- 3) Условия снятия СХ.

12. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОСТОГО ХОДА ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы – изучение методики проведения характеристики холостого хода двигателя

12.1. Теоретический раздел

Характеристика холостого хода является скоростной, она показывает зависимость расхода топлива G_T и других параметров двигателя от частоты вращения при работе без внешней нагрузки. Снимается характеристика в диапазоне частот вращения от минимально устойчивой до такой, которая составляет 60% от максимальной. Двигатель предварительно прогревается до рабочего температурного режима. Характеристика холостого хода представляет собой графическое изображение часового расхода топлива при работе двигателя без нагрузки. Для карбюраторных двигателей ее часто изображают также в виде графика разрежения Δp_{en} в задрессельном пространстве впускного тракта.

Увеличение частоты вращения достигается открытием дроссельных заслонок, однако угол их открытия небольшой, что приводит к небольшому разрежению на линии впуска Δp_K и коэффициента наполнения цилиндра η_v . С увеличением частоты вращения расход топлива G_T и воздуха G_B увеличивается.

Коэффициент избытка воздуха α сначала уменьшается (смесь обогащается), а при более интенсивном увеличении расхода воздуха, по сравнению с топливом, увеличивается.

Для дизеля начальную точку этой характеристики снимают при положении рейки топливного насоса, обеспечивающем наименьшую устойчивую частоту вращения в режиме холостого хода. Для карбюраторного двигателя начальная точка характеристики режима холостого хода снимается при закрытой до упора дроссельной заслонке.

Удовлетворительной считается такая характеристика режима холостого хода, при которой часовой расход топлива G_T увеличивается с ростом частоты вращения коленчатого вала. При таком характере протекания зависимости $G_T=f(n)$ возможен сравнительно быстрый переход на нагрузочный режим.

Характеристику режима холостого хода снимают на испытательном стенде при отсоединенном от двигателя тормозном устройстве. Вначале измеряют параметры в режиме холостого хода при минимально устойчивой частоте вращения коленчатого вала. Изменение скоростного режима осуществляется для дизелей перемещением органа управления топливоподачей, а в карбюраторном двигателе — путем открытия дроссельной заслонки.

При снятии характеристики холостого хода тормоз отсоединяют и путем выбора положения дроссельной заслонки или рейки насоса изменяют частоту вращения вала прогретого двигателя от минимальной устойчивой до частоты

вращения, равной $0,5 \cdot n_{ном}$, соблюдая установленную регулировку приборов питания и зажигания.

Для дизелей характеристику снимают от максимальной частоты вращения холостого хода n_{max} до минимально устойчивой частоты вращения вала (колебания не должны превышать $\pm 5\%$).

Типичная характеристика холостого хода двигателя показана на рисунке 12.1. От стабильности протекания этой характеристики в значительной степени зависит токсичность двигателя. Минимальную частоту вращения коленчатого вала ДВС на холостом ходу определяют путем постепенного прикрытия дроссельной заслонки или уменьшения подачи топлива (в дизелях) до наступления неустойчивого режима работы двигателя, после чего частоту вращения вала увеличивают до наступления устойчивой работы ДВС в течение 10 минут.

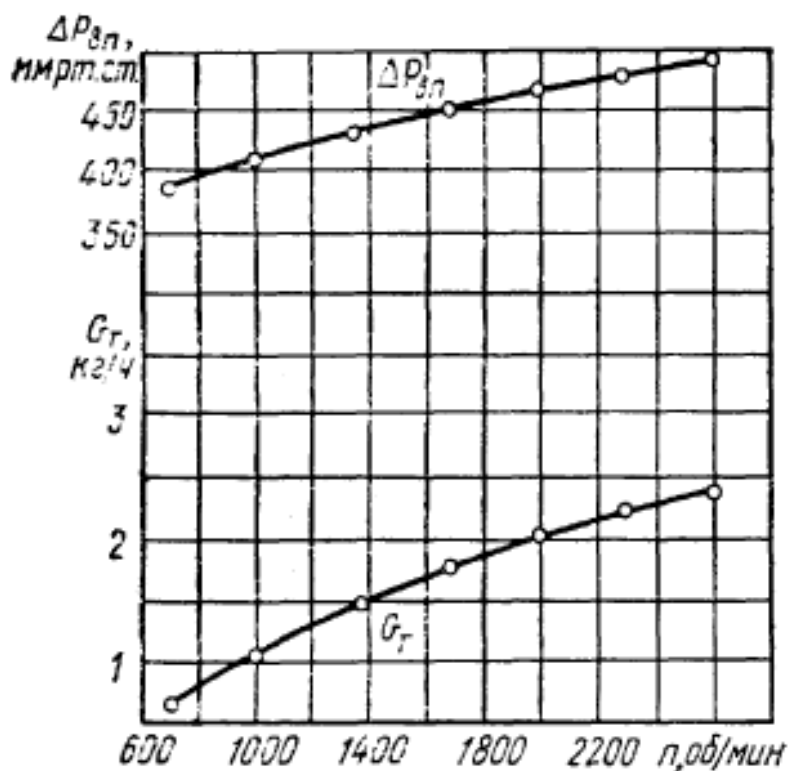


Рисунок 12.1 – Характеристика холостого хода двигателя

12.2. Лабораторное оборудование

- 1) Стенд испытательный
- 2) Двигатель МеМЗ 245
- 3) Компьютер

12.3. Порядок проведения работы

- 1) Включить стенд (пункт 10.3)
- 2) Установить режим холостого хода двигателя
- 3) Снять необходимые показания для соответствующего режима и занести их в протокол
- 4) Выключить стенд (пункт 10.3)

12.4. Порядок проведения теоретических расчетов

Расчеты производятся согласно методике изложенной методических указаниях (пункт 10.4., формулы 10.1 – 10.7)

12.5. Содержание отчета

- 1) Цель лабораторной работы
- 2) Теоретические сведения
- 3) Протокол (приложение Б) с результатами измерений и вычислений.
- 4) Расчеты по лабораторной работе.
- 5) Выводы.

12.6. Контрольные вопросы

- 1) Понятие характеристики холостого хода.
- 2) Назначение характеристики.
- 3) Условия снятия характеристики.

13. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО УГЛУ ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы – изучение методики проведения испытания двигателя на регулировочных характеристиках по углу опережения зажигания

13.1. Теоретический раздел

При изучении процесса сгорания было установлено, что качество его протекания зависит от некоторых параметров, которые могут быть подобраны при испытании двигателя. В карбюраторных двигателях такими параметрами являются угол опережения зажигания (УОЗ) и состав горючей смеси; в дизелях — угол опережения начала впрыска топлива и положение рейки в упоре, при котором достигается бездымное сгорание. Характеристики, снимаемые для получения оптимальных показателей двигателя в зависимости от указанных параметров, называются регулировочными характеристиками.

Такие характеристики используются:

- для нахождения оптимальных значений УОЗ на различных скоростных и нагрузочных режимах работы двигателя при заданной регулировке топливоподающей системы;
- для определения предельных мощностных и экономических показателей двигателя;
- для выбора регулировок автоматов управления УОЗ;
- для оценки требований к октановому числу топлива.

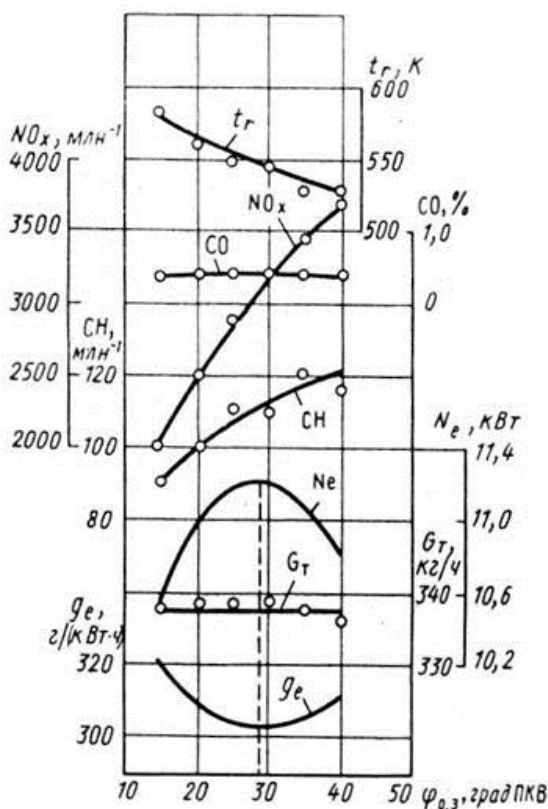


Рисунок 13.1 - Регулировочная характеристика по УОЗ: $\eta_v=0,50$; $\alpha=1,01$

Вследствие постоянства расхода топлива зависимости N_e и g_e от $\varphi_{0.3}$ имеют обратный характер (рисунок 13.1), а максимум N_e и минимум g_e достигаются при одном и том же значении $\varphi_{0.3}$. Этот УОЗ называется оптимальным $\varphi_{0.3.опт}$. Зажигание называется *поздним*, если $\varphi_{0.3} < \varphi_{0.3.опт}$, и *ранним*, если $\varphi_{0.3} > \varphi_{0.3.опт}$.

На рисунке 13.2 приведены регулировочные характеристики автомобильного двигателя. Такие характеристики снимают при постоянном положении дроссельной заслонки. В этих условиях в зависимости от УОЗ меняется мощность и соответственно экономичность двигателя. Такие характеристики используют при доводке, испытаниях и регулировке двигателя.

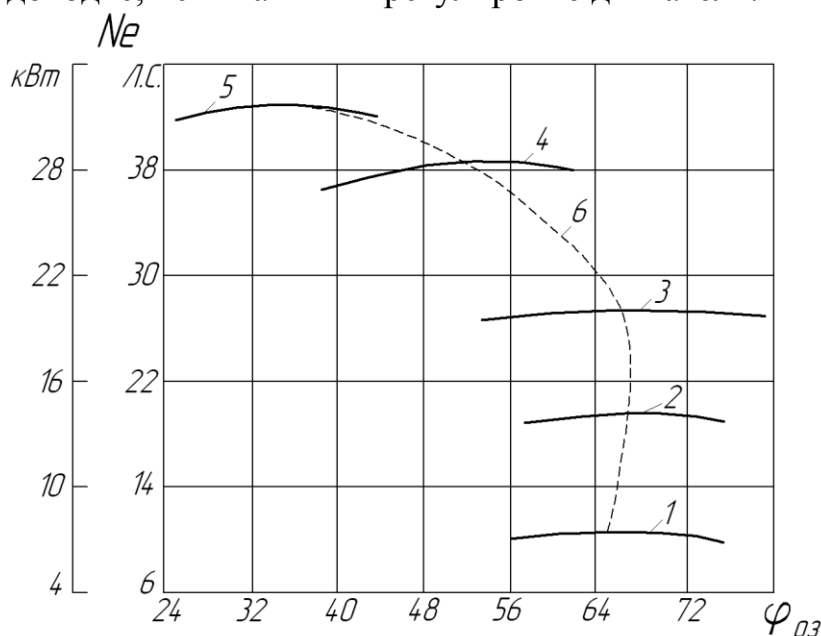


Рисунок 13.2 – Регулировочные характеристики по углу опережения зажигания автомобильного бензинового карбюраторного двигателя при частоте вращения коленчатого вала $n=3450$ об/мин и различных положениях дроссельной заслонки

1 - $\alpha=1,035$ и $\eta_v=0,33$; 2 - $\alpha=1,10$ и $\eta_v=0,48$; 3 - $\alpha=1,16$ и $\eta_v=0,63$; 4 - $\alpha=1,15$ и $\eta_v=0,80$; 5 - $\alpha=1,88$ и $\eta_v=0,78$; 6 – оптимальный угол опережения зажигания при регулировке карбюратора на максимальную экономичность.

По результатам опытов, проведенным при нескольких положениях дроссельной заслонки и различных числах оборотов коленчатого вала, выбирают оптимальные значения углов опережения зажигания в зависимости от нагрузочного и скоростного режимов.

На рисунке 13.3 показаны результаты влияния угла опережения зажигания двигателя ГАЗ-21 на его мощность при различных числах оборотов коленчатого вала и полностью открытой дроссельной заслонке.

Оптимальные углы опережения зажигания при разных числах оборотов коленчатого вала соединены штриховой линией. Обычно в целях предотвращения возможности появления детонации выбирают несколько меньший угол опережения зажигания.

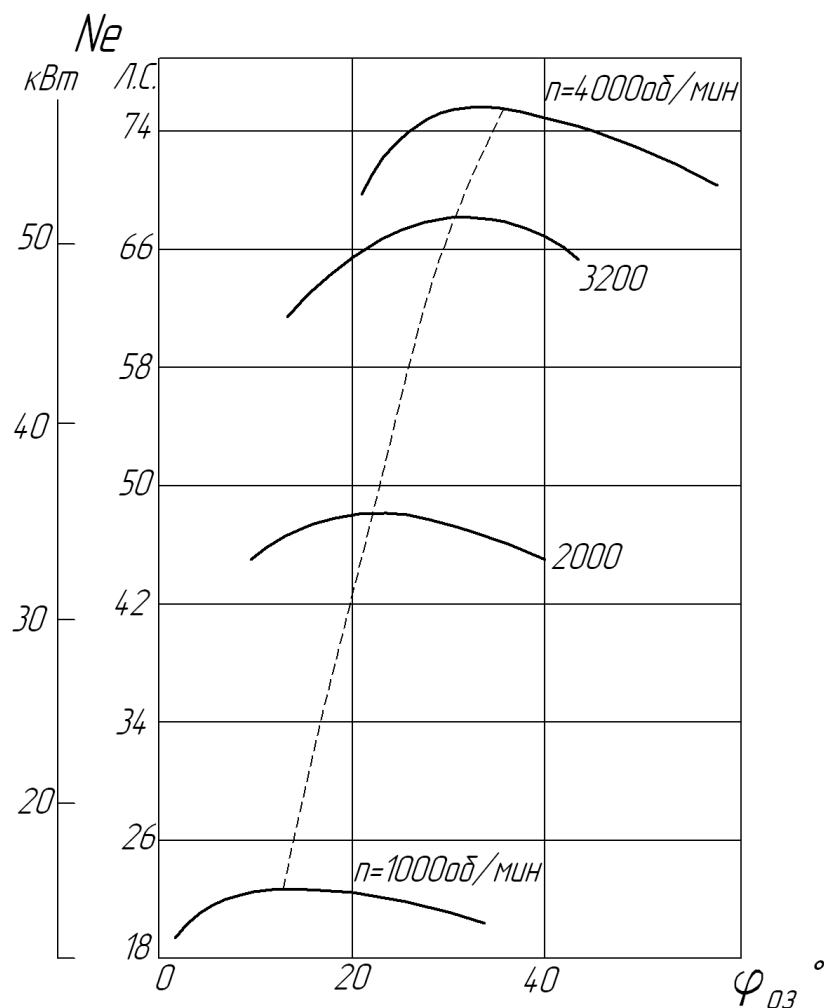


Рисунок 13.3 – Регулировочные характеристики по углу опережения зажигания двигателя ГАЗ-21 при различной частоте вращения коленчатого вала и полностью открытой дроссельной заслонке карбюратора

Отклонение УОЗ от оптимального в действительном цикле эквивалентно изменению момента подвода теплоты относительно ВМТ в термодинамическом цикле. Теплота, выделившаяся при сгорании в конце такта сжатия и в начале такта расширения после прохождения поршнем ВМТ, не может быть использована с той же полнотой, как теплота, сообщенная в ВМТ, из-за уменьшения степени расширения.

При раннем зажигании из-за повышения p_z и T_z в цикле возрастают потери теплоты в стенки, а также потери от утечек рабочего тела. Это уменьшает количество теплоты, израсходованной на изменение внутренней энергии и на совершение полезной работы. Линия расширения в этом случае располагается ниже линии расширения при оптимальном зажигании, что приводит к снижению температуры отработанных газов (ОГ) (рисунок 13.4). Вследствие повышения температуры поверхности камеры сгорания и последних порций несгоревшей смеси при раннем зажигании увеличивается склонность двигателя к детонации.

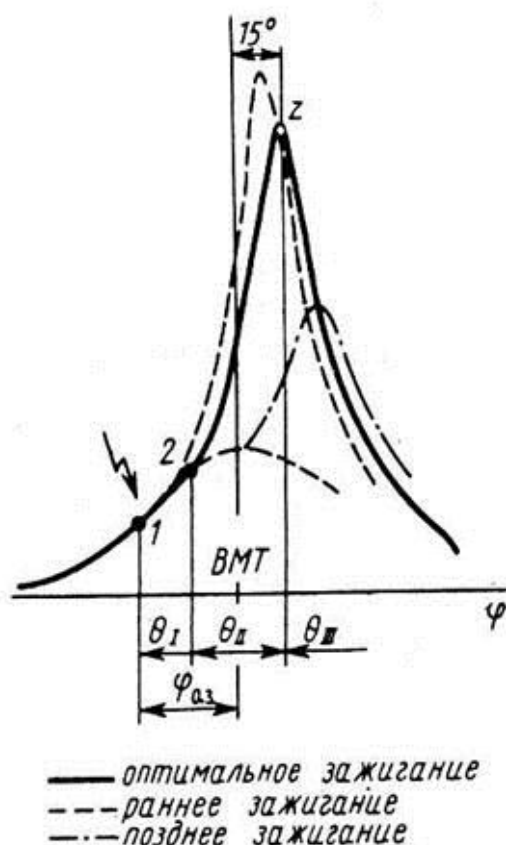


Рисунок 13.4 - Индикаторные диаграммы при оптимальном, раннем и позднем зажигании

При позднем зажигании увеличивается температура рабочего тела в процессе расширения, что приводит к увеличению потерь теплоты с ОГ и перегреву некоторых деталей двигателя.

УОЗ существенно влияет на токсичность ОГ.

Величина $\varphi_{0.3.опт}$ зависит от режима работы двигателя. С увеличением n возрастает длительность начальной фазы сгорания, выраженная в градусах ПКВ. Для сохранения оптимального положения второй фазы сгорания относительно ВМТ необходимо увеличить УОЗ.

Снижение нагрузки двигателя ухудшает условия воспламенения смеси из-за уменьшения давления в цилиндре в конце сжатия, увеличения относительного содержания ОГ в рабочей смеси, уменьшения энергии искрового разряда, снижения турбулизации заряда. Все это также увеличивает длительность начальной фазы сгорания и требует увеличения УОЗ.

Иногда искусственно уменьшают УОЗ, делая его меньше $\varphi_{0.3.опт}$ с целью уменьшения содержания NO_x в ОГ или для подавления детонации.

13.2. Лабораторное оборудование

- 1) Стенд испытательный.
- 2) Двигатель МеМЗ 245.
- 3) Компьютер.
- 4) Стробоскоп

13.3. Порядок проведения работы

- 1) Включить стенд (пункт 10.3)
- 2) Характеристику начинать снимать при позднем угле зажигания (10-20 град.), постепенно увеличивая его до появления детонационных стуков. При каждом новом значении угла опережения зажигания изменением нагрузки двигателя поддерживать его постоянную частоту вращения.
- 3) Отметить в журнале наблюдений появление детонационных стуков во время испытаний бензинового двигателя на больших углах опережения зажигания.
- 4) Выключить стенд (пункт 10.3)

13.4. Порядок проведения теоретических расчетов

Расчеты производятся согласно методике изложенной в методических указаниях (пункт 10.4., формулы 10.1 – 10.7)

13.5. Содержание отчета

- 1) Цель лабораторной работы
- 2) Теоретические сведения
- 3) Протокол (приложение Б) с результатами измерений и вычислений.
- 4) Расчеты по лабораторной работе.
- 5) Регулировочная характеристика.
- 6) Выводы.

13.6. Контрольные вопросы

- 1) Понятие регулировочной характеристики.
- 2) Назначение регулировочных характеристик.
- 3) Условия снятия регулировочной характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимченко Г.И. Автомобильные двигатели: Учебное пособие для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Г.И. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Е. Долганов.— Харьков: Основа, 1985. — 343 с.
2. Ховах М.С., Автомобильные двигатели/ М.С. Ховах, Г.С. Маслов.— М.: Машиностроение, 1971. - 456 с.
3. Богданов С. Н. Автомобильные двигатели/ С.Н. Богданов, М.М. Буренков, И. Е. Иванов.— Машиностроение, 1987. - 470 с.

Приложение А
(справочное)

График перевода величины расхода воздуха.

$G_{B/t}, T_B \times 0.01$

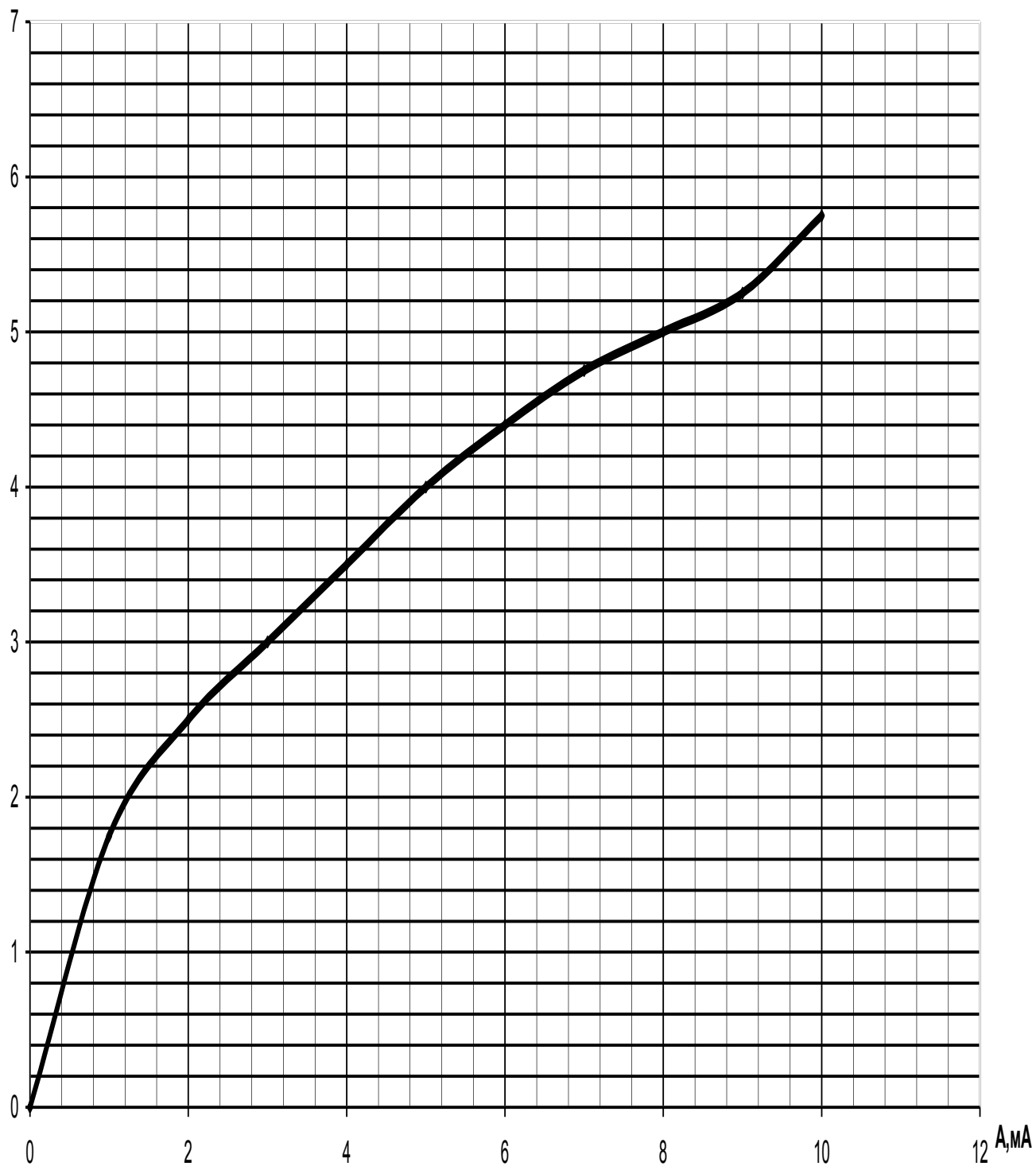


Рисунок А1 – Тарировочный график расходомера воздуха

Протокол № _____ испытаний двигателя

_____ (название характеристики)

Двигатель _____ (тип модель) V_л _____

Стенд MS 2218 -4 Атмосферное давление _____

Топливо _____ Температура _____

Исследования проводил:
группа _____

Фамилия И.О. _____ Дата исследования " _____ " _____ 20 _____

Приложение Б (обязательное)

№ п/п	Измеряемые величины											Расчётные величины								
	n, мин ⁻¹	M _{кр} , Н·м	ΔG _т , Г	τ _т , с	ΔV _в , м ³	τ _в , с	Θ, град	t _{вод} , °С	t _{в.ч.} , °С	t _м , °С	p _м , МПа	При меч.	N _е , кВт	G _т , кг/ч	G _в , кг/ч	q _е , $\frac{\Gamma}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}$	α	η _v	При меч.	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				

Заказ № _____ от «____» _____ 20____ Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ