

Контрольная работа по дисциплине «Силовые агрегаты» для направления  
190600.62

Составитель: доцент В.Н. Федотов

РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ВНЕШНЕЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
СИЛОВОГО АГРЕГАТА (ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО  
СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ)

Задания для выполнения контрольной работы

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Последние две цифры шифра: ... XX	Модели двигателей	Тип <sup>1</sup>	Расположение и число	Номинальная мощность, кВт (л.с.)	Номинальная частота вращения, об/мин	Часовой расход топлива, кг/ч	Завод изготовитель
01	МеМЗ-966Г	БВ	V4	22(30)	4400	7,6	МеМЗ
02	МеМЗ-968Н	БВ	V4	30,9(42)	4400	10,0	МеМЗ
03	МеМЗ-245,10	БЖ	P4	39(53)	5400	11,2	МеМЗ
04	ВАЗ-1 1 11	БЖ	P2	21,5(29)	5600	6,0	ВАЗ
05	ВАЗ-2101	БЖ	P4	43,5(59)	5600	13,1	ВАЗ
06	ВАЗ-2104, -2105	БЖ	P4	47(63,5)	5600	14,1	ВАЗ
07	ВАЗ-2106	БЖ	P4	55,5(75,5)	5400	16,7	ВАЗ
08	ВАЗ-2108I	БЖ	P4	39,7(53,9)	5600	11,3	ВАЗ
09	ВАЗ-21083	БЖ	P4	51,5(70)	5600	14,4	ВАЗ
10	4ТДНА	ДЖ вихревая КС	P4	55,1(75,0)	4000	15,0	ХКБД Украина
11	408Э	БЖ	P4	36,3(50)	4750	11,9	АЗЛК
12	414Б	БЖ	P4	58,9(80)	4000	17,4	УМЗ
13	417	БЖ	P4	75,8(103)	4000	21,1	УМЗ
14	ЗМЗ- 24-01	БЖ	P4	60,7(82.5)	4500	17,9	ЗМЗ
15	ЗМЗ-402.10	БЖ	P4	73,5(100)	4500	21,0	ЗМЗ
16	КДМ-100	ДЖ предкамера	P4	73,5 (100)	1050	20,8	ЧТЗ

17	ЗМЗ-4024.10	БЖ	Р4	81(110)	4500	22,6	ЗМЗ
18	ЗМЗ-S0S.10	БЖ	V8	143(195)	4000	39,1	ЗМЗ
19	ЗМЗ-53-11,	БЖ	V8	88,3(120)	3200	26,5	ЗМЗ
20	ГАЗ-52-04	БЖ	Р6	55(75)	2800	18,3	ГАЗ
21	ЗИЛ-508.10	БЖ	V8	110(150)	3200	32,9	ЗИЛ
22	ЗИЛ-5085.10	ГБЖ <sup>5*</sup>	V8	110(150)	3200	19,8 м <sup>3</sup> /ч	ЗИЛ
23	ЗИЛ 5086.10	ГБЖ	V8	88(120) .	3200	39,6 м <sup>3</sup> /ч	ЗИЛ
24	ЗИЛ-509.10	БЖ	V8	132(180)	3200	39,5	ЗИЛ
25	ЗИЛ-114	БЖ	V8	202,3(275)	4000	59,2	ЗИЛ
26	ЗИЛ-4104	БЖ	V8	232(315)	4500	66,3	ЗИЛ
27	ЯМЗ-642.10-01	ДЖ <sup>2</sup>	V6	114(155)	2600	25,1	КАЗ
28	КамАЗ-740.10-20,	ДЖ <sup>2</sup>	V8	162(220)	2600	35,3	КамАЗ
29	КамАЗ-7408.10,	ДЖ <sup>2</sup>	V8	144(195)	2200	31,3	КамАЗ
30	КамАЗ-74037.10	ДЖ <sup>2</sup> Т	V8	191(260)	2600	41,6	КамАЗ
31	ЯМЗ-23ВМ	ДЖ <sup>2</sup>	V8	176(240)	2100	38,0	ЯМЗ
32	ЯМЗ-238КМ	ДЖ <sup>2</sup>	V8	140(190)	2100	30,2	ЯМЗ
33	ЯМЗ-238Б	ДЖ <sup>2</sup> Т	V8	220(300)	2000	44,9	ЯМЗ
34	ЯМЗ-238Д	ДЖ <sup>2</sup> Т	V8	243(330)	2100	50,5	ЯМЗ
35	ЯМЗ-8424.10	ДЖ <sup>2</sup> ТО	V8	309(420)	2100	60,9	ЯМЗ
36	ЯМЗ-240М	ДЖ <sup>2</sup>	V12	265(380)	2100	58,0	ЯМЗ
37	ЯМЗ-240НМ	ДЖ <sup>2</sup>	V12	368(500)	2100	81,0	ЯМЗ
38	ЯАЗ-М204Д	ДЖ <sup>2</sup>	Р4	93(127)	2000	22,8	ЯМЗ
39	ЯАЗ-М206Д	ДЖ <sup>2</sup>	Р6	138(188)	2000	33,8	ЯМЗ
40	Д12А	ДЖ <sup>2</sup>	V12	220(300)	1500	44,1	ВГТЗ

1. Б — бензиновый двигатель; Д — дизель; В — воздушное охлаждение; Ж — жидкостное охлаждения; Т — турбонаддув; ТО — турбонаддув с промежуточным охлаждением; V-образное, Р — рядное расположение цилиндров.

2. Двигатели с неразделенной камерой

**Краткие указания.** Выбор варианта темы осуществляется по двум последним цифрам ...XX зачетной книжки студента. При цифрах более 42 выбор варианта осуществляется по цифрам, полученных вычитанием ...XX – 42 или ...XX – 42 - 42. Пример 1: ...55 – 40 = 10, принимается 10 вариант. Пример 2: ...86 – 40 = 46 – 40 = 6, принимается 06 вариант.

Общие требования:

Объем контрольной работы: 10 – 12 листов А4. Контрольная работа выполняется на листах А4 со стандартной рамкой и основной надписью для текстовых технических документов по ЕСКД. На титульном листе указывается наименование контрольной работы, дисциплина, ФИО и шифр студента, ФИО преподавателя. После титульного листа идет лист, на котором указывается **Задание варианта** и **Оглавление** разделов контрольной работы. На этом листе выполняется основная надпись для 1-го листа текстовых документов.

Наименования разделов:

1. Общие сведения
2. Расчет
- 3 Результаты расчета

В конце контрольной работы указывается **Список использованной литературы**

### **Пример выполнения контрольной работы**

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Скоростная характеристика двигателя представляет собой выраженную графически зависимость основных параметров, характеризующих работу двигателя (мощность, крутящий момент и др.), от числа оборотов при постоянном положении дроссельной заслонки или рейки топливного насоса, а также при постоянных значениях температуры масла и охлаждающей жидкости.

Скоростные характеристики строят для различных, но постоянных для каждой характеристики положений дроссельной заслонки или рейки топливного насоса.

Скоростную характеристику, соответствующую полностью открытой дроссельной заслонке («полному дросселю») или максимальной подаче топлива, называют *внешней* (кривые  $N_e$  и  $M_e$  на рис. 1). Таким образом, по внешней скоростной характеристике определяют наибольшие мощности, которые может развить данный двигатель при различных числах оборотов. Характеристики, полученные при неполных открытиях дроссельной заслонки или неполных подачах топлива, называют *частичными скоростными характеристиками* (кривые  $A$  на рис. 1).

Различают следующие характерные числа оборотов в минуту коленчатого вала двигателя:

$n_{min}$  — минимальное число оборотов, при котором двигатель работает устойчиво с нагрузкой (генератор, водяной насос и т.д.); у автомобильных двигателей минимальное число оборотов  $n_{min}$  находится в пределах 600 – 800 мин<sup>-1</sup>; в случае работы на холостом ходе при включенном кондиционере минимальное число оборотов увеличивается до 2000 мин<sup>-1</sup>;

$n_M$  – число оборотов, соответствующее максимальным значениям крутящего момента  $M_{e\max}$  и среднего эффективного давления  $p_{e\max}$ ;

$n_N$  – число оборотов, соответствующее максимальной мощности  $N_{e \text{ шах}}$  двигателя;

$n_{min}$  – число оборотов, соответствующее максимальной скорости автомобиля (при установке на двигатель ограничителя или регулятора оно равно числу оборотов, при котором они начинают срабатывать).

Автомобильный двигатель в условиях эксплуатации работает в основном в интервале чисел оборотов  $n_M - n_N$ . В этом интервале обычно переключают передачи в коробке передач, а также определяют минимальный удельный расход топлива  $g_{emin}$ . Наилучшую топливную экономичность двигателя можно обеспечить при наименьших изменениях удельного расхода топлива в указанном интервале чисел оборотов.

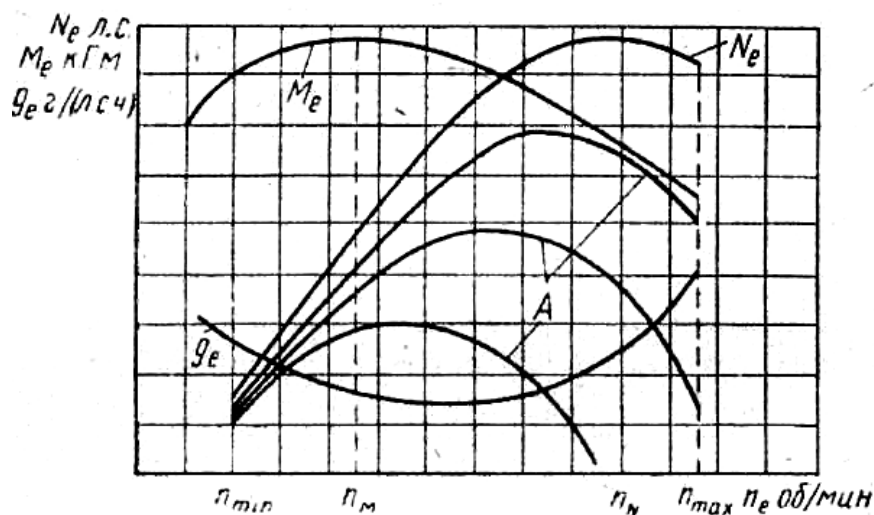


Рис. 1. Внешняя и частичные A скоростные характеристики двигателя

Скоростную характеристику реального (выпускаемого) двигателя строят на основании данных, полученных в результате его испытаний на специальном стенде. Если необходимо построить скоростную характеристику для вновь проектируемого двигателя, то ее строят по результатам теплового расчета или с помощью эмпирических формул.

В настоящее время при известных значениях  $N_{max}$  и  $n_N$  пользуются несколькими эмпирическими формулами, предложенными различными авторами. Ниже приведены некоторые из них.

Для карбюраторных двигателей

$$N_e = N_{e \text{ max}} \frac{n_e}{n_N} \left[ 1 + \frac{n_e}{n_N} - \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \text{ л. с.}$$

Для дизелей с неразделенной камерой сгорания

$$N_e = N_{e \text{ max}} \frac{n_e}{n_N} \left[ 0,87 + 1,13 \frac{n_e}{n_N} - \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \text{ л. с.}$$

Для дизелей с предкамерой

$$N_e = N_{e \max} \frac{n_e}{n_N} \left[ 0,6 + 1,4 \frac{n_e}{n_N} - \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \text{ л. с.}$$

Для дизелей с вихревой камерой

$$N_e = N_{e \max} \frac{n_e}{n_N} \left[ 0,7 + 1,3 \frac{n_e}{n_N} - \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \text{ л. с.,}$$

где  $N_e$  и  $n_e$  – эффективная мощность в л. с. и число оборотов в минуту в искомой точке скоростной характеристики двигателя. Задаваясь числами оборотов  $n_e$  и определив соответствующие им значения мощностей  $N_e$ , можно построить скоростную характеристику мощности  $N_e = f(n_e)$ , а затем и скоростную характеристику момента  $M_e = f(n_e)$ .

Значения крутящего момента  $M_e$  определяют по формуле:

$$M_e = 7160 N_e / n_e, \text{ Нм}$$

Для оценки топливной экономичности двигателя строят график зависимости удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  от числа оборотов  $n_R$  при полностью открытой дроссельной заслонке или при полной подаче топлива. Значения  $g_e$  определяют по формуле:

$$g_e = 1000 G_T / N_e, \text{ г/л.с.-ч}$$

где  $G_T$  – часовой расход топлива, кг/ч.

На приведенных (рис.1) скоростных характеристиках видно, что максимальные значения крутящих моментов  $M_{e \max}$  смещены относительно максимальных величин мощностей  $N_{e \max}$  в зону меньших чисел оборотов.

Увеличение крутящего момента до значения  $M_{e \max}$  при уменьшении числа оборотов от  $n_N$  до  $n_M$  оказывает значительное влияние на устойчивость режима работы автомобильного двигателя. Устойчивость режима его работы оценивают запасом крутящего момента, называемым *коэффициентом приспособляемости*  $\kappa_M$ , который представляет собой отношение максимального крутящего момента  $M_{e \max}$  к крутящему моменту при максимальной мощности  $M_{eN}$ :

$$\kappa_M = M_{e \max} / M_{eN}$$

Коэффициент приспособляемости характеризует свойство двигателя преодолевать кратковременные повышенные нагрузки (увеличенные моменты сопротивления при движении на одной и той же передаче).

## 2. РАСЧЕТ

**Исходные данные:** Четырехтактный карбюраторный двигатель, развивающий максимальную мощность  $N_{emax} = 83$  л.с. при  $n_e = 4000$  об/мин, часовой расход топлива  $G_T = 22,6$  кг/ч.

**Цель работы:** Определить значения и построить графики  $N_e$ ,  $M_e$  и  $g_e$ . Определить значение коэффициента приспособляемости  $\kappa_M$ .

### Расчет:

1. Задаем диапазон оборотов от минимально устойчивых  $n_{min}$  до максимальных  $n_{max}$ . Принимаем  $n_{max} = (1,18-1,22)n_e$ .

Тогда  $n_{min} = 800$  об/мин;  $n_{max} = 4800$  об/мин

2. В диапазоне оборотов задаем дополнительно 4 – 5 промежуточных значений оборотов и получаем ряд оборотов: 800; 1600; 2400; 3200; 4000; 4800 об/мин.

Эти значения используем при расчете и построении внешней скоростной характеристики.

3. Эффективную мощность рассчитываем по формуле для карбюраторных двигателей, начиная с числа оборотов  $n_e = 800$  об/мин,

$$N_e = 83 \left[ \frac{800}{4000} + \left( \frac{800}{4000} \right)^2 - \left( \frac{800}{4000} \right)^3 \right] = 19,2 \text{ л. с.}$$

Далее рассчитываем  $N_e$  для других заданных значений оборотов: 1600, 2400, ..., 4800 об/мин

4. Эффективный крутящий момент  $M_e$  и удельный расход топлива  $g_e$  рассчитываем при тех же заданных значениях оборотов коленчатого вала двигателя по приведенным выше формулам.

Для 800 об/мин это будет

$$M_e = 7160(19,2/800) = 172 \text{ Нм}$$

$$g_e = 22,6/19,2 = \text{г/л.с.-ч}$$

Далее рассчитываем  $M_e$  и  $g_e$  для оборотов 1600, 2400, ..., 4800 об/мин.

5. Рассчитанные значения мощности, крутящего момента и удельного расхода топлива при заданных значениях оборотов от  $n_{min}$  до  $n_{max}$ , вносим в таблицу 1.

Таблица 1

Значения эффективной мощности и крутящего момента рассчитываемого двигателя

Параметры	Число оборотов, мин <sup>-1</sup>					
	800	1600	2400	3200	4000	4800
$N_e$ , л.с.	19,2	41,1	61,7	77,0	83,0	75,7
$M_e$ , Нм	172	184	184	173	149	113
$g_e$ , г/л.с.-ч	1177	550	421	293	272	298

6. По результатам расчета строим внешнюю характеристику заданного двигателя, используя МО Excel, рис. 2.

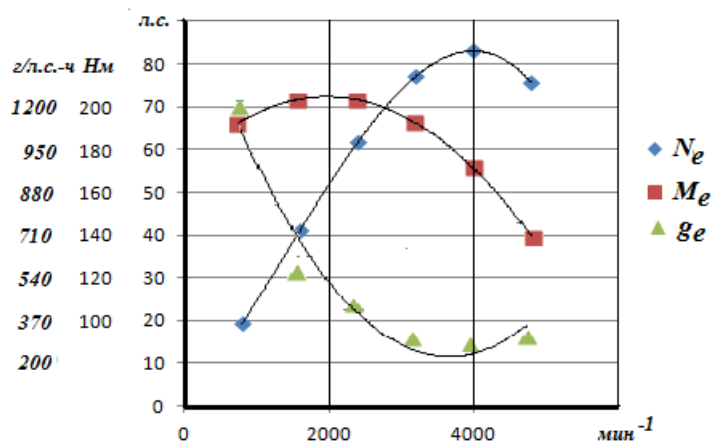


Рис.2. Внешняя характеристика двигателя по результатам расчета

7. По внешней скоростной характеристике (рис. 2) находим значения  $M_{e_{max}}$  (205 Нм) и  $M_{eN}$  (170 Нм) и определяем коэффициент приспособляемости двигателя

$$\kappa_M = 205/170 = 1,21$$

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Результаты вносим в табл.2

Таблица 2

Параметры	$N_{e_{max}}$ , л.с.	$M_{e_{max}}$ , Нм	$M_{eN}$ , Нм	$g_{e_{min}}$ , г/л.с.-ч	$\kappa_M$
Значения	83	205	170	220	1,21
Обороты коленчатого вала, мин-1	4000	2000	4000	3600	

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 .....

2....

и т.д.

