

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»
Институт управленческих технологий и аграрного рынка
Кафедра «Организация перевозок и технического сервиса»

КОНСТРУКЦИЯ, РАСЧЕТ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Для студентов направления 23.03.03 Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов, профиль-Автомобильный сервис

Кинель, 2015

Составитель: профессор, доктор технических наук Киров Ю.А.

Методические указания содержат общие требования к содержанию и задания к курсовой работе по дисциплине «Конструкция, расчет и потребительские свойства автомобилей», необходимые пояснения для её выполнения и предназначены для студентов заочного отделения по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль-Автомобильный сервис.

ВВЕДЕНИЕ

Целью курсового проекта является закрепление знаний студентов по теории потребительских свойств автомобиля, а также конструкции и расчету автомобилей в соответствии с учебными программами дисциплины ГОС высшего профессионального образования по специальности 190603.

Курсовой проект включает в себя расчеты параметров тяговой и тормозной характеристик автомобиля, построение его экономической характеристики, а также расчеты отдельных узлов и деталей трансмиссии и шасси автомобиля по методам, изучаемым в дисциплине «Конструкция, расчет и потребительские свойства автомобилей», и на основе базовых знаний по дисциплинам «Теоретическая механика» и «Детали машин и основы конструирования».

Исходными данными для расчета автомобиля служат следующие характеристики:

- прототип (модель) автомобиля;
- максимальная скорость движения автомобиля, V_{\max} (км·ч⁻¹);
- коэффициент качения, f ;
- максимальное сопротивление дороги, ψ_{\max} ;
- полная масса автомобиля, кг;
- масса, приходящаяся на ведущую ось, кг;

- лобовая площадь сопротивления, $F(\text{м}^2)$;
- продольная база автомобиля, $L(\text{м})$;
- коэффициент сцепления, φ ;
- число оборотов коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, $n_N(\text{мин}^{-1})$.

При выполнении проекта студент должен показать умение самостоятельно работать с учебной и справочной литературой, ГОСТами, СТП ДГТУ, таблицами, типовыми проектами и т.п.

Выполненный проект должен состоять из пояснительной записки и графических документов.

Пояснительная записка составляет 30...35 листов формата А4. Она должна содержать расчеты параметров внешней скоростной характеристики двигателя с последующими обоснованиями тяговых и тормозных качеств автомобиля, расчеты к построению экономической характеристики, а также расчеты отдельных параметров из условий управляемости, устойчивости, плавности хода автомобиля с обоснованием конструкций отдельных сборочных единиц.

Графическая часть выполняется на листах формата А1 и А2 в карандаше, с обязательным выполнением требований ЕСКД и СТП 01-2001

ДГТУ «Стандарт предприятия. Курсовые и дипломные проекты (работы). Правила оформления».

На первом листе вычерчиваются графики к тяговому расчету автомобиля (внешняя скоростная характеристика двигателя), график к расчету коробки передач. На втором листе размещаются графики тягово-скоростных, тормозных и топливно-экономических свойств автомобиля. Третий лист должен содержать графики и схемы к анализу автомобиля на управляемость, проходимость, устойчивость и т.д. в соответствии с индивидуальным заданием студента. На четвертом листе выполняется чертеж сборочной единицы и детализовка согласно заданию к проектированию отдельных сборочных единиц трансмиссии и шасси автомобиля.

Методические указания состоят из рекомендаций по разработке и оформлению пояснительной записки и задания на курсовой проект.

Задание на курсовой проект приведено в приложении. Каждый студент выбирает задание по шифру зачетной книжки. По последней цифре выбираются исходные данные на общее проектирование, по предпоследней цифре – задание к расчету и вычерчиванию сборочной единицы автомобиля.

1. ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ АТОМОБИЛЯ

Тяговый расчет проводят при проектировании нового автомобиля или модернизации существующей конструкции. Он сводится к определению параметров внешней скоростной характеристики двигателя и кинематических параметров трансмиссии – передаточных чисел главной передачи и коробки передач. Выполняют проверочные расчеты: для двигателя – по числу оборотов коленчатого вала и для первой передачи коробки передач – по сцеплению ведущих колес с дорогой.

1.1. Расчет параметров внешней скоростной характеристики двигателя

Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя представляет собой зависимость мощности N и крутящего момента M от частоты n вращения коленчатого вала двигателя при полной подаче топлива (рис 1.1).

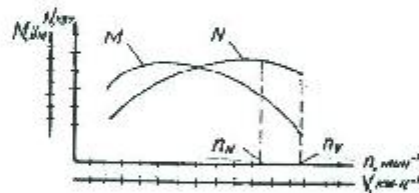


Рис. 1.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Мощность N_v при максимальной скорости V_{\max} автомобиля определяется по формуле:

$$N_v = \left(\frac{f_{\max} G V_{\max}}{3,6} + \frac{\kappa F V_{\max}^3}{3,6^3} \right) \frac{1}{\eta} * 10^{-3} \text{ кВт},$$

где f_{\max} – коэффициент качения при максимальной скорости;

G – сила веса автомобиля, Н;

κ – коэффициент сопротивления воздуха;

η – к.п.д. трансмиссии, $\eta = 0,85 \dots 0,95$.

Для легковых автомобилей $\kappa = 0,15 \dots 0,3 \text{ Нс}^2/\text{М}^4$.

Коэффициент качения $f_{\max} = f(1 + AV_{\max}^2)$,

где $A = 5 * 10^{-5}$.

Максимальная мощность двигателя

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \frac{n_v}{n_N} + b \left(\frac{n_v}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_v}{n_N} \right)^3}$$

Для карбюраторных двигателей $a=b=c=1$.

Для дизелей $a=0,5$; $b=1,5$; $c=1$.

$$\frac{n_v}{n_N} = \frac{V_{\max}}{V_N} = 1,15 \dots 1,25.$$

Мощность двигателя для любой точки скоростной характеристики

Двигатель проверяется на оборотность по числу оборотов коленчатого вала на 1 км пути:

$$\eta_0 = 60 n_N / V_N \text{ об/км,}$$

где η_0 - коэффициент оборотности.

Для легковых автомобилей $\eta_0 = 1800 \dots 2600$ об/км.

1.2 Определение передаточного числа главной передачи

Правильный выбор передаточного числа главной передачи i_m определяет необходимую величину динамического фактора автомобиля и пределы принятого коэффициента оборотности двигателя.

Передаточное число

$$i_m = \frac{2\pi * r_k * n_n * 60}{1000 * V_N * i_k},$$

где r_k - кинематический радиус колеса;

i_k - передаточное число коробки передач ($i_k = 1$).

Радиус колеса выбирают из таблицы 1.2, предварительно определив

реальную нагрузку на шину: $G_n = \frac{G}{4} H$.

Таблица 1.2

Обозначение	Нагрузка на шины в Н при различных внутренних давлениях в МПа						Радиус r_k в мм
	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	
7,00-15	4950	5100	5250	5400	5550	5700	352
5,00-16	2850	2950	3050	3200	-	-	315
6,00-16	3850	4000	4200	4400	4600	-	343
6,50-16	4450	4600	4750	4900	5050	5200	362
7,50-16	5900	6200	6450	6700	7000	7300	375

1.3 Определение передаточных чисел коробки передач

При выборе передаточных чисел коробки передач i_k следует учитывать, что промежуточные передачи используют при преодолении повышенных сопротивлений движению, разгоне автомобиля, в условиях скользкой дороги и на крутых спусках.

Первая передача должна обеспечить преодоление максимальных дорожных сопротивлений, т.е. $P_{T_{max}} \geq \psi_{max} G$,

где $P_{T_{max}}$ - максимальная тяговая сила.

Тогда передаточное число первой передачи

$$i_1 \geq \frac{\psi_{\max} * r_k * G}{M_{\max} * i_{cm} * \eta}$$

Полученное значение i_1 проверяется по сцеплению ведущих колес с дорогой (буксованию), т.е. $P_{T \max} < \varphi G_{сц}$.

$$\text{или } \frac{M_{\max} * i_1 * i_{cm} * \eta}{r_k} \leq \varphi G_{сц},$$

где $G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля.

В случае невыполнения условия по буксированию передаточное число i_1 уменьшают.

Для четырехступенчатой коробки передач с четвертой прямой передачей ($i_{IV}=1$) передаточное число второй передачи:

$$i_{II} = \sqrt[3]{i_I^2},$$

передаточное число третьей передачи: $i_{III} = \sqrt[3]{i_I}$.

Для анализа использования мощности двигателя при разгоне автомобиля учитывают, что

$$\frac{i_I}{i_{II}} = \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{i_{III}}{i_{IV}} = \dots = \frac{i_k}{i_{k+1}} = \frac{n_N}{n_0},$$

где n_0 – частота вращения коленчатого вала при включении передач,

$$n_0 = \frac{n_N * i_B}{i_T}$$

Максимальные скорости автомобиля при включении передач определяются по формуле:

$$V_{l \text{ max}} = \frac{2\pi * r_N * 60 * n_N}{1000 * i_{\text{ин}} * i_T} \text{ км/ч,}$$

с подстановкой последовательно $i_k = i_1, i_2, i_3, i_4$.

Полученные данные используют для построения графика мощности двигателя к расчету коробки передач (рис. 1.2).

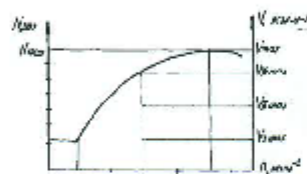


Рис. 1.2 График к расчету коробки передач

2. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБИЛЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЕГО ДИНАМИЧЕСКИЕ И ТОПЛИВНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Расчеты данного раздела проекта позволяют построить так называемый динамический паспорт автомобиля, параметры которого дают возможность выбирать оптимальные режимы эксплуатации автомобиля.

2.1 Расчет и построение графика тягового баланса автомобиля

График тягового баланса используют для определения максимальной скорости автомобиля. Он служит основой для построения его динамической характеристики.

Уравнение тягового баланса:

$$P_T = P_R \pm P_n + P_w + P_{in}$$

где P_T – тяговая сила автомобиля;

P_R – сила сопротивления качению;

P_w – сила сопротивления воздуха;

P_{in} – сила инерции.

Тяговая сила для передач автомобиля определяется по формуле:

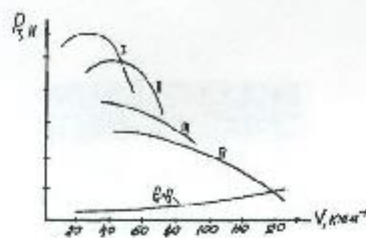


Рис.2.1 График тягового баланса автомобиля

По данным таблицы 2.2 строится график динамической характеристики в системе координат D-V (рис. 2.2).

2.3 Расчет ускорений автомобиля при разгоне

Ускорение автомобиля определяется по формуле:

$$j = (D - \psi)g / \delta,$$

где g – ускорение свободного падения; ψ – среднее сопротивление движению автомобиля; $\psi = 0,04 \dots 0,05$; δ – коэффициент учета вращающихся масс.

Коэффициент δ определяется по формуле:

$$\delta = 1,03 + \alpha' * i_x'^2; \alpha' = 0,05 \dots 0,07.$$

Результаты расчета ускорений и величин, обратных им, сводятся в таблицу 2.3.

j_{IV} $m \cdot c^{-2}$																			
$1/j_I$ c^2/m																			
$1/j_{II}$ c^2/m																			
$1/j_{III}$ c^2/m																			
$1/j_{IV}$ c^2/m																			

По данным таблицы 2.3 строятся графики ускорений в системе координат j - V (рис. 2.3) и графики величин, обратных ускорениям в системе координат $1/j$ - V (рис. 2.4).

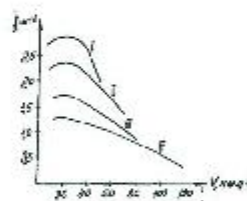


Рис. 2.3 Графики ускорений автомобиля

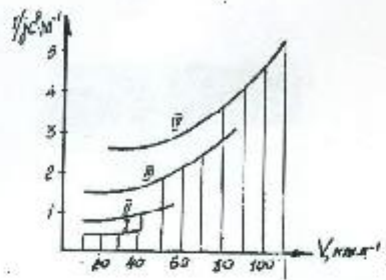


Рис. 2.4 Графики величин, обратных ускорениям

2.3.1 Время и путь разгона

Время разгона рассчитывается по формуле:

$$t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{j},$$

где V_1 и V_2 – начальная и конечная скорости разгона.

Для построения зависимости времени разгона от скорости движения автомобиля подсчитывается площадь под кривой $1/j$ (рис. 2.4), которая в масштабе определяет время разгона. Коэффициент, необходимый для пересчета площади на время, определяют по масштабам осей.

Масштаб оси абсцисс: 1 мм соответствует $1 \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1} = 1/3,6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Масштаб оси ординат: 1 мм соответствует $0,025 \text{ с}^2\cdot\text{м}^{-1}$;

1 мм² соответствует $1/3,6 * 0,025 = 0,007 \text{ с}$.

Результаты подсчетов времени разгона заносят в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Интервалы	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
скоростей, км·ч ⁻¹	10	0	30	0	0	0	0	0	0	00	10	20
Площадь под кривой в каждом интервале, см ²												
Время разгона, t, с												

Путь разгона рассчитывают по формуле:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v^* dt.$$

Правая часть соответствует площади между кривой зависимости времени от скорости разгона и осью ординат в пределах времени t_1 - t_2 .

Коэффициент для пересчета площади на путь определяют по масштабам осей.

Результаты подсчетов пути разгона заносят в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Интервалы	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
скоростей, км·ч ⁻¹	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...10	...11	...12
Площадь под кривой и осью ординат по интервала м, см ²												
Путь разгона, S, м												

По данным таблицы 2.4 и 2.5 строят графики времени и пути разгона (рис. 2.5).

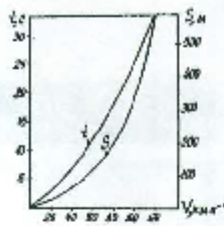


Рис. 2.5 Графики времени и пути разгона автомобиля

2.4 Расчет замедления автомобиля при торможении

В расчетах параметров замедления используют уравнение баланса сил при торможении:

$$P_u = P_k + P_n + P_i - P_{\text{тор}}$$

где сила инерции $P_i = \frac{G}{g} j$, j – замедление при торможении, $P_{\text{тор}}$ – сила торможения.

Для определения силы $P_{\text{торм}}$ используют технические данные автомобиля-прототипа, где указаны минимальный путь торможения S при заданной начальной скорости V_1 .

Из уравнения кинетической энергии при торможении:

$$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = (P_{\kappa} + P_{\pi} + P_c + P_{\text{торм}})S,$$

где принимают $V_2=0$, $P_{\pi}=0$ и определяют расчетную силу торможения

$$P_{\text{торм}} = \frac{GV_1^2}{2gS} - P_c - P_{\kappa}.$$

2.4.1 Путь и время торможения

Путь S при служебном торможении определяют по формуле:

$$S = \frac{GV_1^2}{2g(fG + \frac{\kappa FV_1^2}{13} + P_{\text{торм}}) * 13}.$$

По данным расчета составляется таблица 2.6.

Таблица 2.6

V_1 , Км·ч	40	50	60	70	80	90
-----------------	----	----	----	----	----	----

-t						
S, м						

Путь S при экстренном торможении определяют по формуле:

$$S = \frac{V_1^2}{2g\varphi * 13}$$

Время торможения определяют по формуле:

$$t = \int_{V_2}^{V_1} \frac{dV}{j} = \frac{V_1 - V_2}{j}$$

Принимают $V_2=0$ и по данным расчета составляется таблица 2.7.

Таблица 2.7

V ₁ ,	40	50	60	70	80	90
Км·ч ⁻¹						
t						
T, с						

При экстренном торможении замедление $j=\varphi g$, время торможения $t=V_1/j$.

2.5 Построение экономической характеристики автомобиля

Построение экономической характеристики ведут в следующей последовательности:

- строят график мощностного баланса автомобиля (для карбюраторных двигателей – при полном и частичном открытии дросселя);
- строят графики часовых расходов топлива;
- выполняют расчеты путевых расходов топлива в диапазоне выбранных скоростей движения автомобиля с последующим графическим построением экономической характеристики.

2.5.1 Мощностной баланс автомобиля

Для построения мощностного баланса используют график внешней скоростной характеристики (рис. 1.1) и затем строят графики при 20, 30, 40, 60 и 80 процентах открытия дросселя (рис. 2.6).

Мощность на преодоление сопротивлений автомобилем определяют по формуле:

$$\frac{N_k + N_z}{\eta} = \frac{(P_k + P_z)V}{3600 \eta}$$

Значение сил P_k и P_z на четвертой передаче берут из таблицы 2.1.

По данным расчета составляют таблицу 2.8.

Таблица 2.8

$V, \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1}$																			
$(P_k+P_n), \text{ Н}$																			
$N_k+N_n/\eta, \text{ кВт}$																			

По данным таблицы 2.8 строят графики мощностного баланса (рис. 2.6).

2.5.2 Расчет параметров и порядок построения экономической характеристики

Определяют часовой расход топлива по формуле:

$$Q = \frac{g_e * N}{1000} \text{ кг}\cdot\text{ч}^{-1},$$

где g_e – удельный расход топлива.

Значения g_e в зависимости от мощности карбюраторного двигателя представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Мощность двигателя N(%)	20	30	40	60	80	100
Удельный расход	720	470	350	260	230	480

%N										
60										
%N										
80										
%N										
100										
%N										

По данным таблицы 2.10 строят графики часовых расходов топлива Q (рис. 2.6) и затем сносят точки пересечения кривых N и $(N_k + N_b)/\eta$ на кривые часовых расходов топлива Q.

Определяют соответствующие этим точкам значения Q.

Рассчитывают путевые расходы топлива по формуле:

$$Q_p = \frac{Q}{V} 100 \text{ кг/100км.}$$

Результаты расчета заносят в таблицу 2.11.

Таблица 2.11

$V_{IV},$ км·ч ⁻¹							
Q, кг·ч ⁻¹							

$Q_{\text{н}}$						
кг/100к						
м						

По данным таблицы 2.11 дорабатывают график экономической характеристики (рис. 2.6).

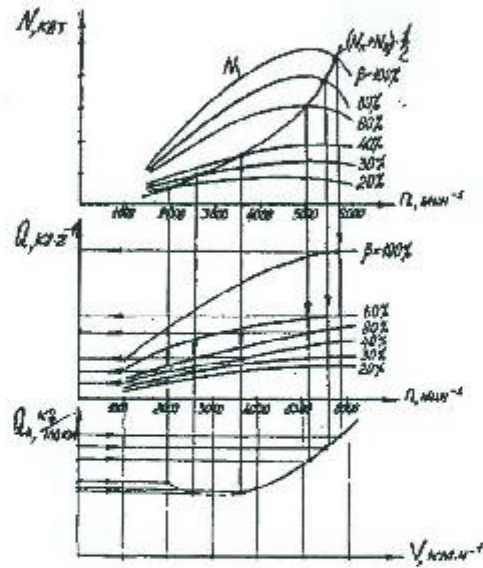


Рис. 2.6 Графики построения экономической характеристики

3. Содержание индивидуального задания

Содержание и название п. 3 пояснительной записки устанавливается индивидуально каждому студенту по указанию преподавателя. Возможные варианты п.3.

- выбор параметров проходимости автомобиля. Расчет высоты прямоугольного препятствия, преодолеваемого автомобилем;
- выбор параметров движения автомобиля из условий управляемости. Расчет критической скорости и построение графика управляемости;
- анализ поперечной устойчивости автомобиля по скольжению одной из осей. Расчет критической скорости по потере устойчивости;
- обоснование конструкции и расчет на прочность деталей одной из сборочных единиц автомобиля.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1987

2. П.А. Яковлев, Н.В. Диваков. Теория автомобиля. – М.: Машиностроение, 1962
3. Мозговой Ю.И. Эксплуатационные свойства автомобилей. Теория и расчет: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.:Изд. центр ДГТУ, 2003
4. Сокол Н.А., Мозговой Ю.И., Попов С.И. Расчет механизмов, систем и эксплуатационных показателей автомобиля: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.:Изд. центр ДГТУ, 20

ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

	Цифра зачетной книжки последняя (вариант данных к проектировочному расчету автомобиля)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Легковой автомобиль - аналог (класс автомобиля)	Автомобиль малого класса							Автомобиль среднего класса		

Полная масса автомобиля, кг	1300	1340	1360	1380	1400	1440	1480	1800	1840	1860
Максимальная скорость движения, $V(\text{км}\cdot\text{ч}^{-1})$	130	140	150	155	120	130	140	120	130	140
Максимальное сопротивление дороги, Ψ_{max}	0,30	0,32	0,34	0,30	0,32	0,30	0,34	0,29	0,32	0,34

Коэффициент качения, f	0,03	0,035	0,02	0,025	0,03	0,02	0,025	0,03	0,02	0,025	0,03	0,02	0,025
Масса, приходящаяся на ведущую ось, кг	690	710	720	730	740	760	780	950	980	980	980	980	980
Лобовая площадь сопротивления, F (м ²)	1,45	1,5	1,6	1,75	1,5	1,6	1,7	2,1	2,2	2,15	2,1	2,2	2,15
Продольная база,	2,4	2,45	2,42	2,44	2,5	2,55	2,6	2,7	2,75	2,8	2,7	2,75	2,8

$L(m)$																				
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, n_r ($мин^{-1}$)	5400	5500	5600	5800	5300	5400	5500	4000	4100	4200										
	Цифра зачетной книжки предпоследняя (варианты к расчету и вычерчиванию сборочной единицы автомобиля)																			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прив	Карда	Слеп	Торм	Слеп	Главн	Карда	Главн	Торм	Слеп

