

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра эксплуатации автомобилей

Составители
А. С. Фурман
Н. В. Фурман

**КОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА
ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания по выполнению курсового проекта

Рекомендованы учебно-методической комиссией направления
23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов»
в качестве электронного издания
для самостоятельной работы

Кемерово 2015

Рецензенты

Стенин Д. В. – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобилей

Подгорный А. И. – доцент, кандидат технических наук, председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Фурман Андрей Сергеевич, Фурман Наталья Владимировна. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: методические указания к выполнению курсового проекта [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», образовательная программа «Автомобили и автомобильное хозяйство», всех форм обучения / А. С. Фурман, Н. В. Фурман. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана.

Изложены содержание и порядок выполнения курсового проекта.

© КузГТУ, 2015
© Фурман А. С.,
Фурман Н. В., 2015

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цели и задачи курсового проектирования

Курсовой проект выполняется с целью закрепления знаний, полученных студентами при изучении курса "Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования".

Целями курсового проекта являются:

– систематизация, закрепление и углубление знаний, полученных студентами по дисциплине "Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования";

– привитие навыков в использовании специальной литературы, посвященной исследованиям эксплуатационных свойств ТнТТМО;

– выработка навыков самостоятельного анализа и оценки эксплуатационных свойств ТнТТМО.

Эти цели достигаются при решении в процессе выполнения курсового проекта следующих задач:

– развивая умения, творчески использовать теорию ТнТТМО для оценки эксплуатационных свойств конкретного образца ТнТТМО;

– приобретение навыков инженерного анализа и оценки степени соответствия эксплуатационных свойств автотранспортных средств действующим требованиям, критериям и оценочным показателям.

1.2. Состав проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Примерное содержание пояснительной записки следующее:

- а) титульный лист,
- б) задание на курсовой проект,
- в) техническое задание,
- г) расчет эксплуатационных свойств ТнТТМО,
- д) список использованной литературы,
- е) приложения

Графическая часть проекта включает в себя:
лист эскизной компоновки ТиТТМО и кинематической схемы трансмиссии.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

2.1. Техническое задание

2.1.1. Цель разработки и область применения

В первой разделе необходимо указать тип ТиТТМО, ее назначение, дать краткую характеристику области ее применения, дорожных условий и режимов эксплуатации, перевозимых грузов, указать наименование и обозначение прототипа и зарубежных аналогов, привести их параметры.

2.1.2. Технические требования

В разделе указывают показатели и эксплуатационные характеристики ТиТТМО с учетом действующих стандартов и норм, современного технического уровня и тенденций развития конструкций ТиТТМО.

Данный раздел курсового проекта должен состоять из восьми подразделов:

а) Основные параметры и размеры. Проводится выбор основных конструктивных параметров ТиТТМО, к которым относятся:

масса ТиТТМО и ее распределение по осям, при необходимости ограничение масс отдельных агрегатов, база и габаритные размеры, размеры грузовой платформы для грузовых ТиТТМО или вместимость кузова по длине и ширине для легковых автомобилей и автобусов, мощность и рабочий объем двигателя, удельные показатели: отношение рабочего объема двигателя к массе снаряженного автомобиля для легковых автомобилей, удельная мощность для грузовых ТиТТМО, коэффициент снаряженной массы.

Полная масса ТиТТМО определяется в кг

– для грузовых и автобусов:

$$M_a = M_{сн} + M_{зр} + 75n, \quad (1)$$

– для легковых:

$$M_a = M_{\text{сух}} + M'_{\text{сн}} + M_{\text{б}} + 75n, \quad (2)$$

где n – число пассажиров (включая водителя), чел.; $M_{\text{сн}}$ – снаряженная масса автомобиля, кг; $M_{\text{гр}}$ – масса перевозимого груза, кг; $M_{\text{сух}}$ – сухая масса автомобиля, кг; $M'_{\text{сн}}$ – масса снаряжения, кг; $M_{\text{б}}$ – масса багажа, кг.

Значения параметров $M_{\text{сн}}$, $M_{\text{гр}}$, $M_{\text{сух}}$, $M'_{\text{сн}}$ берутся из справочной литературы, $M_{\text{б}}$ принимается 10 кг на одного пассажира.

Основные параметры ТиТТМО должны быть обоснованы. Для этого необходимо дать критический анализ и привести необходимый статистический материал (в виде таблиц или графиков), относящийся к конструкциям, однотипным с проектируемым. Следует рассмотреть опыт эксплуатации прототипа, отметить недостатки его конструкции и возможные пути их исправления. Выбранные параметры должны быть даны в сравнении с параметрами прототипа и с современными аналогичными образцами зарубежной автомобильной техники.

б) Эксплуатационные свойства. Приводятся параметры эксплуатационных свойств, которые должна иметь проектируемая ТиТТМО: максимальная скорость, время разгона до заданной скорости, максимальный преодолеваемый подъем, максимальное замедление, тормозной путь, контрольный расход топлива, дорожный просвет, углы свеса, радиус проходимости, коэффициент сцепной массы и удельное давление в контакте колеса с дорогой, минимальный радиус поворота, габаритный радиус поворота, габаритная полоса движения, запас хода по топливу. В данном подразделе выбираются также остальные параметры ТиТТМО, необходимые при расчете эксплуатационных свойств: КПД трансмиссии, шины, фактор обтекаемости.

Выбор шин производится по наиболее нагруженным колесам с помощью таблиц ГОСТ 4754-74 (для легковых автотранспортных средств), ГОСТ 5513-69 и ГОСТ 14917-69 (для грузовых автотранспортных средств и автобусов), ГОСТ 13298-70 (для автотранспортных средств повышенной проходимости).

Таблица 1

Распределение полной массы между осями ТиТТМО

Тип ТиТТМО	Масса, приходящая на заднюю ось (в долях от полной массы)
Грузовые (грузоподъемностью более 1 т)	0,67-0,75
Грузовые (грузоподъемностью менее 1 т)	0,53-0,58
Автобусы (для сельской местности)	0,70-0,73
Автобусы (городские, междугородные)	0,63-0,66
Легковые:	
-двигатель спереди, ведущие колеса сзади	0,52-0,55
-с задним расположением двигателя	0,56-0,6
-переднеприводные	0,43-0,47
Повышенной проходимости:	
-двухосные	0,50-0,54
-трехосные	0,70-0,72 (для тележки)

В графе «Максимально допустимая нагрузка и давление, соответствующие этой нагрузке» соответствующего ГОСТа находят нагрузку, равную массе, приходящейся на наиболее нагруженные колеса, или ближайшую большую нагрузку; в графе «Обозначение шины» – соответствующее этой нагрузке обозначение шины в графе «статический радиус» – $r_{ст}$.

При тяговом расчете принимаем $r_k = r_d = r_{ст}$.

Выбор фактора обтекаемости (kF) производится по статистическим данным.

Здесь k – коэффициент обтекаемости, зависящий от формы автотранспортного средства, $Нс^2/м^4$; F – лобовая площадь его проекции на плоскость, перпендикулярную продольной оси ТиТТМО, $м^2$.

Точное определение лобовой площади затруднительно, и на практике пользуются эмпирической формулой

– для грузовых и автобусов:

$$F = B H_2, \quad (3)$$

– для легковых:

$$F = 0,8B_2 H_2, \quad (4)$$

где B – колея автотранспортного средства, м; B_2 – габаритная ширина ТИТМО, м; H_2 – габаритная высота ТИТМО, м.

Таблица 2

Средние значения коэффициента обтекаемости

Тип автотранспортного средства	$k, \text{Нс}^2/\text{м}^4$
Легковые	0,2-0,35
Грузовые	0,6-0,7
Грузовые автопоезда	0,75
Автобусы	0,25-0,4
Гоночные	0,13-0,15

Коэффициент полезного действия трансмиссии выбирается в зависимости от типа автотранспортного средства.

Таблица 3

Рекомендуемые значения КПД трансмиссии

Тип автотранспортного средства	$\eta_{\text{тр}}$
Легковые	0,92
Грузовые 2-осные с одинарной главной передачей	0,9
Грузовые 2-осные с двойной главной передачей	0,88
Грузовые 3-осные	0,84
Автобусы	0,88-0,9
Полноприводные легковые	0,86
Полноприводные грузовые	0,80

в) Надежность конструкции. Указываются амортизационный пробег и срок службы ТИТМО в годах, пробег до капитального ремонта, требования к равнопрочности или к кратности ресурсов составных частей ТИТМО.

г) Эксплуатационная и ремонтная технологичность. Приводятся периодичность технического обслуживания (ТО), трудоемкости ТО и текущего ремонта (ТР), требования к приспособленности и удобству проведения ТО и ТР, а также диагностирования.

д) Безопасность конструкции. Указываются требования по обеспечению конструктивной безопасности: требования к узлам, определяющим безопасность движения, к приборам сигнализации и освещения, требования по обеспечению необходимых обзора и видимости, обеспечению защиты водителя, пассажиров и пешеходов при аварии, требования к вибрационным нагрузкам и другие требования в соответствии с действующими санитарными нормами.

е) Эстетические и эргономические показатели. Указываются требования к технической эстетике, комфортабельности и использованию внутреннего объема кабины или кузова, основанные на данных анализа тенденций развития внешних форм, внутреннего пространства в отделке ТиТТМО. В подразделе также указывают предельные значения внешнего и внутреннего шума, токсичности отработавших газов, параметров обитаемости кабины (температура, вентиляция) и усилий, необходимых для управления ТиТТМО.

ж) Составные части, исходные и эксплуатационные материалы. Приводится краткая характеристика агрегатов и систем ТиТТМО: указываются исходные (металлы, пластмассы, резина, краски) и эксплуатационные (топливо, масла, жидкости) материалы, намечаемые для применения.

з) Специальные требования. Указываются специальные дополнительные требования, вытекающие из специфики ТиТТМО.

2.1.3. Приложения к техническому заданию

В приложениях приводятся чертеж общего вида и эскизная компоновка ТиТТМО.

Эскизная компоновка производится на листе формата А1, где выполняется чертеж ТиТТМО в трех проекциях. ТиТТМО показывают движущейся влево в ее проектном положении. В ходе эскизного проектирования выбирается наиболее рациональное размещение основных агрегатов ТиТТМО и определяются их

установочные размеры, планируется рабочее место водителя и места пассажиров, выбирается положение грузовой платформы.

Эскизная компоновка проводится следующим образом:

- выбрать компоновочную схему ТиТМО;
- определить положение водителя, для чего изготовить шаблон фигуры человека, построить линию внутренних границ пола и линию уровня подушки сидения, подобрать и построить контурную линию сидения;
- построить контурную линию крыши кузова или кабины;
- установить положение силового агрегата, двигателя, сцепления, коробки передач (для приближенного определения размеров агрегатов применяют метод пропорционального пересчета размеров существующих агрегатов прототипа);
- установить положение осей колес;
- построить линию осей карданной передачи;
- определить основные размеры поперечного сечения ТиТМО по осям переднего и заднего мостов;
- определить положение рулевого колеса, педалей, рычагов панели приборов;
- построить линии контура рамы или основания кузова;
- выбрать место расположения топливного бака, запасного колеса, определить контур багажника;
- для автобусов определить место расположения и контуры дверей;
- построить (завершить) линию контура ТиТМО: построить линию крыши капота, крыши багажника, ветрового стекла и стекла заднего окна, нанести границы переднего и заднего свесов, построить контуры поперечных сечений;
- для грузовых автомобилей построить линию контура грузовой платформы;
- проверить полученные габаритные размеры и параметры массы на соответствие значениям, установленным в техническом задании (отразить в пояснительной записке).

Изображение эскизной компоновки ТиТМО выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными ЕСКД для рабочих чертежей. Узлы и агрегаты изображают только контурными линиями. Допускается изображать одновременно контуры одних и тех же агрегатов при различных вариантах расположения.

На компоновочной схеме ТиГТМО должны быть указаны габаритные размеры ТиГТМО, установочные размеры основных узлов и агрегатов относительно осей и верхней полки лонжерона рамы или опорной поверхности, дорожные просветы, углы свеса, углы установки карданных валов, угол наклона двигателя, смещения от продольной оси автомобиля, зазоры между подрессоренными и неподрессоренными частями. Положение двигателя на чертежах задают точкой пересечения оси коленчатого вала с плоскостью переднего торца блока цилиндров. Высотные размеры, изменяющиеся при загрузке ТиГТМО, указывают для двух состояний: без нагрузки и под нагрузкой.

При компоновке грузового ТиГТМО с опрокидывающейся кабиной кабину изображают в транспортном и откинутом положении и наносят размеры, определяют угол опрокидывания кабины. При компоновке автомобилей-самосвалов кузов также изображается в транспортном и откинутом положении.

Полученные в результате эскизной компоновки габаритные размеры не должны превышать предельные значения, установленные нормативными документами.

Компоновочная схема проектируемой ТиГТМО должна быть шагом вперед по сравнению со схемой прототипа, с учетом современного состояния и тенденций развития конструкций ТиГТМО.

На чертеже эскизной компоновки АТС приводится кинематическая схема трансмиссии.

2.2. Расчет эксплуатационных свойств ТиГТМО.

2.2.1. Внешняя скоростная характеристика двигателя.

Внешняя скоростная характеристика двигателя представляет собой зависимость мощности и крутящего момента двигателя от частоты вращения коленчатого вала.

Внешняя скоростная характеристики двигателя строится с помощью следующих формул:

$$N_e = N_{\max} \left[a \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + b \left(\frac{n_e^2}{n_N^2} \right) - c \left(\frac{n_e^3}{n_N^3} \right) \right], \quad (5)$$

$$M_e = 9550 \frac{N_e}{n_e}, \quad (6)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Нм; N_e – значение мощности, развиваемое двигателем, кВт; n_N – частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности (номинальная), об/мин; n_e – задаваемая частота вращения, об/мин; N_{max} – максимальная мощность двигателя, кВт.

По формулам определяются значения мощности и крутящего момента двигателя от 0,1 до 1,2 номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя с интервалом 0,1 от номинальной частоты, при этом начальные обороты двигателя, т.е. обороты холостого хода, должны находиться в пределах:

500-600 об/мин – дизельные двигатели;

500-1000 об/мин – карбюраторные, в зависимости от быстротходности.

Коэффициенты a , b и c зависят от типа и особенности конструкции двигателя. Для карбюраторных двигателей можно принимать $a = b = c = 1$, а для дизелей, в зависимости от типа камеры сгорания, могут быть приняты следующие значения коэффициентов:

Таблица 4

Значения коэффициентов Лейдермана для дизелей

Тип камеры сгорания:	a	b	c
предкамера	0,87	1,13	1
вихревая камера	0,6	1,4	1
неразделенная камера	0,53	1,56	1,09

2.2.2. Определение максимальной скорости.

Для определения максимальной скорости ТиТТМО в формулу (7) подставляем несколько значений скоростей. По полученным значениям строим кривую изменения мощностей сил сопротивления в зависимости от скорости движения. На этом же графике проводим скоростную мощность автомобиля N_v , выдаваемую двигателем. В точке пересечения этих кривых и будет находиться максимальная скорость автомобиля.

$$N_v = \frac{\kappa F V_{a \max}^3}{1000 \eta_{TP}} + \frac{M_a g \psi V_{a \max}}{1000 \eta_{TP}}, \quad (7)$$

где κ – коэффициент обтекаемости, $\text{Нс}^2/\text{м}^4$; F – лобовая площадь автомобиля, м^2 ; $V_{a \max}$ – максимальная скорость АТС, м/с ; η_{TP} – КПД трансмиссии; M_a – масса АТС, кг ; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; ψ – коэффициент общего дорожного сопротивления.

При расчете значение N_v принимать равным N_e по внешней скоростной характеристике с отношением частот вращения коленчатого вала двигателя 1,1 для карбюраторных двигателей без ограничителей, 0,9 для карбюраторных двигателей с ограничителем и 1,0 для дизелей.

При $V_a \geq 15$ м/с коэффициент общего дорожного сопротивления корректируется по формуле

$$\psi = \psi_0 \left(1 + \frac{V_a^2}{1500} \right), \quad (8)$$

где ψ_0 – коэффициент общего дорожного сопротивления при $V_a < 15$ м/с , $\psi_0 = 0,016$.

2.2.3. Выбор передаточных чисел трансмиссии

Передаточное число главной передачи рассчитывают из условия обеспечения максимальной скорости движения на высшей передаче. Частоту вращения коленчатого вала двигателя соответствующую максимальной скорости принять равной: номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя для дизеля, 0,9 от номинальной для карбюраторного двигателя с ограничителем, и 1,1 от номинальной для карбюраторного двигателя без ограничителя.

$$i_z = 0,105 \frac{n_v r_d}{V_{a \max} i_{KB} i_d}, \quad (9)$$

где r_d – радиус колеса динамический, м ; i_{KB} – передаточное число высшей передачи КПП; i_d – передаточное число дополнительной коробки.

Передаточное число первой передачи КПП выбирается из условий преодоления максимального дорожного сопротивления и сохранения сцепления ведущих колес с дорогой по формулам

$$i_{k1} = \frac{M_a g \psi_{\max} r_{\partial}}{M_{e \max} i_2 i_{\partial} \eta_{mp}}, \quad (10)$$

где $M_{e \max}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Нм; i_2 – передаточное число главной передачи; i_{∂} – передаточное число дополнительной коробки; ψ_{\max} – максимальный коэффициент общего дорожного сопротивления принимается равным максимальному динамическому фактору; η_{mp} – КПД трансмиссии.

$$i_{k1} \leq \frac{M_{авед} g \varphi r_{\partial}}{M_{emax} i_2 i_{\partial} \eta_{TP}}, \quad (11)$$

где $M_{авед}$ – масса, приходящаяся на ведущие колеса автомобиля, кг; φ – коэффициент сцепления колес с дорогой (принимается 0,8 для легковых автомобилей и 0,7 для грузовых).

Передаточные числа промежуточных ступеней рассчитываются по формуле

$$i_k = \sqrt[n-1]{i_{k1}^{n-k} i_{кв}^{k-1}}, \quad (12)$$

где k – номер ступени КПП; n – число ступеней в КПП.

2.2.4. Тяговый баланс.

Уравнение тягового баланса решается графическим путем: строится тяговая характеристика $T_i T_{TMO}$ на каждой ступени коробки передач, кривая силы общего дорожного сопротивления, а также кривая суммы сил сопротивления воздуха и общего дорожного сопротивления.

Формулы для расчета:

- Скорость на i -й передаче:

$$V_a = 0,105 \frac{n_e r_k}{i_{k1} i_2}, \quad (13)$$

где r_k – радиус колеса кинематический, м; i_k – передаточное число i -й передачи КПП; i_r – передаточное число главной передачи.

- Сила тяги на i -й передаче:

$$P_m = \frac{M_e i_k i_r \eta_{mp}}{r_d}, \quad (14)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Нм.

– Сила сопротивления воздуха:

$$P_v = \kappa F V_a^2. \quad (15)$$

– Сила общего дорожного сопротивления:

$$P_d = M_a g \psi. \quad (16)$$

2.2.5. Динамическая характеристика.

Для построения динамической характеристики определяют динамический фактор ТиТТМО для скоростей движения от минимальной до максимальной на каждой ступени коробки передач с интервалом, соответствующим частотам вращения вала двигателя через 0,1 от номинальной частоты. На динамической характеристике наносят кривую коэффициента общего дорожного сопротивления, а также дополняют номограммой нагрузок.

Динамический фактор определяют по формуле

$$D = \frac{P_m - P_v}{M_a g}, \quad (17)$$

где P_m – сила тяги автомобиля, Н; P_v – сила сопротивления воздуха, Н.

Масштабный коэффициент для перехода к оси D_0 (ось по-рожной ТиТТМО) можно рассчитать по формуле

$$M_{D0} = M_D \frac{M_a g}{M_0 g}, \quad (18)$$

где M_D – масштабный коэффициент по оси D , 1/мм; M_0 – снаряженная масса, кг.

2.2.6. Ускорение

Ускорение определяют, используя величины динамического фактора, для тех же значений скоростей движения на каждой ступени коробки передач по формуле

$$j = \frac{(D - \psi)g}{\delta j}, \quad (19)$$

где D – динамический фактор; δj – коэффициент учета вращающихся масс.

Коэффициент учета вращающихся масс определяется по формуле

$$\delta j = 1,04 + 0,04i_k^2, \quad (20)$$

где i_k – передаточное число i -й передачи КПП.

2.2.7. Время и путь разгона

Данные показатели приемистости ТиТТМО определяются аналитическим способом. Для расчета используется график ускорений. Переключение передач осуществляется при скоростях, соответствующих пересечению кривых ускорений, либо, если пересечения нет, при скоростях соответствующих номинальным оборотам двигателя на предыдущей ступени. Время на переключение передач принимается равным одной секунде для легковых, а также микроавтобусов и грузовых автомобилей малой грузоподъемности. Для остальных ТиТТМО время переключения передач составляет две секунды. На графиках времени и пути разгона отмечают значения, соответствующие разгону легковых ав-

томобилей до 100 км/ч, остальных АТС до 60 км/ч. Расчет проводится следующим образом.

Кривая ускорения для каждой передачи разбивается на ряд интервалов скоростей и принимается, что в каждом интервале скорости движение происходит с постоянным ускорением j_{cp} м/с²:

$$j_{cp} = \frac{j_1 + j_2}{2}, \quad (21)$$

где j_1 и j_2 – соответственно величины ускорений в начале и конце выбранного интервала скорости, м/с².

При изменении скорости в интервале ΔV среднее ускорение можно определить как

$$j_{cp} = \frac{V_1 - V_2}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (22)$$

отсюда время разгона в том же интервале изменения скорости:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{j_{cp}}. \quad (23)$$

Подставляя значение j_{cp} , можно определить время разгона в данном интервале скоростей. Общее время разгона от минимально устойчивой скорости V_{min} до конечной V_{max} получается суммированием времени разгона на отдельных интервалах:

$$\sum tp = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n. \quad (24)$$

Путь разгона в интервале скорости ΔV определяется при помощи графика времени разгона по формуле

$$\Delta S = V_{c\delta} \Delta t = \frac{V_1 + V_2}{2} \Delta t, \quad (25)$$

где V_1 и V_2 – соответственно скорости движения в начале и конце интервала времени Δt .

Общий путь разгона $\sum Sp$ от минимальной скорости до конечной определяется суммированием пути разгона всех предыдущих участков:

$$\sum Sp = \Delta S1 + \Delta S2 + \dots \Delta Sn . \quad (26)$$

2.2.8. Мощностной баланс АТС

График мощностного баланса строят, используя уравнение мощностного баланса для определения мощностей сопротивления движению и сопротивления воздуха, делят их значения на коэффициент полезного действия трансмиссии, приводя таким образом мощности сил сопротивления к мощности двигателя. Внешнюю скоростную характеристику двигателя наносят на график для каждой ступени коробки передач, используя соотношение между скоростью движения ТиТМО и частотой вращения коленчатого вала двигателя. Суммарные кривые мощности сопротивления воздуха и дороги строят для двух значений коэффициента дорожного сопротивления: 0,016 и 0,025 (учитывая их изменение от скорости движения при значениях, больших 15 м/с).

Расчет производится по формулам

$$\frac{N_d}{\eta_{mp}} = \frac{M_a g \psi V_a}{1000 \eta_{mp}} , \quad (27)$$

$$\frac{N_e}{\eta_{mp}} = \frac{\kappa F V_a^3}{1000 \eta_{TP}} . \quad (28)$$

2.2.9. Остановочный путь.

Определяется при экстренном торможении со скоростей высшей передачи КПП до полной остановки. Коэффициент сцепления принимается равным 0,3; 0,5; 0,8 для легковых автомобилей, микроавтобусов и грузовых автомобилей малой грузоподъемности; 0,2; 0,4; 0,6 – для остальных типов ТиТМО. На графике отмечаются нормативные показатели тормозного пути для заданного типа ТиТМО. Расчет проводится по формуле

$$S_o = \left(\tau_p + \tau_{cp} + 0,5\tau_n \right) V_a + \frac{V_a^2}{2\phi g} , \quad (29)$$

где τ_p – время реакции водителя, с; $\tau_{ср}$ – время срабатывания тормозного привода, с; τ_n – время нарастания замедления, с; φ – коэффициент сцепления колес с дорогой.

2.2.10. Топливо-экономическая характеристика.

Топливо-экономическая характеристика строится для высшей ступени коробки передач при двух значениях коэффициента дорожного сопротивления: 0,016 и 0,025 (учитывая их изменение от скорости движения при значениях, больших 15 м/с). Расчет проводят по формуле

$$Q_s = \frac{g_e(N_d + N_e)}{36\rho_m V_a \eta_{mp}}, \quad (30)$$

где g_e – удельный расход топлива, г/кВтч; ρ_m – плотность топлива, кг/м³ (принимается для дизеля 0,825, а для карбюраторного двигателя 0,75).

Удельный расход топлива для дизеля можно рассчитать по формуле

$$g_e = g_N \left[1,55 - 1,55 \frac{n_e}{n_N} + \frac{n_e^2}{n_N^2} \right], \quad (31)$$

где g_N – удельный расход топлива при максимальной мощности, г/кВтч.

А для ТигТМО с карбюраторным двигателем расчет проводят по формуле

$$g_e = g_N K_u K'_u, \quad (32)$$

где, K_u – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива от степени использования мощности; K'_u – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Коэффициенты K_u , K'_u можно рассчитать по формулам

$$K_u = A - Bu + Cu^2, \quad (33)$$

$$K'_u = A' - B' \frac{n_e}{n_N} + C' \frac{n_e^2}{n_N^2}, \quad (34)$$

где u – степень использования мощности двигателя.

A, B, C, A', B', C' – вспомогательные коэффициенты; $A=2,75$; $B=4,61$; $C=2,86$; $A'=1,23$; $B'=0,79$; $C'=0,56$.

Степень использования мощности можно рассчитать по формуле

$$u = \frac{N_d + N_v}{N_e \eta_{mp}}. \quad (35)$$

3. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 "Общие требования к текстовым документам".

Изложение расчетно-пояснительной записки должно быть кратким, но достаточно аргументированным. Пространные рассуждения, повторение общеизвестных истин, доказательств, обширные выписки из литературных источников не допускаются.

Результаты всех расчетов должны оцениваться в сравнении с действующими нормами. При использовании справочных материалов (нормативов, рекомендаций, статистических данных, предельных значений параметров, формул и т.п.) необходима ссылка на литературные или иные источники.

Для сокращения объема пояснительной записки при циклических расчетах необходимо привести расчетные формулы, пример расчета одной величины, а все результаты расчета свести в таблицы.

Графическая часть проекта выполняется в соответствии с требованиями ГОСТов.

СПИСОК РЕКОМЕДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Общие вопросы проектирования АТС

1. Автомобильные транспортные средства / под ред. Д. П. Великанова. – Москва : Машиностроение, 1977. – 326 с.
2. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля. / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Илларионов. – Москва : Транспорт, 1983. – 276 с.
3. Бухарин, И. А. Автомобили. / И. А. Бухарин, В. С. Прозоров, М. М. Щукин. – Санкт-Петербург : Машиностроение, 1973. – 504 с.
4. Грузовые автомобили / под ред. М. С. Высоцкого, Ю. Ю. Беленького и др. – Москва : Машиностроение, 1979. – 384 с.
5. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости / под ред. И. Ф. Бочарова, И. С. Цитовича. – Москва : Машиностроение, 1983. – 299 с.
6. Краткий автомобильный справочник. – Москва : Транспорт, 1995. – 464 с.
7. Лукин, П. П. Конструирование и расчет автомобиля / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. – Москва : Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Осепчугов, В. В. Автобусы. – Москва : Машиностроение, 1971. – 312 с.
9. Островцев, А. Н. Основы проектирования автомобиля. – Москва : Машиностроение, 1978. – 254 с.
10. Родионов, В. Ф. Проектирование легковых автомобилей. / В. Ф. Родионов, Б. М. Фиттерман. – Москва : Машиностроение, 1980. – 379 с.

Эксплуатационные свойства АТС

11. Тарасик, В. П. Теория движения автомобиля. – Санкт-Петербург : БХВ–Петербург, 2006. – 478 с.
12. Илларионов, В. А. Теория и конструкция автомобиля / В. А. Илларионов, М. М. Морин. – Москва : Машиностроение, 1985. – 358 с.
12. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. – Москва : Машиностроение, 1982. – 284 с.
13. Литвинов, А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. – Москва : Машиностроение, 1989. – 264 с.