

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

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

Кафедра «Автомобильный транспорт и автосервис»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Силовые агрегаты»
для студентов направления 190600.62

Часть третья

Курган 2014

Кафедра: «Автомобильный транспорт и автосервис»

Дисциплина: «Силовые агрегаты»
(направление 190600.62).

Составили: канд. техн. наук, доц. Я.А. Борщенко; канд. техн. наук,
доц. А.В. Савелье.

Составлены на основе переработанных и дополненных методических указаний
«Автомобильные двигатели» / Я.А. Борщенко, И.И. Дик. Курган: Изд-во КГУ,
2003.

Утверждены на заседании кафедры «26» октября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья»
«22» ноября 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Порядок выполнения лабораторных работ.....	5
1.1 Содержание отчета по лабораторной работе	5
2 Лабораторные работы по снятию характеристик дизелей.....	5
2.1 Лабораторная работа №1. Нагрузочная характеристика дизеля	6
2.1.1 Общие положения	6
2.1.2 Методика испытания и измеряемые величины.....	8
2.1.3 Обработка данных и построение характеристики	9
2.2 Лабораторная работа №2. Регулировочная характеристика по углу опережения впрыска на разных нагрузочных режимах дизеля.....	10
2.2.1 Общие положения	10
2.2.2 Методика испытания и измеряемые величины.....	11
2.2.3 Обработка данных и построение характеристики	11
2.3 Лабораторная работа №3. Сравнительный анализ нагрузочных характеристик бензинового и дизельного двигателей.....	13
2.3.1 Общие положения	13
2.3.2 Методика испытания и измеряемые величины.....	13
2.3.3 Обработка данных и построение характеристики	14
Список литературы	16

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение лабораторного практикума по теории двигателей внутреннего сгорания позволяет закрепить знания по характеристикам ДВС, выработать навыки по испытаниям двигателей. Выполнение лабораторных работ на ЭВМ, имитирующих испытания ДВС, позволяет повысить эффективность учебного процесса, и, в частности:

- индивидуализировать процесс лабораторных работ (каждый студент самостоятельно выполняет задание и анализирует полученные результаты);
- сократить учебное время на выполнении рутинных операций при проведении эксперимента и более продуктивно его использовать на исследования влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на параметры и показатели ДВС;
- обеспечить возможность проведения сложных исследований, требующих современных дорогостоящих моторных стендов, выполнения длительных и большого объема натуральных экспериментов или экспериментов, имитирующих экстремальные ситуации;
- выработать определенные навыки и умения, необходимые при испытаниях двигателей.

1 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При снятии как скоростных, так и нагрузочных характеристик следует придерживаться общего порядка выполнения эксперимента:

- 1 Запустить программу на выполнение.
- 2 С помощью управляющего поля «меню» вызвать на экран основное меню.
- 3 Через основное меню перейти в режим «стенд», используя для этого поле «стенд».
- 4 Установить регулировки двигателя, которые будут изменяться при проведении эксперимента. Для этого используется поле «доп. панель управления».
- 5 Управляя моментом тормозной установки стенда и подачей топлива, по показаниям приборов вывести двигатель на требуемый режим работы.
- 6 Произвести измерения параметров двигателя, используя поле замер.
- 7 Изменяя момент тормоза или подачу топлива, произвести следующий замер, шаг изменения по частоте или положению подачи топлива определяется с расчетом получения 8...10 точек.
- 8 После замеров при включенной подаче топлива, в случае необходимости, произвести замеры в тех же точках в режиме выключенной подачи топлива – режим прокрутки.
- 9 Закончив снятие характеристик, выйти в основное меню и запустить режим построения характеристик двигателя в виде графиков, используя управляющее поле «диаграмма».
- 10 В режиме «протокол» производится просмотр таблицы результатов эксперимента.
- 11 Произвести анализ результатов и оформить отчет.
- 12 Закончить выполнение лабораторной работы, для этого следует выбрать управляющее поле «выход».

1.1 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать:

- 1 Титульный лист, где указывается тема работы, кто выполнил, кто проверил, место и время выполнения.
- 2 Цель работы.
- 3 Исходные данные для проведения эксперимента.
- 4 Методика моделирования.
- 5 Таблица результатов эксперимента.
- 6 Графики полученных зависимостей.
- 7 Анализ результатов и выводы.

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО СНЯТИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЕЙ

Экспериментальные данные для моделирования характеристик дизеля были получены при исследовании ряда моделей двигателей КамАЗ. Это ограничи-

вают возможности изменения рабочего объема двигателей при имитации характеристик.

Выбор условий снятия характеристик:

- допустимый диапазон изменения рабочего объема двигателя при моделировании – 10...12 л;
- допустимый диапазон изменения атмосферного давления $V_0 = 650 \dots 800$ мм. рт. ст.;
- допустимый диапазон изменения температуры окружающего воздуха $t_0 = 0 \dots 40^\circ\text{C}$;
- допустимый диапазон изменения положения рычага управления всережимного регулятора 0...100%;
- допустимый диапазон изменения частоты вращения коленчатого вала 1000...2650 мин⁻¹;
- допустимый диапазон изменения начального угла опережения впрыска 0...+30 град. пкв;
- внутренние механические потери можно изменять с помощью коэффициента $K_{мп}$, который умножается на исходное значение давления механических потерь, $K_{мп} = 0,7 \dots 1,3$;
- изменение сопротивления впускного тракта аналогично производится коэффициентом $K_{вп} = 0,7 \dots 1,3$.

2.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 НАГРУЗОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИЗЕЛЯ

Цель работы: получение навыков снятия нагрузочной характеристики дизеля и ознакомление с характером изменения показателей его работы при изменении нагрузки.

2.1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нагрузочной характеристикой двигателя называют зависимость основных показателей работы двигателя от нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала.

Нагрузочная характеристика снимается с целью выявления зависимости изменения удельного и часового расходов топлива от нагрузки на заданном скоростном режиме. Здесь же наносятся зависимости содержания токсических компонентов в ОГ. Так как автомобильный двигатель в условиях эксплуатации работает в широком диапазоне частот вращения, то для выявления его топливной экономичности и токсичности отработавших газов снимается несколько нагрузочных характеристик при различных значениях частоты вращения коленчатого вала. По полученным данным определяются наиболее выгодные, с точки зрения экономичности и токсичности, нагрузочные режимы двигателя при различной частоте вращения коленчатого вала.

При снятии нагрузочной характеристики двигателя на тормозном стенде нагрузку изменяют с помощью нагрузочного устройства, а постоянство скоростного режима обеспечивают за счет, изменения положения рычага подачи топлива.

На графике, представляющем нагрузочную характеристику (рисунок 1), по оси абсцисс откладывают один из параметров, характеризующий нагрузку (N_e , M_e , p_e), а по оси ординат – показатели работы двигателя.

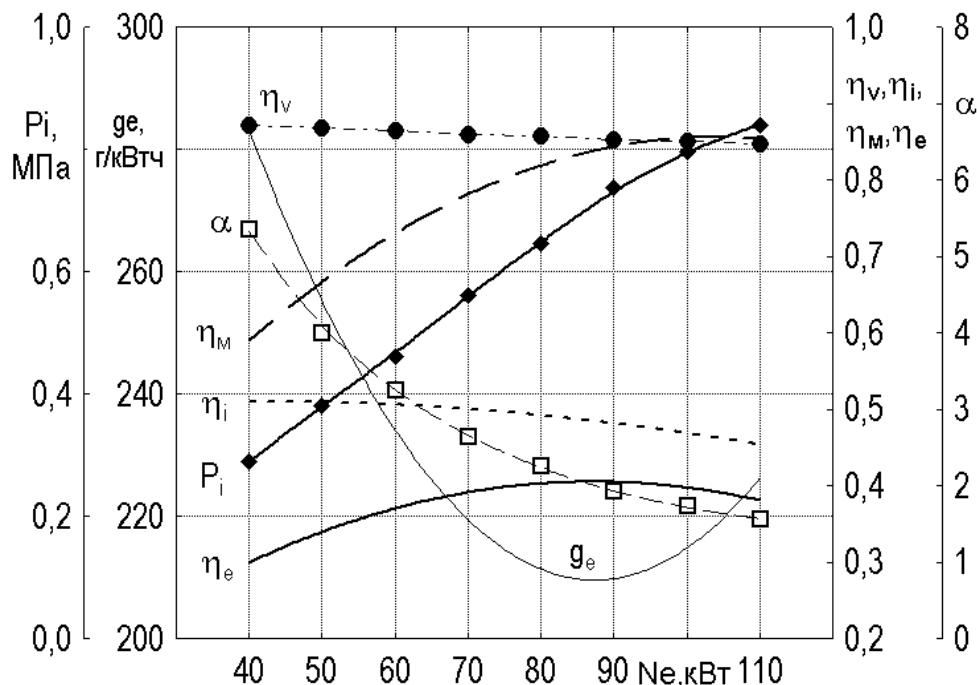


Рисунок 1 – График показателей по нагрузочной характеристике

Кроме основных зависимостей $g_e = f(N_e)$ и $G_T = f(N_e)$, на графике приводят изменения коэффициента избытка воздуха α , коэффициента наполнения η_v , содержания токсичных компонентов в отработавших газах и других параметров.

Проанализируем характер протекания и причины изменения параметров работы двигателя по нагрузочной характеристике.

Изменение удельного расхода топлива g_e связано с изменением механического и индикаторного коэффициентов полезного действия, так как

$$g_e = \frac{A}{(\eta_i \times \eta_M)}, \quad (1)$$

где A – постоянный коэффициент.

Изменение η_i в зависимости от нагрузки определяется в основном качеством смеси, характеризуемым коэффициентом избытка воздуха α .

Индикаторный КПД η_i на участке малых нагрузок увеличивается, это связано с уменьшением потерь на нагрев избыточного воздуха (на рисунке 1 этот участок характеристики не показан).

При увеличении нагрузки смесь обогащается ($\alpha=1,2-1,5$), это вновь приводит к снижению η_i из-за увеличения потерь при неполном сгорании топлива.

Некоторое повышение коэффициента наполнения при уменьшении нагрузки связано с уменьшением температуры головки цилиндров, клапанов, гильзы и поршня.

Механический коэффициент полезного действия η_m возрастает от 0 на холостом ходу до максимального значения при полной подаче топлива. Как известно,

$$\eta_i = \frac{P_e}{P_i} = 1 - \frac{P_i}{P_i} \quad (2)$$

С увеличением нагрузки r_m несколько возрастает, главным образом за счет увеличения работы трения поршней, вызванного повышением давлений и температур в цилиндре. Однако изменение механических потерь в условиях нагрузочной характеристики несущественно, поэтому r_m можно считать постоянным.

Среднее индикаторное давление p_i с увеличением подачи топлива увеличивается главным образом за счет увеличения индикаторной работы газов за цикл. Увеличение p_i с ростом нагрузки приводит к уменьшению отношения r_m/p_i , следовательно, к увеличению механического коэффициента полезного действия η_m . Отметим, что η_m оказывает наиболее сильное влияние на зависимость $g_e = f(N_e)$.

Таким образом, удельный эффективный расход топлива g_e уменьшается с ростом нагрузки за счет увеличения η_i и η_m . Наименьший эффективный удельный расход топлива достигается при максимальном значении произведения $\eta_i \times \eta_m$. В диапазоне нагрузок 80...100% от полной, несмотря на продолжающийся рост η_m , эффективный расход топлива увеличивается из-за снижения η_i вследствие снижения полноты сгорания топлива. Изменение содержания токсичных компонентов на характеристике определяется совместным влиянием α , η_v и угла опережения впрыска топлива.

2.1.2 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЯЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1 Запустить программу в режиме «нагрузочная характеристика дизеля».
- 2 Согласно заданию преподавателя задать требуемые начальные условия моделирования в разделе «доп.панель управления» (выбрать параметр $K_{мп}$). Установить значение коэффициента механических потерь $K_{мп}$ на уровне 0,7.
- 3 В режиме «стенд» включить подачу топлива с помощью поля «рычаг останова».
- 4 Выставить требуемое положение регулятора управления.
- 5 Управлением бегунка тормозного момента установить скоростной режим и произвести замер.
- 6 Изменив значение параметра положения регулятора управления (шаг изменения 7%) и восстановив изменением нагрузки скоростной режим, произвести следующий замер (получить 8...10 точек).
- 7 Выключить подачу топлива и на режиме «прокрутка» произвести замеры в тех же точках моделирования (после каждого такого замера появляется вверху окна моделирования закрасенный треугольник).
- 8 Выписать необходимые данные в режиме «протокол» в отчет.

9 По заданию преподавателя характеристика может быть снята на при разных значениях атмосферных условиях давления V_0 и температуры t_0 .

2.1.3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для анализа характеристики необходимо занести в отчет следующие показатели: N_e , g_e , G_T , α , η_i , η_v , η_m , η_e , C_nH_m , NO_x , D_x .

В отчет необходимо включить исходные данные моделирования: атмосферные условия, конструктивные и эксплуатационные параметры.

В разделе «протокол» выводим на экран полученные показатели и в отчет заносим значения параметров в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования нагрузочной характеристики дизеля

№ замера	$\Phi_{др}$	N_e	M_k	G_T	g_e	α	η_i	η_m	η_e	η_v	C_nH_m	NO_x	D_x
	%	кВт	Нм	кг/ч	г/(кВт×ч)						мл/л	мл/л	ед. х
$n = \dots$													

Затем производится построение графиков характеристики. Показатели целесообразно разбить на две группы и построение вести на двух координатных осях:

1 группа $G_T, g_e, C_nH_m, NO_x, D_x = f(N_e)$ (рисунок 2),

2 группа $\alpha, \eta_i, \eta_v, \eta_m, \eta_e = f(N_e)$.

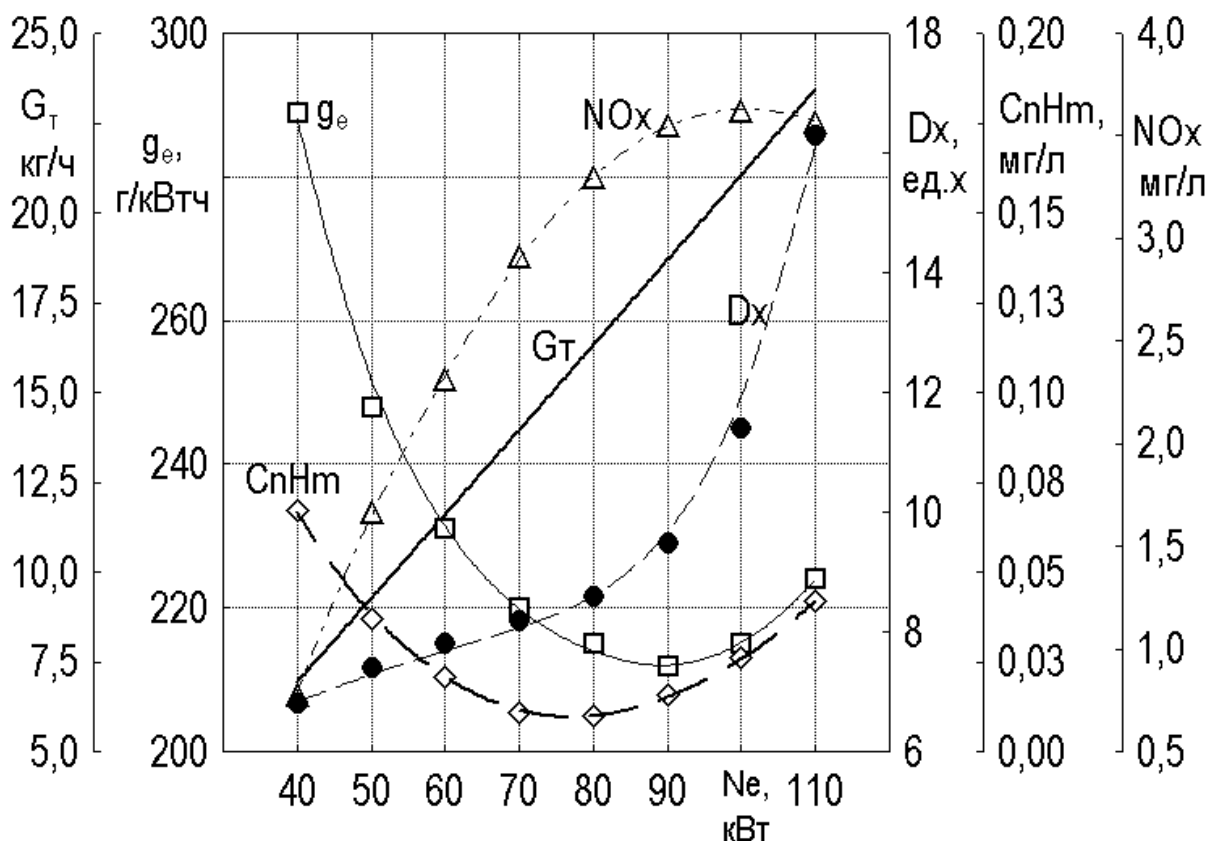


Рисунок 2 – Нагрузочная характеристика дизельного двигателя

Произвести анализ полученных результатов и сделать выводы.

2.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 РЕГУЛИРОВОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО УГЛУ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА НА РАЗНЫХ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМАХ ДИЗЕЛЯ

Цель работы: получение навыков снятия регулировочной характеристики дизеля по углу опережения впрыска (УОВ) на различных нагрузочных режимах и ознакомление с характером изменения показателей его работы при изменении регулировки топливной аппаратуры.

2.2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Регулировочная характеристика по углу опережения впрыска представляет собой зависимость эффективной мощности, часового и удельного расходов топлива от угла опережения впрыска $N_e, G_T, g_e = f(\varphi_{o.vpr.})$. Снятие характеристики производится при постоянной частоте вращения и неизменном положении рычага управления топливом. В этих условиях за оптимальный угол опережения впрыска $\varphi_{o.vpr. opt.}$ принимается тот, которому соответствует наибольшая эффективная мощность и минимальный удельный эффективный расход топлива. При этом практически неизменными остаются коэффициент наполнения η_v и коэффициент избытка воздуха α .

Значению $\varphi_{o.vpr. opt.}$ будут соответствовать максимальные величины индикаторного η_i и механического $\eta_{mKПД}$ двигателя. Совпадение максимального значения η_m с максимальной величиной η_i при $\varphi_{o.vpr. opt.}$ объясняется зависимостью:

$$\eta_i = 1 - \frac{p_i}{A \times \eta_v \times \frac{\eta_i}{\alpha}}, \quad (3)$$

где p_m – среднее давление механических потерь;

A – постоянный коэффициент.

Поскольку эффективный КПД вычисляется по формуле:

$$\eta_a = \eta_i \times \eta_i, \quad (4)$$

очевидно, что при постоянных η_v и α его изменение (как и изменение N_e и g_e) определяется только изменением индикаторного КПД η_i .

Если УОВ меньше оптимального (поздний впрыск), то процесс сгорания смещается на линию расширения. В результате уменьшается степень расширения, возрастают потери теплоты в систему охлаждения и с отработавшими газами. При работе двигателя с поздним впрыском происходит перегрев двигате-

ля и снижение индикаторного КПД. В результате снижается мощность и ухудшается экономичность.

Если УОВ больше оптимального (ранний впрыск), то значительная часть топлива сгорает до прихода поршня в в.м.т. В условиях уменьшающегося объема цилиндра это приводит к увеличению отрицательной работы. Увеличиваются потери теплоты в систему охлаждения. Все это приводит к снижению индикаторного КПД двигателя. В результате снижается мощность и ухудшается экономичность. УОВ существенно влияет на токсичность ОГ.

При увеличении частоты вращения величина $\varphi_{о,впр.опт.}$ возрастает, поскольку сокращается время, отводимое на процесс сгорания, что не может быть компенсировано даже некоторым увеличением скорости горения вследствие более сильной турбулизации заряда.

2.2.2 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЯЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

1 Запустить программу в режиме «нагрузочная характеристика дизеля».

2 Согласно заданию преподавателя задать требуемые начальные условия моделирования в разделе «доп.панель управления»(выбрать параметр $\varphi_{уст}$). Установить значение коэффициента механических потерь $K_{мп}$ на уровне 0,7.

3 В режиме «стенд» включить подачу топлива с помощью поля «рычаг остановки».

4 Выставить требуемое положения регулятора управления подачи топлива.

5 Управлением бегунка тормозного момента установить скоростной режим и произвести замер.

6 Изменив значение параметра $\varphi_{уст}$ (шаг изменения 5 град. пкв в пределах 0...25 град. пкв) и восстановив изменением нагрузки скоростной режим, произвести следующий замер. Так получаем 6...7 точек.

7 Выключить подачу топлива и на режиме «прокрутка» произвести замеры в тех же точках моделирования (после каждого такого замера появляется вверху окна моделирования закрасенный треугольник).

8 Выписать необходимые данные в режиме «протокол» в отчет.

9 Удалив результаты кнопкой «удалить все» в режиме «стенд», повторить пункты 3...8 для другого положения регулятора управления (100%, 75%, 50%).

10 По заданию преподавателя характеристика может быть снята на 2 или 3 скоростных режимах.

2.2.3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для анализа характеристики необходимо занести в отчет следующие показатели: N_e , g_e , α , η_i , η_v , η_m , η_e , $\varphi_{уст}$, $C_{пНм}$, NO_x , D_x .

Показатели заносятся в отдельные таблицы для разного положения рычага управления и скоростного режима.

В отчет необходимо включить исходные данные моделирования: атмосферные условия, конструктивные и эксплуатационные параметры.

В разделе «протокол» выводим на экран полученные показатели, и в отчет заносим значения параметров в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты моделирования регулировочной характеристики по углу опережения впрыска

№ замера	$\varphi_{уст}$	N_e	g_e	α	η_i	η_m	η_e	η_v	C_nH_m	NO_x	D_x
	°ПКВ	кВт	г/(кВт×ч)						мл/л	мл/л	ед. х
Рычаг управления 100% n = ...											
Рычаг управления 75% n = ...											
Рычаг управления 50% n = ...											

Затем производится построение графиков характеристики. Показатели целесообразно разбить на две группы и построение вести на двух координатных осях:

1 группа $N_e, g_e, C_nH_m, NO_x, D_x = f(\varphi_{уст})$ (рисунок 3),

2 группа $\alpha, \eta_i, \eta_v, \eta_m, \eta_e = f(\varphi_{уст})$.

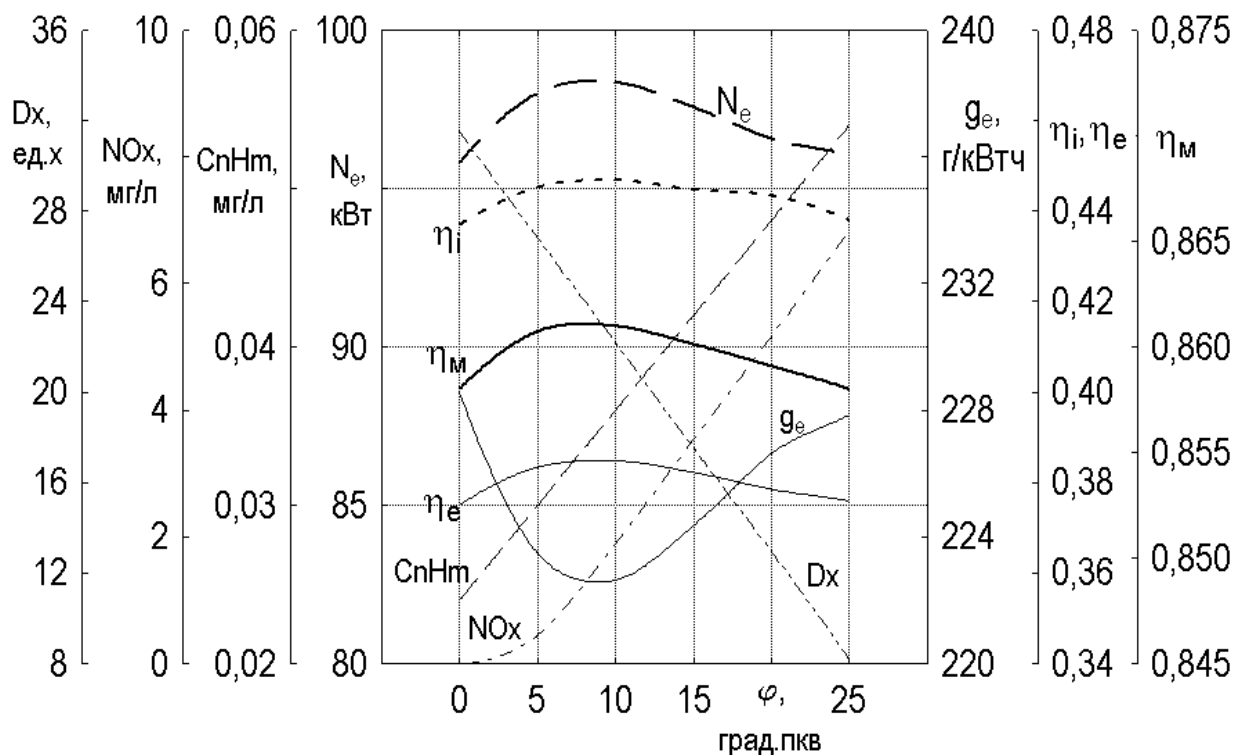


Рисунок 3 –Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыска ($n=1500 \text{ мин}^{-1}$, рычаг управления 100%)

Произвести анализ полученных результатов и сделать выводы.

2.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАГРУЗОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕНЗИНОВОГО И ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: сравнительный анализ нагрузочных характеристик ДВС разных типов.

2.3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Анализ нагрузочных характеристик бензинового и дизельного двигателей показывает, что при одинаковом характере протекания кривых удельного расхода топлива, дизель имеет более низкие значения.

Меньшие значения удельного расхода топлива у дизельного двигателя связаны со следующими причинами:

- более высокая степень сжатия в дизеле;
- разные способы регулирования мощности. У карбюраторного двигателя элемент регулирования – дроссельная заслонка, она осуществляет количественное регулирование смеси. Этот способ при уменьшении нагрузки вызывает увеличение остаточных газов, поэтому уменьшается скорость сгорания и усиливается догорание, что приводит к снижению индикаторного коэффициента полезного действия η_i , с прикрытием дросселя сильно возрастают потери работы на всасывание. У дизеля мощность снижают уменьшением подачи топлива, воздушный заряд не регулируют, поэтому количество остаточных газов при изменении мощности не меняется, а свежий заряд с уменьшением нагрузки становится менее загрязненным, вследствие увеличения коэффициента избытка воздуха;
- различные диапазоны по составу смеси: карбюраторный двигатель работает в узком диапазоне по составу смеси $\alpha=0,8 \dots 1,2$; дизель работает на бедных смесях $\alpha=1,5 \dots 6,0$. В зоне больших нагрузок g_e увеличивается по причине неполноты сгорания топлива в обоих типах двигателей. Переход на малые нагрузки у карбюраторного двигателя связан с увеличением потерь на газообмен, в то время как у дизеля увеличение g_e связано с увеличением потерь теплоты с выхлопными газами и нагрев избыточного воздуха.

Подводя итог анализа можно сделать вывод, что работа двигателей в зоне малых и максимальных нагрузок нецелесообразна, с точки зрения топливной экономичности, износостойкости и токсичности.

2.3.2 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЯЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

1 Запустить программу в режиме «нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием (дизеля)».

2 Согласно заданию преподавателя задать требуемые начальные условия моделирования в разделе «доп.панель управления».

3 Снять нагрузочную характеристику двигателя с искровым зажиганием.

4 Снять нагрузочную характеристику дизельного двигателя (значение коэффициента механических потерь $K_{мп}=0,7$).

2.3.3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для анализа характеристики необходимо занести в отчет следующие показатели: N_e , g_e , α , η_i , η_v , η_m , η_e .

В отчет необходимо включить исходные данные моделирования: атмосферные условия, конструктивные и эксплуатационные параметры.

В разделе «протокол» выводим на экран полученные показатели, и в отчет заносим значения параметров в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Результаты моделирования нагрузочной характеристики дизеля и двигателя с искровым зажиганием

№ замера	Положение рычага	N_e		g_e	α	η_i	η_m	η_e	η_v
	%	кВт	%	г/(кВт×ч)					
Дизельный двигатель $n=...$									
Двигатель с искровым зажиганием $n=...$									

Затем производится построение графиков характеристики (рисунки 4, 5).

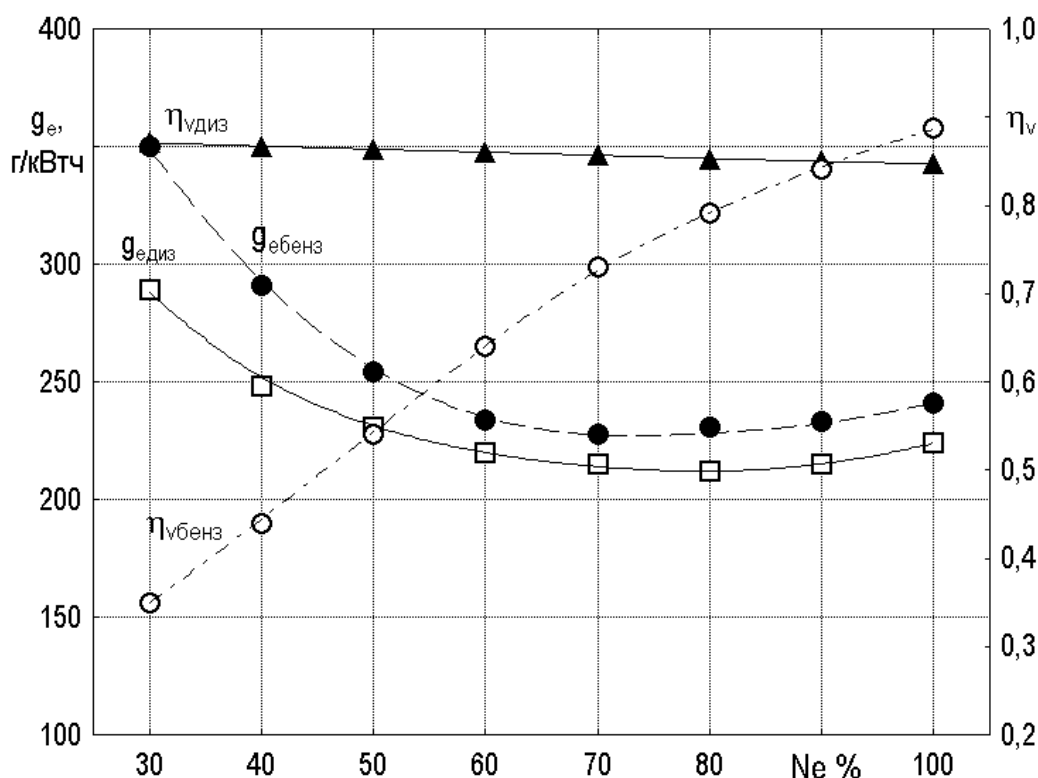


Рисунок 4 – Показатели по нагрузочной характеристике дизеля и двигателя с искровым зажиганием (бензиновый ДВС)

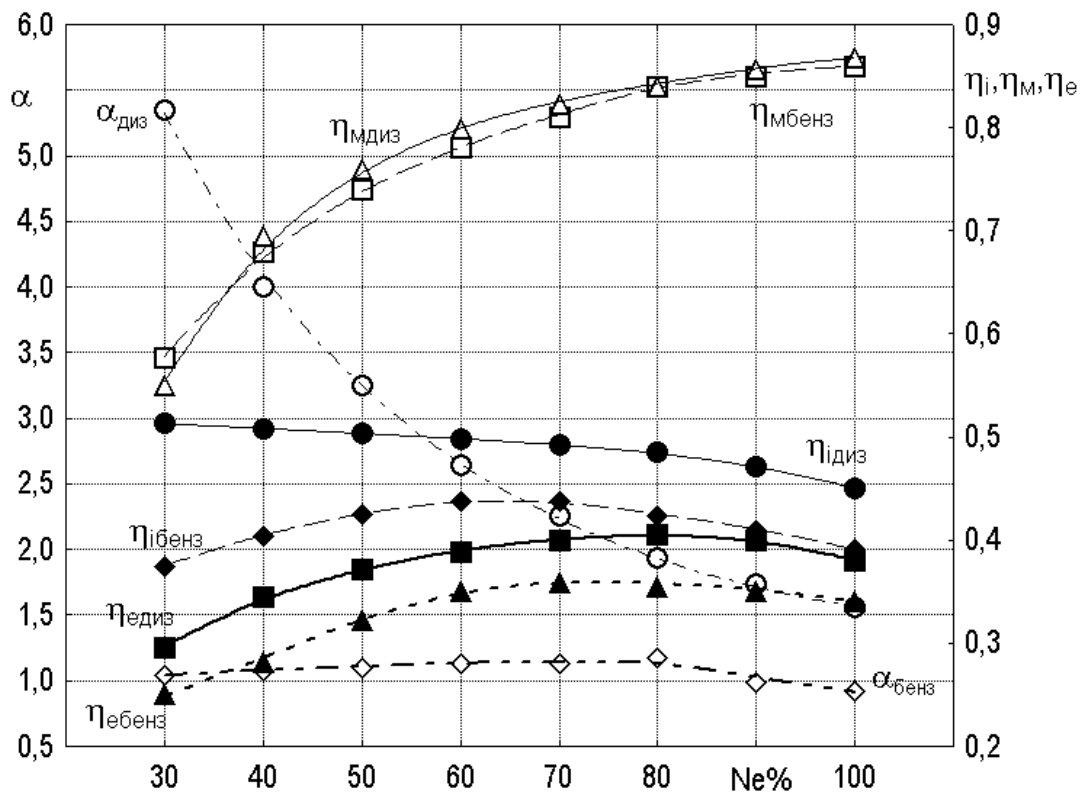


Рисунок 5 – Показатели по нагрузочной характеристике дизеля и двигателя с искровым зажиганием (бензиновый ДВС)

Показатель мощности следует пересчитать в относительные единицы (проценты), максимальное значение показателя для каждого типа двигателя принимают за 100%.

Показатели целесообразно разбить на две группы и построение вести на двух координатных осях:

1 группа: $g_e, \eta_v, \alpha = f(N_e)$,

2 группа: $\eta_i, \eta_m, \eta_e = f(N_e)$.

Произвести анализ полученных результатов и сделать выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Николаенко, А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей [Текст] / А.В. Николаенко. – М.: Колос, 1984. – 335с.
- 2 Вырубов, Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / Д. Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, М. И. Ивин. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
- 3 Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания [Текст] : учебник [для вузов]. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 с.
- 4 Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания [Текст] : учебник [для вузов]. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 256 с.

Борщенко Ярослав Анатольевич
Савельев Алексей Викторович

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Силовые агрегаты»
для студентов направления 190600.62

Часть третья

Редактор Е.А. Могутова

Подписано в печать 24.01.14	Формат 60×84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать цифровая	Усл. п.л. 1,25	Уч.-изд. л. 1,25
Заказ 32	Тираж 50	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.