МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных
технических средств

ИННОВАЦИОННЫЕ ТРЕНДЫ В КОНСТРУКЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания по контрольной работе

Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
(уровень магистратуры)

Екатеринбург
2021

Инновационные тренды в конструкции и использовании пожарной техники [Текст] : методические указания по контрольной работе. Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры) / авт.-сост. В. В. Крудышев, В. В. Терентьев, И. Д. Опарин. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 36 с.

Составители:

Крудышев В. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель начальника кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Терентьев В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России;

Опарин И.Д., преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России.

Издание предназначено для слушателей Уральского института ГПС МЧС России по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры).

Основная цель методических указаний – дать знания обучаемым в вопросах устройства современных моделей базового шасси, используемых при создании пожарных и спасательных автомобилей. Кроме того, изучаются вопросы функционирования отдельных узлов конструкции, их взаимосвязи и совместной эксплуатации.

При самостоятельном выполнении контрольных заданий обучаемые получают навыки работы с нормативной, справочной и учебной литературой, учатся решать задачи с использованием современного программного обеспечения.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

от 08 июля 2021 г., протокол №15

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021
© Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 5
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 7
РАЗДЕЛ 1. РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ 10
1.1 Общие теоретические сведения 10
1.2 Пример расчета 12
1.3 Варианты заданий 12
РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ ОСТАНОВОЧНОГО ПУТИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ 15
2.1 Общие теоретические сведения 15
2.2 Пример расчета 15
3.3 Варианты заданий 16
РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ 19
3.1 Общие теоретические сведения 19
3.2 Пример расчета 20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 33
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 34
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 35

ВВЕДЕНИЕ

Современные пожарные автомобили имеют различное устройство и характеристики. При этом они должны отвечать ряду требований по конструкции, комплектации, надежности и оперативности.

Оперативность пожарных автомобилей связана со скоростью их движения и ускорением на разных передачах и во всем диапазоне рабочих оборотов. Но эти данные в технических характеристиках не указываются. Кроме того, пи движении пожарных автомобилей к месту вызова в транспортном на высоких скоростях и при маневрировании возникает угроза безопасности дорожного движения.

Поэтому в контрольной работе представлен ряд расчетов, позволяющих определить значения тормозного и остановочного пути пожарного автомобиля на разных скоростях, а также значения тягово-скоростных характеристик автомобиля, влияющих на его оперативность.

При выполнении контрольной работы слушатели получают знания методики расчета основных параметров пожарных автомобилей, влияющих на оперативность и безопасность их движения.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Автопоезд: транспортное средство, состоящее из тягача и полуприцепа или прицепа(ов), соединенных тягово-сцепным(и) устройством(ами).

Автотранспортное средство (АТС): устройство, приводимое в движение двигателем и предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем, а также имеющее массу в снаряженном состоянии более 400 кг.

Время срабатывания тормозной системы $\tau_{ср}$: интервал времени от начала торможения до момента времени, в который замедление АТС принимает установившееся значение при проверках в дорожных условиях, либо до момента, в который тормозная сила при проверках на стендах или принимает максимальное значение, или происходит блокировка колеса АТС на роликах стенда. При проверках на стендах измеряют время срабатывания по каждому из колес АТС.

Время срабатывания тормозной системы τ: интервал времени от начала торможения до момента времени, в который замедление АТС принимает установившееся значение при проверках в дорожных условиях, либо до момента, в который тормозная сила при проверках на стендах или принимает максимальное значение, или происходит блокировка колеса АТС на роликах стенда.

Время запаздывания тормозной системы $\tau_{с}$: интервал времени от начала торможения до момента появления замедления (тормозной силы).

Время нарастания замедления $\tau_{н}$: интервал времени монотонного роста замедления до момента, в который замедление принимает установившееся значение.

Исправное состояние АТС: состояние, соответствующее всем требованиям нормативных документов, предъявляемым к конструкции и техническому состоянию АТС.

Конец торможения: момент времени, в который исчезло искусственное сопротивление движению АТС или оно остановилось.

Коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью: отношение результирующей продольной и поперечной сил реакций опорной поверхности, действующих в контакте колеса с опорной поверхностью, к величине нормальной реакции опорной поверхности на колесо.

Коэффициент полезного действия (КПД): показатель эффективности действия механизма, определяемый как отношение работы, совершаемой механизмом, к работе, затраченной на его функционирование.

Масса транспортного средства в снаряженном состоянии (снаряженная масса): масса порожнего транспортного средства с кузовом

и сцепным устройством в случае тягача или масса шасси с кабиной, если завод-изготовитель не устанавливает кузов и (или) сцепное устройство, включая массы охлаждающей жидкости, масла, 90% топлива, 100% других жидкостей (за исключением использованной воды), инструментов, запасного колеса, массу водителя (75 кг) и – для городских и междугородных автобусов – массу члена экипажа (75 кг), если в транспортном средстве предусмотрено для него сиденье.

Начало торможения: момент времени, в который тормозная система получает сигнал о необходимости осуществить торможение.

Начальная скорость торможения: скорость АТС в начале торможения.

Полное торможение: торможение, в результате которого АТС останавливается.

Разрешенная максимальная масса: максимальная масса снаряженного АТС с грузом (пассажирами), установленная изготовителем в качестве максимально допустимой согласно эксплуатационной документации.

Рабочая тормозная система: тормозная система, предназначенная для снижения скорости АТС.

Техническое состояние АТС: совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств и установленных нормативными документами параметров АТС, определяющая возможности его применения по назначению.

Торможение: процесс создания и изменения искусственного сопротивления движению АТС.

Тормозная система: совокупность частей АТС, предназначенных для его торможения при воздействии на орган управления тормозной системы.

Тормозной привод: совокупность частей тормозного управления, предназначенных для управляемой передачи энергии от ее источника к тормозным механизмам с целью осуществления торможения.

Тормозной путь: расстояние, пройденное АТС от начала до конца торможения.

Установившееся замедление $\tau_{уст}$: среднее значение замедления за время торможения от момента окончания периода времени нарастания замедления до конца торможения.

Экстренное торможение: торможение с целью максимально быстрого уменьшения скорости АТС.

Эффективность торможения: мера торможения, характеризующая способность тормозной системы создавать необходимое искусственное сопротивление движению АТС.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется обучаемыми в сроки и в соответствии с учебным планом института.

Контрольная работа включает вопросы по устройству и эксплуатации современных пожарных автомобилей.

Общая структура контрольной работы включает:

1. Титульный лист (Приложение 1).
2. Содержание работы.
3. Раздел 1 «Расчет тормозного пути пожарного автомобиля».
4. Раздел 2 «Расчет остановочного пути пожарного автомобиля»
5. Раздел 3 «Расчет тягово-скоростных характеристик пожарного автомобиля».
6. Список используемых источников.
7. Приложения (при необходимости).

Перед выполнением контрольной работы обучаемым необходимо ознакомиться с методическими указаниями, содержанием вопросов и задач, подобрать и изучить рекомендуемую литературу и нормативные документы, а также материалы установочных лекций и практических занятий.

В случаях затруднения в самостоятельном решении задачи обучаемые могут обращаться за консультацией к преподавателям кафедры.

Контрольная работа должна быть выполнена на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297) печатным способом, шрифтом Times New Roman с размером шрифта 14 пт. Междустрочный интервал – 1,5. Выравнивание – по ширине.

Лист должен иметь поля: левое – 30 мм., правое и верхнее – 20 мм., нижнее – 25 мм. Абзацы в тексте начинаются с отступа 1,25 см. Страницы нумеруются арабскими цифрами внизу страницы по центру. Нумерация должна быть сквозной. Титульный лист является первой страницей, на нем номер не ставится.

Содержание контрольной работы должно отражать структуру ее разделов и подразделов.

Текст контрольной работы состоит из разделов и подразделов. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа.

Заголовки разделов и подразделов должны соответствовать содержанию контрольной работы.

Заголовки разделов следует печатать прописными буквами, подразделов – с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая,

симметрично тексту. Переносы слов в заголовках и подзаголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно 2 интервалам, расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.

Каждый раздел текстового документа следует начинать с нового листа (страницы). Текст документа должен быть достаточно кратким, четким и не допускать различных толкований. При этом, описание конструкции деталей, узлов, агрегатов, механизмов и систем, следует сопровождать соответствующими рисунками и схемами.

Формулы, коэффициенты, справочные данные, требования норм должны сопровождаться ссылкой на источники при помощи цифр в квадратных скобках, соответствующих номерам в списке источников, приведенном в конце контрольной работы, например, «…передаточное число u=0,96 [3]».

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «… в формуле (1)…». Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1).

Иллюстрации (рисунки, фотографии, схемы, графики) в тексте должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Иллюстрации должны иметь наименование, например, *Рисунок 2.4 – Устройство генератора*.

При необходимости иллюстрации могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст), объясняющие устройство узла, либо описание режимов его работы и т.п. В этом случае слово «Рисунок», номер рисунка и наименование помещают после подрисуночного текста.

На каждую иллюстрацию в тексте должна быть приведена ссылка. При ссылках на иллюстрации следует писать «… в соответствии с рисунком 2.4 …», при нумерации иллюстраций в пределах раздела.

Таблицы в тексте контрольной работы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название помещается над таблицей, по левому краю с абзацным отступом, как представлено в таблице 1.1.

Нумерация таблиц может быть сквозной или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела, номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы

документа должны быть приведены ссылки в тексте документа. При ссылке следует писать слово «табл.» с указанием ее номера.

Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы. Над другими частями той же таблицы, с выравниванием по правому краю, пишут «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В случае переноса таблицы на следующую страницу выполняют нумерацию столбцов в первой части таблицы и на последующих страницах таблицу начинают с нумерации столбцов, соответствующей первой части.

Список используемых источников должен отражать только те источники, которые были использованы при подготовке контрольной работы. В качестве источников могут применяться учебная и техническая литература, научные издания, нормативно-правовые источники, электронные носители и сайты. В случае применения материала сайтов следует внимательно относится к достоверности представленной информации. Рекомендуется предпочтение отдавать официальным сайтам. Примеры оформления ссылок на различные источники приведены в приложении 2.

Выполненная и оформленная работа слушателей установленным порядком направляется в институт на рецензирование в сроки, указанные в графике представления контрольных работ слушателями.

В проверенную работу обучаемые обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями рецензента.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, а также не полностью освещающая вопросы задания, к зачету не принимается, а выполняется снова с учетом замечаний рецензента и указанием на титульном листе «повторная», после чего направляется в институт вместе с первой работой и рецензией.

Обучаемые, не представившие в срок контрольную работу без уважительных причин, к экзаменационной сессии не допускаются.

В период лабораторно-экзаменационной сессии перед сдачей экзамена слушатель представляет контрольную работу преподавателю кафедры и дает пояснения по замечаниям рецензента.

При необходимости преподаватели кафедры могут изменять варианты заданий с учетом специфики профессиональной деятельности слушателя или выдавать слушателям персональные задания.

РАЗДЕЛ 1. РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

1.1 Общие теоретические сведения

Современные пожарные автомобили имеют довольно высокие тягово-скоростные характеристики и особенный режим движения, характеризующийся постоянными ускорениями, движением на относительно высоких скоростях и интенсивным торможением. Особенно это характерно для крупных населенных пунктов. Ситуация осложняется еще и за счет высокой массы пожарных автомобилей. В результате, повышаются требования к безопасности дорожного движения и надежности тормозной системы.

Исходя из особенностей движения пожарных автомобилей, при выездах на пожар или ЧС, водители должны иметь представление о величине тормозного пути транспортного средства в зависимости от скорости движения.

Тормозным называется путь, проходимый автомобилем за время полного торможения, в течение которого замедление имеет максимальное значение. Тормозной путь может быть вычислен при замедлении до какой-либо конечной скорости или до полной остановки.

Длина тормозного пути при замедлении до конечной скорости вычисляется по формуле [1, 2]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2}{2g \cdot \varphi_{\text{Х}}} \quad (1.1)$$

где $v_{\text{Н}}^2$ – скорость начальная, м/с;

$v_{\text{К}}^2$ – скорость конечная, м/с;

$\varphi_{\text{Х}}$ – коэффициент сцепления колес с дорогой.

Коэффициент сцепления колес с дорогой $\varphi_{\text{Х}}$ во многом определяет значение силы сцепления. В зависимости от направления скольжения колеса относительно поверхности дороги различают коэффициенты продольного $\varphi_{\text{Х}}$ и поперечного $\varphi_{\text{У}}$ сцепления. Коэффициенты $\varphi_{\text{Х}}$ и $\varphi_{\text{У}}$ зависят от одних и тех же факторов, и можно считать, что они практически равны ($\varphi_{\text{Х}} = \varphi_{\text{У}}$). На коэффициент продольного сцепления $\varphi_{\text{Х}}$ оказывают влияние многие конструктивные и эксплуатационные факторы. Его значение определяется экспериментально. Средние значения для различных дорог и состояний их поверхности приведены в таблице 1.1.

В случае, если скорости движения начальная и конечная измеряются в км/ч, формула 1.1 будет иметь следующий вид:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2}{254\varphi_{\text{Х}}} \quad (1.2)$$

где $v_{\text{Н}}^2$ – скорость начальная, км/ч;

$v_{\text{К}}^2$ – скорость конечная, км/ч;

Таблица 1.1 Среднее значение $\varphi_У$ для различных дорог

№ п/п	Покрытие дороги	Состояние поверхности дороги	
		сухое	мокрое
1	Асфальтобетонное шоссе	0,7	0,45
2	Дорога с щебенчатым покрытием	0,6	0,4
3	Грунтовая дорога	0,5	0,3
4	Снег	0,2	0,3
5	Лед	0,1	0,2

Если необходимо вычислить тормозной путь до полной остановки автомобиля, то следует из формулы 1.2 убрать значение конечной скорости движения. В этом случае формула примет вид [1, 2]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{v_{\text{Н}}^2}{254\varphi_{\text{Х}}} \quad (1.3)$$

Из этого выражения видно, что тормозной путь автомобиля характеризуется квадратичной зависимостью от скорости. При возрастании начальной скорости тормозной путь быстро увеличивается. Кроме того, эта формула позволяет оценить значение коэффициента сцепления колес с дорогой.

В приведенных выше формулах для определения тормозного пути автомобиля не учтен ряд конструктивных и эксплуатационных факторов, существенно влияющих на эффективность торможения. Поэтому в действительности значения пути торможения могут быть на 20...60% больше рассчитанных по этим формулам.

Для согласования результатов теоретических расчетов с эксплуатационными данными служит коэффициент эффективности торможения $k_Э$. Он учитывает непропорциональность тормозных сил на колесах нагрузкам, приходящимся на колеса, а также износ, регулировку, замасливание и загрязненность тормозных механизмов. Данный коэффициент показывает, во сколько раз действительное замедление автомобиля меньше теоретического, максимально возможного на данной дороге. Значение коэффициента эффективности торможения составляет 1,2 для легковых автомобилей и 1,4...1,6 – для грузовых автомобилей и автобусов.

С учетом коэффициента эффективности торможения формула для определения тормозного пути автомобиля преобразуются к следующему виду [1, 2]:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{k_Э \cdot (v_{\text{Н}}^2 - v_{\text{К}}^2)}{254\varphi_{\text{Х}}} \quad (1.4)$$

В случае торможения до полной остановки, формула 2.3 примет вид:

$$S_{\text{ТОР}} = \frac{k_Э \cdot v_{\text{Н}}^2}{254\varphi_{\text{Х}}} \quad (1.5)$$

1.2 Пример расчета

Выполним моделирование тормозного пути пожарного автомобиля АЦЛ-3-40/17 (43118) до полной остановки в диапазоне начальной скорости движения от 10 до 80 км/ч и в двух вариациях: для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе с учетом коэффициента эффективности торможения по формуле 1.5. Результаты расчета укажем в виде графика.

Для удобства расчет выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 1.1 с расчетными данными.

Коэффициент эффективности торможения был принят 1,5, как среднее значение в указанном интервале. Коэффициент сцепления для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе был принят в соответствии с таблицей 1.1 и является справочным. Результаты расчета представлены в графике на рисунке 1.1.

Таблица 1.2 Результаты расчета тормозного пути

Скорость начальная, км/ч	Коэффициент эффективности торможения	Коэффициент сцепления		Тормозной путь, м	
		сухое покрытие	мокрое покрытие	сухое покрытие	мокрое покрытие
10	1,5	0,7	0,35	0,84	1,69
20				3,37	6,75
30				7,59	15,19
40				13,50	27,00
50				21,09	42,18
60				30,37	60,74
70				41,34	82,68
80				53,99	107,99

1.3 Варианты заданий

Используя приведенную выше методику, требуется рассчитать значение тормозного пути заданного Вам пожарного автомобиля. В таблицах 1.3 и 1.4 приведены данные для работы по вариантам.

Вариант задания формируется по двум последним цифрам зачетной книжки, при этом каждая цифра варианта соответствует таблице с исходными данными.

Таблица 1.3 включает модель заданного пожарного автомобиля и условия для расчета. Данные из нее выбираются по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 1.4 содержит характеристику дорожного покрытия. Данные из нее выбираются по предпоследней цифре номера зачетной книжки.

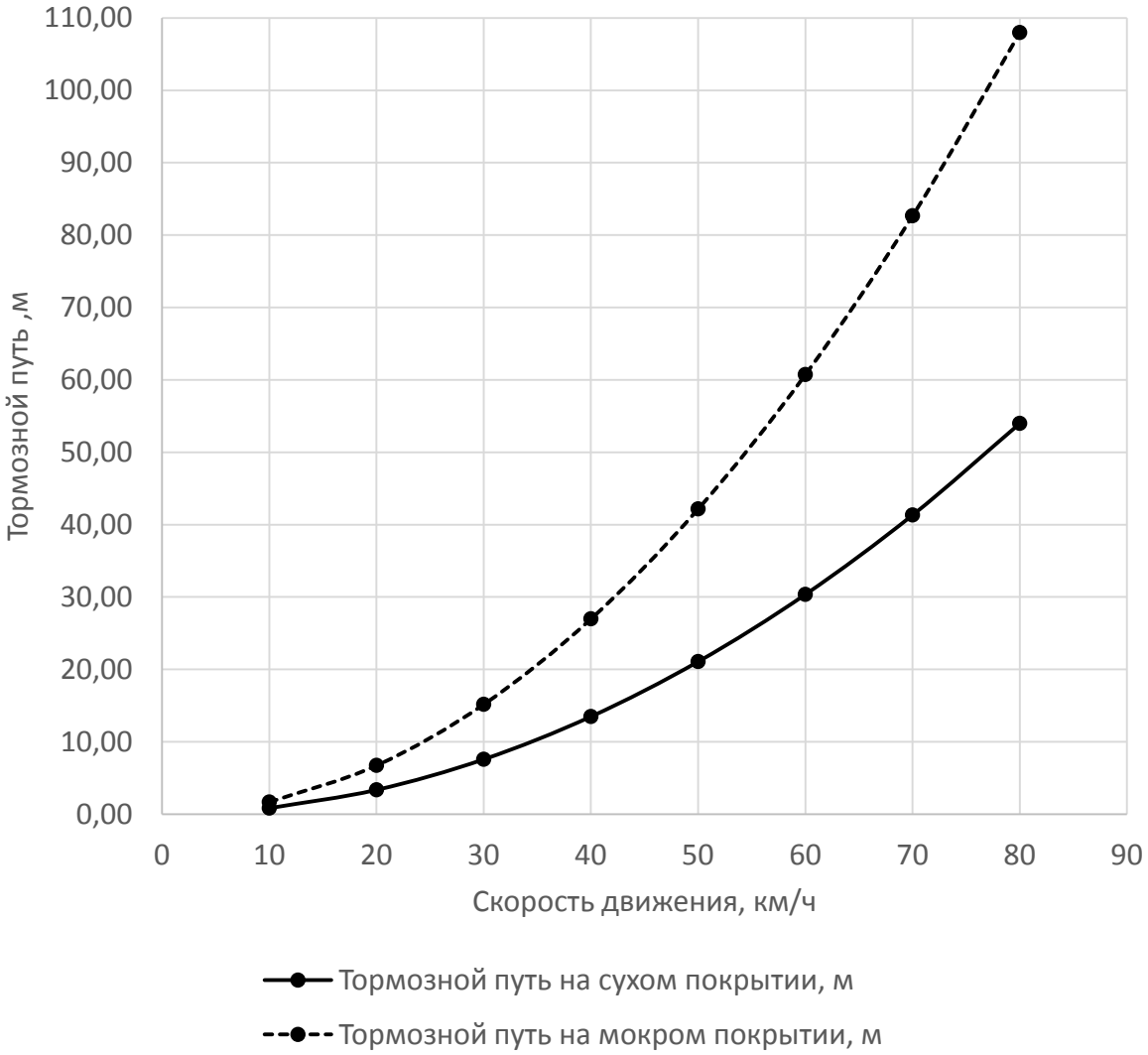


Рисунок 1.1 Расчетные значения тормозного пути

Таблица 1.3 Модель пожарного автомобиля и исходные условия

№	Модель пожарного автомобиля	Коэффициент эффективности торможения	Диапазон скоростей, км/ч
1	АЦ 3,0-40 (4326)	1,4	30 – 80
2	АЦ 5,0-40 (5557)	1,5	10 – 60
3	АЦ 5,0-40 (43114)	1,6	30 – 80
4	АЦ 2,5-40 (433362)	1,4	40 – 90
5	АЦ 7,0-40 (53215)	1,5	20 – 70
6	АЦ 9,4-60 (53228)	1,6	10 – 60
7	АЦ 2,0-4/400 (5301)	1,4	40 – 90
8	АЦ 4,0-40 (433112)	1,5	20 – 70
9	АЦ 5,0-40 (533702)	1,6	10 – 60
0	АЦ 7,0-40 (4320)	1,4	20 – 70

Таблица 1.4 Условия движения пожарного автомобиля

№	Тип покрытия
1	Щебеночное покрытие
2	Грунтовая дорога
3	Снег
4	Асфальтобетонное шоссе
5	Лед
6	Щебеночное покрытие
7	Асфальтобетонное шоссе
8	Грунтовая дорога
9	Снег
0	Асфальтобетонное шоссе

Например, номер зачетной книжки 13579. В этом случае вариант контрольной работы будет 79. Из таблицы 1.3 выбираются данные по варианту 9, а из таблицы 1.4 – по варианту 7.

РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ ОСТАНОВОЧНОГО ПУТИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

2.1 Общие теоретические сведения

Как было описано выше, пожарные автомобили имеют особенный режим движения, характеризующийся постоянными ускорениями, движением на относительно высоких скоростях и интенсивным торможением. При этом тормозной и остановочный путь – понятия взаимосвязанные, но разные.

Остановочным называется путь, проходимый автомобилем от момента, когда водитель заметил препятствие, до полной остановки автомобиля.

Остановочный путь больше, чем тормозной, так как он кроме тормозного пути дополнительно включает в себя путь, проходимый автомобилем за время реакции водителя, время срабатывания тормозного привода и увеличения замедления [1, 2]:

$$S_{\text{О}} = S_{\text{Д}} + S_{\text{ТОР}} \tag{2.1}$$

где $S_{\text{Д}}$ – дополнительный путь, м.

$$S_{\text{О}} = \frac{(t'_{\text{Р}} + t_{\text{ПР}} + 0{,}5t_{\text{У}}) \cdot v_{\text{Н}}}{3{,}6} + \frac{k_{\text{Э}} \cdot v_{\text{Н}}^2}{254\varphi_{\text{Х}}} \tag{2.2}$$

где $t'_{\text{Р}}$ – время реакции водителя ,зависящее от его опыта, возраста, квалификации и равное 0,2…1,5с;

$t_{\text{ПР}}$ – время срабатывания тормозного привода от момента нажатия на тормозную педаль до начала действия тормозных механизмов, зависящее от конструкции тормозного привода и его технического состояния (составляет 0,2 с для гидравлического, 0,6 с – для пневматического, 1,0 с – для автопоезда с пневмоприводом);

$t_{\text{У}}$ – время увеличения замедления от нуля до максимального значения, равное 0,2...0,5с;

$v_{\text{Н}}$ – скорость автомобиля в начале торможения, км/ч.

Выражение для остановочного пути получено при наличии допущения, что в течение времени увеличения замедления автомобиль движется равнозамедленно, и замедление в этом случае составляет $0{,}5\, j_{\text{З MAX}}$. Из формулы для остановочного пути следует, что он, как и тормозной путь, характеризуется квадратичной зависимостью от скорости. При увеличении начальной скорости он существенно возрастает.

2.2 Пример расчета

Выполним расчет остановочного пути пожарного автомобиля АЦЛ-3-40/17 (43118) до полной остановки в диапазоне начальной скорости движения от 10 до 80 км/ч и в двух вариациях: для сухого и мокрого

асфальтобетонного шоссе с учетом коэффициента эффективности торможения по формуле 2.2. Результаты расчета укажем в виде графика.

Для удобства расчет выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 2.1 с расчетными данными.

Таблица 3.1 Результаты расчета остановочного пути

Скорость начальная, км/ч	$k_Э$	$\varphi_Х$		$t'_Р$, с.	$t_{ПР}$, с.	$t_У$, с.	Остановочный путь, м.	
		сухое покрытие	мокрое покрытие				сухое покрытие	мокрое покрытие
10	1,5	0,7	0,35	0,75	0,6	0,3	5,01	5,85
20							11,71	15,08
30							20,09	27,69
40							30,16	43,66
50							41,92	63,02
60							55,37	85,74
70							70,51	111,84
80							87,33	141,32

Коэффициент эффективности торможения был принят 1,5, как среднее значение в указанном интервале. Коэффициент сцепления для сухого и мокрого асфальтобетонного шоссе был принят в соответствии с таблицей 1.1 и является справочным. Время реакции водителя было принято 0,75, так как водители пожарных автомобилей должны иметь опыт управления пожарным автомобилем и высокую квалификацию, но внешние и погодные условия, а также суточный режим работы, могут привести к увеличению времени реакции. Время срабатывания тормозного привода принято 0,6, так как базовое шасси заданного автомобиля имеет пневматический привод тормозных механизмов. Время увеличения замедления было принято 0,3, так как пожарные автомобили должны иметь исправную тормозную систему и тормозные механизмы.

Результаты расчета представлены в графике на рисунке 2.1.

3.3 Варианты заданий

Используя приведенную выше методику, требуется рассчитать значение остановочного пути заданного Вам пожарного автомобиля. В таблицах 2.2 и 2.3 приведены данные для выполнения расчета по вариантам.

Вариант задания формируется по двум последним цифрам зачетной книжки, при этом каждая цифра варианта соответствует таблице с исходными данными.

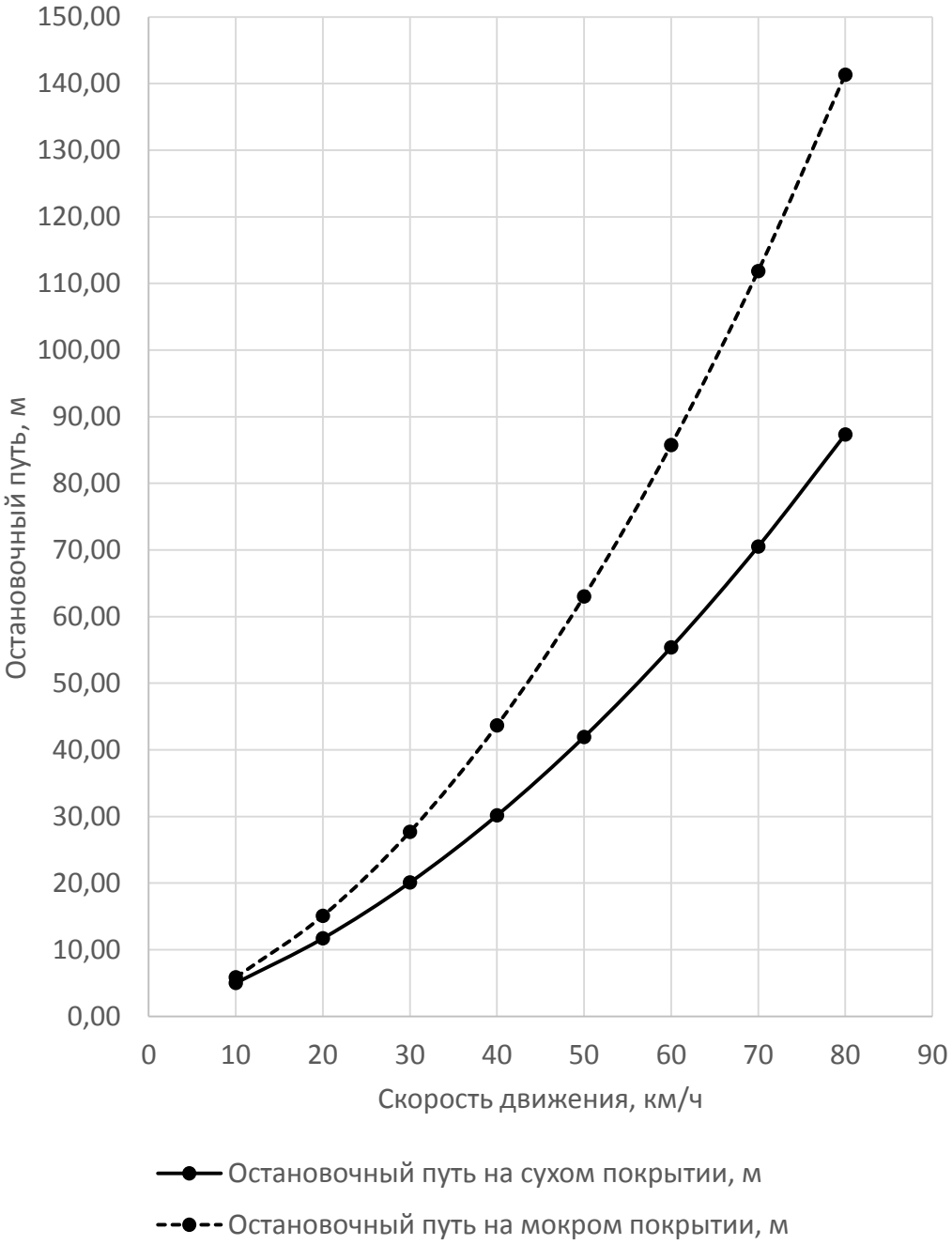


Рисунок 2.1 Расчетные значения остановочного пути

Таблица 2.2 включает модель заданного пожарного автомобиля и условия для расчета. Данные из нее выбираются по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 2.3 содержит характеристику дорожного покрытия. При этом, вариант дорожного покрытия соответствует варианту предыдущей работы, тем самым обеспечивается возможность сравнить данные тормозного и остановочного пути для заданного автомобиля на заданном покрытии. Данные из таблицы выбираются по предпоследней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 2.2 Модель пожарного автомобиля и исходные условия

№	Модель пожарного автомобиля	Диапазон скоростей, км/ч	$k_Э$	$t'_Р$, с.	Тип тормозного привода	$t_У$, с.
1	АЦ 3,0-40 (4326)	30 – 80	1,4	0,3	Пневматич.	0,5
2	АЦ 5,0-40 (5557)	10 – 60	1,5	0,5	Гидравл.	0,3
3	АЦ 5,0-40 (43114)	30 – 80	1,6	0,7	Пневматич.	0,2
4	АЦ 2,5-40 (433362)	40 – 90	1,4	0,4	Гидравл.	0,4
5	АЦ 7,0-40 (53215)	20 – 70	1,5	0,9	Пневматич.	0,3
6	АЦ 9,4-60 (53228)	10 – 60	1,6	0,2	Пневматич.	0,5
7	АЦ 2,0-4/400 (5301)	40 – 90	1,4	0,8	Гидравл.	0,2
8	АЦ 4,0-40 (433112)	20 – 70	1,5	1,1	Гидравл.	0,4
9	АЦ 5,0-40 (533702)	10 – 60	1,6	0,8	Пневматич.	0,3
0	АЦ 7,0-40 (4320)	20 – 70	1,4	0,9	Пневматич.	0,5

Таблица 2.3 Условия движения пожарного автомобиля

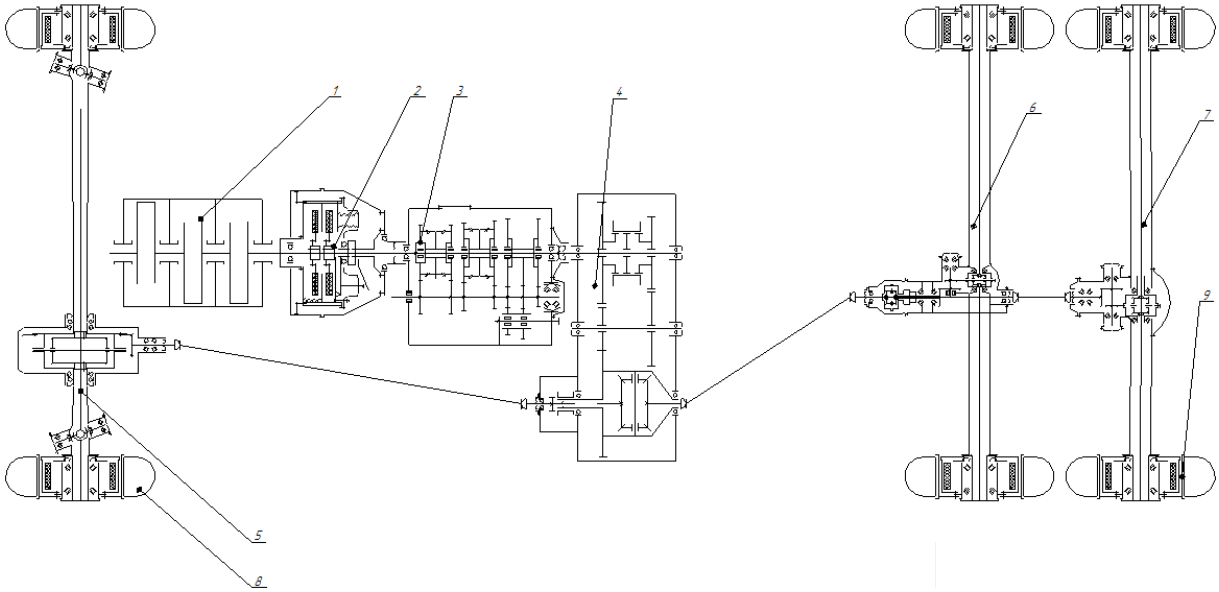
№	Тип покрытия
1	Щебеночное покрытие
2	Грунтовая дорога
3	Снег
4	Асфальтобетонное шоссе
5	Лед
6	Щебеночное покрытие
7	Асфальтобетонное шоссе
8	Грунтовая дорога
9	Снег
0	Асфальтобетонное шоссе

Например, номер зачетной книжки 13579. В этом случае вариант контрольной работы будет 79. Из таблицы 3.2 выбираются данные по варианту 9, а из таблицы 3.3 – по варианту 7.

РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

3.1 Общие теоретические сведения

Двигатель внутреннего сгорания служит для преобразования тепловой энергии топлива в механическую энергию движения поршня и вращения коленчатого вала. Для передачи этой энергии к колесам автомобилей или гусеничному шасси иной техники необходим еще ряд механизмов, которые трансформируют эту энергию, позволяют включать или отключать передачу энергии к колесам, понижать или повышать число оборотов и крутящий момент, распределять крутящий момент между осями и отдельными колесами. Все эти и некоторые другие функции выполняет трансмиссия – сложный набор редукторов, карданных валов, опор и соединений. На рисунке 3.1 приведена кинематическая схема трансмиссии автомобиля УРАЛ 5557.



1 – двигатель, 2 – сцепление, 3 – коробка переключения передач, 4 – раздаточная коробка, 5 – редуктор переднего моста с главной передачей, 6 – редуктор среднего моста с главной передачей, 7 – редуктор заднего моста с главной передачей, 8 – шины, 9 – колесные диски

Рисунок 3.1 – Кинематическая схема трансмиссии УРАЛ 5557

Для исследования процесса изменения трансмиссией полученного крутящего момента и ее влияния на динамические характеристики автомобиля можно применить методику расчета [1, 2, 3], которая позволяет моделировать тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля во всем диапазоне оборотов двигателя и на каждой передаче.

Методика включает ряд последовательных расчетов:

- расчет внешней скоростной характеристики двигателя;
- расчет тяговой характеристики автомобиля;
- расчет динамической характеристики автомобиля.

Полученные в результате расчета данные позволяют оценивать тяговые и динамические характеристики автомобилей, сравнивать разные автомобили, делать выводы о их оперативной подвижности, проходимости и динамичности.

3.2 Пример расчета

Расчет внешней скоростной характеристики двигателей.

Внешняя скоростная характеристика является основой технического расчета двигателя. Ее расчет ведется, как правило, по формуле С. Р. Лейдермана:

$$N_E = N_{E\,max} \cdot \left[a \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right) + b \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right)^3 \right] \qquad (3.1)$$

где: N_E – расчетные значения эффективной мощности;

$N_{E\,max}$ – паспортное значение максимальной мощности;

а, в, с – постоянные для каждого типа двигателя коэффициенты (для бензинового двигателя а = в = с = 1, для дизельного двигателя а = 0,53, в = 1,56, с =1,09);

n – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об·мин $^{-1}$;

n_N – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, об·мин $^{-1}$.

Эффективный вращающий момент двигателя – M_E при этом определяется как:

$$M_E = 9550 \cdot \left(\frac{N_E}{n}\right) \qquad (3.2)$$

где: n – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об·мин $^{-1}$.

Далее последовательно задаются текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя от минимального, принимаемого в пределах от 500 – 800 об·мин $^{-1}$, до максимального значения. Для пожарных автомобилей, базирующихся в основном на шасси грузовых автомобилей, двигатели которых имеют ограничитель частоты вращения коленчатого вала, за максимальное значение частоты можно принять частоту вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя.

Далее для заданных частот вращения коленчатого вала по формулам (3.1, 3.2) рассчитываются значения эффективной мощности и вращающего момента двигателя [1, 2, 3]. Для примера, в таблице 3.1 приведены технические характеристики двигателя ЯМЗ-53642-10, применяемого на современных пожарных и спасательных автомобилях, и необходимые для расчета внешней скоростной характеристики.

Таблица 3.1 Исходные данные для расчета

Модель двигателя	ЯМЗ-53642-10
Тип двигателя	дизельный с турбонаддувом
Максимальная полезная мощность, кВт при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	210 2300
Максимальный полезный крутящий момент, Н·м при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	1130 1300-1600
Рабочий объем, л	6,65
Степень сжатия	17,5

Для удобства расчет выполняется в программе Microsoft Excel. В результате, для двигателя ЯМЗ-53642-10 получим таблицу 3.2 с расчетными данными. По полученным значениям построен график на рисунке 3.2, соответствующий внешней скоростной характеристике двигателя.

Таблица 3.2 Внешняя скоростная характеристика ЯМЗ 53642-10

N_E max, кВт	N, об/мин	n_N, об/мин	N_E, кВт	M_E, Н·м
210	500	2300	37,33	712,93
	700		57,77	788,09
	800		68,71	820,28
	900		80,00	848,88
	1000		91,51	873,89
	1100		103,12	895,30
	1200		114,74	913,11
	1300		126,23	927,34
	1400		137,50	937,97
	1500		148,43	945,01
	1600		158,90	948,45
	1700		168,81	948,31
	1800		178,03	944,56
	1900		186,46	937,23
	2000		193,99	926,30
	2100		200,50	911,78
	2200		205,87	893,66
	2300		210,00	871,96

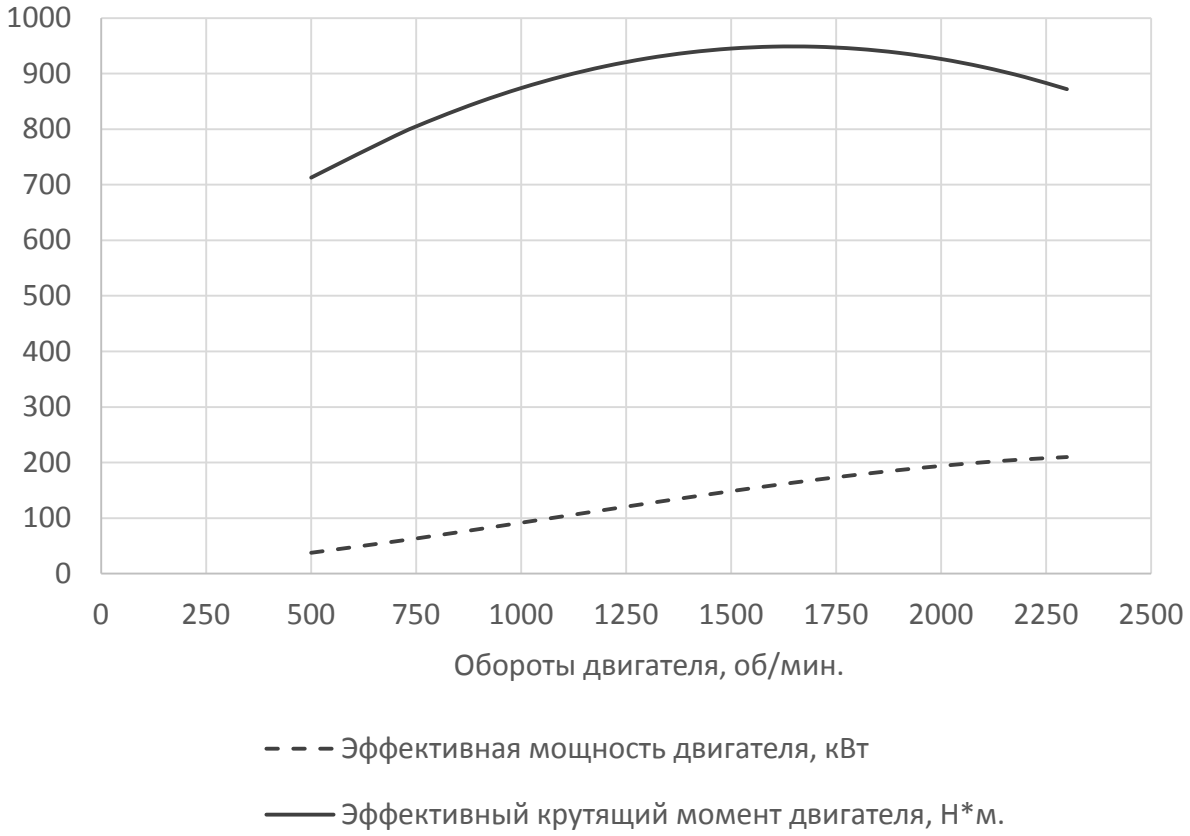


Рисунок 3.2 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

Результаты расчета позволяют сделать вывод, что двигатель ЯМЗ 53642-10 обладает достаточно большими значениями мощности и крутящего момента в рабочем диапазоне оборотов. Полученные данные потребуются для расчета тяговой характеристики автомобиля, для чего следует выполнить расчет тяговых усилий на колесах, расчет скорости и ускорения на различных передачах.

Расчет тяговых характеристик автомобилей.

Тяговое усилие на колесе определяется из выражения:

$$F_{Ki} = M_E \cdot i_{\text{КП } i} \cdot i_{\text{Г}} \cdot \frac{\eta_{\text{ТР}}}{r_{\text{Д}}} \qquad (3.3)$$

где: F_{Ki} – тяговое усилие при i-й ступени коробки передач, Н;

M_E – эффективный вращающий момент двигателя, принимаемый в соответствии с выбранными частотами вращения коленчатого вала по внешней скоростной характеристике, Н·м;

$i_{Г}$ – передаточное число главной передачи;

$i_{КПi}$ – передаточное число i-й ступени коробки передач;

$\eta_{ТР}$ – коэффициент полезного действия трансмиссии;

$r_{Д}$ – динамический радиус колеса.

Коэффициент полезного действия (КПД) механической трансмиссии характеризует потери мощности в механизмах трансмиссии при ее передаче от первичного вала коробки передач до ведущих колес.

КПД механической трансмиссии – $\eta_{ТР}$ равен произведению коэффициентов полезного действия входящих в трансмиссию механизмов:

$$\eta_{ТР} = \eta_{КП} \cdot \eta_{К} \cdot \eta_{ДК} \cdot \eta_{Г} \quad (3.4)$$

где: $\eta_{КП}$ - КПД коробки передач (основной), принимаемый 0,96…0,98;

$\eta_{К}$ - КПД карданной передачи, для одного шарнира $\eta_{К} = 0{,}995$;

$\eta_{ДК}$ - КПД дополнительной коробки (раздаточной), принимаемый 0,93…0,97;

$\eta_{Г}$ – КПД главной передачи, варьируемый в пределах 0,93…0,97.

Например, для автомобиля УРАЛ-5557 коэффициент полезного действия трансмиссии будет равен:

$$\eta_{тр} = 0{,}97 \times (0{,}995^{8}) \times 0{,}95 \times 0{,}95 = 0{,}84$$

поскольку в системе трансмиссии 8 шарниров карданной передачи.

Для расчета скорости движения автомобиля необходимо определить типоразмер шин, динамический и статический радиусы колеса.

Динамический радиус колеса – $r_{Д}$ (м) в первом приближении принимается равным статическому радиусу прототипа – $r_{СТ}$**,** который приводится в ГОСТ Р 52899-2007 на пневматические шины.

При отсутствии данных по статическому радиусу для эластичных шин пользуются следующим выражением:

$$r_{Д} = 0{,}5 \cdot d + \lambda_{Ш} \cdot \Delta \cdot B_{Ш} \quad (3.5)$$

где: d – посадочный диаметр обода колеса, указанный в маркировке шины в мм или дюймах, м;

$\lambda_{Ш}$ - относительная радиальная деформация профиля шины (коэффициент смятия шины под нагрузкой), принимаемый $\lambda_{Ш} = 0{,}89…0{,}9$;

Δ – отношение высоты профиля шины к ее ширине: для обычных автомобильных шин принимается $\Delta = 1$, для широкопрофильных и арочных указывается в маркировке шины;

$B_{Ш}$ – ширина профиля шины, указанная в маркировке в мм, м.

Радиус качения колеса (кинематический) – $r_{К}$ определяется экспериментально. При отсутствии экспериментальных данных для

диагональных шин принимают $r_К$ = 1,02 $r_Д$, для радиальных шин $r_К$ = 1,04 $r_Д$.

Например, на автомобиль УРАЛ-5557 устанавливаются шины размерностью 390/95R20 147J мод.О-65. Для этих шин динамический и кинематический радиусы будут равны:

$$r_д = 0,5 \cdot 0,519 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,39 = 0,605 \text{ м.}$$
$$r_к = 1,04 \cdot 0,605 = 0,63 \text{ м.}$$

Скорость движения автомобиля – $\vartheta_А$ (м·с$^{-1}$) при заданной частоте вращения коленчатого вала двигателя – n (об·мин$^{-1}$) с учетом передаточного числа трансмиссии вычисляется по формуле :

$$\nu_А = 0,105 \cdot r_К \cdot \frac{n}{i_{ТР}} \qquad (3.6)$$

где: $r_К$ – кинематический радиус качения колеса, м;
$i_{ТР}$ – общее передаточное число трансмиссии.

Общее передаточное число трансмиссии $i_{ТР}$ определяется следующим выражением:

$$i_{ТР} = i_{КП} \cdot i_Г \qquad (3.7)$$

С двигателем ЯМЗ 53642-10 устанавливаются коробки переключения передач ЯМЗ-0905 и ЯМЗ-1105. Обе коробки механические, трехходовые, пятиступенчатые, с синхронизаторами на всех передачах, кроме первой передачи и заднего хода, с рычагом переключения передач, без спидометра [4]. Передаточные числа коробок одинаковые и представлены в таблице 3.3. Там же приведен результат расчета общего передаточного числа трансмиссии. Для удобства расчет тяговой характеристики автомобиля УРАЛ 5557 выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 3.4 с расчетными данными. По полученным значениям строим график параметров тяговых характеристик автомобиля, приведенный на рисунке 3.3.

Таблица 3.3 Передаточные числа трансмиссии УРАЛ 5557

Число передач	Передаточные числа на передачах, $i_{КПi}$	Передаточное число главной передачи, $i_Г$	Общее передаточное число трансмиссии $i_{ТР}$
1	5,22	8,05	42,021
2	2,90		23,345
3	1,52		12,236
4	1,00		8,05
5	0,71		5,7155

Таблица 3.4 Тяговые характеристики автомобиля АЦ 6,0-40 (5557)

Пере-дача	Пара-метр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об*мин						
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300
1	F_{k1}(Н)	42507,9	48908,8	53381,5	55926,0	56542,2	55230,2	51989,9
	V_A (м*с)	0,8	1,2	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5
2	F_{k2}(Н)	23615,5	27171,6	29656,4	31070,0	31412,3	30683,4	28883,3
	V_A (м*с)	1,4	2,2	3,0	3,9	4,7	5,5	6,4
3	F_{k3}(Н)	12377,8	14241,6	15544,0	16285,0	16464,4	16082,3	15138,8
	V_A (м*с)	2,6	4,2	5,8	7,4	9,0	10,6	12,1
4	F_{k4}(Н)	8143,3	9369,5	10226,3	10713,8	10831,8	10580,5	9959,7
	V_A (м*с)	4,0	6,4	8,8	11,2	13,6	16,0	18,5
5	F_{k5}(Н)	5781,7	6652,3	7260,7	7606,8	7690,6	7512,1	7071,4
	V_A (м*с)	5,6	9,0	12,4	15,8	19,2	22,6	26,0

В результате расчета получили диапазон значений тягового усилия на ведущих колеса автомобиля АЦ 6,0-40 (5557) для каждой передачи, представленный в графике на рисунке 3.3. Там же можно увидеть диапазон развиваемой скорости движения автомобиля.

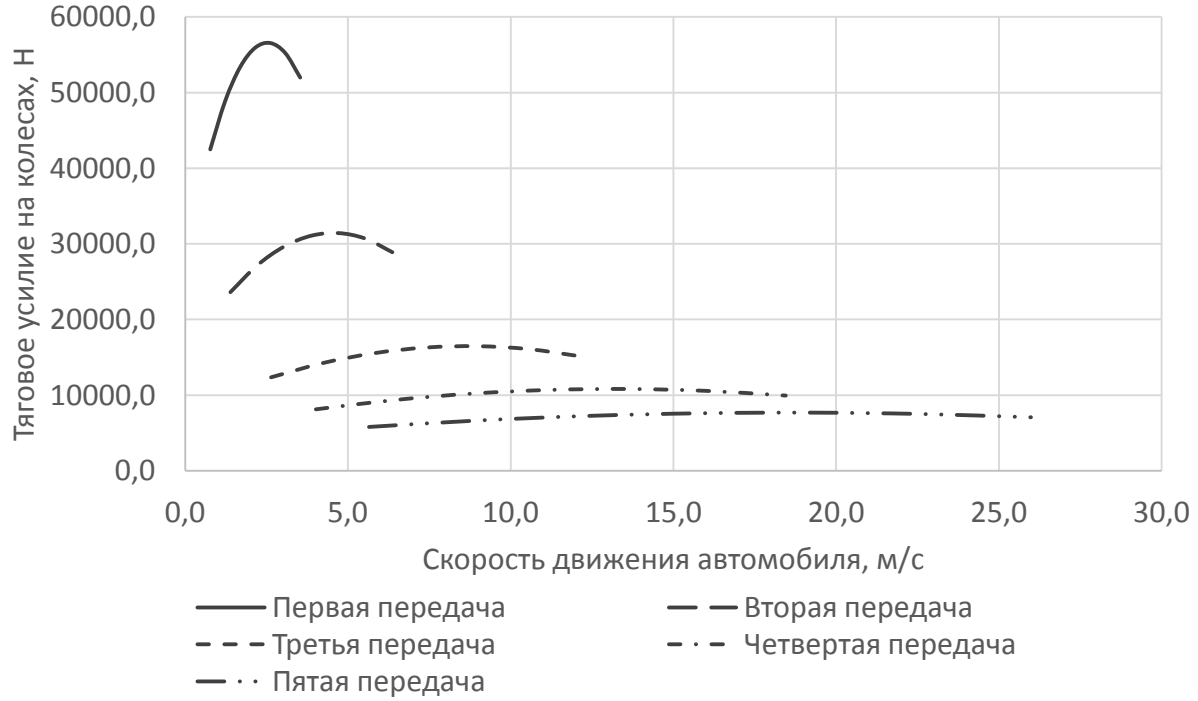


Рисунок 3.3 – Тяговая характеристика автомобиля АЦ 6,0-40 (5557)

Расчет динамической характеристики автомобилей.

Для построения динамической характеристики автомобиля пользуются уравнением динамического фактора Е. А. Чудакова:

$$D = \frac{(F_K - F_B)}{G_A} \quad (3.8)$$

где: D – динамический фактор, предложенный академиком Е. А. Чудаковым для сравнительной оценки динамических свойств автомобилей с различными техническими характеристиками;

F_B – сила сопротивления воздуха, Н.

Сила сопротивления воздуха определяется через фактор обтекаемости и скорость движения автомобиля:

$$F_B = K_B \cdot \nu_A^2 \quad (3.9)$$

где: K_B – фактор обтекаемости автомобиля;

ϑ_A – скорость движения автомобиля.

Коэффициент обтекаемости и площадь Миделя − это аэродинамические свойства автомобиля, которые характеризуются фактором обтекаемости, представляющим собой произведение коэффициента обтекаемости и площади лобового сопротивления Миделя.

Коэффициент обтекаемости – k_B (не путать с фактором обтекаемости K_B) равен силе сопротивления воздуха, действующей на один квадратный метр лобовой площади автомобиля при скорости его движения 1м·с$^{-1}$. Значение k_B варьируемый в пределах 0,55…0,70 [1, 2, 3].

Площадь Миделя – S_M равна площади проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную его продольной оси. В проектных расчетах она определяется из выражения:

$$S_M = \alpha \cdot B_A \cdot H_A \quad (3.10)$$

где α = 0,75…0,90 для грузовых автомобилей и автопоездов;

B_A – габаритная ширина автомобиля;

H_A – габаритная высота автомобиля.

Например, для автомобиля АЦ 6,0-40 (5557) площадь Миделя будет равна:

$$S_M = 0{,}83 \times 2{,}5 \times 3{,}1 = 6{,}4 \text{ м}^2$$

Фактор обтекаемости − K_B определяется как:

$$K_B = k_B \times S_M. \quad (3.11)$$

Для автомобиля АЦ 6,0-40 (5557) фактор обтекаемости будет равен:

$$K_в = 0{,}63 \times 6{,}4 = 4{,}032$$

Для удобства расчета динамической характеристики пожарного автомобиля выполним его в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 3.5 с расчетными данными.

Таблица 3.5 Параметры динамических характеристик автомобиля

Пере-дача	Пара-метр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин						
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300
1	F_{k1}(Н)	42507,9	48908,8	53381,5	55926,0	56542,2	55230,2	51989,9
	V_A (м*с)	0,8	1,2	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5
	F_B	2,4	6,1	11,5	18,7	27,5	38,1	50,4
	D	0,2471	0,2843	0,3103	0,3250	0,3286	0,3209	0,3020
2	F_{k2}(Н)	23615,5	27171,6	29656,4	31070,0	31412,3	30683,4	28883,3
	V_A (м*с)	1,4	2,2	3,0	3,9	4,7	5,5	6,4
	F_B	7,7	19,7	37,3	60,5	89,2	123,4	163,2
	D	0,1373	0,1579	0,1722	0,1803	0,1821	0,1777	0,1670
3	F_{k3}(Н)	12377,8	14241,6	15544,0	16285,0	16464,4	16082,3	15138,8
	V_A (м*с)	2,6	4,2	5,8	7,4	9,0	10,6	12,1
	F_B	28,1	71,9	135,9	220,1	324,5	449,2	594,1
	D	0,0718	0,0824	0,0896	0,0934	0,0938	0,0909	0,0846
4	F_{k4}(Н)	8143,3	9369,5	10226,3	10713,8	10831,8	10580,5	9959,7
	V_A (м*с)	4,0	6,4	8,8	11,2	13,6	16,0	18,5
	F_B	64,9	98,0	313,9	508,5	749,8	1037,8	1372,5
	D	0,0470	0,0539	0,0576	0,0593	0,0586	0,0555	0,0499
5	F_{k5}(Н)	5781,7	6652,3	7260,7	7606,8	7690,6	7512,1	7071,4
	V_A (м*с)	5,6	9,0	12,4	15,8	19,2	22,6	26,0
	F_B	128,7	329,4	622,8	1008,8	1487,4	2058,7	2722,7
	D	0,0329	0,0368	0,0386	0,0384	0,0361	0,0317	0,0253

Используя расчетные данные таблицы 3.5, был построен график динамической характеристики автомобиля АЦ 6,0-40 (5557), представленный на рисунке 3.4. Автоцистерна имеет небольшие площадь Миделя и коэффициент обтекаемости, что обеспечивает ему хорошие динамические характеристики.

Еще одной характеристикой, оказывающей серьезное влияние на оперативность пожарных автомобилей, является ускорение автомобиля. Оно позволяет быстрее набирать необходимую скорость движения после старта или маневрирования автомобиля.

Ускорение автомобиля – j_A на горизонтальной дороге определяется как:

$$j_A = \frac{(D_i - \psi) \cdot g}{\delta} \quad (3.12)$$

где: ψ – суммарный коэффициент сопротивления дороги, принимаемый для расчетов равным 0,02;

g – ускорение свободного падения, м·с$^{-2}$;

δ – коэффициент учета вращающихся масс,

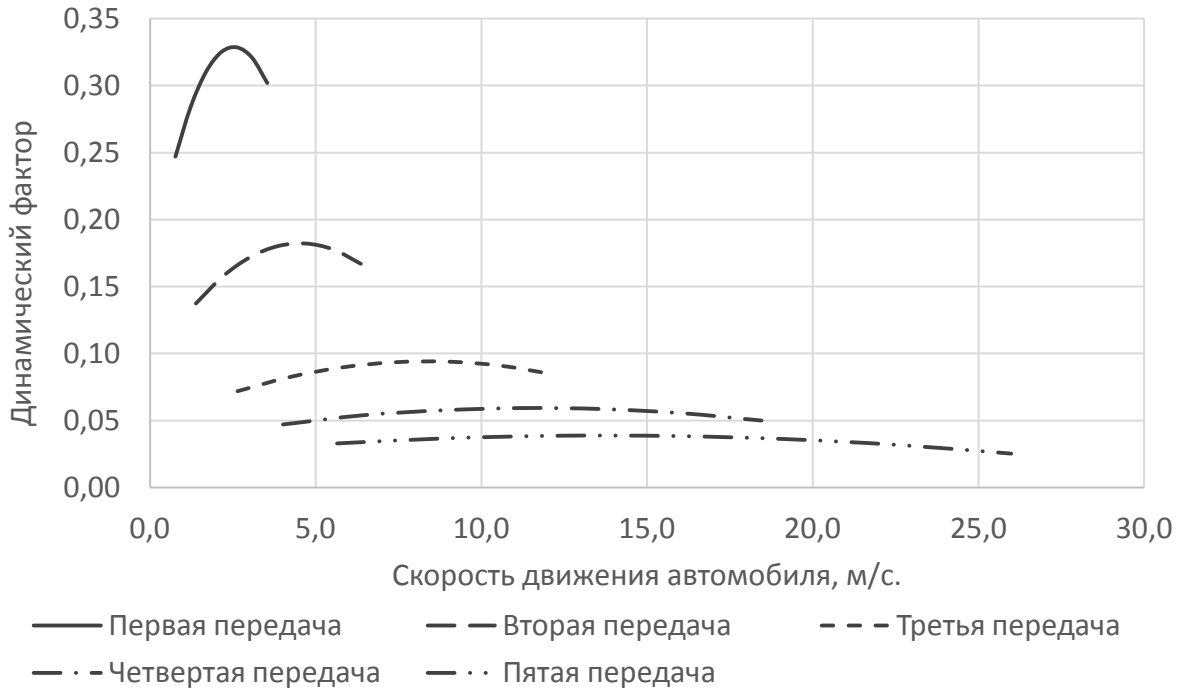


Рисунок 3.4 – Динамические характеристики автомобиля АЦ 6,0-40 (5557)

Коэффициент учета вращающихся масс определяется по выражению:

$$\delta = 0{,}05 + 1 + 0{,}07 \times (i_{КП})^2, \qquad (3.13)$$

где $i_{КП}$ – передаточное число коробки передач, выбирается в соответствии с рассчитываемой передачей [4].

Таблица 3.6 Ускорение АЦ 6,0-40 (5557) на разных передачах

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин						
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300
1	V_A (м/с)	0,8	1,2	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5
	J_{A1}(м/с^2)	0,75	0,88	0,96	1,01	1,02	1,00	0,93
2	V_A (м/с)	1,4	2,2	3,0	3,9	4,7	5,5	6,4
	J_{A2}(м/с^2)	0,70	0,82	0,91	0,96	0,97	0,94	0,88
3	V_A (м/с)	2,6	4,2	5,8	7,4	9,0	10,6	12,1
	J_{A3}(м/с^2)	0,42	0,50	0,56	0,59	0,60	0,57	0,52
4	V_A (м/с)	4,0	6,4	8,8	11,2	13,6	16,0	18,5
	J_{A4}(м/с^2)	0,24	0,30	0,33	0,34	0,34	0,31	0,26
5	V_A (м/с)	5,6	9,0	12,4	15,8	19,2	22,6	26,0
	J_{A5}(м/с^2	0,12	0,15	0,17	0,17	0,15	0,11	0,05

Для удобства расчет ускорения пожарного автомобиля выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим таблицу 3.6 с расчетными данными. По полученным значениям строим график

ускорения автомобиля на разных передачах, представленный на рисунке 3.5.

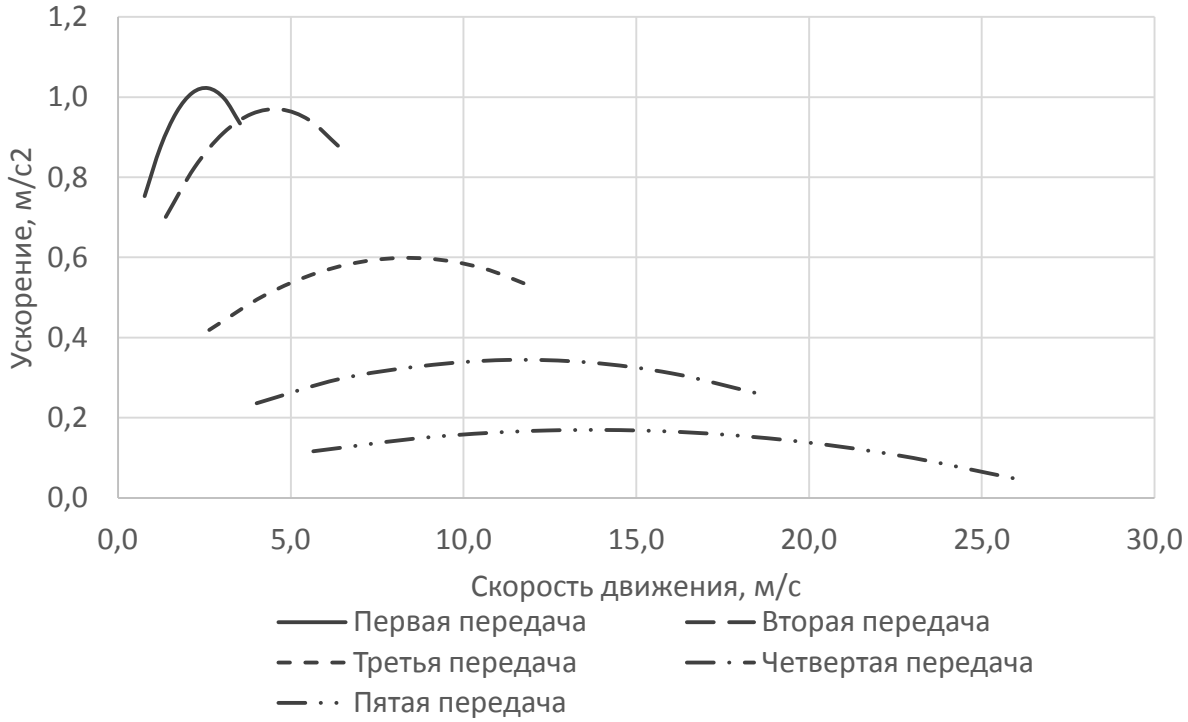


Рисунок 3.5 − Ускорение автомобиля на разных передачах

Из расчетных данных таблицы 3.6 и графика на рисунке 3.5, наглядно видно, что автомобиль АЦ 6,0-40 (5557) имеет хорошие значения ускорений и по сумме характеристик, является достаточно энерговооруженным.

Описанная методика расчета позволяет моделировать тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля, анализировать влияние параметров трансмиссии на изменение этих характеристик, а также сравнивать разные автомобили и делать вывод о их энерговооруженности и оперативности.

Используя представленную методику следует рассчитать тяговые и динамические характеристики изучаемого автомобиля, предварительно определив необходимые технические характеристики. Сделать вывод.

3.3 Варианты заданий

Используя приведенную выше методику, требуется рассчитать основные параметры тягово-скоростных характеристик заданного Вам пожарного автомобиля. В таблицах 3.7 и 3.8 приведены данные для выполнения расчета по вариантам.

Таблица 3.7 Основные технические характеристики автомобилей

№ варианта	Марка и модель автомобиля	Габаритные размеры ДхВхШ, мм	Полная масса автомобиля, кг	Двигатель		
				Модель и тип	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н*м
1	КамАЗ 43253	7505х3320х2550	14590	CUMMINS 6 ISBe 210, дизельный с турбонаддувом	178 при 2500 об/мин	925 при 1500 об/мин
2	КамАЗ 43502	7690х3540х2500	12700	Cummins ISB6.7 275, дизельный с турбонаддувом	203 при 2300 об/мин	990 при 1300 об/мин
3	КамАЗ 43502	7690х3540х2500	12700	КамАЗ 740.652-260, дизельный с турбонаддувом	191 при 1900 об/мин	1128 при 1300 об/мин
4	КамАЗ 65117	10290х3900х2550	24000	Cummins ISB6.7e4 300, дизельный с турбонаддувом	219 при 2500 об/мин	1097 при 1400 об/мин
5	КамАЗ 6360	10380х3850х2550	27500	КамАЗ 740.73-400, дизельный с турбонаддувом	294 при 1900 об/мин	1766 при 1300 об/мин
6	Урал NEXT 4320-5111	8500х3065х2550	17300	ЯМЗ-53642-10, дизельный с турбонаддувом	210 при 2300 об/мин	1130 при 1450 об/мин
7	Урал NEXT 4320-5911	8500х3065х2550	21300	ЯМЗ-53602-10, дизельный с турбонаддувом	230 при 2300 об/мин	1240 при 1450 об/мин
8	Урал 6370-021	9540х3995х2500	34435	ЯМЗ-652, дизельный с турбонаддувом	303 при 1900 об/мин	1870 при 1300 об/мин
9	Урал 43206	7902х2965х2500	12380	ЯМЗ-236НЕ2-3, дизельный с турбонаддувом	169 при 2100 об/мин	883 при 1200 об/мин
0	ГАЗ-С42R33	8350х4000х2350	8700	ЯМЗ-53441, дизельный с турбонаддувом	110 при 2300 об/мин	490 при 1650 об/мин

Таблица 3.8 Параметры трансмиссии и ходовой части автомобилей

№ варианта	Колесная формула	Модель КПП	Передаточные числа КПП									Передаточное число ГП	Модель и тип шин
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	4х2	ZF 6S1000	6,75	3,6	2,13	1,39	1,0	0,78	-	-	-	6,53	300R508
2	4х4	ZF 9S1310	9,48	6,58	4,68	3,48	2,62	1,89	1,35	1,00	0,75	5,94	425/85 R21
3	4х4	ZF 9S1310	9,48	6,58	4,68	3,48	2,62	1,89	1,35	1,00	0,75	5,94	390/95 R20
4	6х4	ZF 9S1310	9,48	6,58	4,68	3,48	2,62	1,89	1,35	1,00	0,75	5,94	300R508
5	6х4	ZF 16S1820*	11,54	7,93	5,46	3,82	2,53	1,74	1,20	0,84	-	5,11	315/80 R22,5
6	6х6	ЯМЗ-1105	5,22	2,90	1,52	1,0	0,71	-	-	-	-	8,05	365/85R20
7	6х6	ZF 9S1310	9,48	6,58	4,68	3,48	2,62	1,89	1,35	1,00	0,75	7,49	425/85R21
8	6х6	ZF16S2220TD*	13,8	9,49	6,53	4,57	3,02	2,08	1,43	1,0	-	6,984	425/95 R20
9	4х4	ЯМЗ-236У	5,22	2,90	1,52	1,0	0,664	-	-	-	-	6,77	425/85R21
0	4х2	ГАЗ	6,55	3,933	2,376	1,442	1,0	-	-	-	-	-	245/70R20

Знаком «*» отмечены 16 ступенчатые коробки переключения передач, для которых передаточные числа приведены для повышенного ряда.

Вариант задания формируется по последней цифре зачетной книжки.

Таблица 3.7 включает модель базового шасси и основные технические характеристики заданного пожарного автомобиля.

Таблица 3.8 содержит данные по параметрам трансмиссии и ходовой части заданного автомобиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные пожарные автомобили должны отвечать многим требованиям, в том числе по удельной мощности и оперативности. При этом разные автомобили могут иметь близкие технические характеристики, но обладать разным значением, например, ускорения на разных передачах, что повлияет на время их прибытия.

В то же время, высокие значения скорости движения и массы пожарных автомобилей создают угрозу безопасности дорожного движения.

Поэтому определение основных параметров, влияющих на оперативность и безопасность движения пожарных автомобилей, является актуальной проблемой, решение которой позволит среди многообразия различных моделей выбрать наиболее подходящую под имеющиеся условия и задачи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 240 с.
2. Осипов, А.Г. Пожарная техника [Текст]: учебное пособие / Иркутск: ВСИ МВД России, 2001. – 105 с.
3. *Крудышев В.В., Балаба С.В., Хабибуллина Н.В., Лазарев И.С.* Сравнительный анализ тягово-скоростных характеристик пожарных автоцистерн тяжелого класса // Техносферная безопасность. 2016. №4 (13) С.17-27.
4. Коробки передач ЯМЗ-0905, ЯМЗ-1105 и их комплектации. Руководство по эксплуатации 0905.3902150 РЭ. Ярославль, 2013 – 36с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец оформления контрольной работы

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

Дисциплина: Инновационные тренды в конструкции и использовании пожарной техники

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант №062

Слушатель факультета
управления и комплексной
безопасности заочной формы
обучения
прапорщик внутренней службы
Иванов Иван Иванович
помощник начальник караула
1 ПСЧ 1 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС
России по Свердловской области
Учебная группа мТБз-921
Зачетная книжка № 563101

Адрес: 620078 г. Екатеринбург,
Ул. Фонвизина д. 9, кв. 12

Екатеринбург,
2021

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТРЕНДЫ В КОНСТРУКЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Редактор _____

Подписано в печать _____
Тираж 100 экз.
Объем 2,88 учет.-изд.л. Бумага писчая
Редакционно-издательский отдел
Уральского института ГПС МЧС России
Екатеринбург, ул. Мира, 22