

ФГОУ ВПО
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Тракторы, автомобили и техническая механика»

**МОБИЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА:
Часть 2. Расчет тягово-динамических показателей
автомобиля**

Методическое пособие
по выполнению курсовой работы

Краснодар - 2011

Мобильные энергетические средства (Часть 2. Расчет тягово-динамических показателей автомобиля): Методическое пособие / Ю.Т. Чекемес, В.С. Курасов, В.В. Драгуленко. – КГАУ. Краснодар, 2010. - 34 с. илл.

Методическое пособие предназначено для использования студентами специальности «Механизация сельского хозяйства» очной и заочной форм обучения при выполнении второй части курсовой работы по тракторам и автомобилям.

Методическое пособие подготовлено в соответствии с программой дисциплины «Тракторы и автомобили» и содержит методику тягового расчета автомобиля, расчета и построения динамической характеристики автомобиля с применением разработанной на кафедре обучающей программы для ЭВМ.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета механизации Кубанского государственного аграрного университета

Рецензент: кандидат технических наук, доцент кафедры ЭМТП Кубанского ГАУ Таран А.Д.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1. Определение мощности двигателя.....	5
2. Расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя...6	
3. Определение передаточного числа главной передачи.....11	
4. Расчет передаточных чисел коробки передач.....12	
5. Расчет и построение динамической характеристики автомобиля.....14	
6. Анализ результатов расчета.....16	
Список использованных источников	18
Приложение	19

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей курсовой работы является систематизация и закрепление знаний студентов по основным вопросам теории трактора и автомобиля.

Данное методическое пособие предназначено для помощи студентам при выполнении второй части курсовой работы с проведением расчетов на ЭВМ. Применение ЭВМ позволяет не только определить основные параметры автомобиля, но и дает возможность проанализировать изменение тяговых и скоростных показателей автомобиля при различных условиях его работы.

Пояснительная записка оформляется на листах А4 и должна выполняться совместно с пояснительной запиской первой части работы как ее продолжение. В записке должны быть приведены распечатка одного варианта расчета и обязательно анализ динамической характеристики автомобиля. Графическая часть данного раздела курсовой работы включает: внешнюю скоростную характеристику двигателя и динамическую характеристику автомобиля, выполненных на листах миллиметровой бумаги формата А4 (при достаточном масштабе динамической характеристики она может быть приведена на распечатанном принтером листе).

Данное пособие может быть использовано и при ручном проведении расчетов. Содержание пояснительной записки и графическая часть в этом случае аналогичны, оформление их – в соответствии с обычными требованиями по представлению курсовых работ.

Исходными данными для расчета являются:

- модель (марка) автомобиля-прототипа;
- грузоподъемность (полная масса) автомобиля $m_z(m_a)$;
- максимальная скорость движения на прямой передаче $v_{a \max}$;
- приведенный коэффициент сопротивления дороги Ψ_v при максимальной скорости на прямой передаче;
- приведенный коэффициент сопротивления дороги Ψ_{\max} при преодолении автомобилем максимального подъема на первой передаче;

Другие необходимые для расчета данные принимаются по технической характеристике автомобиля-прототипа из литературных источников: эксплуатационная (снаряженная) масса автомобиля m_0 ; размер шин ведущих колес; приведенный коэффициент сопротивления качению воздуха k , лобовая площадь автомобиля F , коэффициент полезного действия трансмиссии η_{TP} и др. Обычно выбираемые величины k и F для увеличения количества вариантов заданы и должны приниматься из задания.

Выполнение работы на компьютере

Прежде чем начать работу на компьютере, внимательно ознакомьтесь с заданием и порядком выполнения работы по данному пособию.

Вначале выберите вариант программы, который соответствует Вашему заданию. После вызова выбранной программы, заполните исходные данные.

При работе с программой необходимо учитывать следующее:

1. Все данные необходимо вводить только в зеленые ячейки.
2. Дробные числа необходимо вводить через запятую.
3. Соблюдайте размерность вводимых величин.
4. Нерасшифрованные в программе обозначения смотрите в данном методическом пособии.

Полученные значения показателей необходимо сравнивать с данными приводимыми в приложении или указанной в списке литературы [1, 2, 3, 4]. Если величина показателей выходит за пределы или после ввода исходных данных нет решения, проверьте точность выбора и ввода исходных данных, затем обратитесь за консультацией.

В программах даются дополнительные указания по проведению большинства расчетов, необходимо внимательно знакомиться с ними и точно выполнять.

1. Определение мощности двигателя

Мощность автомобильного двигателя определяется исходя из мощностного баланса при движении автомобиля в типичных для него условиях.

Мощность N_{ev} двигателя, необходимую для движения полностью нагруженного автомобиля с установившейся скоростью v_{amax} в заданных дорожных условиях, определяет по формуле

$$N_{ev} = \frac{v_{amax}}{3600 \cdot \eta_{TP}} \cdot \left(G_a \cdot \Psi_v + \frac{k \cdot F \cdot v_{amax}^2}{13} \right), \text{кВт} \quad (1)$$

где G_a - вес автомобиля с грузом (полный вес);

v_{amax} - максимальная скорость движения автомобиля на прямой передаче в заданных дорожных условиях, км/ч;

Ψ_v - приведенный коэффициент дорожного сопротивления;

k - коэффициент обтекаемости автомобиля;

η_{TP} - механический КПД трансмиссии; принимается для режима максимальной скорости равным 0,85...0,90.

Вес автомобиля с грузом G_a равен:

$$G_a = m_a \cdot g, \quad (2)$$

где m_a - полная масса автомобиля, кг;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 .

Для легковых автомобилей полная масса автомобиля обычно дается в задании, для грузовых определяется по формуле:

$$m_a = m_0 + m_z + 75 \cdot n_K, \quad (3)$$

где m_0 - снаряженная масса автомобиля, принимается по прототипу;

m_z - грузоподъемность автомобиля (по заданию);

n_K - число мест в кабине (по прототипу).

2. Расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя

Динамические качества автомобиля во многом определяются внешней скоростной характеристикой двигателя, представляющей собой изменение эффективной мощности и крутящего момента в зависимости от частоты вращения коленвала при полной подаче топлива. На ней обычно приводятся также кривые часового G_T и удельного эффективного расхода топлива g_e .

Внешние скоростные характеристики бензиновых и дизельных двигателей имеют некоторые отличительные особенности. На рис. 1. схематично представлены такие характеристики (без кривых расхода топлива).

Они имеют следующие характерные точки:

$N_{e \max}$ - максимальная эффективная мощность;

n_N - частота вращения коленвала при максимальной эффективной мощности;

N_{ev} - эффективная мощность при максимальной скорости движения автомобиля на прямой передаче;

n_v - частота вращения коленвала двигателя при максимальной скорости автомобиля;

$M_{k \max}$ - максимальный крутящий момент;

n_0 - частота вращения коленвала при максимальном крутящем моменте;

n_{\min} - минимальная устойчивая частота вращения коленвала.

Соотношение между $N_{e\max}$ и N_{ev} , n_N и n_v зависит от типа двигателя и наличия ограничителя(регулятора) частоты вращения и определяется коэффициентом $\lambda = \frac{n_v}{n_N}$.

$$\lambda = \frac{n_v}{n_N}$$

На легковых автомобилях бензиновые двигатели обычно не имеют ограничителей, поэтому для них $n_N < n_v$, а $\lambda > 1$ (рис. 1, а). Бензиновые двигатели грузовых автомобилей обычно имеют ограничители, поэтому для них $n_v < n_N$ ($\lambda < 1$), а $N_{ev} < N_{\max}$ (рис. 1, б).

Дизельные двигатели всегда имеют регуляторы, обычно обеспечивающие $n_v = n_N$ ($\lambda = 1$), а $N_{ev} = N_{\max}$ (рис. 1, в)

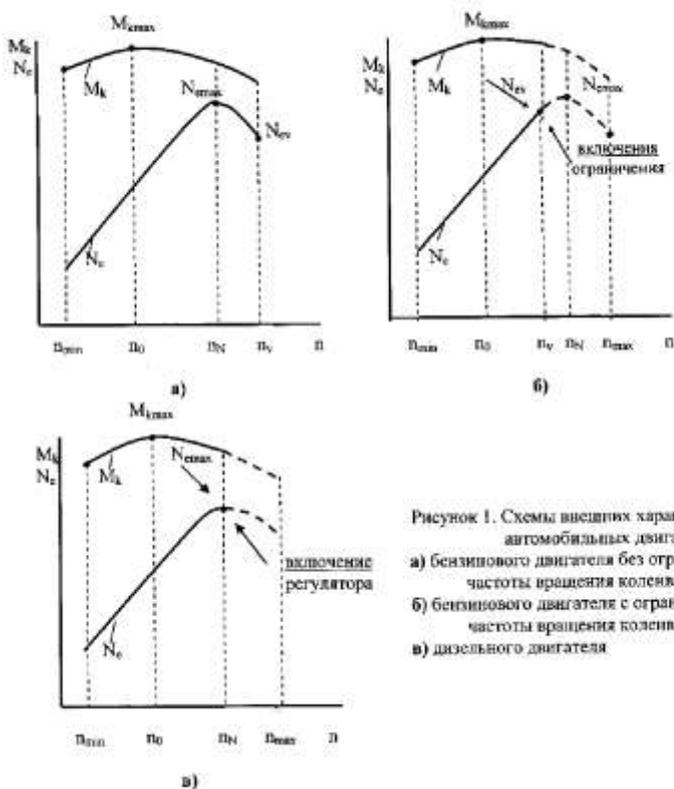


Рисунок 1. Схемы внешних характеристик автомобильных двигателей:
 а) бензинового двигателя без ограничителя частоты вращения коленвала;
 б) бензинового двигателя с ограничением частоты вращения коленвала;
 в) дизельного двигателя

В условиях эксплуатации двигатель работает главным образом в интервале частот вращения коленвала от n_0 до n_v .

Частота вращения коленчатого вала двигателя, соответствующая максимальной мощности, определяется коэффициентом оборотности двигателя η_n , равным отношению частоты вращения коленчатого вала двигателя к соответствующей скорости движения автомобиля:

$$\eta_n = \frac{n_v}{v_{a \max}} \quad (4)$$

Отсюда

$$n_v = \eta_n \cdot v_{a \max} \quad (4a)$$

Величина коэффициента оборотности находится в пределах:

для легковых автомобилей $\eta_n = 25-40$;

для грузовых автомобилей $\eta_n = 30-50$.

При этом его величину необходимо подобрать таким образом, чтобы полученная частота вращения коленвала не выходила за пределы существующих прототипов.

Расчетная внешняя характеристика автомобильного двигателя обычно получается одним из двух способов:

1.) по эмпирическим зависимостям, связывающим текущие показатели двигателя N_{ei}, g_{ei} с относительной частотой вращения коленчатого вала (n_i / n_N)

2.) с помощью относительной скоростной характеристики, представляющей зависимость между $\frac{N_{ei}}{N_{e \max}}$ и $\frac{n_i}{n_v}$ в табличной форме.

2.1. При использовании первого способа параметры характеристики определяются следующим образом.

2.1.1. Максимальная мощность двигателя определяется по зависимости:

$$N_{e \max} = \frac{N_{ev}}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \text{ кВт}, \quad (5)$$

где a, b и c – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа и конструктивных особенностей двигателя:

для бензиновых двигателей $a = b = c = 1$;

для дизельных двигателей $a = 0,53$; $b = 1,56$; $c = 1,09$;

$$\lambda = \frac{n_v}{n_N}.$$

Величина λ принимается:

для бензиновых двигателей без ограничителя частоты вращения $\lambda = 1,1 - 1,3$;

для бензиновых двигателей с ограничителем $\lambda = 0,8 - 0,9$;

для дизелей $\lambda = 1$.

2.1.2. Текущие значения мощности двигателя определяются по формуле:

$$N_{ei} = N_e \max \left[a \frac{n_i}{n_N} + b \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^3 \right] \text{ кВт}, \quad (6)$$

где n_i - текущие значения частоты вращения коленвала; задается 6-8 значений с равномерным интервалом в пределах $n_{\min} - n_{\max}$, при этом можно принять:

$$n_{\min} = 0,2n_N; \quad n_{\max} = (1,1 - 1,2) \cdot n_N.$$

2.1.3. Текущие величины удельного эффективного расхода топлива находятся по зависимости:

$$g_{ei} = g_{eN} \cdot \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_i}{n_N} + c_1 \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^2 \right], \quad (7)$$

где g_{eN} - удельный эффективный расход топлива при максимальной мощности, принимается из задания или технической характеристики двигателя-прототипа;

a_1, b_1 и c_1 эмпирические коэффициенты, зависящие от типа и конструктивных особенностей двигателя:

для бензиновых двигателей $a_1 = 1,2; b_1 = 1,2; c_1 = 1$;

для дизелей с неразделенными камерами сгорания:

$$a_1 = 1,55; b_1 = 1,55; c_1 = 1;$$

2.1.4. Крутящий момент двигателя для любого режима определяется по формуле:

$$M_{ki} = 9550 \frac{N_{ei}}{n_i} \quad (8)$$

а часовой расход топлива для каждого значения частоты вращения коленчатого подсчитывается по формуле:

$$G_{Ti} = g_{ei} \cdot N_{ei} \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

2.2. Параметры расчетной внешней характеристики двигателя по второму способу могут быть определены в следующей последовательности.

2.2.1. Максимальная мощность двигателя для обеспечения необходимого динамического фактора в области средних эксплуатационных скоростей движения автомобиля принимается равной:

$$N_{e \max} = (1,05 - 1,1) \cdot N_{ev} \quad (10)$$

2.2.2. Получив в результате расчета $N_{e \max}$ и n_v и приняв их за 100%, можно рассчитать параметры внешней скоростной характеристики для четырёхтактных двигателей с искровым зажиганием на основании таблицы 1:

Таблица 1. Процентные соотношения между параметрами относительной внешней скоростной характеристики двигателя с искровым зажиганием

$n, \%$	20	40	60	80	100	120
$N_e, \%$	20	50	73	92	100	92
$g_e, \%$	110	100	95	95	100	115

Для автомобильных четырехтактных дизелей зависимость эффективной мощности удельного расхода топлива и частоты вращения коленчатого вала приведены в таблице 2:

Таблица 2. Процентные соотношения между параметрами относительной внешней скоростной характеристики дизельного двигателя

$n, \%$	20	40	60	80	100	110
$N_e, \%$	17	41	67	87	100	0
$g_e, \%$	110	100	95	95	100	105

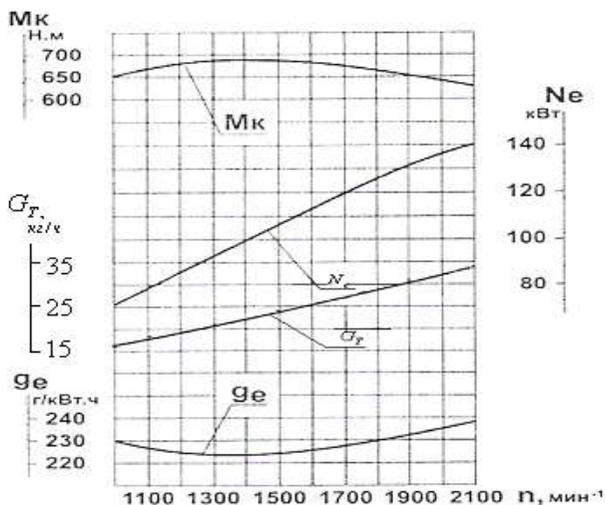


Рисунок 2. Расчетная внешняя скоростная характеристика двигателя.

За 100% удельного расхода топлива при 100% n следует принять величину g_{eN} из издания (или технической характеристики двигателя прототипа).

2.2.3. Значение крутящего момента и часового расхода топлива для каждого значения частоты вращения коленчатого вала двигателя подсчитываются по формулам 8,9.

Все результаты расчетов заносятся в сводную таблицу (выполненную по форме таблиц 1, 2). При выполнении расчета на компьютере вид каждой из кривых внешней скоростной характеристики по результатам расчета можно посмотреть на экране монитора и распечатать. На основании полученных данных (сводной таблицы или таблицы 2.1 программы) на листе миллиметровой бумаги формата А4 строится внешняя скоростная характеристика автомобильного двигателя (рис. 2).

3. Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи i_0 оказывает существенное влияние на тягово-скоростные и топливно-экономические показатели автомобиля. Величина i_0 для автомобилей с прямой передачей определяется исходя из необходимости обеспечения заданной максимальной скорости на прямой передаче $V_{a \max}$ по формуле:

$$i_0 = \frac{0.377 \cdot n_v \cdot r_K}{v_{a \max}}, \quad (11)$$

где n_v - частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной скорости движения автомобиля на прямой передаче;

r_K - расчетный радиус ведущих колес автомобиля, м.

Величина r_K определяется с учетом статической деформации шины:

$$r_K = \lambda_\phi \cdot r_0, \quad (12)$$

где λ_ϕ - коэффициент деформации шины, принимается равным 0,92-0,94;

r_0 - радиус шины в свободном состоянии, м.

Для грузовых автомобилей величина r_0 определяется по зависимости:

$$r_0 = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot d + \hat{a}) \hat{i}, \quad (13)$$

где d - диаметр обода колеса в дюймах;

\hat{a} - ширина профиля шины в дюймах.

Размеры колеса d и \hat{a} определяются из маркировки шины по ГОСТ (Приложение 1, 2). Если величины d и \hat{a} выражены в миллиметрах, тогда

$$r_0 = 10^{-3} \cdot (0,5 \cdot d + \hat{a}) \hat{i}, \quad (13a)$$

Для легковых автомобилей:

$$r_0 = 10^{-3} \cdot (0,5 \cdot d + \hat{H}) \hat{i}, \quad (13b)$$

где \hat{H} - высота профиля шины, которая равна:

$$\hat{H} = \alpha \cdot \hat{a}, \quad (14)$$

где $\alpha = \hat{a} / \hat{H}$, принимается из обозначения шины по ГОСТ (в долях единицы).

4. Расчет передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа коробки передач должны обеспечить преодоление наибольших заданных подъемов и интенсивный разгон, движение с минимальной и максимальной скоростями.

Передаточное число первой ступени коробки передач определяется исходя из необходимости обеспечения наибольшей величины Ψ_{\max} по формуле:

$$i_{k1}^{\Psi} \geq \frac{G_a \cdot \Psi_{\max} \cdot r_k}{M_{k \max} \cdot \eta_{TP} \cdot i_0}, \quad (15)$$

где G_a - вес автомобиля, Н;

Ψ_{\max} - приведенный максимальный коэффициент дорожного сопротивления (приводится в задании);

r_k - радиус качения ведущих колес, м;

$M_{k \max}$ - максимальный крутящий момент двигателя по внешней скоростной характеристике;

η_{TP} - КПД трансмиссии;

i_0 - передаточное число главной передачи.

Найденное передаточное число i_{k1}^{Ψ} первой ступени коробки передач должно исключать полное буксование ведущих колес, которое может возникнуть при максимальной касательной силе тяги автомобиля. Для обеспечения этого величина i_{k1} должна удовлетворять условию:

$$i_{k1}^{\varphi} \leq \frac{\lambda_k \cdot G_a \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{k \max} \cdot \eta_{TP} \cdot i_0}, \quad (16)$$

где λ_k - коэффициент нагрузки ведущих колес, который можно принять равным 0,75;

φ - коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой, принимается в пределах 0,5...0,6.

Расчетное значение i_{k1} принимается в пределах полученного диапазона $i_{k1}^{\Psi} - i_{k1}^{\varphi}$

Условие получения наиболее интенсивного разгона автомобиля обеспечивается рядом передаточных чисел от первой до прямой передачи, являющимися членами геометрической прогрессии, знаменатель которой определяется по формуле:

$$q = \sqrt[z_0 - 1]{i_{k1}}, \quad (17)$$

где i_{k1} - принятое значение передаточного числа коробки передач на первой передаче;

z_0 - число передач от первой до прямой (при высшей прямой передаче

$z_0 = z$, при высшей повышенной передаче $z_0 = z - 1$).

Передаточные числа коробки передач на любой передаче определяются по формуле:

$$(i_{k2} = \frac{i_{k1}}{q}, i_{k3} = \frac{i_{k2}}{q}, i_{kz} = \frac{i_{kz-1}}{q} \text{ и т.д.}) \quad (18)$$

При работе на компьютере в зеленые клетки набираются значения i_{k1} и Z_0 , передаточные числа на остальных передачах автоматически просчитываются и вводятся в таблицу. Необходимо проверить правильность расчета, сверив полученные значения i_k на прямой передаче (оно должно быть равно 1 или близко к 1).

Передаточное число повышающей передачи i_{kz} не входит в геометрическую прогрессию, поэтому в этом случае необходимо принять его величину по прототипу, обычно в пределах 0,7 – 0,85 (см. приложение). При расчете на компьютере порядок введения данных см. в комментариях к конкретной программе.

Зная передаточные числа коробки передач и главной передачи, определяются передаточные числа трансмиссии:

$$i_{TP} = i_k \cdot i_0 \quad (19)$$

5. Расчет и построение динамической характеристики автомобиля

Обобщающим показателем динамических свойств автомобиля является динамический фактор, представляющий отношение избыточной силы тяги к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_g}{G_a}, \quad (20)$$

где P_k - касательная сила тяги автомобиля, Н;

P_g - сила сопротивления воздуха, Н;

G_a - сила тяжести автомобиля с грузом, Н.

Динамический фактор позволяет не только оценивать тяговые качества данного автомобиля, но и сравнивать автомобили различных конструкций. При изменении скоростного и нагрузочного режимов работы автомобиля касательная сила тяги P_k и сила сопротивления воздуха P_g изменяются, поэтому динамический фактор в условиях эксплуатации не остается постоянным.

За изменением динамического фактора при изменении скоростных и нагрузочных режимов можно проследить по динамической характеристике

– графически выраженной зависимости динамического фактора от скорости автомобиля.

Исходными данными для расчета динамической характеристики являются внешняя скоростная характеристика автомобильного двигателя, а также данные тягового расчета.

С целью получения данных для построения динамической характеристики автомобиля проводят ряд расчетов в следующей последовательности:

1. Задаются рядом значений частот вращения коленчатого вала (по внешней скоростной характеристике из сводной таблицы (табл. 1,2)).

2. Для выбранных частот вращения коленчатого вала двигателя подсчитывают величины скоростей автомобиля на каждой передаче по формуле:

$$v_a = 0,377 \frac{n_i \cdot r_k}{i_k \cdot i_0} \text{ км/ч.} \quad (21)$$

3. Определяют величину касательной силы тяги по передачам:

$$P_k = \frac{M_k \cdot i_k \cdot i_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \text{ Н.} \quad (22)$$

Величину M_k при каждом значении частоты вращения коленчатого вала определяют по ранее построенной внешней скоростной характеристике двигателя.

4. Подсчитываются значения силы сопротивления воздуха для скоростей движения автомобиля, соответствующих исходным значениям частоты вращения коленчатого вала двигателя по формуле:

$$P_{\epsilon} = \frac{\kappa \cdot F \cdot v_a^2}{13}, \text{ Н} \quad (23)$$

5. Определяют величину динамического фактора для каждой скорости на всех передачах по формуле 20.

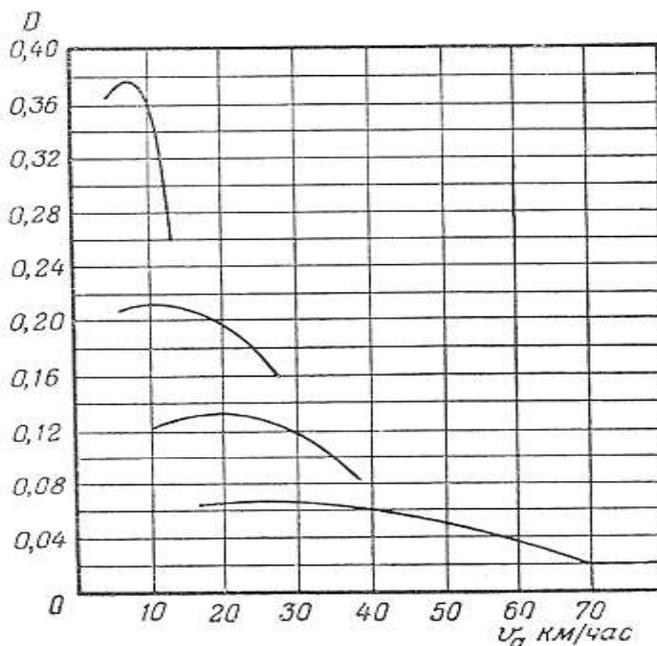


Рисунок 3. Динамическая характеристика автомобиля.

При выполнении работы на ПЭВМ достаточно в клетки исходных данных занести числовые величины k и F .

Результаты расчета представляются в табличной (табл. 2.2 программы) и графической формах. При мелком масштабе графика по данным таблицы необходимо построить динамическую характеристику на миллиметровой бумаге (примерный вид характеристики при 4 передачах приведен на рис. 3).

6. Анализ результатов расчета

При анализе результатов расчета автомобиля в пояснительной записке необходимо:

- а) определить соответствие максимальной скорости автомобиля $V_{a \max}$ на динамической характеристике заданной величине;

б) определить соответствие максимальной величины динамического фактора на первой передаче D_{\max} заданному значению Ψ_{\max} ;

в) определить критические скорости движения автомобиля на каждой передаче;

г) установить зоны устойчивого и неустойчивого режимов движения автомобиля на каждой передаче;

д) найти по динамической характеристике максимальные скорости при равномерном движении на дорогах с $\Psi_1 = 0,02$; $\Psi_2 = 0,04$; $\Psi_3 = 0,25$.

е) определить по динамической характеристике величины коэффициента сопротивления дороги при равномерном движении со скоростями: 30, 60 и 90 км/ч.

ж) определить максимально возможные углы затяжных подъемов, которые автомобиль может преодолеть на первой и высшей передачах при движении по асфальтобетонному шоссе и сухой грунтовой дороге.

Список использованных источников

1. Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей. Киев, «Высшая школа», 1978. – 176 с.
2. Вахламов В.К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей. - М.: Издательский центр «Академия», 2007 г. - 560с.
3. Краткий автомобильный справочник. – 10-е издание. М.: Транспорт, 1983. - 220 с.
4. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2003. – 496 с.
5. Кутьков Г.М. Теория трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1996 – 287 с.
6. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. М.: Колос, 2004. – 504 с.
7. Чернышов В.А. Тягово-динамический и топливно-экономический расчет автомобиля. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы. М.: МГАУ, 2002.
8. Программы для ПЭВМ «Расчет автомобиля». Краснодар, КГАУ, 2007.

Приложение А

Таблица А1 Технические характеристики грузовых автомобилей

Параметр	ИЖ-2715	ИЖ- 2717	ВИС-2345
Собственная масса, кг	1100	1100	1060
Грузоподъемность, кг	400	500	600
Число мест	2	2	2
Полная масса, кг	1590	1750	1710
Максимальная скорость, км/ч	115	120	130
Максимальная мощность двигателя, кВт	50	62	52
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5800	5400	5600
Число ступеней переднего хода КПП	4	5	4
Передаточные числа переднего хода КПП	3,49; 2,04; 1,33; 1,0	3,19; 1,86; 1,33; 1,0; 0,81	3,67; 2,1; 1,36; 1,0
Передаточное число главной передачи	4,22	4,22	3,9
Шины	165R13	185/75R13	185/75R13
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	2,3	2,3	2
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,55	0,55	0,55

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	ВИС-2346	ВИС-2347	ГАЗ-2310 «Соболь»
Собственная масса, кг	1410	1220	1200
Грузоподъемность, кг	490	490	900
Число мест	2	2	3
Полная масса, кг	1900	1710	2800
Максимальная скорость, км/ч	110	130	115
Максимальная мощность двигателя, кВт	59,5	59,5	76
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5000	5200	4500
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,67; 2,1; 1,36; 1; 0,82	3,63; 1,95; 1,36; 1; 0,78	3,786; 2,188; 1,304; 1,0; 0,794
Передаточное число главной передачи	4,3	3,9	3,98
Шины	6,95R16	6,95R16	185/70R16
Колесная формула	4*4	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	2,2 ^x	2,2 ^x	2,6
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,6 ^x	0,6 ^x	0,5

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	ГАЗ-66	ГАЗ-3308 «Садко»	ГАЗ-3308 «Садко»
Собственная масса, кг	3470	3730	4050
Грузоподъемность, кг	2000	2000	2000
Число мест	2	2	2
Полная масса, кг	5800	6240	6300
Максимальная скорость, км/ч	90	95	95
Максимальная мощность двигателя, кВт	84,6	92	86
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	3200	3200	2400
Число ступеней переднего хода КПП	4	4	5
Передаточные числа переднего хода КПП	6,55; 3,09; 1,71; 1,0	6,55; 3,09; 1,71; 1	6,55; 3,93; 2,38; 1,44; 1
Передаточное число главной передачи	6,83	6,83	5,5
Шины	12R18	12R18	12R18
Колесная формула	4*4	4*4	4*4
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	4,4 ^x	4,5 ^x	4,5 ^x
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,7	0,75 ^x	0,75 ^x

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	УАЗ-451 ДМ	УАЗ- 3303	ГАЗ-33021 «Газель»
Собственная масса, кг	1510	1650	1850
Грузоподъемность, кг	1000	1000	1500
Число мест	2	2	3
Полная масса, кг	2660	2650	3500
Максимальная скорость, км/ч	100	100	110
Максимальная мощность двигателя, кВт	55,2	62,5	73,5
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	4000	4000	4500
Число ступеней переднего хода КПП	4	4	5
Передаточные числа переднего хода КПП	4,12; 2,64; 1,58; 1,0	4,1; 3,62; 1,7; 1,0	4,05; 2,34; 1,395; 1,0; 0,849
Передаточное число главной передачи	5,125	5,125	5,125
Шины	8,4-15	215/90R15C 225/75R16	175R16C 185/75R16C
Колесная формула	4*2	4*4	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	2,9	3	2,6
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,55	0,55	0,4

Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	ГАЗ-33104 «Валдай»	ЗИЛ-5301	ГАЗ-53А
Собственная масса, кг	3605	3725	3250
Грузоподъемность, кг	3500	3000	4000
Число мест	2	3	2
Полная масса, кг	7400	6950	7400
Максимальная скорость, км/ч	95	95	85
Максимальная мощность двигателя, кВт	86	77	84,6
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	2400	2400	3200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	4
Передаточные числа переднего хода КПП	6,55; 3,99; 2,38; 1,44; 1,0	6,45; 3,56; 1,98; 1,275; 1,0	6,55; 3,09; 1,71; 1,0
Передаточное число главной передачи	3,42	3,273	6,83
Шины	215/75R17,5	225/75R16С	8,25R20
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	4 ^x	5	3,6
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,7 ^x	0,6	0,7

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	ГАЗ-4301	ЗИЛ-130/130Г2	ЗИЛ-431410
Собственная масса, кг	3470	4300/6875	4380
Грузоподъемность, кг	5000	6000/10000	6000
Число мест	2	3	3
Полная масса, кг	9050	10525/17200	10605
Максимальная скорость, км/ч	85	90/80	90
Максимальная мощность двигателя, кВт	92	110,3	110,3
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	2800	3200	3200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	6,286; 3,891; 2,133; 1,35; 1,0	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0
Передаточное число главной передачи	5,429	6,32	6,33
Шины	8,25R20	260R508	260R508
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	3,8	4,1/7,5	4,1 ^x
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,7	0,7/0,6	0,7 ^x

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	ЗИЛ-4331	Камаз-4308	ЗИЛ-131
Собственная масса, кг	5300	4350	6460
Грузоподъемность, кг	6000	5500	5000
Число мест	3	3	3
Полная масса, кг	12000	11500	11685
Максимальная скорость, км/ч	80	105	80
Максимальная мощность двигателя, кВт	136	132,5	110,3
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	2800	2500	3200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	8,26; 4,52; 2,48; 1,83; 1,0	5,62; 2,89; 1,64; 1,0; 0,724	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0
Передаточное число главной передачи	5,29; 5,86; 6,33; 6,88	4,01	7,339
Шины	260-508R	245/70R19.5	12-20
Колесная формула	4*2	4*2	6*6
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	5,1 ^x	5 ^x	5,5
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,75 ^x	0,6 ^x	0,7

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	Урал-375Н	Урал-4320	Камаз-43255
Собственная масса, кг	7700	8020	7150
Грузоподъемность, кг	7000	5000	7000
Число мест	3	3	3
Полная масса, кг	14925	1324	14300
Максимальная скорость, км/ч	75	85	95
Максимальная мощность двигателя, кВт	132,4	154,4	126
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	3200	2600	2200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	6,17; 3,4; 1,79; 1,0; 0,78	5,61; 2,89; 1,64; 1,0; 0,72	5,62; 2,89; 1,64; 1,0; 0,724
Передаточное число главной передачи	8,05	7,32	7,22
Шины	14R20	(370-598) 14-20	280R508
Колесная формула	6*6	6*6	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	5,5	5,5	5 ^x
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,85	0,85	0,6 ^x

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	Камаз- 5320	ЗИЛ 133ГЯ	МАЗ-5335
Собственная масса, кг	7080	7610	6725
Грузоподъемность, кг	8000	10000	8000
Число мест	3	3	3
Полная масса, кг	15300	17800	14950
Максимальная скорость, км/ч	80/100	85	85
Максимальная мощность двигателя, кВт	154,4	154,4	132,4
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	2600	2600	2100
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	7,82; 4,09; 2,5; 1,53; 1,0	7,82; 4,03; 2,5; 1,53; 1,0	5,26; 2,9; 1,52; 1,0; 0,66
Передаточное число главной передачи	7,22/5,94	7,22/5,94	7,24
Шины	260R508	260R508	300R508
Колесная формула	6*4	6*4	6*4
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	5,1/6,6	5,1	5,1
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,7/0,5	0,7/0,5	0,8

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А1

Параметр	Краз-257Б1	ЗИЛ-43293	Fiat Ducato
Собственная масса, кг	10270	4800	1875
Грузоподъемность, кг	12000	6000	1425
Число мест	3	3	2
Полная масса, кг	22500		3300
Максимальная скорость, км/ч	68	85	147
Максимальная мощность двигателя, кВт	176,5	86,2	81
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	2100	2400	3700
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	5,26; 2,9; 1,52; 1,0; 0,66	5,88; 2,84; 1,48; 1,0; 0,84	3,73; 1,95; 1,29; 0,87; 0,58
Передаточное число главной передачи	8,21	5,29 (6,28)	4,93
Шины	320R508		205/70R15
Колесная формула	6*4	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	5,2	5,1	4
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,82	0,75	0,5

^x Приближенное значение

Таблица А2 Технические характеристики легковых автомобилей

Параметр	ВАЗ 2105	ВАЗ-2107	ВАЗ 2115
Собственная масса, кг	995	1030	970
Число мест	5	5	5
Полная масса, кг	1395	1430	1395
Максимальная скорость, км/ч	145	152	158
Максимальная мощность двигателя, кВт	50,7	56,6	56,4
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	3400	3500	5400
Число ступеней переднего хода КПП	4	4	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,67; 2,1; 1,36; 1,0	3,67; 2,1; 1,36; 1,0	3,63; 1,95; 4,35; 0,94; 0,78
Передаточное число главной передачи	4,3	4,1	3,9
Шины	175/70R13 165R13	175/70R13 165R13	175/70R13
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	1,5	1,75	1,75
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,5	0,5	0,47

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А2

Параметр	ВАЗ-119 «Калина»	ВАЗ- 2110/2112	ВАЗ-2170 «Priora»
Собственная масса, кг	1050	1000/1070	1088
Число мест	5	5	5
Полная масса, кг	1525	1470/1545	1578
Максимальная скорость, км/ч	165	162/185	183
Максимальная мощность двигателя, кВт	59,5	51/69	72
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5200	5600	5600
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,64; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78	3,64; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78	3, 64; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78
Передаточное число главной передачи	3,09	3,54	3,7
Шины	175/70R13	175/70R13 175/65R14	175/65R14 185/60R14
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	1,5	1,5	1,5
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,3 ^x	0,35/0,3	0,3 ^x

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А2

Параметр	ГАЗ-3110 «Волга»	ГАЗ 31105 «Волга»	ВАЗ-2121
Собственная масса, кг	1400	1400	11500
Число мест	5	5	5
Полная масса, кг	1800	1790	1550
Максимальная скорость, км/ч	170	178	132
Максимальная мощность двигателя, кВт	110/92	101	58,8
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5200	5200	5400
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	4
Передаточные числа переднего хода КПП	3,786; 2,188; 1,304; 1,0; 0,794	4,05; 2,24; 1,395; 1,0; 0,849	3,242; 1,989; 1,289; 1,0
Передаточное число главной передачи	3,98	3,58	4,3
Шины	205/70R14	195/65R15 205/65R15	6,95R15
Колесная формула	4*2	4*2	4*4
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	2,1	2,1	1,8
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,35	0,35	0,5

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А2

Параметр	ВАЗ-2131	УАЗ-469Б	УАЗ «Hunter»
Собственная масса, кг	1300	1540	1770
Число мест	5	2	2
Полная масса, кг	1750	2290	2520
Максимальная скорость, км/ч	150	100	120
Максимальная мощность двигателя, кВт	58,8	55,2	61,8
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5200	4000	4000
Число ступеней переднего хода КПП	5	4	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,67; 2,1; 1,36; 1,0 0,82	4,12; 2,64; 1,58; 1,0	3,78; 2,6; 1,56;1,0; 0,82
Передаточное число главной передачи	3,9	5,125	5,1
Шины	205/70R15	8,4R15	225/75R16
Колесная формула	4*4	4*4	4*4
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	1.8	3	3
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0.5	0,6	0,58

^x Приближенное значение
Продолжение таблицы А2

Параметр	УАЗ- Пикап	Шевроле- Нива	УАЗ- Патриот
Собственная масса, кг	2090	1400	2070
Число мест	5	5	5
Полная масса, кг	2890	1850	2670
Максимальная скорость, км/ч	140	140/165	150
Максимальная мощность двигателя, кВт	94,1	80/125	94,1
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	4400	5200	4400
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	4,155 2,265; 1,428; 1,0 0,88	3,67; 2,1; 1,36; 1,0; 0,82	4,155; 2,265; 1,428; 1,0; 0,88
Передаточное число главной передачи	4,1	3,9	4,1
Шины	245/70R16	205/70R15 205/75R15	245/70R16
Колесная формула	4*4	4*4	4*4
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	2,6	2,3	2,8
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,55	0,47	0,5

^x Приближенное значение

Продолжение таблицы А2

Параметр	ВАЗ-1111 «Ока»	ТатАЗ Vega	Renault Logan
Собственная масса, кг	675	1300	1020
Число мест	4	5	5
Полная масса, кг	980	1680	1445
Максимальная скорость, км/ч	115	180	162
Максимальная мощность двигателя, кВт	24,3	91	57
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин ⁻¹	5600	5600	6000
Число ступеней переднего хода КПП	4	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,7; 2,06; 1,27; 1,0	3,82; 2,16; 1,48; 1,13; 0,89;	4,27; 2,24; 1,44; 1,03; 0,87
Передаточное число главной передачи	4,1	3,9	4,1
Шины	135/80R12	195/55R15	175/70R14
Колесная формула	4*2	4*2	4*2
^x Площадь лобового сопротивления, м ²	1,5	2	2
^x Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м ³	0,45	0,35	0,35

^x Приближенное значение