

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»  
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА)

В.П. Дмитренко, Р.Д. Адакин

**Методические указания  
к выполнению контрольных работ  
(расчетно-графических работ)  
по дисциплине  
«Тракторы и автомобили»  
для студентов направления подготовки 35.03.06  
«Агроинженерия»  
(профиль «Машины и оборудование в агробизнесе»,  
«Технический сервис в АПК»)**

Ярославль  
2016

Методические указания составлены на основании ФГОС ВО и учебной программы дисциплины «Тракторы и автомобили».

Предназначены для студентов инженерного факультета направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль «Машины и оборудование в агробизнесе», «Технический сервис в АПК»).

Рекомендованы к изданию Ученым советом инженерного факультета ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (протокол № 4 от 15.12.2015 г.).

Методические указания подготовлены к.т.н., доцентом, В.П. Дмитренко кафедры «Технический сервис», ст. преподавателем кафедры «Технический сервис» Р.Д. Адакиным.

Рецензенты:

д.т.н., профессор кафедры «Электрификация» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА П.С. Орлов;

д.т.н., профессор кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет» Б.С. Антропов.

Дмитренко, В.П.

Методические указания к выполнению контрольных работ (расчетно-графических работ) по дисциплине «Тракторы и автомобили» для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль «Машины и оборудование в агробизнесе») [Текст] / В.П. Дмитренко, Р.Д. Адакин. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – 64 с.

Методические указания содержат вопросы для контрольных работ, рассматривающих устройство и характеристики сельскохозяйственных тракторов и автомобилей, особенности конструкции и регулировки их узлов и агрегатов. Задания и рекомендации по выполнению контрольных работ (расчетно-графических работ) содержат материалы по затратам мощности на движение автомобилей в зависимости от их комплектации. Методические указания предназначены для укрепления знаний и развития навыков самостоятельной работы студентов с технической литературой.

© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016

© Дмитренко В.П., Адакин Р.Д. 2016

© Оформление Соцкая Е.В. 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Раздел 1. Общие методические рекомендации .....	4
1.1 Цели и задачи курса.....	4
Раздел 2. Задания для выполнения контрольных работ по теме «Конструкции тракторов и автомобилей» .....	6
Раздел 3. Характеристики автомобилей.....	10
Раздел 4. Задания для выполнения контрольных работ (расчётно-графических работ) по теме «Характеристики автомобилей».....	21
Раздел 5. Пример выполнения контрольной работы .....	49
Список использованных источников .....	62

## Введение

Тракторы и автомобили являются основными средствами механизации сельскохозяйственных работ. Современные тракторы и автомобили представляют собой multifunctional мобильные энергетические средства (МЭС), задачей которых является качественное выполнение работ с наилучшими технико-экономическими показателями. Для решения этих задач заводы и фирмы-производители ведут непрерывные работы по совершенствованию конструкции серийных агрегатов и узлов, а также разрабатывают и проектируют новые, более совершенные модели. Уровень знаний современного инженера должен позволять ему не только грамотно и квалифицированно заниматься эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом МЭС, но и помогать быстро адаптироваться к совершенно новым конструкциям.

### Раздел 1. Общие методические рекомендации

#### 1.1 Цели и задачи курса

Целью дисциплины «Тракторы и автомобили» является подготовка будущего бакалавра - инженера в области основ конструкций и узлов, используемых в автотракторной технике, и закладка базы для освоения курсов «Сельскохозяйственные машины» и др.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций (ПК).

Таблица 1 – Профессиональные компетенции

Номер/ индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5
ПК 3	Способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена; знание устройства и правил эксплуатации гидравлических машин и теплотехнического оборудования	Основы теории трактора и автомобиля, конструкцию и регулировочные параметры основных моделей тракторов, автомобилей и их двигателей	Определить затраты мощности при движении трактора по полю с различным агрофоном; определить затраты мощности при движении автомобиля по дорогам различных категорий, выполнять регулирование механизмов и систем тракторов и автомобилей для обеспечения работы с наибольшей производительностью и экономичностью	методами расчета баланса мощности при движении трактора и автомобиля в различных условиях, знаниями о тракторах и автомобилях теоретическими и практически знаниями о назначении и оптимальных режимах работы тракторов и автомобилей

Продолжение таблицы 1

2	3	4	5	6
ПК 11	Готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования для производства, хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции	требования к эксплуатационным характеристикам тракторов и автомобилей	проводить испытания двигателей, тракторов, автомобилей, оценивать и проводить анализ их эксплуатационных показателей	умением готовить к работе тракторы и автомобили
ПК 9	Готовность к использованию технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов	особенности работы систем и узлов тракторов и автомобилей, требующих автоматизации управления	оценивать состояние узлов и систем тракторов и автомобилей по результатам бортовой диагностики	методами диагностирования систем машин, используя специальные компьютерные программы
ПК 26.2	Готовность использовать современные технологии и оборудование для технического сервиса машин в АПК	современные технологии для технического сервиса машин	выбирать необходимое оборудование для технического сервиса конкретного парка машин	методами работы с современным оборудованием для технического сервиса тракторов и автомобилей

## **Раздел 2. Задания для выполнения контрольных работ по теме «Конструкции тракторов и автомобилей»**

1. Приведите полную классификацию тракторов.
2. Перечислите преимущества и недостатки колесных и гусеничных тракторов.
3. Начертите схему общего устройства колесного трактора и укажите назначение его основных агрегатов.
4. Начертите схему общего устройства грузового автомобиля повышенной проходимости и объясните назначение основных его агрегатов.
5. Перечислите существующие способы повышения проходимости тракторов и автомобилей.
6. Выполните схемы общего устройства гусеничных тракторов Т-150 и ДТ-75 и укажите их принципиальное конструктивное отличие.
7. Какие двигатели называются дизельными и бензиновыми, в чём их конструктивное отличие?
8. Начертите схему и объясните процессы, протекающие во время работы в четырехтактном дизельном двигателе за полный рабочий цикл.
9. Начертите схему двухтактного дизеля и объясните процессы, протекающие в цилиндре во время работы.
10. Объясните, что называется порядком работы двигателя. Выполните таблицы чередования тактов в цилиндрах двигателя ЯМЗ-238.
11. Начертите схемы камер сгорания различных дизелей и опишите их способы смесеобразования.
12. Каково назначение блок-картера и цилиндров двигателя? Из каких материалов они изготавливаются?
13. Перечислите детали кривошипно-шатунного механизма двигателя, их назначение, конструкцию и материал.
14. Опишите конструкцию и материалы шатунных коренных подшипников двигателей: ЯМЗ-236, Д-245, ЗИЛ-508.10.
15. Опишите способы ограничения осевых перемещений коленчатых валов автотракторных двигателей.
16. Начертите схемы газораспределительных механизмов.
17. Опишите, из каких материалов изготавливаются клапаны, направляющие втулки клапанов? Какие требования предъявляются к материалам этих деталей, их свойства?
18. Выполните схему турбонагнетателя, опишите его назначение, принцип действия и перечислите марки тракторов, двигатели которых имеют турбонаддув.
19. Выполните схему воздухоочистителей двигателей ЯМЗ-238 и ЗИЛ-508; объясните принцип их действия, основные требования, предъявляемые к воздухоочистителям.

20. Перечислите типы подкачивающих насосов, применяемых в системах питания автотракторных двигателей. Выполните схему подкачивающего насоса и объясните его принцип действия.
21. Выполните схемы и дайте описание устройства топливных фильтров, топливного насоса высокого давления и форсунок двигателя Д-240 или Д-245.
22. Опишите устройство и действие регуляторов оборотов двигателей СМД-14. Выполните схему всережимного регулятора оборотов двигателя Д-240, объясните его устройство и принцип действия.
23. Для чего необходимо корректирующее устройство в регуляторе. Выполните схему устройства и объясните принцип действия. Марки дизельного топлива.
24. Как осуществляется проверка и регулировка угла опережения подачи топлива насосом у двигателей ЯМЗ-240 и А-41?
25. Выполните схему системы смазки дизеля и объясните назначение и принцип действия его отдельных элементов. Сорты и марки масел для карбюраторных двигателей.
26. Объясните назначение термостатов, шторок и жалюзи в системе охлаждения. Выполните схемы термостатов жидкостного и с твердым наполнителем, опишите их принцип действия.
27. Какие источники электрического тока применяются на тракторах и автомобилях, их сравнительные преимущества и недостатки?
28. Что такое угол опережения впрыска в дизельных двигателях, почему и как изменяется его величина при работе двигателя?
29. Пластичные смазки, их назначение.
30. Опишите устройство, выполните схему и объясните принцип действия аккумулятора. Перечислите основные марки аккумуляторов, применяемых на тракторах и автомобилях.
31. Выполните схему стартера с дистанционным электромагнитным включением и объясните его принцип действия.
32. Выполните схемы приводных механизмов стартеров с муфтой свободного хода и принудительным механическим включением. Объясните принцип их действия.
33. Выполните схемы электрофакельного подогревателя воздуха трактора и подогревателя охлаждающей жидкости и масла автомобиля с указанием назначения каждого элементов.
34. Опишите устройство и работу одноцилиндрового двухтактного пускового двигателя дизелей СМД-14 и А-41.
35. Опишите принцип действия топливной системы Common Rail.
36. Опишите порядок пуска инжекторного автомобильного двигателя и тракторного дизеля, имеющего пусковой двигатель.

37. Выполните схемы ступенчатых и бесступенчатых силовых передач тракторов и автомобилей и объясните принцип действия, перечислите их преимущества и недостатки.
38. Выполните общую схему силовой передачи гусеничного трактора ДТ-75 с указанием названия и назначения отдельных ее механизмов.
39. Выполните схему устройства муфты сцепления автомобиля ЗИЛ-53 и объясните принцип ее действия. Масла для коробок передач.
40. Выполните схему устройства постоянно замкнутой муфты сцепления трактора МТЗ-100 и объясните принцип ее действия.
41. Приведите полную классификацию коробок перемены передач тракторов и автомобилей.
42. Выполните схемы механизма увеличения крутящего момента и коробки перемены передач трактора ДТ-75. Объясните назначение и принцип действия УКМ. Как происходит передача крутящего момента на каждой передаче?
43. Выполните схему пятиступенчатой коробки перемены передач с ускоряющей передачей и дистанционным механическим управлением. Объясните устройство и принцип действия коробки и механизма управления.
44. Приведите схемы и опишите устройство и принцип действия механического и гидравлического приводов выключения сцепления, а также приводов с пружинным и пневматическим усилителями.
45. Выполните схему многоступенчатой коробки передач с шестернями постоянного зацепления, фрикционной с гидравлическим управлением фрикционов передач. Укажите назначение и название отдельных ее деталей.
46. Приведите схемы раздаточных коробок двухосных автомобилей с приводом на передний ведущий мост и трехосных со всеми ведущими мостами.
47. Выполните схему синхронизатора коробки перемены передач и объясните его назначение, устройство и принцип действия.
48. Выполните схему устройства дифференциала грузового автомобиля ЗИЛ-508 и объясните его назначение и принцип действия.
49. Приведите схему устройства дифференциала свободного хода кулачкового типа. Объясните его назначение, принцип действия и преимущества по сравнению с шестеренчатыми дифференциалами.
50. Выполните схемы карданных передач, применяемых на тракторах и автомобилях. Объясните назначение и действие карданных передач.
51. Выполните кинематическую схему заднего моста колесного трактора с указанием названия и назначения его отдельных деталей.
52. Выполните схему заднего моста грузового автомобиля с указанием названия и назначения его отдельных деталей.



53. Выполните схему заднего моста гусеничного трактора с указанием названия и назначения его отдельных частей.
54. Опишите устройство колес и шин автомобилей и колесных тракторов. Укажите, как маркируются шины.
55. Выполните схему гидравлической системы управления поворотом трактора МТЗ-100 с описанием устройства и принципа действия.
56. Приведите схему рулевой трапеции, укажите ее назначение и принцип действия.
57. С какой целью делается развал и схождение управляемых колес автомобилей? Приведите схему установки передних колес и шкворней и укажите назначение установочных углов.
58. Выполните схему тормозов автомобиля с гидравлическим приводом, укажите название и назначение отдельных элементов и принцип действия.
59. Выполните схему тормозной системы автомобиля с пневматическим приводом, укажите название и назначение отдельных элементов и принцип действия системы.
60. Выполните схемы движителей гусеничных тракторов с полужесткой и эластичной (с балансирными каретками и торсионными валами) подвесками, объясните назначение, принцип действия основных узлов и особенности движителей этих типов.
61. Как осуществляется управление гусеничными тракторами с бортовыми фрикционами? Приведите схемы устройства поворотных муфт и объясните принцип действия.
62. Как осуществляется управление гусеничными тракторами, имеющими планетарные редукторы? Выполните схемы механизмов поворота с указанием назначения отдельных узлов.
63. Приведите схемы натяжных устройств гусеничных лент тракторов с описанием принципа их действия.
64. Как устроен гидроусилитель (сервомеханизм) привода механизма поворота гусеничного трактора? Приведите его схему с объяснением принципа действия.
65. Выполните схему гидросистемы трактора МТЗ-100 с объяснением названия и назначения отдельных агрегатов, их устройства и принципа действия.
66. Выполните схему гидросистемы трактора ДТ-175 с указанием названия, назначения и принципа действия отдельных элементов.
67. Выполните схемы механизмов навесок тракторов с объяснением их устройства и принципов действия.
68. Выполните схемы шестеренчатого насоса и трехзолотникового распределителя раздельно-агрегатной гидросистемы трактора и объясните их устройство и принцип действия.
69. Выполните схему и объясните принцип действия главного силового

цилиндра раздельно-агрегатной гидросистемы трактора.

70. Выполните схему догружателя ведущих колес трактора с объяснением назначения, устройства и принципа действия.

71. Выполните схемы буксирных устройств автомобилей и опорно-сцепных седельных устройств тягачей. Объясните их устройство и принцип действия.

72. Объясните назначение приводного шкива и валов отбора мощности на тракторах. Выполните схемы их приводов и принцип действия.

73. Выполните схемы валов отбора мощности тракторов с независимым приводом. Объясните принцип их действия и сравнительные преимущества и недостатки.

74. Опишите устройство и принцип работы форсунок с пьезоактюаторами в топливных системах Common Rail.

### Раздел 3. Характеристики автомобилей

Работа автомобильного транспорта в сельскохозяйственном предприятии характеризуется широким спектром видов перевозимого груза и различными условиями движения, от езды по вспаханному полю до междугородних перевозок по дорогам первой категории.

В современных сельскохозяйственных предприятиях перевозки автомобилями грузов на большие расстояния по хорошим дорогам составляют существенную долю в общем объеме грузоперевозок.

Поэтому целесообразно рассмотреть возможности повышения эффективности этих перевозок. Для этого необходимо определить затраты мощности на движение автомобиля.

Для автомобиля важно знать фактическую мощность двигателя, затрачиваемую при движении автомобиля с определенной скоростью.

Будем рассматривать движение автомобиля при постоянной скорости. В этом случае эффективная мощность двигателя  $N_e$  будет складываться из следующих величин.

$$N_e = N_m + N_w + N_f + N_i, \quad (1)$$

где  $N_m$  – мощность, теряемая в трансмиссии;

$N_w$  – мощность, затрачиваемая на аэродинамическое сопротивление воздуха;

$N_f$  – мощность, затрачиваемая на качение автомобиля;

$N_i$  – дополнительная мощность, затрачиваемая на преодоление подъема.

Рассмотрим эти составляющие мощности подробнее

## 1 Мощность, теряемая в трансмиссии

Она определяется значением КПД трансмиссии. КПД трансмиссии – это отношение мощности, подводимой к ведущим колесам  $N_k$  к эффективной мощности двигателя  $N_e$ , снимаемой с маховика

$$\eta_M = \frac{N_k}{N_e}. \quad (2)$$

$$N_M = N_e(1 - \eta_M). \quad (3)$$

Значение КПД трансмиссии зависит от конструктивных особенностей и в технических характеристиках автомобилей не приводится. Для расчетов можно принять следующие значения  $\eta_M$  автомобилей с механическими трансмиссиями (таблица 2).

Таблица 2 – Примерные значения КПД трансмиссии различных автомобилей

Тип автомобиля	Колесная формула	КПД трансмиссии
Легковой	4×2	0,90-0,92
Легковой полноприводный	4×4	0,84-0,86
Грузовой 2-осный	4×2	0,88-0,90
Грузовой 3-осный	6×4	0,86-0,88
Грузовой 2-осный полноприводный	4×4	0,82-0,84
Грузовой 3-осный полноприводный	6×6	0,80-0,82

## 2 Дополнительные затраты мощности на преодоление подъема

Эти затраты определяют по формуле:

$$N_i = P_i \cdot V, \quad (4)$$

где  $P_i$  – дополнительная сила, затрачиваемая на преодоление подъема в кН;  
 $V$  – скорость автомобиля в м/с.

$$P_i = G_a \cdot i, \quad (5)$$

где  $G_a$  – сила тяжести от массы автомобиля, кН;  
 $i$  – коэффициент подъема.

Подъемы принято оценивать в градусах и в процентах.

Процент подъема – это  $tg\alpha \cdot 100$ .

Таблица 3 – значения подъема в градусах и процентах

Подъем в градусах	0,5	1	2	3	4	5
Подъем в процентах	0,87	1,75	3,5	5,24	7,0	8,75

Коэффициент подъема – это тангенс угла подъема:

$$i = \frac{\text{процент подъема}}{100}. \quad (6)$$

Например, автомобиль полной массой 15 т движется на подъем в 1 градус со скоростью 50 км/ч. Коэффициент подъема  $i = \text{tg } 1^\circ = 0,0175$ .

$$P_i = G_a \cdot 9,81 \cdot i = 15000 \cdot 9,81 \cdot 0,0175 = 2575 \text{ Н} = 2,575 \text{ кН}.$$

$$N_i = P_i \cdot V = 2,575 \cdot \frac{50}{3,6} = 35,76 \text{ кВт}.$$

Т.е. дополнительная мощность, затрачиваемая на преодоление подъема, составляет для этого автомобиля 35,76 кВт.

Профиль реальной дороги постоянно меняется. Подъемы чередуются со спусками. При преодолении подъемов изменяются режимы работы двигателя. На спусках водитель может ограничивать скорость движения автомобиля торможением. Поэтому затраты энергии на движение автомобиля по дороге с чередованием подъемов и спусков больше, чем при движении по ровной дороге. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, сделаем допущение, что автомобиль движется по дороге с постоянным подъемом. Для дороги, относящейся к категории равнинной угол подъема примем  $0,2^\circ$ , для дороги, относящейся к категории слабохолмистой  $0,3^\circ$ , а для холмистой  $0,45^\circ$ . Эти значения углов приняты на основании анализа результатов испытаний грузовых автомобилей с полной загрузкой по дорогам различных категорий, проведенных Ярославским моторным заводом. Такое допущение условно, но это позволяет получать результаты расчета затрат мощности, более близкие к реальным.

### 3 Аэродинамическое сопротивление воздуха

В современных условиях перевозки грузов идут при больших скоростях. Поэтому аэродинамическое сопротивление существенно возрастает. Сила сопротивления воздуха состоит из нескольких составляющих основной из которых является сила лобового сопротивления. При движении автомобиля впереди него возникает избыточное давление воздуха, а сзади пониженное. Кроме лобового сопротивления на автомобиль воздействуют силы, создаваемые сопротивлением выступающих поверхностей, силы возникающие при прохождении воздуха через радиатор и подкапотное пространство, силы трения воздуха о поверхность.

Силу сопротивления воздуха определяют по формуле:

$$P_w = \frac{1}{2} C_x \cdot \rho_v \cdot F \cdot V^2, \quad (7)$$

где  $C_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления;

$\rho_v$  – плотность воздуха при стандартных атмосферных условиях,  $\rho_v = 1,225$  кг/м<sup>3</sup>;

$F$  – площадь лобового сопротивления, м<sup>2</sup>;

$V$  – скорость автомобиля, м/с;

$P_w$  – сила, Н.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$  определяют опытным путем. Измеряют силу сопротивления воздуха при движении автомобиля с различными скоростями. Затем измеряют силу сопротивления воздуха при движении цилиндра, у которого поперечное сечение равно наибольшему поперечному сечению автомобиля. Отношение этих сил при одинаковых скоростях автомобиля и цилиндра и есть коэффициент аэродинамического сопротивления, т.е.

$$C_x = \frac{P_w \text{ автомобиля}}{P_w \text{ цилиндра}}. \quad (8)$$

Коэффициент  $C_x$  – безразмерный параметр.

При движении автомобиля по дороге трудно разделить силы сопротивления воздуха и силы сопротивления качению. Поэтому испытания проводят в аэродинамических трубах, в которых мощные вентиляторы создают требуемые скорости воздуха относительно неподвижного автомобиля. Испытывают или натуральные модели автомобилей, или их уменьшенные копии.

При доводке легковых автомобилей уделяется много внимания как форме автомобиля, так и его отдельным элементам. У большинства моделей легковых автомобилей значение коэффициента  $C_x$  лежит в пределах 0,3-0,34. Например, у автомобиля ВАЗ «Лада Приора»  $C_x = 0,32$ , у автомобиля ВАЗ-2110 – 0,347. У автомобиля ВАЗ-2121 «Нива»  $C_x = 0,536$ , а у «Нива Шевроле» – 0,455.

У грузовых автомобилей большая площадь фронтальной поверхности. Кузов автомобиля и полуприцепа может значительно превышать высоту кабины тягача. В этом случае условия обтекания автопоезда воздухом существенно ухудшаются. Поэтому на таких автомобилях на крыше кабины устанавливают аэродинамический щиток – спойлер, который имеет возможность менять угол наклона и тем самым приспособлять его для полуприцепов разной высоты. Имеет значение величина зазора между кабиной тягача и полуприцепа. В этом зазоре возникают завихрения, ко-

торые ухудшают условия обтекания полуприцепа особенно при боковом ветре. Установка тента на кузов автомобиля снижает величину коэффициента  $C_x$ , но увеличивается лобовая площадь.

В таблице 4 для разных классов грузовых автомобилей приведены ориентировочные усредненные значения коэффициентов  $C_x$  и диапазон изменения лобовой площади  $F$ . Эти данные могут быть использованы для ориентировочного определения аэродинамического сопротивления однотипных объектов.

Таблица 4 – Усредненные численные значения коэффициентов  $C_x$  и диапазоны изменения лобовой площади  $F$

Тип автомобиля	Конструктивные особенности кузова	Лобовая площадь $F$ , м <sup>2</sup>	Компоновка	
			капотная и полукапотная	кабина над двигателем
			коэффициент $C_x$	
Малотоннажные автомобили	бортовой без тента	3-3,6	0,65	0,7
	фургон	4,-4,6	0,5	0,55
Грузовые автомобили средней грузоподъемности	бортовой	4-4,8	0,79	0,9
	фургон	7-7,75	0,68	0,77
Грузовые автомобили большой грузоподъемности	бортовой	5-6	0,8	1,0
	бортовой с тентом	8-8,5	0,6	0,68
Автопоезда с прицепом	бортовой	5-6	1,0	1,15
	бортовой с тентом	8-8,5	0,67	0,79
Седельные автопоезда	бортовой	5-6	0,9	1,0
	бортовой с тентом	8-8,5	0,8	0,85
	контейнеровоз	9	0,87	1,04
Самосвалы		6-7	0,86	1,03
Полноприводные автомобили	бортовой с тентом	5-5,75	0,88	1,08

Примечание. При наличии аэродинамического обтекателя на крыше кабины автомобиля численные значения  $C_x$  снижаются на 20%.

## **4 Сопротивление качению шин**

Автомобильные колеса воспринимают всю массу автомобиля и динамические нагрузки, передаваемые на раму или кузов автомобиля, смягчают и поглощают толчки и удары от неровностей дороги. От характера взаимодействия колес с дорогой зависят тяговые и тормозные свойства автомобиля, плавность хода, экономичность, проходимость, устойчивость и управляемость. Колеса должны иметь минимальное сопротивление качению, хорошее сцепление и демпфирующие свойства, бесшумность работы, высокую долговечность и износостойкость. Для разных условий эксплуатации автомобилей промышленность выпускает разные шины.

### **4.1 Конструкция шин**

Основными элементами шин являются каркас, брекер, протектор, боковины и борты.

Каркас – это главный силовой элемент покрышки, состоящий из нескольких слоёв обрешиненного корда, закрепленных, как правило, на бортовых кольцах. Корд представляет собой ткань, состоящую из толстых нитей основы и тонких редких нитей по утку, изготавливаемую на основе натуральных или синтетических волокон, или тонких стальных нитей (металлокорд). В зависимости от ориентации нитей корда в каркасе различают шины радиальные и диагональные. В радиальных шинах нити корда расположены вдоль радиуса колеса, а в диагональных под углом 45-60° к радиусу колеса, причем нити соседних слоёв перекрещиваются. Радиальные шины более жесткие, у них больший ресурс, лучшая стабильность формы пятна контакта, меньше сопротивление качению.

Брекер – это внутренняя деталь покрышки, расположенная между каркасом и протектором и состоящая из нескольких слоёв обрешиненного металлического или другого корда. Брекер предназначен для смягчения ударных нагрузок, возникающих при движении автомобиля по дороге.

Протектор – наружная резиновая часть покрышки шины, как правило с рельефным рисунком, обеспечивающая сцепление с дорогой и предохраняющая каркас от повреждений.

Радиальные шины, в отличие от диагональных, имеют каркас с меньшим числом слоёв корда. Они имеют мощный брекер, чаще металлокордный. Это обеспечивает им меньшую окружную деформацию при качении и меньшее проскальзывание протектора при контакте с дорогой. Радиальные шины имеют также пониженное теплообразование и меньшие потери на качение. Они выдерживают более высокие нагрузки и скорости.

Диагональные шины обычно используют, в основном, для грузовых и внедорожных машин, работающих в условиях бездорожья. Они обеспе-

чивают хорошую проходимость техники и имеют большую механическую прочность в таких условиях эксплуатации.

#### 4.2 Обозначения шин

В обозначении шин указаны их основные размеры. В РФ по ГОСТ 4754-97 допускаются обозначения, принятые и в Западной Европе, и в США, т.е. допускается различное обозначение. Поэтому обозначение лучше пояснить на примерах. Основные размеры шины, установленной на диск колеса и накачанной до требуемого давления воздуха, показаны на схеме.

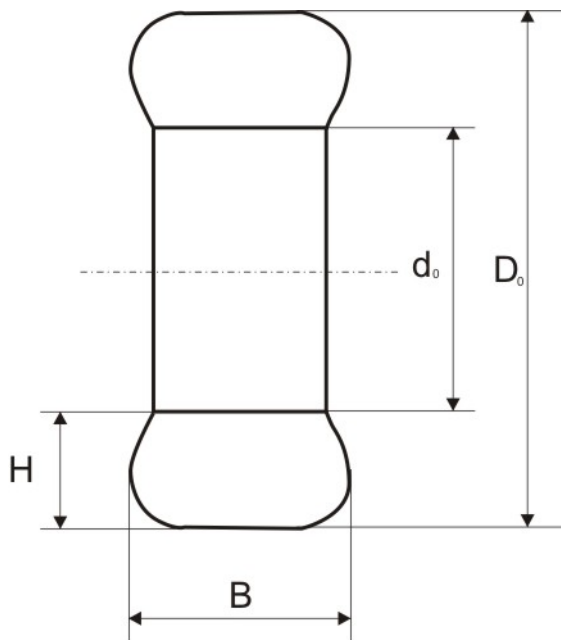


Рисунок 1 – Схема шины

#### *Шина 315/80 R 22,5*

Первые цифры – это ширина  $B = 315$  мм. Вторые цифры означают отношение высоты профиля к ширине в процентах, т.е.  $H = 80\%$ ,  $B = 0,8 \cdot 315 = 252$  мм.

Буква R означает, что шина радиальная. Если буквы R нет, то шина диагональная, но буква D не ставится. Последние цифры – это диаметр диска в дюймах, т.е.  $d_0 = 22,5$  дюйма  $= 22,5 \cdot 25,4 = 571,5$  мм.



Наружный диаметр этой шины, установленной на диск и накачанной до требуемого давления, но без нагрузки  $D_0 = d_0 + 2H = 571,5 + 2 \cdot 252 = 1075,5$  мм.

#### *Шина 11.00 R20*

Первые цифры – ширина в дюймах, т.е.  $B = 11 \cdot 25,4 = 279,4$  мм. Следующие два ноля означают, что высота профиля составляет 92 % от ширины,  $H = 92\%$ ,  $B = 0,92 \cdot 279,4 = 257$  мм, R – радиальная,  $d_0 = 20$  дюймов =  $20 \cdot 25,4 = 508$  мм.

$$D_0 = d_0 + 2H = 1022 \text{ мм.}$$

#### *Шина 8,25 R20*

Первые цифры – ширина в дюймах  $B = 8,25 \cdot 25,4 = 209,6$  мм. Высота профиля для такого обозначения  $H = (80 - 82) \%$ ,  $B = 0,81 \cdot 209,6 = 170$  мм.

Диаметр диска колеса  $d_0 = 20$  дюймов =  $20 \cdot 25,4 = 508$  мм.

$$D_0 = d_0 + 2H = 848 \text{ мм.}$$

По американскому стандарту все размеры шины в дюймах и первые цифры – это наружный диаметр. Например, шина внедорожника 35 12,50 R15.

Наружный диаметр  $D_0 = 35$  дюймов =  $35 \cdot 25,4 = 889$  мм. Следующее число – ширина  $B = 12,50 \cdot 25,4 = 317,5$  мм. R – радиальная,  $d_0 = 15$  дюймов = 381 мм.

Высота профиля для этой шины  $H = \frac{D_0 - d_0}{2} = 254 \text{ мм} = 80\% B$ .

#### *Шина 1350x550x533 R*

Наружный диаметр  $D_0 = 1350$  мм, ширина протектора  $B = 550$  мм, диаметр диска  $d_0 = 533$  мм.

R – радиальная.

Высота профиля этой шины  $H = \frac{D_0 - d_0}{2} = 408,5 \text{ мм} = 74\% B$ .

Могут встречаться и другие варианты обозначения шин.

### **4.3 Сопротивление качению автомобилей**

Проведенный на Автополигоне НАМИ большой объем стендовых и дорожных исследований позволил получить эмпирическую формулу для расчета сопротивления качению автомобиля при движении его по твердому покрытию, т.е по асфальтированному шоссе.

$$P_f = G_a \cdot g \cdot [f_0 + k_v \cdot (\frac{V}{3,6})^2] + \mu_f \cdot [P_w + P_i] \quad (9)$$

где  $P_f$  – сила сопротивления качению, Н;

$G_a$  – полная масса автомобиля, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2;$$

$f_0$  – коэффициент сопротивления качению шин в ведомом режиме при номинальной нагрузке при скорости близкой к нулю;

$k_v$  – опытный коэффициент, учитывающий скоростные потери в шинах;

$V$  – скорость автомобиля, км/ч;

$\mu_f$  – опытный коэффициент, учитывающий потери в шинах от крутящего момента;

$P_w$  – сила аэродинамического сопротивления, Н;

$P_i$  – дополнительная сила, затрачиваемая на преодоление подъема, Н.

Для определения  $f_0$  была получена эмпирическая формула:

$$f_0 = \frac{0,0012 + \frac{H}{B} \cdot 0,001 + \Delta R_f}{r_k}, \quad (10)$$

где  $\frac{H}{B}$  – отношение высоты к ширине профиля шины;

$\Delta R_f$  – величина, учитывающая рисунок протектора шины, расположение нитей в корде и их материал;

$r_k$  – радиус колеса с полной нагрузкой, м.

Обозначение шин позволяет определить радиус шины, установленной на диск и накачанной до требуемого давления. Радиус колеса с полной нагрузкой

$$r_k = \lambda \cdot \frac{D_0}{2}, \quad (11)$$

где  $\lambda$  – коэффициент деформации шины.

Можно принять для шин легковых автомобилей  $\lambda = 0,98$ , для грузовых  $\lambda = 0,96$ .

Значения опытных коэффициентов  $\Delta R_f$ ,  $k_v$ ,  $\mu_f$  приведены в таблице 5.

Проведенные на Автополигоне НАМИ испытания грузовых автомобилей разной грузоподъемности с разными шинами показали хорошее совпадение расчетных и опытных данных.

Это позволяет нам использовать предложенные зависимости для расчетов по повышению эффективности перевозки грузов.

Таблица 5 – Значения опытных коэффициентов  $\Delta R_f$ ,  $k_v$ ,  $\mu_f$  для разных шин

Конструктивные особенности шины	Рисунок протектора			Коэффициент $\mu_f$
	дорожный	универсальный	повышенной проходимости	
	значение $\Delta R_f$			
Диагональные с текстильным кордом в каркасе и брекере	0,002	0,003	0,004	0,06
Радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере	0,0008	0,0018	0,0026	0,02
Радиальные с металлокордом в каркасе и брекере	0	0,0008	0,0016	0,02
Коэффициент $k_v$	0	$1 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	–

### 5 Расход топлива

Суммарные затраты мощности при движении автомобиля с постоянной скоростью будут включать затраты на аэродинамическое сопротивление воздуха, на качение и на преодоление подъема:

$$\sum N = N_w + N_f + N_i, \quad (12)$$

Задаваясь значением КПД трансмиссии определим эффективную мощность двигателя

$$N_e = \frac{\sum N}{\eta_m}, \quad (13)$$

Характеристика двигателя на современном грузовом автомобиле настраивается так, чтобы на большинстве режимов двигатель работал в зоне минимальных удельных расходов топлива. Такие режимы, как правило, на средних частотах вращения коленвала. Максимальная мощность двигателя намного превосходит мощность, затрачиваемую при движении ав-

томобиля с постоянными скоростями. Максимальная мощность используется только при обгонах и при преодолении крутых подъемов.

Фирмы, выпускающие двигатели, приводят в документации внешнюю скоростную характеристику, т.е. зависимость мощности, крутящего момента и расхода топлива от частоты вращения вала при полной подаче топлива.

При движении автомобиля с разными скоростями меняются и режимы работы двигателя. Но в большинстве случаев двигатель работает в зоне средних частот вращения коленчатого вала и значений крутящего момента от 50 до 100% от максимальной величины. Применение на грузовых автомобилях трансмиссий с числом передач от 10 до 16 облегчает водителю эту задачу.

Поэтому можно сделать допущение, что удельный расход топлива при движении автомобиля с разными скоростями является постоянной величиной и принять его значение  $g_e(\text{ср.}) = 1,1 g_{e \text{ мин}}$ , где  $g_{e \text{ мин}}$  – минимальное значение расхода топлива по скоростной характеристике при средних частотах вращения коленвала. Такое допущение позволяет оценивать удельные расходы топлива на тонну перевозимого груза, что является необходимым при сравнении различных вариантов комплектации автомобилей и их загрузки.

Часовой расход топлива

$$G_T = \frac{N_e \cdot g_e(\text{ср.})}{1000} \text{ [кг/ч]}, \quad (14)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;

$$g_e(\text{ср.}), \text{ [г/кВт·ч]}, \quad (15)$$

Поскольку принято расход топлива автомобилями оценивать в литрах на 100 км,

$$Q_T = \frac{G_T \cdot 100}{\gamma_T \cdot V} \text{ [л/100 км]}, \quad (16)$$

где  $G_T$  – кг/ч;

$\gamma_T$  – удельный вес дизельного топлива,  $\gamma_T = 0,84$  кг/литр;

$V$  – скорость автомобиля, км/ч.

Удельный расход топлива на тонну перевозимого груза

$$g_{\text{уд.гр}} = \frac{Q_T}{G_{\text{гр}}} \text{ [л/т} \cdot \text{100 км]}, \quad (17)$$

где  $G_{\text{гр}}$  – масса перевозимого груза, т.

**Раздел 4. Задания для выполнения контрольных работ  
(расчетно-графических работ) по теме  
«Характеристики автомобилей»**

**Задание 1**

Автомобиль бортовой двухосный МАЗ–533603–2120 (4 × 2).

Полная масса автомобиля  $G_a = 16500$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 8300$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 2900 × 8600 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

*1 вариант*

Автомобиль без тента и спойлера, лобовая площадь  $F = 6\text{ м}^2$ .

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ .

Шины 11.00R20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

*2 вариант*

Автомобиль с тентом и обтекателем, лобовая площадь  $F = 7\text{ м}^2$ .

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,65$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, примем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$$\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 2

Автомобиль бортовой двухосный МАЗ–533603–2120 (4 × 2).

Полная масса автомобиля  $G_a = 16500$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 8300$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 3500 × 8660 мм (габариты груза превышают габариты кабины).

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без тента и спойлера, лобовая площадь  $F = 7,5$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$

Шины 11.00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора повышенной проходимости.

### *2 вариант*

На автомобиль установлен тент и спойлер, лобовая площадь  $F = 8,5$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,7$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок универсальный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, примем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$$\operatorname{tg} 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

### Задание 3

Автомобиль бортовой двухосный МАЗ–533603–2120 (4 × 2)

Полная масса автомобиля  $G_a = 16500$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 8300$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 8600 мм (габариты груза превышают габариты кабины).

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

#### *1 вариант*

Автомобиль без тента и спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$ .

Шины 11.00R20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

#### *2 вариант*

Автомобиль с тентом и спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,7$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, примем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$$\operatorname{tg} 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

#### Задание 4

Автопоезд в составе бортового двухосного автомобиля МА3–533603–2120 ( $4 \times 2$ ) и двухосного прицепа МА3–237810.

Полная масса автопоезда  $G_a = 36500$  кг (автомобиля 16500 + прицепа 20000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 22650$  кг, (в автомобиле 8300 кг + в прицепе 14350 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 2900 × 8600 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2550 × 4000 × 7840 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

##### *1 вариант*

Автомобиль без тента и спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,15$ .

Шины 11.00R20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

##### *2 вариант*

Автомобиль с тентом и обтекателем, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>. Высота кузова автомобиля стала одинаковой с высотой прицепа.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, примем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$$\operatorname{tg} 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.



## Задание 5

Автопоезд в составе бортового двухосного автомобиля МА3–533603–221 ( $4 \times 2$ ) и двухосного прицепа МА3–837300.

Полная масса автопоезда  $G_a = 24100$  кг (автомобиля 16500 + прицепа 7600 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 13400$  кг (в автомобиле 8300 кг + в прицепе 5100 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 8620 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2550 × 3450 × 7530 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без тента и спойлера, лобовая площадь  $F = 8,9$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,1$ .

Шины 11.00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль с обтекателем, лобовая площадь  $F = 8,9$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков примем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$$\operatorname{tg} 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 6

Автомобиль бортовой двухосный МАЗ–33603–221 (4 × 2).

Полная масса автомобиля  $G_a = 20000$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 11300$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 8620 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ .

Шины 11.00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекерере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль с обтекателем, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,67$ .

Шины 11,00R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекерере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков примем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,20 градуса, т.е. подъем составляет

$$\operatorname{tg} 0,20 \cdot 100 = 0,35\%, \text{ коэффициент подъема } i = 0,0035.$$

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 7

Автопоезд в составе седельного двухосного тягача МАЗ–544020–020–021 ( $4 \times 2$ ) и трехосного полуприцепа МАЗ–975830. Полуприцеп загружен на 80%.

Полная масса автомобиля  $G_a = 32710$  кг (тягач 7550 + полуприцеп 25160 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 18560$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H \times L$  2550 × 4000 × 13900 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 220$  г/кВт·ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без обтекателя (спойлера), лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ .

Шины 315/70R22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

На крыше кабины установлен спойлер, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>.

Высота кузова автомобиля стала одинаковой с высотой прицепа.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ .

Шины 315/70R22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков примем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет

$\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35\%$ , коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 8

Автопоезд в составе бортового двухосного автомобиля МАЗ–533608–021 ( $4 \times 2$ ) и автомобильного трехосного прицепа типа «фургон» МАЗ–870100. Полная масса автопоезда  $G_a = 40500$  кг (автомобиль 16500 кг + прицеп 24000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 25600$  кг (в автомобиле 7600 кг + в прицепе 18000 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 8620 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 10600 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,15$ , шины 11.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,95$ , шины 11.00 R 20 радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 9

Автопоезд в составе седельного двухосного тягача МАЗ–544069 ( $4 \times 2$ ) и одноосного полуприцепа МАЗ–938020.

Полная масса автопоезда  $G_a = 26400$  кг (тягач 7600 кг + полуприцеп 18800 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 13800$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 12905 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 10

Автомобиль бортовой трехосный МАЗ–630308–020 (6 × 4).

Полная масса автомобиля  $G_a = 24500$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 13200$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500×3160×10230 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без тента лобовая площадь  $F = 6,65$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ , шины 11.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекером, рисунок протектора повышенной проходимости.

### *2 вариант*

Установлен тент по высоте кабины, лобовая площадь  $F = 6,65$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,7$ , шины 11.00 R 20 радиальные с металлокордом в каркасе и брекером, рисунок протектора универсальный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 11

Автопоезд в составе бортового трехосного автомобиля МАЗ–630308–021(6 × 4) и двухосного прицепа МАЗ–237810.

Полная масса автопоезда  $G_a = 44500$  кг (автомобиль 24500 кг + прицеп 20000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 26950$  кг (в автомобиле 12600 кг + в прицепе 14350 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 10230 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 7840 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,15$ , шины 11.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$ , шины 11.00 R 20 радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 12

Автопоезд в составе седельного трехосного тягача МАЗ–642205–020 ( $6 \times 4$ ) и двухосного полуприцепа МАЗ–938660.

Полная масса автопоезда  $G_a = 42200$  кг (тягач 9500 кг + полуприцеп 32700 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 25200$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 15435 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,87$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 11.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 11.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.



### Задание 13

Автомобиль бортовой трехосный полноприводный МАЗ–631708–020 (6 × 6).

Полная масса автомобиля  $G_a = 25000$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 11000$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2700 × 3460 × 9405 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,8$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

#### *1 вариант*

Лобовая площадь  $F = 8,1$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 1350×550×533 R, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора повышенной проходимости.

#### *2 вариант*

Лобовая площадь  $F = 8,1$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 1350×550×533 R, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 14

Автомобиль грузовой среднетоннажный МАЗ–437041–220 (4 × 2).

Полная масса автомобиля  $G_a = 10100$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 4500$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2550 × 3550 × 7100 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 225$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 7,8$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$ , шины 235/75 R17,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 7,8$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,75$ , шины 235/75 R17,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 15

Автомобиль бортовой трехосный КамАЗ–5320 ( $6 \times 4$ ).

Полная масса автомобиля  $G_a = 15305$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 8000$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$   $2500 \times 3350 \times 7435$  мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 225$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 7,125$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ , шины 9.00R20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 7,125$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,68$ , шины 9.00 R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в  $0,2$  градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 16

Автомобиль бортовой трехосный КамАЗ–53212 (6 × 4).

Полная масса автомобиля  $G_a = 18225$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 10000$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 3800 × 9805 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 225$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,25$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ , шины 9.00 R20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора повышенной проходимости.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,25$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,65$ , шины 9.00 R20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 17

Автомобиль бортовой трехосный КамАЗ–65117 (6 × 4).

Полная масса автомобиля  $G_a = 24000$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 14500$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2550 × 3915 × 10290 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,87$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 210$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,73$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,9$ , шины 11R22,5, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,73$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,75$ , шины 11 R22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях а автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 18

Автомобиль бортовой трехосный КамАЗ–65207 ( $6 \times 4$ ).

Полная масса автомобиля  $G_a = 26000$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 15000$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 4000 × 10800мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 220$ г/кВт ч

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 315/80R22,5, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,7$ , шины 315/80 R22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 19

Автопоезд в составе трехосного автомобиля КамАЗ–5320 (6 × 4) и двухосного прицепа МАЗ–837300–310.

Полная масса автопоезда  $G_a = 22905$  кг (автомобиля 15305 кг + прицепа 7600 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 13100$  кг (в автомобиле 8000 кг + в прицепе 5100 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 3350 × 7435 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2550 × 3450 × 5400 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 220$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автопоезд без спойлера, лобовая площадь  $F = 7,55$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 9.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автопоезд со спойлером, лобовая площадь  $F = 7,55$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 9.00 R 20 радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 20

Автопоезд в составе трехосного автомобиля КамАЗ–53212 ( $6 \times 4$ ) и двухосного прицепа ГКБ–8350.

Полная масса автопоезда  $G_a = 29725$  кг (автомобиль 18225 кг + прицеп 11500 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 18000$  кг (в автомобиле 10000 кг + в прицепе 8000 кг).

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2500 × 3800 × 9805 мм.

Габариты прицепа  $B \times H \times L$  2500 × 3280 × 7000 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 220$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автопоезд без спойлера лобовая площадь  $F = 8,25$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,0$ , шины 9.00 R 20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автопоезд со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,25$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ , шины 9.00 R 20 радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.



## Задание 21

Автопоезд в составе седельного трехосного тягача КамАЗ–5410 (6 × 4) и полуприцепа ОДАЗ–9370.

Полная масса автопоезда  $G_a = 25800$  кг (тягач 6800 кг + полуприцеп 19000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 13700$  кг.

Габариты тягача  $B \times H \times L$  2480 × 2630 × 6180 мм.

Габариты полуприцепа  $B \times H \times L$  2500 × 3520 × 9700 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 220$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 7,55$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,95$ , шины 9.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекером, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 7,55$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,75$ , шины 9.00 R 20, радиальные с металлокордом в каркасе и брекером, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 22

Автопоезд в составе седельного двухосного тягача КамАЗ–5490 ( $4 \times 2$ ) и трехосного полуприцепа КамАЗ–975830.

Полная масса автопоезда  $G_a = 44000$  кг (тягач 7900 кг + полуприцеп 36100 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 28100$  кг.

Габариты автопоезда  $V \times H$  2500×4000 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,7$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

### Задание 23

Автопоезд в составе бортового трехосного тягача КамАЗ–65207 ( $6 \times 4$ ) и двухосного прицепа МА3-857100.

Полная масса автопоезда  $G_a = 40000$  кг (тягач 26000 кг + прицеп 14000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 24600$  кг, (в тягаче 15000кг + в прицепе 9600 кг).

Габариты автопоезда  $B \times H$  2500 × 4000 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$ г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

#### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

#### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,75$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 315/80 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 24

Автопоезд в составе бортового трехосного автомобиля КамАЗ–65117 (6×4) и двухосного прицепа МАЗ-857100.

Полная масса автопоезда  $G_a = 38000$  кг (автомобиль 24000 кг + прицеп 14000 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 25000$  кг, (в автомобиле 14500кг + в прицепе 10500 кг).

Габариты автопоезда  $B \times H 2550 \times 3915$  мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$ г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера лобовая площадь  $F = 8,73$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,15$ , шины 11 R 22,5, радиальные с радиальными с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,73$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,95$ , шины 11 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 25

Автопоезд в составе двухосного седельного тягача КамАЗ–5460 (4×2) и трехосного полуприцепа СЗАП–93282.

Полная масса автопоезда  $G_a = 40000$  кг (тягач 7500 кг + полуприцеп 32500 кг)

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 25300$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H 2550 \times 4000$  мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95 \text{ м}^2$ , коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,0$ , шины 315/60 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,95 \text{ м}^2$ , коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,8$ , шины 315/60 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в  $0,2$  градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^0 \cdot 100 = 0,35 \%$ , коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч. Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 26

Автопоезд в составе седельного трехосного тягача КамАЗ–6460 ( $6 \times 4$ ) и трехосного полуприцепа СЗАП–93282.

Полная масса автопоезда  $G_a = 49000$  кг (тягач 9500 кг + полуприцеп 39500 кг).

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 31500$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H \times L$  2550 × 4000 × 16670 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,86$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 315/60 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,84$ , шины 315/60 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 27

Автомобиль ЗИЛ–5301 (Бычок) ( $4 \times 2$ ).

Полная масса автомобиля  $G_a = 6950$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 3000$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2265  $\times$  2885  $\times$  6195 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 230$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без спойлера, лобовая площадь  $F = 5,53$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,55$ , шины 235/75 R 16, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль со спойлером, лобовая площадь  $F = 5,53$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,47$ , шины 235/75 R 16, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.

## Задание 28

Автомобиль бортовой двухосный ГАЗ–3309 (4 × 2).

Полная масса автомобиля  $G_a = 8100$  кг.

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 4650$  кг.

Габариты автомобиля  $B \times H \times L$  2380 × 2400 × 6435 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{в(ср)} = 230$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

### *1 вариант*

Автомобиль без тента, лобовая площадь  $F = 4,462$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,65$ , шины 8,25 R 20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

### *2 вариант*

Автомобиль с тентом, лобовая площадь  $F = 5,2$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,5$ , шины 8,25 R 20, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автомобиль движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автомобиль движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^{\circ} \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автомобиля 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости.

Сделать анализ полученных результатов.



## Раздел 5. Пример выполнения контрольной работы

### Задание 0

Автопоезд в составе двухосного седельного тягача МАЗ–544020–020–021 ( $4 \times 2$ ) и трехосного полуприцепа МАЗ–975830.

Полная масса автопоезда  $G_a = 37350$  кг (тягач 7550 кг + полуприцеп 29800 кг)

Масса перевозимого груза  $G_{гр} = 23200$  кг.

Габариты автопоезда  $B \times H \times L$  2550  $\times$  4000  $\times$  13900 мм.

КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Средний удельный эффективный расход топлива  $g_{e(ср)} = 215$  г/кВт ч.

Определить затраты мощности и расходы топлива в зависимости от скорости для двух вариантов комплектации:

1 вариант Тягач без спойлера, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 1,05$ , шины 315/70 R 22,5, радиальные с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный.

2 вариант Тягач со спойлером, лобовая площадь  $F = 8,95$  м<sup>2</sup>, коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,85$ , шины 315/70 R 22,5, радиальные с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный.

Принимаем, что автопоезд движется по ровной дороге по сухому асфальтированному шоссе с постоянной скоростью. Чтобы учесть влияние подъемов и спусков, принимаем, что автопоезд движется постоянно на подъем в 0,2 градуса, т.е. подъем составляет  $\text{tg } 0,2^\circ \cdot 100 = 0,35$  %, коэффициент подъема  $i = 0,0035$ .

Расчеты вести при скоростях автопоезда 50, 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

Для обоих вариантов комплектации построить графические зависимости. Сделать анализ полученных результатов.

## Контрольная работа

по теме «Характеристики автомобилей» согласно заданию № 0

При движении автопоезда с постоянной скоростью в условиях, оговоренных в задании, мощность будет затрачиваться на аэродинамическое сопротивление воздуха, на сопротивление качению и на преодоление подъема.

$$\Sigma N = N_w + N_f + N_i$$

Определим эти затраты мощности для обоих вариантов комплектации.

### 1 вариант комплектации

1.1 Определим дополнительную мощность, затрачиваемую на преодоление подъема в  $0,2^0$

$$N_i = \frac{P_i \cdot V}{3,6} [\text{кВт}],$$

где  $P_i$  – дополнительная сила, необходимая для преодоления подъема, кН;  
 $V$  – скорость автопоезда, км/ч.

$$P_i = G_a \cdot g \cdot i,$$

где  $G_a$  – полная масса автопоезда, кг;

$g$  – ускорение свободного падения,

$g = 9,81, \text{ м/с}^2$ ;

$i$  – коэффициент подъема,

$i = 0,0035$ ;

$P_i = 37350 \cdot 9,81 \cdot 0,0035 = 1282,4 \text{ Н} = 1,2824 \text{ кН}$ .

$$N_i = \frac{P_i \cdot V}{3,6} = \frac{1,2824}{3,6} \cdot V = 0,3562V [\text{кВт}]$$

Результаты расчета сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Значения  $N_i$  от скорости автопоезда

$V, \text{ км/ч}$	50	60	70	80	90	100
$N_i, \text{ кВт}$	17,8	21,37	24,93	28,5	32,06	35,62

1.2 Определим затраты мощности на преодоление аэродинамического сопротивления воздуха.

Сила аэродинамического сопротивления

$$P_w = \frac{C_x \cdot \rho_e \cdot F \left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{2},$$

где  $C_x = 1,05$ ;

$\rho_e = 1,225 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха;

$F = 8,95 \text{ м}^2$  – лобовая площадь;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$P_w$  – сила, Н.

$$P_w = \frac{1,05 \cdot 1,225 \cdot 8,95}{2} \cdot \left(\frac{V}{3,6}\right)^2 = 5,756 \left(\frac{V}{3,6}\right)^2,$$

Мощность, затрачиваемую на преодоление аэродинамического сопротивления, определим по формуле:

$$N_w = \frac{P_w \cdot V}{3,6},$$

где  $P_w$  – сила аэродинамического сопротивления, кН;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$N_w$  – мощность, кВт.

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Значения  $N_w$  от скорости автопоезда

$V$ , км/ч	50	60	70	80	90	100
$P_w$ , Н	1110,3	1598,9	2176,3	2842,5	3597,5	4441,4
$N_w$ , кВт	15,42	26,65	42,32	63,17	89,94	123,37

### 1.3 Определим затраты мощности на качение автопоезда

#### 1.3.1 Определим радиус колеса.

Шины 315/70 R 22,5.

Согласно принятому обозначению шин

$B = 315 \text{ мм}$ ,  $H = 70\%$ ,  $B = 0,7 \cdot 315 = 220,5 \text{ мм}$ .

$d_0 = 22,5 \text{ дюйма} = 22,5 \cdot 25,4 = 571,5 \text{ мм}$ .

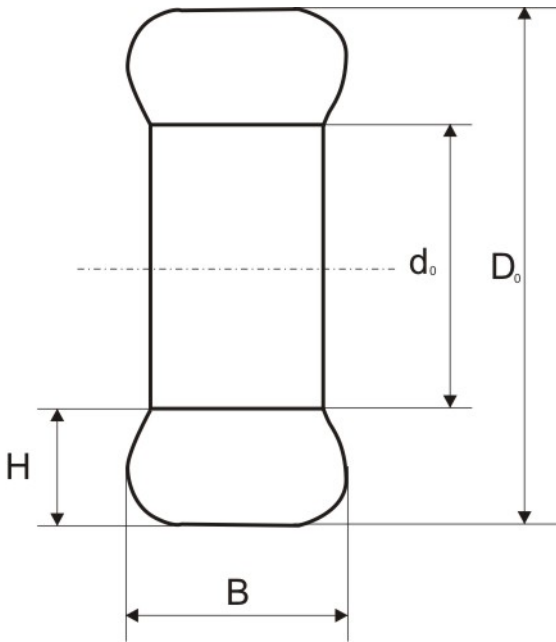


Рисунок 1.1 – Схема разреза покрышки колеса:  
 $B$  и  $H$  – ширина и высота профиля шины;  
 $d_0$  – диаметр диска;  
 $D_0$  – диаметр колеса в свободном состоянии.

Радиус колеса  $r_k = \lambda \cdot r_0$ ,

где  $r_0$  – радиус колеса в свободном состоянии,  
 $\lambda$  – коэффициент деформации шины.

Для грузовых автомобилей принимаем  $\lambda = 0,96$ .

Радиус колеса в свободном состоянии

$$r_0 = \frac{d_0}{2} + H = \frac{571,5}{2} + 220,5 = 506,25 \text{ мм},$$

тогда радиус колеса

$$r_k = \lambda \cdot r_0 = 0,96 \cdot 506,25 = 486 \text{ мм} = 0,486 \text{ м}.$$

1.3.2 Определим коэффициент сопротивления качению шины в ведомом режиме при скорости, близкой к нулю:

$$f_0 = \frac{0,0012 + \frac{H}{B} \cdot 0,001 + \Delta Rf}{r_k},$$

где  $H$  и  $B$  – высота и ширина профиля шины;

$r_k$  – радиус колеса, м;

$\Delta Rf$  – величина, учитывающая рисунок протектора, расположение нитей в корде и их материал.

Для выбранных шин – радиальных с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный  $\Delta Rf = 0,0018$

$$f_0 = \frac{0,0012 + 0,7 \cdot 0,001 + 0,0018}{0,486} = 0,0076132.$$

1.3.3 Определим затраты мощности на качение автомобиля.

Силу сопротивления качению определим по эмпирической формуле:

$$P_f = G_a \cdot g \left[ f_0 + k_v \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 \right] + \mu_f [P_w + P_i],$$

где  $P_f$  – сила, Н;

$G_a$  – полная масса автомобиля,  $G_a = 37350$  кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$f_0 = 0,0076132$ ;

$k_v$  – коэффициент, учитывающий скоростные потери в шинах. Для шин 1 варианта  $k_v = 1 \cdot 10^{-7}$ ;

$V$  – скорость автомобиля, км/ч;

$\mu_f$  – коэффициент, учитывающий потери в шинах от крутящего момента.

Для шин 1 варианта  $\mu_f = 0,02$ ;

$P_w$  – сила аэродинамического сопротивления, в Н, определенная для 1 варианта комплектации (таблица 1.2);

$P_i$  – дополнительная сила, затрачиваемая на преодоление подъема, Н;

$P_i = 1282,4$  Н.

$$\begin{aligned} P_f &= 37350 \cdot 9,81 \left[ 0,0076132 + 1 \cdot 10^{-7} \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 \right] + 0,02 [P_w + 1282,4] = \\ &= 2789,5 + 0,03664 \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 + 0,02 P_w + 25,65 = \\ &= 2815,15 + 0,03664 \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 + 0,02 P_w. \end{aligned}$$

Значения  $P_w$  для различных скоростей автопоезда берем из таблицы 1.2.

Мощность, затрачиваемую на качение автопоезда, определим по формуле:

$$N_f = \frac{P_f \cdot V}{3,6},$$

где  $P_f$  – сила сопротивления качению, кН;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$N_f$  – мощность, кВт.

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Значения  $N_f$  от скорости автопоезда

$V$ , км/ч	50	60	70	80	90	100
$P_f$ , Н	2844,4	2857,3	2872,5	2890,1	2910	2932,2
$N_f$ , кВт	39,5	47,62	55,85	64,22	72,75	81,45

1.4 Для первого варианта комплектации определим эффективную мощность двигателя, расход топлива общий и на тонну перевозимого груза.

Эффективная мощность двигателя

$$N_e = \frac{\Sigma N}{\eta_m} = \frac{N_w + N_f + N_i}{\eta_m},$$

где  $\eta_m$  – КПД трансмиссии,  $\eta_m = 0,88$ .

Часовой расход топлива

$$G_T = \frac{N_e \cdot g_{e(cp)}}{1000} \text{ [кг/ч];}$$

где  $g_{e(cp)}$  – средний удельный эффективный расход топлива. Для рассматриваемого автопоезда  $g_{e(cp)} = 215$  г/кВт·ч. Поскольку принято расход топлива автомобилями оценивать в литрах на 100 км

$$Q_T = \frac{G_T}{\gamma_T} \cdot \frac{100}{V} \text{ [л/100 км]},$$

где  $\gamma_T$  – удельный вес дизельного топлива,  $\gamma_T = 0,84$  кг/литр,  
 $V$  – скорость автопоезда, км/ч.

Удельный расход топлива на тонну перевозимого груза

$$g_{уд.гп} = \frac{Q_T}{G_{gp}} \left[ \frac{\text{л}}{\text{т} \cdot 100 \text{ км}} \right],$$

где  $G_{gp}$  – масса перевозимого груза,  $G_{gp} = 23200$  кг = 23,2 т.

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Значения  $N_e$  и расходов топлива от скорости автопоезда

$V$ , км/ч	50	60	70	80	90	100
$N_w+N_f+N_i$ , кВт	72,72	95,64	123,11	155,89	194,75	240,44
$N_e$ , кВт	82,64	108,68	139,9	177,15	221,31	273,23
$G_T$ , кг/ч	17,77	23,37	30,08	38,09	47,58	58,74
$Q_T$ , л/100 км	42,3	46,37	51,16	56,68	62,94	69,93
$g_{уд.гр}$ , $\frac{\text{л}}{\text{т} \cdot 100 \text{ км}}$	1,82	2,00	2,2	2,44	2,71	3,01

## 2 вариант комплектации

2.1 Определим затраты мощности на преодоление аэродинамического сопротивления воздуха.

Сила аэродинамического сопротивления

$$P_w = \frac{C_x \cdot \rho_e \cdot F \left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{2},$$

где  $C_x = 0,85$ ;

$\rho_e = 1,225 \text{ кг/м}^3$ ;

$F = 8,95 \text{ м}^2$ ;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$P_w$  – сила, Н.

$$P_w = \frac{0,85 \cdot 1,225 \cdot 8,95 \left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{2} = 4,66 \left(\frac{V}{3,6}\right)^2.$$

Мощность, затрачиваемую на преодоление аэродинамического сопротивления, определим по формуле:

$$N_w = \frac{P_w \cdot V}{3,6},$$

где  $P_w$  – сила, кН;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$N_w$  – кВт.

Результаты расчетов сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Значения  $N_w$  от скорости автопоезда

$V$ , км/ч	50	60	70	80	90	100
$P_w$ , Н	898,84	1294,3	1761,73	2301,0	2912,25	3595,4
$N_w$ , кВт	12,48	21,57	34,26	51,13	72,81	99,87

2.2 Определим затраты мощности на качение автопоезда.

2.2.1 Определим радиус колеса. Поскольку размер шин (315/70 R 22,5) такой же, как в 1 варианте комплектации, то радиус колеса  $r_k = 0,486$  м.

2.2.2 Определим коэффициент сопротивления качению шины в ведомом режиме при скорости, близкой к нулю:

$$f_0 = \frac{0,0012 + \frac{H}{B} \cdot 0,001 + \Delta Rf}{r_k}.$$

Для шин 2 варианта (радиальные с металлокордом в каркасе и бре-кере, рисунок протектора дорожный)  $\Delta Rf = 0$ .

$$f_0 = \frac{0,0012 + 0,7 \cdot 0,001 + 0}{0,486} = 0,00391.$$

2.2.3 Определим затраты мощности на качение автомобиля.

Силу сопротивления качению определим по эмпирической формуле:

$$P_f = G_a \cdot g \left[ f_0 + k_v \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 \right] + \mu_f [P_w + P_i],$$

где  $P_f$  – сила, Н,

$G_a$  – полная масса автомобиля,  $G_a = 37350$  кг;

$g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup>;

$f_0 = 0,00391$ ;



$k_v$  – коэффициент, учитывающий скоростные потери в шинах. Для шин 2 варианта  $k_v = 0$ ;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$\mu_f$  – коэффициент, учитывающий потери в шинах от крутящего момента. Для шин 2 варианта  $\mu_f = 0,02$ ;

$P_w$  – сила аэродинамического сопротивления, Н, определенная для 2 варианта комплектации;

$P_i$  – дополнительная сила, затрачиваемая на преодоление подъема, Н,

$P_i = 1282,4$  Н.

$P_f = 37350 \cdot 9,81[0,00391] + 0,02[P_w + 1282,4] =$

$1432,64 + 0,02P_w + 25,65 = 1458,23 + 0,02P_w$ .

Значения  $P_w$  для разных скоростей автопоезда берем из таблицы 2.1.

Мощность, затрачиваемую на качение автопоезда, определим по формуле:

$$N_f = \frac{P_f \cdot V}{3,6},$$

где  $P_f$  – сила сопротивления качению, кН;

$V$  – скорость автопоезда, км/ч;

$N_f$  – мощность, кВт.

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Значения  $N_f$  от скорости автопоезда

$V$ , км/ч	50	60	70	80	90	100
$P_f$ , Н	1476,3	1484,2	1493,5	1504,3	1516,54	1530,2
$N_f$ , кВт	20,5	24,73	29,04	33,43	37,91	42,5

2.3 Для 2 варианта комплектации определим эффективную мощность двигателя, расход топлива общий и на тонну перевозимого груза.

Эффективная мощность двигателя

$$N_e = \frac{N_w + N_f + N_i}{\eta_m}.$$

Значения  $N_i$  берем из таблицы 1.1, а значения  $N_w$  и  $N_f$  из таблиц 2.1 и 2.2. КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,88$ .

Часовой расход топлива



- расхода топлива общего и удельного на 1 тонну перевозимого груза для двух вариантов комплектации (рисунок 1.5);

- из рисунков 1.2 и 1.3 следует, что дополнительные затраты мощности на преодоление подъема зависят только от массы автопоезда и величины подъема.

На абсолютно ровной дороге они будут равны нулю. Условное допущение, что автомобиль движется постоянно на подъем какой-то величины, позволяет учитывать характер профиля дороги.

При движении автопоезда с высокими скоростями основным фактором, влияющим на мощность двигателя, является аэродинамическое сопротивление воздуха. Так, для автопоезда с установленным над кабиной спойлером (2 вариант комплектации) при скорости 80 км/ч затраты мощности на сопротивление воздуха составляют 51,13 кВт, а с учетом потерь в трансмиссии затраты мощности двигателя составляют 58,1 кВт. При увеличении скорости до 100 км/ч затраты мощности двигателя с учетом потерь в трансмиссии возрастают почти в 2 раза и составляют 113,5 кВт.

Движение автопоезда со снятым спойлером при высоких скоростях следует считать не допустимым (1 вариант комплектации), потому что в этом случае затраты мощности двигателя с учетом потерь в трансмиссии возрастают с 71,8 кВт при скорости 80 км/ч до 140,2 кВт при скорости 100 км/ч.

Затраты мощности на качение растут примерно пропорционально росту скорости. При скорости автопоезда 80 км/ч замена шин радиальных с текстильным кордом в каркасе и металлокордом в брекере, рисунок протектора универсальный, на шины с металлокордом в каркасе и брекере, рисунок протектора дорожный, позволяет снизить затраты мощности на качение с 66,5 до 35,7 кВт, а с учетом КПД трансмиссии затраты мощности двигателя снижаются с 75,57 кВт до 40,57 кВт.

Но следует учитывать, что шины с универсальным рисунком протектора обеспечивают лучшую проходимость и устойчивость движения при неблагоприятных условиях (дождь, грязь).

Таким образом, если автопоезд осуществляет междугородние перевозки грузов в летний период по хорошим дорогам, то на автомобиль необходимо устанавливать радиальные шины с металлокордом в каркасе и в брекере, с дорожным рисунком протектора. Максимальную скорость автопоезда желательно ограничивать до 80 км/ч. При этой скорости максимальный расход топлива не будет превышать 41,1 л/100 км, а удельный расход на 1 тонну перевозимого груза составит около  $1,77 \frac{\text{л}}{\text{т} \cdot 100 \text{ км}}$ .

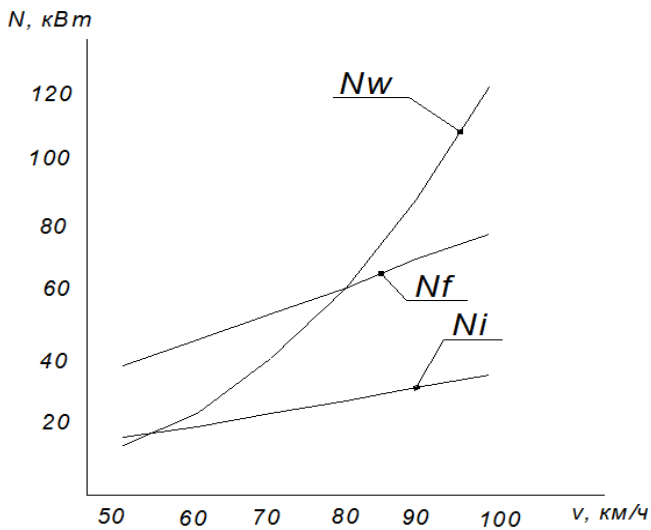


Рисунок 1.2 – Зависимости составляющих затрат мощности от скорости автопоезда для 1 варианта комплектации

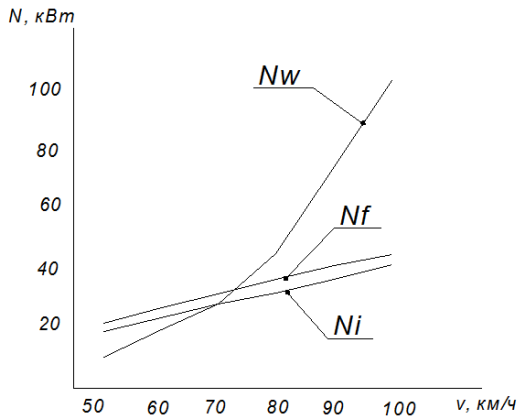


Рисунок 1.3 – Зависимости составляющих затрат мощности от скорости автопоезда для 2 варианта комплектации

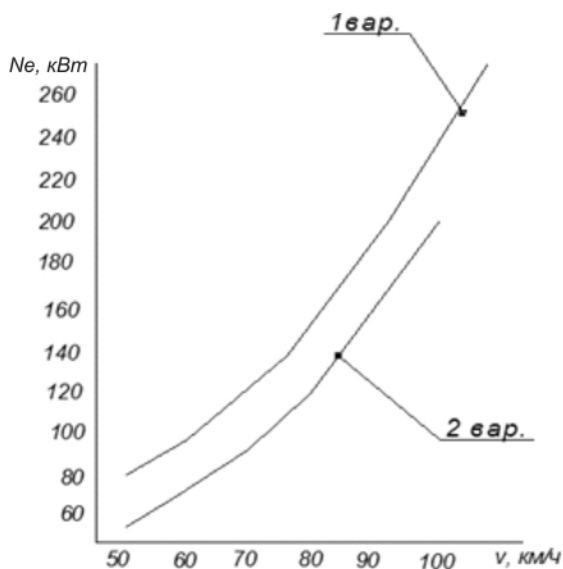


Рисунок 1.4 – Зависимости мощности двигателя от скорости автопоезда для двух вариантов комплектации

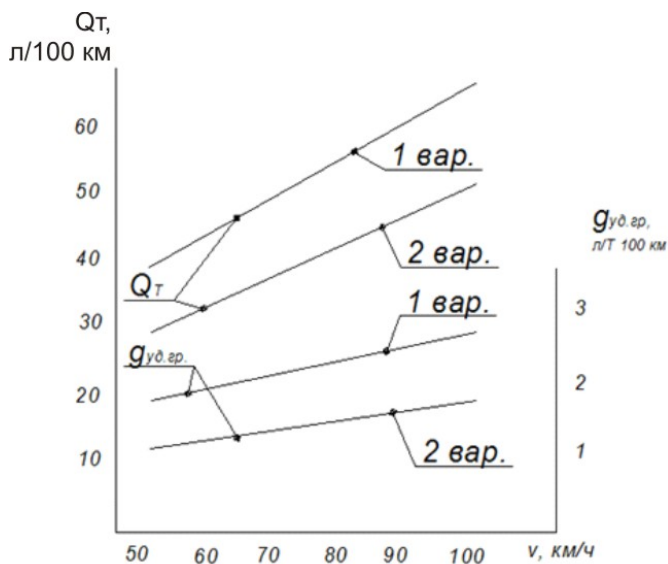


Рисунок 1.5 – Зависимости расхода топлива от скорости автопоезда для двух вариантов комплектации

## Список использованных источников

### основная литература:

1. Богатырев, А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев. – М.: КолосС, 2008. – 351 с.
2. Поливаев, О.И. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / О.И. Поливаев. – СПб.: Лань, 2013. – 256 с.
3. Поливаев, О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст] / О.И. Поливаев. – М.: Кнорус, 2011. – 300 с.
4. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Текст] / В.И. Суркин. – СПб.: Лань, 2013. – 327 с.

### дополнительная литература:

1. Баловнев, В.И. Автомобили и тракторы [Текст] / В.И. Баловнев. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 384 с.
2. Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / А.К. Болотов. – М.: КолосС, 2006. – 351 с.
3. Вахламов, В.К. Автомобили. Основы конструкции [Текст] / В.К. Вахламов. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 528 с.
4. Гаврилов, К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт [Текст] / К.Л. Гаврилов. – Пермь: ИПК «Звезда», 2010. – 352 с.
5. Гребнев, В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст] / В.П. Гребнев. – М.: КНОРУС, 2011. – 264 с.
6. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст]: учебное пособие для вузов / А.И. Колчин. – М.: Высшая школа, 2008. – 496 с.
7. Корабельников, А.Н. Практикум по автотракторным двигателям [Текст] / А.Н. Корабельников. – М.: КолосС, 2010. – 241 с.
8. Московкин, В.В. Тягово-скоростные характеристики и топливная экономичность автомобиля [Текст] / В.В. Московкин, А.С. Шнель, М.А. Козловская, С.Н. Семикин. – М.: ЗАО «Металлургиздат», 2012. – 204 с.

*Учебное издание*

**Дмитренко Владимир Петрович  
Адакин Роман Дмитриевич**

**Методические указания  
к выполнению контрольных работ (расчетно-графических работ)  
по дисциплине «Тракторы и автомобили»  
для студентов инженерного факультета  
направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль «Машины и  
оборудование в агробизнесе», «Технический сервис в АПК»).**

Начальник редакционно-издательского отдела Е.А. Богословская  
Технический редактор Е.И. Кудрявцева  
Художественный редактор Т.Н. Волкова  
Редактор Е.А. Богословская

Подписано в печать 27.12.2016 г.  
Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 50 экз. Заказ № 69.

Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.  
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Отпечатано в типографии  
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.  
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.