

Министерство образования Республики Башкортостан  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Нефтекамский нефтяной колледж

Методические указания для выполнения контрольных работ и индивидуальные  
контрольные задания по МДК 01.01 «Устройство автомобилей» для студентов  
**пятого** курса заочного отделения специальности 23.02.03 Техническое  
обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

Рассмотрено на заседании

ПЦК автомобильных дисциплин и ЧС

Протокол № 1

Председатель ПЦК

Гребенкин С.Д. Гребенкин

«31» 08 20 18

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Бадикшина Ф.А. Бадикшина

«31» 08 20 18

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта программы подготовки специалистов среднего звена 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

Организация-разработчик: ГАПОУ Нефтекамский нефтяной колледж

Авторы:

Гребенкин С.Д. – преподаватель высшей квалификационной категории.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 3  |
| Условные обозначения, принятые в методической разработке ..... | 4  |
| Эксплуатационные свойства автомобиля .....                     | 5  |
| Силы, действующие на автомобиль при движении .....             | 5  |
| Тяговая динамичность автомобиля .....                          | 7  |
| Тяговые испытания автомобиля на динамичность .....             | 11 |
| Тормозная динамичность автомобиля .....                        | 11 |
| Топливная экономичность автомобиля .....                       | 14 |
| Устойчивость автомобиля .....                                  | 17 |
| Управляемость автомобиля .....                                 | 20 |
| Проходимость автомобиля .....                                  | 22 |
| Плавность хода автомобиля .....                                | 23 |
| Рекомендуемая литература .....                                 | 25 |

## **Введение**

Методическая разработка составлена на основании рабочей программы ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта.

Курс «Теория и конструкция автомобиля» состоит из трех взаимосвязанных разделов:

А. Теория автомобиля.

Б. Конструкция автомобиля.

В. Специализированный подвижной состав.

Задачами курса является изучение основных эксплуатационных качеств автомобилей и автопоездов, а также конструкции механизмов шасси.

Предусмотрена одна контрольная работа (по разделу «Теория автомобиля»), которую студенты выполняют в межсессионный период.

К сдаче экзамена допускаются студенты, имеющие зачет по контрольной работе. В зачетные работы должны быть внесены дополнения и изменения в соответствии с замечаниями преподавателя.

В тетради, где выполняется контрольная работа, оставляются поля шириной 20 мм.

Текст вопроса из индивидуального задания переписывается в тетрадь перед ответом.

Не допускается сокращение и разрывы в словах, при описании конструкции автомобиля следует использовать специальную терминологию.

Оформлять работу следует аккуратно, разборчиво, с интервалами между строчек не менее 5 мм. После каждого ответа необходимо оставлять 3 – 4 свободные строчки на случай возможных дополнений, исправлений и пояснений со стороны преподавателя. Ответ следует сопровождать графиками, диаграммами и схемами.

Основной формой изучения предмета является самостоятельная работа с литературой.

### Условные обозначения, принятые в методической разработке

| № п/п | Величины  | Условные обозначения | Единицы измерения                |
|-------|---|----------------------|----------------------------------|
| 1     | 2   | 3                    | 4                                |
| 1     | Расстояние от центра тяжести до центра передней оси | $a$                  | м                                |
| 2     | Расстояние от центра тяжести до центра задней оси   | $b$                  | м                                |
| 3     | Ширина колеи автомобиля                             | $B$                  | м                                |
| 4     | Коэффициент сцепления шин с дорогой                 | $\varphi$            | -                                |
| 5     | Передаточное число                                  | $u$                  | -                                |
| 6     | Коэффициент полезного действия трансмиссии          | $\eta_m$             | -                                |
| 7     | Скорость автомобиля                                 | $V$                  | м/с                              |
| 8     | Угловая скорость                                    | $\omega$             | рад/с                            |
| 9     | Мощность  | $N$                  | кВт                              |
| 10    | Сила  | $P$                  | Н                                |
| 11    | Крутящий момент                                     | $M$                  | Н·м                              |
| 12    | Радиус качения колеса                               | $r_k$                | м                                |
| 13    | Вес   | $G$                  | Н                                |
| 14    | Коэффициент сопротивления воздуха                   | $K_s$                | Н·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> |
| 15    | Коэффициент сопротивления качению колеса            | $f$                  | -                                |
| 16    | Габаритная высота автомобиля                        | $H$                  | м                                |
| 17    | Ускорение автомобиля                                | $a$                  | м/с <sup>2</sup>                 |
| 18    | Угол продольного подъема дороги                     | $\alpha$             | градус                           |
| 19    | Угол поперечного наклона дороги                     | $\beta$              | градус                           |
| 20    | Площадь лобового сопротивления автомобиля           | $F$                  | м <sup>2</sup>                   |
| 21    | Коэффициент учета вращающихся масс                  | $\delta$             | -                                |
| 22    | Динамический фактор                                 | $D$                  | -                                |
| 23    | Коэффициент сопротивления дороги                    | $\psi$               | -                                |
| 24    | Коэффициент эффективности торможения                | $K_z$                | -                                |
| 25    | Тормозной путь                                      | $S_m$                | м                                |
| 26    | Удельный эффективный расход топлива                 | $g_e$                | г/(кВт·ч)                        |
| 27    | Часовой расход топлива                              | $G_m$                | кг/ч                             |
| 28    | Путевой расход топлива                              | $g_n$                | кг/100км                         |
| 29    | Транспортный (рабочий) расход топлива               | $g_p$                | г/т·км                           |
| 30    | Коэффициент использования пробега                   | $\beta_n$            | -                                |
| 31    | Коэффициент использования грузоподъемности          | $\gamma$             | -                                |
| 32    | Производительность                                  | $W$                  | т·км/ч                           |
| 33    | Высота центра тяжести автомобиля                    | $h$                  | м                                |
| 34    | База автомобиля                                     | $L$                  | м                                |
| 35    | Радиус поворота автомобиля                          | $R$                  | м                                |
| 36    | Коэффициент сопротивления боковому уводу колеса     | $k$                  | н/град                           |
| 37    | Угол поворота управляемых колес                     | $\theta$             | град                             |
| 38    | Расстояние между центрами шкворней автомобиля       | $M_{ш}$              | м                                |
| 39    | Угол поворота рулевого колеса                       | $\gamma_{р.к.}$      | град                             |
| 40    | Угол увода колеса                                   | $\delta_k$           | град                             |
| 41    | Частота вращения                                    | $n$                  | об/мин                           |
| 42    | Статический прогиб подвески                         | $f_n$                | см                               |
| 43    | Жесткость упругих элементов подвески                | $C$                  | н/м                              |

## Эксплуатационные свойства автомобилей.

### Содержание учебного материала

Определение понятий: динамичность, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, проходимость, плавность хода. Их краткое содержание. Система показателей и измерителей эксплуатационных свойств.

### Методические указания.

Теория автомобиля занимается изучением эксплуатационных свойств автомобиля. Ознакомьтесь с основными эксплуатационными свойствами автомобилей и их кратким содержанием.

### Вопросы для самопроверки

1. Перечислить основные эксплуатационные свойства автомобилей.
2. Что называется динамичностью автомобиля?
3. От каких основных свойств автомобиля зависит его динамичность?
4. Что называется:
  - а) топливной экономичностью автомобиля;
  - б) проходимостью автомобиля;
  - в) устойчивостью и управляемостью автомобиля;
  - г) плавностью хода.

## Силы, действующие на автомобиль при движении.

### Содержание учебного материала

Скоростная характеристика двигателя. Силы и моменты, действующие на ведущее колесо. Сила тяги на ведущих колесах. Радиусы колеса. КПД трансмиссии. Тяговая характеристика.

Схема сил, действующих на автомобиль в общем случае движения. Сила сопротивления качению, сила сопротивления дороги, сила сопротивления воздуха, сила сопротивления разгону.

Уравнение движения автомобиля. Сила тяги по условиям сцепления шин с дорогой. Условие возможности движения автомобиля.

Нормальные реакции дороги. Коэффициент изменения нормальных реакций.

Нормальные реакции на колесах неподвижного автомобиля. Продольное распределение нагрузки при движении. Сила сцепления колес с дорогой. Условия буксования колес.

### Методические указания.

Изучение тем следует начать с курса «Двигатели внутреннего сгорания». Нужно вспомнить, какая скоростная характеристика называется внешней, условия ее снятия. Повторить и вспомнить, что называется крутящим моментом двигателя, эффективной мощностью.

Далее выяснить, как изменяется при передаче от двигателя к колесам автомобиля мощность, крутящий момент, частота вращения. Затем изучить, что такое сила тяги, как она образуется, к чему приложена, куда направлена, от каких факторов и как зависит. В тяговой характеристике автомобиля нужно запомнить условия и порядок снятия этой характеристики, а также характер протекания кривых на различных передачах.

При движении на автомобиль действуют силы сопротивления качению, подъему, воздуха, разгону (при ускоренном движении). Рассмотрите, чему равны эти силы, от каких параметров они зависят, где их точки приложения на автомобиле.

Выясните, какие условия необходимы для равномерного движения автомобиля, каким будет движение автомобиля при избытке силы тяги.

Помимо изученных сил сопротивления и силы тяги, приложенной к ведущим колесам автомобиля, на него действует сила тяжести. Она распределяется и действует на передние и задние колеса автомобиля. Поэтому в точках касания передних и задних колес с дорогой возникают нормальные реакции, равные вызвавшим их нагрузкам и противоположно направленным. Следует научиться определять величины этих реакций при покое автомобиля и при его движении. Нужно понять, что значения реакций на колесах автомобиля изменяются в зависимости от условий его движения. Так, при разгоне реакция на передних колесах (и нагрузка) уменьшаются, а на задних - увеличиваются. При торможении автомобиля наоборот, больше нагружаются передние колеса при разгрузке задних колес.

В связи с этим введено понятие коэффициента изменения нормальных реакций. Выясните, чему равен этот коэффициент для передних и задних колес при разгоне.

Далее рассмотрите материал о силах сцепления колес с дорогой. Важно понять и запомнить физический смысл понятия «сила сцепления». Уясните, от чего зависит величина этой силы и каковы условия движения автомобиля без буксования. При этом целесообразно теоретический материал связать с конструкцией автомобиля.

Ниже приведена комплексная задача для определения различных параметров автомобиля с пояснением решения.

Задача 1.

Определить максимальную тяговую силу, мощность на колесах, скорость, которую развивает автомобиль ЗИЛ-130, двигаясь по влажной грунтовой дороге ( $\varphi = 0,3$ ) на прямой передаче, если передаточное число главной передачи 6,45, КПД трансмиссии - 0,85. Масса заднего моста равна 5995 кг, размер шин 260-508. Сможет ли автомобиль в заданных условиях реализовать максимальную силу тяги? При решении используйте внешнюю скоростную характеристику (рис.1).

Дано:  $\varphi = 0,3$ ;  $u_k = 1,0$ ;  $u_{zn} = 6,45$ ;  $\eta_m = 0,85$ ;  $m_2 = 5995$  кг;  $B = 260$  мм;  $d = 508$  мм.

Определить:  $V$ ;  $N_m$ ;  $M_{mmax}$ ;  $P_{mmax}$ .

Решение.

1. Определим режим, на котором работает двигатель.

Для получения максимальной силы тяги необходимо чтобы двигатель развил максимальный крутящий момент.

$M_{emax} = 410$  Н·м (из внешней скоростной характеристики).

Из этой точки опустим перпендикуляр на ось абсцисс. Найдем частоту вращения коленчатого вала двигателя и мощность двигателя на этом режиме:  $n = 1500$  об/мин;  $N_e = 66,5$  кВт.

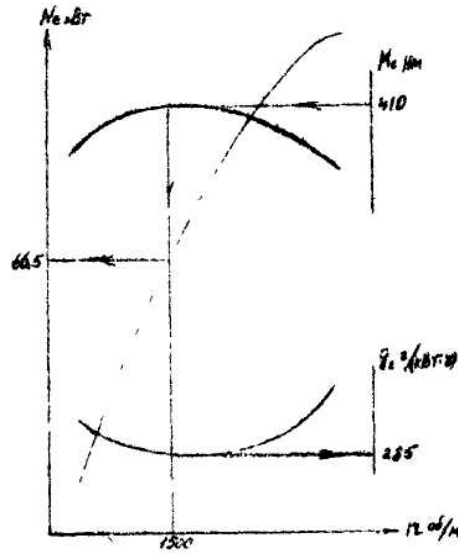


Рисунок 1.

2. Определим радиус качения колеса:  $r_k = 0,0127 \cdot d + 0,00085 \cdot B$ , м

где:  $d$  – посадочный диаметр обода колеса в дюймах;

$B$  – ширина профиля шины, мм;

$r_k = (0,0127 \cdot 508/25,4) + 0,00085 \cdot 260 = 0,475$  м.

3. Определим максимальный крутящий момент на ведущих колесах автомобиля при движении на прямой передаче:  $M_{mmax} = M_{emax} \cdot u_k \cdot u_{zn} \cdot \eta_m$ ,

где:  $M_{mmax}$ ,  $M_{emax}$  – момент на колесах и эффективный момент двигателя, Н·м;

$u_k$ ,  $u_{zn}$  – передаточные числа коробки передач и главной передачи;

$\eta_m$  – КПД трансмиссии.

$M_{mmax} = 410 \cdot 1,0 \cdot 6,45 \cdot 0,85 = 2210$  Н·м.

4. Определим максимальную силу тяги на ведущих колесах автомобиля:

$$P_{Tmax} = \frac{M_{Tmax}}{r_k} = \frac{2210}{0,475} = 4650 \text{ Н}$$

5. Определим силу сцепления ведущих колес при данных условиях:

$$P_{cл} \approx G_2 \cdot \varphi = m_2 \cdot g \cdot \varphi;$$

где:  $G_2$  – вертикальная нагрузка на задние колеса, Н;

$\varphi$  – коэффициент сцепления шин с дорогой;

$m_2$  – масса, приходящаяся на задний мост автомобиля, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

$$P_{cл} = 5995 \cdot 9,8 \cdot 0,3 = 17625,3 \text{ Н}$$

Вывод: Автомобиль будет двигаться в заданных условиях без буксования, так как  $P_{mmax} < P_{cл}$ .

6. Определим скорость движения автомобиля:  $V = \omega_k \cdot r_k$ , но  $\omega/\omega_e = u_k \cdot u_{zn}$

$$V = \frac{\omega \cdot r_k}{u_k \cdot u_{zn}} \text{ м/с};$$

где:  $V$  – скорость автомобиля, м/с;

$\omega$ ,  $\omega_k$  – угловые скорости соответственно коленчатого вала и колес, рад/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с.}$$

$$V = \frac{157 \cdot 0,475}{6,45 \cdot 1,0} = 11,6 \text{ м/с.}$$

7. Определим мощность на ведущих колесах:  $N_m = N_e \cdot \eta_m = 66,5 \cdot 0,85 = 56,5 \text{ кВт.}$
8. Определим потери мощности в трансмиссии:  $N_{mp} = N_e - N_m = 66,5 - 56,5 = 10 \text{ кВт.}$

#### Вопросы для самопроверки.

1. Как образуется сила тяги на ведущих колесах автомобиля?
2. Выведите и объясните формулу для подсчета тяговой силы автомобиля.
3. От каких факторов и как зависит сила тяги автомобиля?
4. Какие виды потерь оказывают влияние на механический КПД трансмиссии?
5. Как по размерам шины подсчитать радиус качения колеса автомобиля?
6. Какое влияние на величину радиуса качения ведущих колес автомобиля оказывают крутящий или тормозной моменты, подведенные к этим колесам?
7. По какой формуле подсчитывается сила сопротивления качению? Объясните размерность параметров этой формулы и укажите пределы изменения величины коэффициента сопротивления качению.
8. По какой формуле подсчитывается сила сопротивления подъему? Объясните размерность членов формулы.
9. Из каких составных частей складывается сила сопротивления дороги?
10. Какова связь коэффициента сопротивления дороги, коэффициента сопротивления качению колеса и уклона дороги?
11. Как определяется лобовая площадь автомобиля?
12. От чего зависит сопротивление воздуха при движении автомобиля?
13. Каков физический смысл коэффициента сопротивления воздуха?
14. Какое влияние на разгон автомобиля оказывают моменты инерции маховика и колес?
15. Как учитывается влияние вращающихся масс на разгон автомобиля?
16. По какой формуле подсчитывается сила сопротивления разгону автомобиля?
17. От чего зависит величина коэффициента сцепления?

### Тяговая динамичность автомобиля

#### Содержание учебного материала

Силовой баланс и его график. Мощностной баланс и его график. Динамический фактор и динамическая характеристика, ее использование для определения основных параметров движения автомобиля. Динамическая характеристика и номограмма нагрузок. Динамический паспорт, его использование для определения динамических свойств автомобиля с учетом основных характеристик дорог.

Разгон автомобиля и графики ускорений. Время и путь разгона. Параметры разгона автомобиля. Динамическое преодоление подъемов. Движение автомобиля накатом.

Влияние конструктивных факторов на тяговую динамичность автомобиля.

Тяговые возможности автопоезда.

#### Методические указания.

В теме нужно изучить и понять смысл силового и мощностного баланса автомобиля, научиться выражать их в аналитической и графической форме, уяснить, почему неудобно решение эксплуатационных задач с помощью графиков силового баланса.

Следует ознакомиться с понятием динамического фактора автомобиля, понять его физический смысл. Величина динамического фактора зависит от скорости движения автомобиля и включенной передачи. Графическая зависимость динамического фактора, от изменения скорости автомобиля, построенная для различных его передач, называется динамической характеристикой. Она строится для полностью груженого автомобиля. Решение практических задач с ее помощью затруднено из-за различного использования грузоподъемности автомобиля, которая редко бывает равна 100%. Для устранения этого недостатка к динамической характеристике добавляют номограмму нагрузок и график контроля буксования. Динамическая характеристика, совмещенная с номограммой нагрузок и графиком контроля буксования, называется динамическим паспортом автомобиля.

По динамическому паспорту автомобиля следует разобрать такие важные вопросы:

1. Что называется динамической характеристикой?
2. Каков ее вид для различных типов автомобилей?
3. Какие точки характеристики являются наиболее характерными?
4. Какие эксплуатационные задачи и как решаются с помощью динамической характеристики с номограммой нагрузок?



5. Что называется динамическим паспортом автомобиля и каково его практическое значение? Как пользоваться динамическим паспортом?

Разберитесь подробнее в характере протекания кривых динамической характеристики. Почему при увеличении скорости движения автомобиля динамический фактор растет до максимума, а затем падает? В связи с этим выясните, какая ветвь кривой динамической характеристики соответствует устойчивому режиму движения автомобиля, какая скорость автомобиля называется критической по условиям тяги. Уясните связь динамической характеристики с тяговой и внешней скоростной характеристикой двигателя. Например, возьмите все три перечисленные характеристики для одного автомобиля и найдите на них скорости, соответствующие максимальному крутящему моменту, наибольшей мощности на 1-й передаче, II, III и т.д.

При работе автомобиль большую часть времени движется неравномерно. Поэтому ознакомьтесь с методикой определения ускорения автомобиля. Уясните формулы, определяющие ускорение. Выясните, на каких передачах и когда целесообразно делать разгон, уясните причину этого.

Движение автомобиля накатом всегда связано с замедлением. Студенту важно уяснить те условия движения автомобиля, при которых ему необходимо двигаться накатом.

Ниже приведены задачи и их решение.

Задача 2.

Скорость автомобиля 50 км/ч. Сможет ли он двигаться с разгоном и на какой передаче, если дорога асфальтобетонная ( $f = 0,012$ ) с подъемом  $1,5^\circ$ ?

Напишите уравнение тягового баланса для данных условий движения, при этом воспользуйтесь тяговой характеристикой (рис.2), если известно: габаритная высота автомобиля  $H = 2,2$  м, ширина колеи передних колес  $B = 1,6$  м; коэффициент сопротивления воздуха  $K_g = 0,687 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ; полный вес автомобиля  $G_a = 72520 \text{ Н}$ .

Определить, возможно ли движение автомобиля в заданных условиях с разгоном. Если возможно, найти величину ускорения автомобиля.

Дано:  $u_{к1} = 6,48$ ;  $u_{к2} = 3,09$ ;  $u_{к3} = 1,0$ ;  $f = 0,012$ ;  $\alpha = 1^\circ 30'$ ;  $V = 50 \text{ км/ч}$ ;  $B = 1,6 \text{ м}$ ;  $K_g = 0,687 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;  $G_a = 72520 \text{ Н}$ ;  $H = 2,2 \text{ м}$ .

Определить:  $P_u$ ;  $a$ , на какой передаче движется автомобиль.

Решение.

1. Определим силы сопротивления:

А) качению:  $P_k = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha = 72520 \cdot 0,012 \cdot \cos 1^\circ 30' = 880 \text{ Н}$ .

где  $\cos 1^\circ 30' \approx 1$  (для углов  $\alpha = 0 \dots 10^\circ$ );

Б) подъему:  $P_n = G_a \cdot \sin \alpha = 72520 \cdot \sin 1^\circ 30' = 1950 \text{ Н}$ ;

В) воздуха:  $P_g = K_g \cdot F \cdot V^2$ , Н

где:  $K_g$  – коэффициент сопротивления воздуха,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;

$F$  – лобовая площадь автомобиля,  $\text{м}^2$ ;

$F = B \cdot H$  – для грузовых автомобилей;

$V$  – скорость движения автомобиля, м/с;

$P_g = 0,687 \cdot 1,6 \cdot 2,2 \cdot 13,9^2 = 474 \text{ Н}$ .

2. Определим суммарное сопротивление, которое испытывает автомобиль при движении в заданных условиях:

$\Sigma P_{\text{сопр}} = P_k + P_n + P_g = 880 + 1950 + 474 = 3304 \text{ Н}$ .

3. Из тяговой характеристики (рис. 2) определим, на какой передаче целесообразно двигаться автомобилю. Из точки 13,9 м/с на оси абсцисс восстановим перпендикуляр к ней до пересечения с кривыми 2 и 3 передач. Определим, какие силы тяги разовьют при этом автомобиль. Они равны 4100 Н и 5150 Н. Из сравнения с силами сопротивления приходим к выводу, что автомобиль может двигаться с ускорением на 2 и 3 передачах. Однако с точки зрения топливной экономичности целесообразно двигаться на 3-ей передаче. Для нее и выполним дальнейший расчет.

4. Определим силу сопротивления разгону.

Итак, сила тяги на 3-ей передаче при 13,9 м/с равна 4100 Н, а силы сопротивления движению 3304 Н. Следовательно, разница этих сил пойдет на разгон автомобиля. Воспользуемся уравнением силового баланса:  $P_m = P_k + P_n + P_g + P_u$

Откуда  $P_u = P_m - (P_k + P_n + P_g) = 4100 - 3304 = 796 \text{ Н}$ .

5. Определим ускорение автомобиля при разгоне:

так как  $P_u = M \cdot a \cdot \delta$  поэтому  $a = \frac{P_u}{M \cdot \delta}$

где:  $M$  – масса автомобиля, кг

$\delta$  – коэффициент учета вращающихся масс.

Поскольку  $G = M \cdot g$ , то  $M = G/g = 72520/9,8 = 7400 \text{ кг}$ .

Найдем значение коэффициента учета вращающихся масс:

$\delta = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot u_k^2) \cdot G_d/G$

где  $\delta_1 = \delta_2 \approx 0,03 \dots 0,05$  – коэффициенты учета вращающихся масс маховика и колес автомобиля;

$G_a$  – полный вес автомобиля, Н;

$G$  – вес автомобиля с фактически перевозимым грузом, Н;

$u_k$  – передаточное число коробки передач.

Согласно условию задачи  $G_a = G$ , следовательно воспользуемся формулой:

$$\delta = 1,05 + 0,03 \cdot u_k^2 = 1,05 + 0,03 \cdot 1^2 = 1,08.$$

$$\text{Тогда } a = \frac{P_u}{M \cdot \delta} = \frac{796}{7400 \cdot 1,08} = 0,1 \text{ м/с}^2.$$

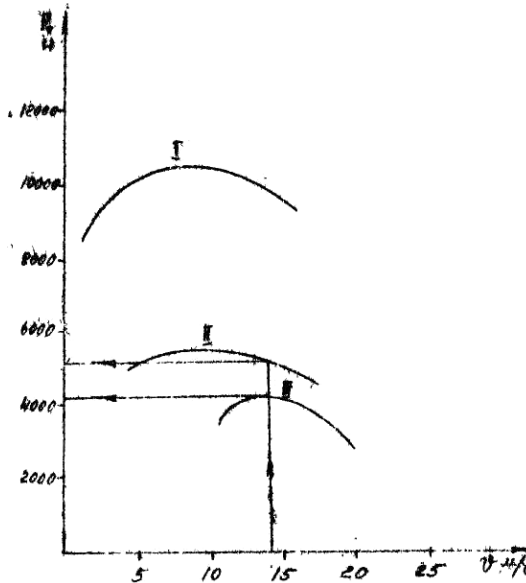


Рисунок 2.

### Задача 3.

Автомобиль движется равномерно с грузом, вес которого 24000 Н по грунтовой дороге (коэффициент сопротивления качению  $f = 0,021$ ) на подъем в  $4^\circ 30'$  (грузоподъемность автомобиля  $G_{гр} = 40000$  Н).

Пользуясь динамическим паспортом автомобиля (рис.3), определите, на какой передаче и с какой скоростью движется автомобиль, какова величина его динамического фактора, а также определите силу тяги на ведущих колесах автомобиля.

Технические данные автомобиля:

$H$  – габаритная высота автомобиля = 3,20 м;

$B$  – ширина колеи передних колес автомобиля = 1,6 м;

$K_e$  – коэффициент сопротивления воздуха =  $0,686 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;

$G_a$  – полный вес автомобиля = 85250 Н.

Дано:  $G_\phi = 24000$  Н;  $G_{гр} = 40000$  Н;  $G_a = 85250$  Н;  $\alpha = 4^\circ 30'$ ;  $f = 0,021$ ;  $H = 2,2$  м;  $B = 1,6$  м;  $K_e = 0,686 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ .

Определить:  $V$ ;  $H\%$ ;  $D$ ;  $P_m$ .

Решение.

1. Определим загрузку автомобиля в процентах:  $H\% = \frac{G_\phi}{G_{гр}} \cdot 100\% = \frac{24000}{40000} \cdot 100\% = 60\%$

2. Определим динамический фактор автомобиля при 60% загрузке. При равномерном движении  $D = \psi$ , следовательно:  $D_{60} = \psi_{60} = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha = 0,021 \cdot 1 + 0,079 = 0,1$ .

3. Определим передачу, на которой движется автомобиль. На рис.3 восстановим перпендикуляр к горизонтальной оси в точке, соответствующей нагрузке 60%, до его пересечения с динамическим фактором, равным 0,1. Из вновь полученной точки проведем прямую, параллельную оси абсцисс до пересечения с кривой динамического фактора. Согласно построению автомобиль может двигаться равномерно на 4-й передаче со скоростями 5,6 м/с либо 14 м/с, так как прямая пересекает кривую  $D_{IV}$  в точках, соответствующих этим скоростям движения.

При скорости 14 м/с автомобиль будет иметь режим устойчивого движения, поэтому целесообразно выбрать эту скорость.

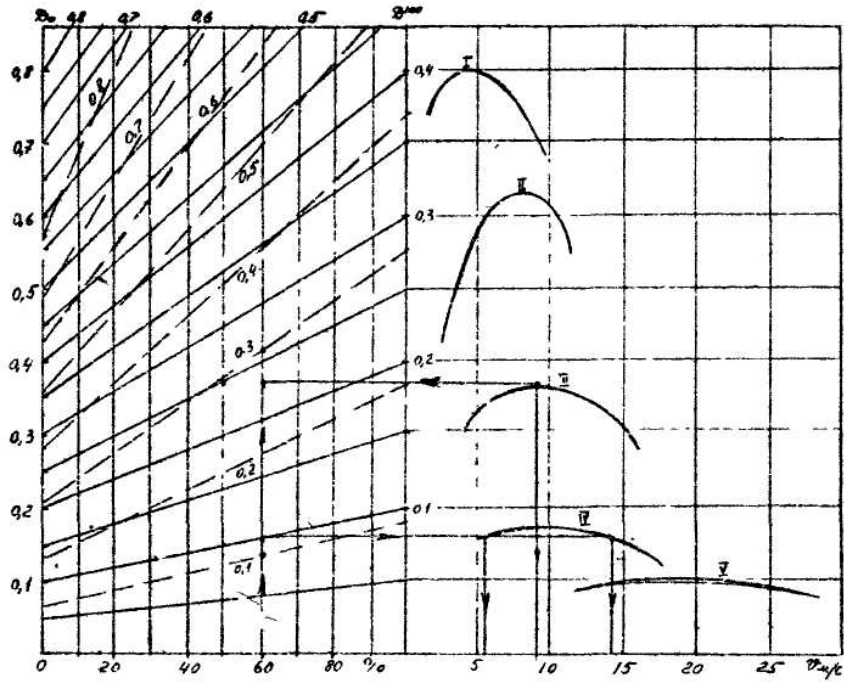


Рисунок 3.

4. Определим вес автомобиля с 60% нагрузкой:

$$G_{60\%} = G_a - G_{sp} + G_{\phi} = 85250 - 40000 + 24000 = 69250 \text{ Н.}$$

5. Силу сопротивления воздуха определять не будем, так как она рассчитана для аналогичных условий во 2-й задаче. Возьмем  $P_e = 474 \text{ Н.}$

6. Определим силу тяги на ведущих колесах:

$$D_{60\%} = \frac{P_T - P_e}{G_{60\%}}$$

$$\text{Откуда } P_m = D_{60\%} \cdot G_{60\%} + P_e = 0,1 \cdot 69250 + 474 = 7399 \text{ Н.}$$

7. Определим мощность на колесах:

$$N_T = \frac{P_T \cdot V}{1000}$$

где:  $P_m$  – сила тяги на ведущих колесах автомобиля, Н;

$V$  – скорость автомобиля, м/с

$$N_T = \frac{7399 \cdot 14}{1000} = 104 \text{ кВт.}$$

#### Вопросы для самопроверки

1. Напишите уравнения тягового и мощностного баланса автомобиля в аналитической форме для следующих условий:

- равномерного движения на подъем;
- равномерного движения по горизонтальной дороге;
- разгона на подъем.

2. Запишите условия, при которых автомобиль сможет двигаться без буксования ведущих колес.

3. Изобразите уравнение тягового баланса в графической форме. Найдите на графике такие скорости автомобиля, при которых он может двигаться:

- равномерно;
- ускоренно;
- замедленно.

Напишите уравнения тягового баланса для указанных случаев движения.

4. Сделайте то же самое, что и в 3-м пункте, для мощностного баланса.

5. Что называется динамическим фактором автомобиля? Напишите и объясните формулу динамического фактора.

6. Что называется динамической характеристикой автомобиля?

7. Изобразите в произвольно выбранном масштабе динамическую характеристику для полностью груженого автомобиля с трехступенчатой коробкой передач. Объясните, что обозначает каждая линия и укажите ее характерные точки.
8. Какие эксплуатационные задачи можно решать с помощью динамической характеристики?
9. Как, пользуясь динамической характеристикой автомобиля, определить максимальную скорость движения, возможную на той или иной дороге?
10. Как найти величину динамического фактора при различных степенях загрузки автомобиля по динамической характеристике, построенной для случая полного использования грузоподъемности?
11. Каким уравнением пользуются для нахождения величины ускорений по динамической характеристике автомобиля?
12. Как изменяется динамический фактор автомобиля при изменении его веса?
13. Как и для чего к динамической характеристике пристраивается номограмма нагрузок?
14. Что называется динамическим паспортом автомобиля?
15. Какие эксплуатационные задачи можно решать с помощью динамического паспорта?

### **Тяговые испытания автомобиля на динамичность**

#### Содержание учебного материала

Цель испытаний. Виды и методы испытаний. Аппаратура и стенды для испытания автомобилей. Определение силы тяги, скорости, ускорения, замедления, коэффициента сопротивления качению, коэффициента сцепления с дорогой. Техника безопасности и безопасность дорожного движения при испытаниях автомобиля.

#### Методические указания.

В практической деятельности в условиях автотранспортных предприятий, ремонтных заводов возникает потребность в проверке тяговых, тормозных и других качеств автомобиля. Целью изучения темы является ознакомление студентов с методикой тяговых испытаний автомобиля, с применяемыми при этом приборами и оборудованием.

Перед изучением необходимо вспомнить из ранее изученного материала, что называется силой тяги, коэффициентом сопротивления качению, коэффициентом сцепления и т.д.

Ознакомьтесь с методами определения силы тяги на ведущих колесах автомобиля, коэффициента сцепления, ускорения и замедления. Разберитесь в конструкции тормозных барабанов, деселерометров и динамометров. Выясните, какие испытания, дорожные или стендовые, дают более точные результаты и уясните причину этого.

После изучения материала дайте ответы на вопросы для самопроверки.

#### Вопросы для самопроверки.

1. Что такое сила сопротивления качению автомобиля? Из чего она складывается, от каких факторов и как зависит ее величина?
2. Каков физический смысл коэффициента сопротивления качению?
3. Расскажите о методике испытаний по определению коэффициента сопротивления качению.
4. Что такое сила сцепления колес с дорогой? Из чего она складывается, от каких факторов и как зависит ее величина?
5. Расскажите о методике испытаний по определению коэффициента сцепления.
6. Расскажите о методике испытаний по определению ускорения и замедления.
7. Какими приборами, стендами пользуются для определения тягового усилия на ведущих колесах автомобиля?
8. Как практически определяется сила тяги на ведущих колесах?
9. Каковы основные положения техники безопасности при проведении тяговых испытаний?

### **Тормозная динамичность автомобиля.**

#### Содержание учебного материала

Безопасность движения и тормозной момент. Тормозная сила, схема сил, действующих на автомобиль при торможении, уравнение движения автомобиля при торможении.

Измерители тормозной динамичности автомобиля, их графическое выражение. Факторы, влияющие на тормозной путь. Показатели интенсивности торможения автомобиля.

Распределение тормозной силы между мостами автомобиля. Способы торможения автомобиля.

Понятие о дорожно-транспортной экспертизе дорожно-транспортного происшествия.

Определение показателей тормозной динамичности автомобиля: виды испытаний, аппаратура для испытаний. Нормативы эффективности тормозных систем.

#### Методические указания.

Современные автомобили обладают высокими динамическими свойствами, позволяющими им развивать высокие скорости. В связи с этим требования к тормозным качествам автомобилей постоянно возрастают. Студенты должны знать эти требования.

При движении автомобиль обладает кинетической энергией, которая определяется из формулы:

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2} \quad (\text{Дж})$$

где:  $m$  – масса автомобиля, кг;

$V$  – скорость движения автомобиля, м/с;

При торможении кинетическая энергия превращается в работу тормозных механизмов и далее в тепловую энергию, рассеивающуюся в пространство. При решении задач можно пользоваться соотношениями параметров при переходах энергии из одной в другую:

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2} = P_{\text{тор}} \cdot S_m$$

где:  $P_{\text{тор}}$  – тормозная сила, Н;

$S_m$  – тормозной путь, м.

Уясните, что такое тормозная сила, как она возникает, куда приложена, ее направление, от чего зависит и какова может быть ее максимальная величина. Выясните, одинаковы или нет тормозные силы на передних и задних колесах автомобиля, от чего зависит их численное значение.

Разберитесь, когда возникает блокировка колес автомобиля при торможении, как она влияет на длину тормозного пути, устойчивость движения автомобиля, выясните пути ее предотвращения.

Ознакомьтесь с измерителями тормозных свойств, выясните, от каких параметров и как зависит время торможения, замедление, тормозной путь.

В реальных условиях часто торможение автомобиля происходит не до полной остановки. Поэтому время и путь торможения определяются по формулам:

$$t = \frac{(V_n - V_k) \cdot K_э}{g \cdot (\varphi + \psi)} ; S_T = \frac{K_э \cdot (V_n^2 - V_k^2)}{2 \cdot g \cdot (\varphi + \psi)}$$

где:  $t$  – время торможения, с;

$S_m$  – тормозной путь, м;

$K_э$  – коэффициент эффективности торможения;

$V_n, V_k$  – начальная и конечная скорости движения автомобиля, м/с;

$\varphi$  – коэффициент сцепления колес с дорогой;

$\psi$  – коэффициент сопротивления дороги.

$\psi = f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha$  или  $\psi = f \pm i$

Знак «плюс» берется при движении автомобиля на подъеме, знак «минус» – на спуске.

При решении задач на эту тему часто приходится находить замедление автомобиля при торможении. Следует пользоваться формулой:

$$a_з = \frac{(\varphi + \psi) \cdot g}{K_э} ;$$

где:  $g$  – ускорение свободного падения, 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Замедление автомобиля – это отрицательное ускорение, поэтому:  $a_з = \frac{(V_k - V_n)}{t}$ .

Уясните также, что называется остановочным путем и зачем нужно знать его величину.

Существует несколько способов торможения автомобиля. Наиболее распространенными из них являются:

- только тормозной системой;
- тормозной системой и двигателем;
- двигателем.

Изучите, какой способ торможения автомобиля является наиболее эффективным в тех или иных дорожных условиях.

Ознакомьтесь со стендовыми и дорожными испытаниями тормозных качеств автомобиля.

В заключение прочтите и запомните, каким образом проводится дорожно-транспортная экспертиза дорожно-транспортных происшествий, какие при этом делаются расчеты, изображаются схемы, заполняются документы.

Ниже рассмотрены задачи на тормозную динамичность автомобиля.

Задача 4.

Автомобиль необходимо затормозить на горизонтальной дороге, покрытой снегом. Какова максимальная тормозная сила, если коэффициент сцепления равен 0,3; вес автомобиля 57700 Н.

Дано:  $G_a = 57700$  Н;  $\varphi = 0,3$ .

Определить:  $P_{\text{торм}}^{\text{max}}$ .

Решение:

$$P_{\text{торм}}^{\text{max}} = \varphi \cdot G_a = 0,3 \cdot 57700 = 17000 \text{ Н.}$$

Итак, максимальная тормозная сила на колесах автомобиля равна 17000 Н.

Задача 5.

Легковой автомобиль, движущийся со скоростью 120 км/ч, резко затормаживает. При торможении он проходит горизонтальный участок в 40 м по дороге с отличным цементобетонным покрытием, а затем – участок плохой булыжной дороги с подъемом в  $1^\circ 43'$  до полной остановки. Коэффициент эффективности торможения равен 1,2.

Найти остановочный путь автомобиля, если время реакции водителя 0,7 с, время срабатывания тормозного привода с учетом нарастания замедления равно 0,3 с.

Дано:  $V = 120$  км/ч = 33 м/с;  $S_{m1} = 40$  м;  $K_9 = 1,2$ ;  $t_p = 0,7$  с;  $(t_{np} + t_{y/2}) = 0,3$  с;  $\alpha = 1^\circ 43'$ ;  $\varphi_1 = 0,8$ ;  $\varphi_2 = 0,5$ .

Определить:  $S_o$ .

Решение.

1. Определим суммарное время:  $t_{\text{сум}} = t_p + (t_{np} + t_{y/2}) = 0,7 + 0,3 = 1$  с.

2. Определим путь, пройденный автомобилем за время  $t_{\text{сум}}$ :

$$S' = t_{\text{сум}} \cdot V = 1 \cdot 33 = 33 \text{ м.}$$

3. Определим снижение скорости на участке 40 м из формулы:  $S_{T1} = \frac{K_9 \cdot (V^2 - V_1^2)}{2 \cdot g \cdot \varphi_1}$ , м;

где:  $V$  и  $V_1$  – скорости движения автомобиля в начале и в конце участка торможения 40 м, м/с;  
 $\varphi_1$  – коэффициент сцепления цементобетонного покрытия.

$$\text{Выразим отсюда скорость: } V_1 = \sqrt{V^2 - \frac{2 \cdot g \cdot \varphi_1 \cdot S_{T1}}{K_9}}$$

$$V_1 = \sqrt{33^2 - \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 40}{1,2}} = 24 \text{ м/с.}$$

4. Определим тормозной путь на втором участке:  $S_{T2} = \frac{V^2 \cdot K_9}{2 \cdot g \cdot (\varphi + \psi)}$

где:  $\psi = f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha$  (принимаем знак «плюс»)

$f$  – коэффициент сопротивления качению (0,023 для булыжной дороги).

$$\psi = 0,023 \cdot 1 + \sin 1^\circ 43' = 0,055.$$

$$\text{Тогда: } S_{T2} = \frac{24^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,8 \cdot (0,5 + 0,055)} = 62 \text{ м.}$$

5. Определим остановочный путь:  $S_o = S' + S_{T1} + S_{T2} = 33 + 40 + 62 = 135$  м.

Вопросы для самопроверки.

1. Куда расходуется энергия движущегося автомобиля при торможении?
2. Какова роль тормозов в обеспечении безопасности движения автомобиля?
3. Как распределяется тормозная сила на передних и задних колесах автомобиля (легкового, грузового)?
4. Какова общая тормозная сила на колесах автомобиля? Из каких соображений она выбирается при конструировании?
5. К чему приведет создание избыточного тормозного момента на колесах автомобиля?
6. Что такое блокировка колес? Перечислите ее отрицательные последствия.
7. Какие измерители применяются при оценке тормозной динамичности автомобиля?
8. Что такое путь торможения?
9. По каким формулам подсчитывается путь торможения?
10. Совпадает ли величина расчетного тормозного пути с действительным? В чем причина расхождения?
11. Изобразите тормозную диаграмму. Дайте ее объяснение.
12. Что представляет собой коэффициент эффективности торможения? Его значения для различных автомобилей.
13. Расскажите о приемах торможения автомобиля.
14. Перечислите и объясните причины дорожно-транспортных происшествий.

## 15. Как производится испытание тормозных качеств автомобиля?

### Топливная экономичность автомобиля

Содержание учебного материала

Значение топливной экономичности автомобиля для экономики и охраны окружающей среды. Измерители топливной экономичности.

Топливо-экономическая характеристика автомобиля. Топливная экономичность автопоездов.

Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на расход топлива.

Понятие о нормах расхода топлива.

Методические указания.

Учитывая непрерывный рост транспортного парка страны, повышение топливной экономичности при эксплуатации автомобилей будет способствовать снижению себестоимости перевезенного груза, уменьшению загрязненности атмосферы.

Прежде всего нужно ознакомиться с критериями топливной экономичности автомобилей.

К ним относятся:

1. Удельный эффективный расход топлива:  $g_e = \frac{G_T}{N_e} \cdot 1000$ , г/кВт·ч;

где:  $G_T$  – часовой расход топлива двигателем, кг/ч;

$N_e$  – эффективная мощность, развиваемая двигателем, кВт.

2. Путевой расход топлива:

Это расход топлива в литрах или килограммах на 100 километров пройденного автомобилем пути.

$g_n = \frac{G_T}{3,6 \cdot V} \cdot 100$ , кг/100км; или  $g_n = \frac{G_T}{3,6 \cdot V \cdot \rho} \cdot 100$ , л/100км.

где:  $V$  – скорость движения автомобиля, м/с;

$\rho$  – плотность топлива в кг/л ( $\text{г/см}^3$ ), причем часовой расход всегда берется в кг/ч.

3. Транспортный (рабочий) расход топлива:

Это расход топлива в граммах на тонно-километр совершенной транспортной работы.

Определяется по следующим формулам:

$g_p = \frac{10 \cdot g_n}{G_{zp} \cdot \beta_n \cdot \gamma}$ , г/т·км; или  $g_p = \frac{10 \cdot g_n \cdot \rho}{G_{zp} \cdot \beta_n \cdot \gamma}$ , л/т·км.

где:  $g_n$  – путевой расход топлива, в первой формуле в кг/100км, а во второй – в л/100км;

$G_{zp}$  – грузоподъемность автомобиля в тоннах;

$\beta_n$  – коэффициент использования пробега;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$\rho$  – плотность топлива в кг/л или  $\text{г/см}^3$ .

Кроме указанных формул, определяющих топливную экономичность автомобиля, нужно запомнить формулу, по которой находится производительность автомобиля:

$W = 3,6 \cdot G_{zp} \cdot V \cdot \gamma \cdot \beta_n$ , т·км/ч.

Наиболее объективным показателем топливной экономичности является транспортный расход топлива.

При изучении темы следует уяснить, какая характеристика называется топливно-экономической. Ознакомьтесь с принципом ее построения. Выясните, почему кривая топливно-экономической характеристики у автомобилей с бензиновыми двигателями идет резко вверх с отклонением скорости движения от оптимальной, а также для чего на графике проводится не одна кривая, а несколько.

Следует изучить влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность автомобиля.

Ознакомьтесь с мероприятиями, повышающими топливную экономичность автомобиля. Рассмотрите топливную экономичность автопоезда.

Ниже приведено решение задач по данной теме.

Задача 6.

Определить удельный эффективный расход топлива, путевой и транспортный расходы топлива, а также производительность автомобиля, движущегося на прямой передаче со скоростью 41,6 км/ч. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,95; коэффициент использования пробега – 1. Грузоподъемность автомобиля 5т, радиус качения колеса 0,475 м, передаточное число главной передачи 6,45.

При решении воспользуйтесь внешней скоростной характеристикой (рисунок 1).

Дано:  $G_{zp} = 5 \text{ т}$ ;  $\gamma = 0,95$ ;  $\beta_n = 1,0$ ;  $V = 41,6 \text{ км/ч} = 11,6 \text{ м/с}$ ;  $r_k = 0,475 \text{ м}$ ;  $u_k = 1,0$ ;  $u_{zn} = 6,45$ .

Определить:  $g_e$ ;  $g_n$ ;  $g_p$ ;  $W$ .

Решение.

1. Найдем частоту вращения коленчатого вала:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \rightarrow n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}; \quad V = \frac{\omega \cdot r_k}{u_k \cdot u_{zn}} \rightarrow \omega = \frac{V \cdot u_k \cdot u_{zn}}{r_k}$$

$$n = \frac{30 \cdot V \cdot u_k \cdot u_{zn}}{\pi \cdot r_k} = \frac{30 \cdot 11,6 \cdot 1 \cdot 6,45}{3,14 \cdot 0,475} = 1498 \text{ об/мин.}$$

2. Из внешней скоростной характеристики при  $n = 1498 \text{ об/мин}$  найдем значения удельного эффективного расхода топлива  $g_e = 285 \text{ г/(кВт·ч)}$  и эффективной мощности двигателя  $N_e = 66,5 \text{ кВт}$ .

3. Определим часовой расход топлива:  $G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000} = \frac{285 \cdot 66,5}{1000} = 18,8 \text{ кг/ч}$

4. Определим путевой расход топлива:  $g_n = 100 \cdot \frac{G_T}{3,6 \cdot V} = 100 \cdot \frac{18,8}{3,6 \cdot 11,6} = 45,2 \text{ кг/100 км}$ .

5. Определим транспортный (рабочий) расход топлива:

$$g_p = \frac{10 \cdot g_n}{G_{zn} \cdot \gamma \cdot \beta_n} = \frac{10 \cdot 45,2}{5 \cdot 1 \cdot 0,95} = 90 \text{ г/(т·км)}$$

6. Определим производительность автомобиля:  $W = 3,6 \cdot G_T \cdot V \cdot \gamma \cdot \beta_n = 3,6 \cdot 18,8 \cdot 11,6 \cdot 1 \cdot 0,95 = 198 \text{ т·км/ч}$ .

Задача 7.

Автомобиль движется на прямой передаче, двигатель работает с максимальной мощностью, грузоподъемность автомобиля 5,5 т. Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, скомплектованного на базе этого автомобиля, из условия получения большей часовой производительности и лучшей топливной экономичности в граммах топлива на 1 т·км транспортной работы, если автопоезд движется на 4-й передаче, частота вращения коленчатого вала 2600 об/мин. Передаточное число коробки передач на прямой передаче - 1, на 4-й - 1,47; передаточное число главной передачи - 6,45; радиус качения колеса - 0,475 м. Коэффициенты использования грузоподъемности и пробега принять равными 1.

При решении использовать внешнюю скоростную характеристику (рис.1).

Дано:  $u_k^5 = 1$ ;  $u_k^4 = 1,47$ ;  $u_{zn} = 6,45$ ;  $G_{zp} = 5,5 \text{ т}$ ;  $\gamma = \beta_n = 1$ ;  $r_k = 0,475 \text{ м}$ .

Определить:  $G_{zp.an}^{\min}$

Решение.

1. Из внешней скоростной характеристики (рис.1) найдем значения удельного эффективного расхода топлива и эффективной мощности для одиночного автомобиля и автопоезда при максимальной мощности двигателя и частоте вращения коленчатого вала  $n^{an} = 2600 \text{ об/мин}$ ;  $g_e^a = 408 \text{ г/(кВт·ч)}$ ;  $g_e^{an} = 340 \text{ г/(кВт·ч)}$ ;  $N_e^a = 110,25 \text{ кВт}$ ;  $N_e^{an} = 93,35 \text{ кВт}$ .

2. Определим часовой расход топлива:  $G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000} \text{ кг/ч}$ ;

а) для одиночного автомобиля  $G_T^a = \frac{408 \cdot 110,25}{1000} = 45 \text{ кг/ч}$ ;

б) для автопоезда  $G_T^{an} = \frac{340 \cdot 93,35}{1000} = 31,75 \text{ кг/ч}$ .

3. Определим скорость транспортных единиц:

а) одиночного автомобиля  $V_a = \omega_k^a \cdot r_k = \frac{\pi \cdot n^a \cdot r_k}{30 \cdot u_k^5 \cdot u_{zn}} = \frac{3,14 \cdot 2600 \cdot 0,475}{30 \cdot 1 \cdot 6,45} = 24,7 \text{ м/с}$ .

б) автопоезда  $V_{an} = \omega_k^{an} \cdot r_k = \frac{\omega_k^{an} \cdot r_k}{u_k^4 \cdot u_{zn}} = \frac{\pi \cdot n^{an} \cdot r_k}{30 \cdot u_k^4 \cdot u_{zn}} = \frac{3,14 \cdot 2600 \cdot 0,475}{30 \cdot 1,47 \cdot 6,45} = 13,6 \text{ м/с}$ .

где:  $\omega_k^a, \omega_k^{an}$  - угловые скорости вращения колес автомобиля и автопоезда, рад/с;

$n^a, n^{an}$  - частота вращения коленчатого вала двигателя автомобиля и автопоезда, об/мин;

$u_k^5, u_k^4$  - передаточные числа коробки передач на 5 и 4 передачах;

$u_{zn}$  - передаточное число главной передачи.



4. Определим путь расход топлива:

а) одиночного автомобиля:  $g_n = \frac{100 \cdot G_T^a}{3,6 \cdot V_a} = \frac{100 \cdot 45}{3,6 \cdot 24,7} = 50,6 \text{ кг/100км.}$

б) автопоезда:  $g_n^{an} = \frac{100 \cdot G_T^{an}}{3,6 \cdot V^{an}} = \frac{100 \cdot 31,75}{3,6 \cdot 13,6} = 64,8 \text{ кг/100км.}$

5. Определим транспортный (рабочий) расход топлива для одиночного автомобиля:

$$g_p^a = \frac{10 \cdot g_n^a}{G_{zp}^a \cdot \gamma \cdot \beta_n} = \frac{10 \cdot 50,6}{5,5 \cdot 1 \cdot 1} = 92 \text{ г/(т·км).}$$

6. Определим производительность одиночного автомобиля:

$$W_a = 3,6 \cdot G_{zp}^a \cdot V_a \cdot \gamma \cdot \beta_n = 3,6 \cdot 24,7 \cdot 5,5 \cdot 1 \cdot 1 = 489,1 \text{ т·км/ч.}$$

7. Чтобы найти минимальную грузоподъемность автопоезда, нужно выразить ее из следующих неравенств, которые отвечают условиям задачи:

а)  $W_{an} > W_a$  ;  $g_p^{an} < g_p^a$

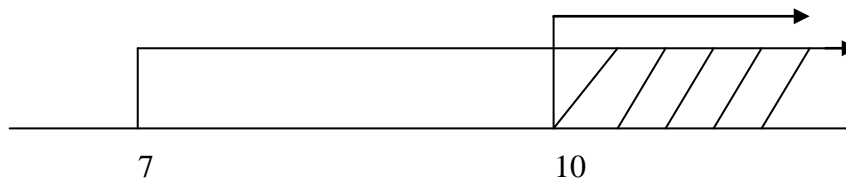
б)  $3,6 \cdot G_{zp}^{an} \cdot V_{an} \cdot \gamma \cdot \beta_n > W_a$  ;  $\frac{10 \cdot g_n^{an}}{G_{zp}^{an} \cdot \gamma \cdot \beta_n} < g_p^a$

в)  $G_{zp}^{an} > \frac{W_a}{3,6 \cdot V_{an} \cdot \gamma \cdot \beta_n}$  ;  $G_{zp}^{an} > \frac{10 \cdot g_n^{an}}{g_p^a \cdot \gamma \cdot \beta_n}$

г)  $G_{zp}^{an} > \frac{489,1}{3,6 \cdot 13,6 \cdot 1 \cdot 1}$  ;  $G_{zp}^{an} > \frac{10 \cdot 64,8}{92 \cdot 1 \cdot 1}$

д)  $G_{zp}^{an} > 10 \text{ т}$  ;  $G_{zp}^{an} > 7 \text{ т}$

Из полученных значений грузоподъемности нужно выбрать такое, чтобы оно удовлетворяло данную систему. Воспользуемся числовой осью и определим, какую величину нужно принять.



Видно, что следует взять результат больший большего, т.е.  $> 10 \text{ т.}$

Итак, минимальная грузоподъемность автопоезда должна быть больше 10 тонн.

Проверка.

1. Найдем рабочий расход топлива автопоезда:

$$g_p^{an} = \frac{10 \cdot g_n^{an}}{G_{zp}^{an} \cdot \gamma \cdot \beta_n} = \frac{10 \cdot 64,8}{10 \cdot 1 \cdot 1} = 64,8 \text{ г/(т·км), т.е. } g_p^{an} < g_p^a$$

2. Найдем производительность автопоезда:

$$W_{an} = 3,6 \cdot G_{zp}^{an} \cdot V_{an} \cdot \gamma \cdot \beta_n = 3,6 \cdot 10 \cdot 13,6 \cdot 1 \cdot 1 = 489,1 \text{ т·км/ч}$$

т.е. при  $G_{zp}^{an} > 10 \text{ т}$  получим  $W_{an} > W_a$ .

#### Вопросы для самопроверки.

1. Назовите критерии, определяющие топливную экономичность автомобиля.
2. Что называется удельным эффективным расходом топлива? Напишите формулу удельного эффективного расхода топлива и поясните ее.
3. Какие эксплуатационные и конструктивные факторы влияют на удельный эффективный расход топлива?
4. Дайте определение путьному расходу топлива. Напишите формулу, определяющую путьной расход, и поясните ее.
5. Какое влияние на путьной расход топлива оказывает изменение скорости автомобиля, дорожного сопротивления, веса автомобиля и т.д.?
6. Топливо-экономическая характеристика автомобиля. Изобразите ее и поясните, что она означает.

7. Поясните характер изменения кривых топливно-экономической характеристики.
8. Что понимается под транспортным расходом топлива? Напишите формулу, поясните ее.
9. Что такое производительность автомобиля? Как она определяется?
10. Расскажите, как практически определяется топливная экономичность автомобиля?
11. Каковы основные пути повышения топливной экономичности автомобиля?
12. Какие приборы применяются для испытания автомобиля на топливную экономичность?

### Устойчивость автомобиля

#### Содержание учебного материала

Понятие об устойчивости автомобиля - поперечной, продольной. Поперечная устойчивость автомобиля и силы, действующие на автомобиль при движении на повороте, на дороге с поперечным уклоном. Показатели поперечной устойчивости.

Занос автомобиля: условия возможности возникновения заноса, занос переднего или заднего мостов.

Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на поперечную устойчивость автомобиля.

Продольная устойчивость автомобиля. Силы, действующие на автомобиль при движении на уклоне. Условия буксования и опрокидывания при движении на уклоне.

Методы вождения автомобиля, предотвращающие занос и опрокидывание.

#### Методические указания.

Устойчивость автомобиля - это эксплуатационно-техническое свойство автомобиля, заключающееся в его способности противостоять опрокидыванию, заносу или сползанию.

Различают продольную и поперечную устойчивость.

Худшую устойчивость имеет автомобиль в поперечном направлении. Поэтому следует тщательно изучить, какие силы способствуют опрокидыванию, заносу автомобиля, какие противодействуют этому. Необходимо уяснить, от чего зависят эти силы, чтобы оказать на них посильное влияние. Уясните, какие силы действуют на автомобиль, движущийся на повороте по уклону.

Если автомобиль делает поворот в сторону, противоположную уклону, то максимальные критические скорости его движения по опрокидыванию и заносу могут быть определены по формулам:

$$V_o = \sqrt{\frac{(B - 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot g \cdot R}{2 \cdot h + B \cdot \operatorname{tg} \beta}}; \quad V_3 = \sqrt{\frac{(\varphi - \operatorname{tg} \beta) \cdot g \cdot R}{1 + \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}}, \text{ м/с.}$$

Если автомобиль делает поворот в сторону уклона, то максимальные критические скорости автомобиля возрастают и их можно найти по формулам:

$$V_o = \sqrt{\frac{(B + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot g \cdot R}{2 \cdot h - B \cdot \operatorname{tg} \beta}}; \quad V_3 = \sqrt{\frac{(\varphi + \operatorname{tg} \beta) \cdot g \cdot R}{1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}}, \text{ м/с.}$$

где:  $V_o, V_3$  – критические скорости соответственно по опрокидыванию и заносу, м/с;

$B$  – ширина колеи автомобиля, м;

$R$  – радиус поворота, м;

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

$\beta$  – угол поперечного уклона дороги, град.

Используя приведенные формулы, можно вывести формулы критических скоростей движения автомобиля на повороте по горизонтальному участку (при  $\beta = 0$ ):

$$V_o = \sqrt{\frac{B}{2 \cdot h} \cdot g \cdot R}, \quad V_3 = \sqrt{\varphi \cdot g \cdot R}, \text{ м/с.}$$

Проанализируйте, используя приведенные формулы, как влияет изменение угла поперечного уклона дороги на величину критической скорости автомобиля в повороте. Выведите заключение, какое влияние на критическую скорость автомобиля при повороте на горизонтальной дороге оказывают геометрические размеры автомобиля, радиус поворота и коэффициент сцепления.

Автомобиль может двигаться прямолинейно по поперечному уклону. В этом случае его устойчивость будет зависеть от угла поперечного уклона, при превышении критической величины возможно либо опрокидывание, либо сползание автомобиля. В этом случае максимальные поперечные углы уклона будут определяться по формулам:  $\operatorname{tg} \beta_o = B/(2 \cdot h)$ ;  $\operatorname{tg} \beta_3 = \varphi$ ;

где:  $\beta_o, \beta_3$  – максимальные углы соответственно по опрокидыванию и сползанию автомобиля.

В практике эксплуатации автотранспорта занос всего автомобиля происходит реже, чем занос переднего или заднего мостов. Поэтому важно уяснить, какой мост, ведущий или ведомый, более подвержен заносу, выяснить причину этого.

На устойчивость автомобиля большое влияние также оказывают способ торможения, одновременность, разновременность срабатывания передних и задних тормозов, их техническая исправность, конструкция подвески, поперечный крен при повороте.

Изучение продольной устойчивости нужно начать с уяснения того, какие силы действуют на автомобиль, движущийся на подъем, с рассмотрения моментов сил, способствующих опрокидыванию автомобиля и противодействующих этому. Современные автомобили обладают хорошей продольной устойчивостью по опрокидыванию.

Гораздо чаще в этих условиях наступает буксование ведущих колес и сползание автомобиля. Изучите вывод формулы, определяющей максимальный угол продольного подъема, преодолеваемого автомобилем без буксования ведущих колес и сползания. При этом обратите внимание, что автомобиль высокой проходимости преодолеет больший подъем, чем автомобиль обычного типа. В результате изучения продольной устойчивости автомобиля учащийся должен прийти к выводу, что устойчивость автомобиля по опрокидыванию зависит в основном от геометрических размеров автомобиля, а эта же устойчивость по буксованию и сползанию в большей мере зависит от продольного коэффициента сцепления ведущих колес с грунтом.

Ниже приведены формулы продольной устойчивости автомобилей.

1. По опрокидыванию

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{b}{h} \text{ при движении передним ходом}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{a}{h} \text{ при движении задним ходом.}$$

2. По сползанию и буксованию

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{a \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h} \text{ для автомобилей с задним ведущим мостом}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \varphi \text{ для автомобилей со всеми ведущими колесами.}$$

где:  $\alpha_0, \alpha_3$  – критические углы продольного подъема соответственно по опрокидыванию и сползанию;

$a$  – расстояние от центра тяжести до центра передней оси;

$b$  – расстояние от центра тяжести до центра задней оси;

$L$  – база автомобиля;

$h$  – высота центра тяжести автомобиля;

$\varphi$  – коэффициент сцепления.

Задача 8.

Определить боковую силу, действующую на автомобиль, если он движется со скоростью 15 м/с.

а) на повороте с боковым уклоном  $2^\circ$  в сторону, противоположную уклону, радиус поворота 48 м;

б) прямолинейно по этому уклону.

Технические данные автомобиля: ширина колеи – 1,8 м; высота центра тяжести – 1,2 м; полный вес – 100000

Н.

а) Дано:  $\beta = 2^\circ$ ;  $V = 15$  м/с;  $G = 100000$  Н.

Определить:  $P_y + G_y$ .

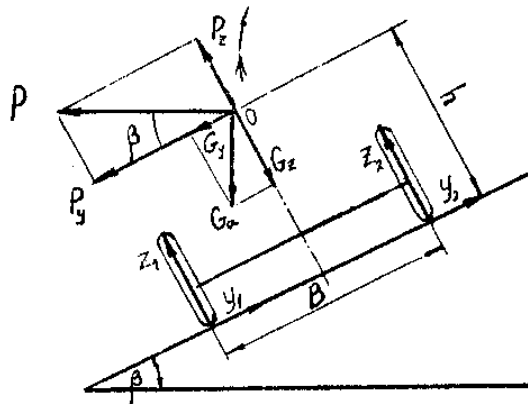


Рисунок 4.

Решение.

1. Изобразим поперечный уклон в  $2^\circ$  и схему автомобиля. К центру тяжести автомобиля приложена сила тяжести и боковая составляющая центробежной силы при движении автомобиля с поворотом. Разложим их на вертикальные и горизонтальные составляющие.

2. Автомобиль стремится опрокинуть боковые составляющие ( $P_y + G_y$ ). Из треугольника  $GOG_z$ :

$$а) G_y = G \cdot \sin\beta = 100000 \cdot \sin 2^\circ = 3500 \text{ Н.}$$

$$б) P_y = P \cdot \cos\beta = \frac{G \cdot V^2 \cdot \cos\beta}{g \cdot R} = \frac{100000 \cdot 15^2 \cdot 1}{9,8 \cdot 48} = 47500 \text{ Н.}$$

тогда ( $P_y + G_y$ ) = 47500 + 3500 = 51000 Н.

3. Если автомобиль движется прямолинейно по уклону, то его стремится опрокинуть только боковая составляющая силы тяжести, а центробежная сила отсутствует.

$$\text{Тогда: } G_y = G \cdot \sin\beta = 100000 \cdot \sin 2^\circ = 3500 \text{ Н.}$$

Задача 9.

Используя данные задачи 8, определить критические скорости автомобиля на повороте по условиям опрокидывания и заноса, если он движется по асфальтобетонному шоссе ( $\varphi = 0,7$ ).

Дано:  $B = 1,8$  м;  $h = 1,2$  м;  $R = 48$  м;  $\beta = 2^\circ$ ;  $\varphi = 0,7$ .

Определить:  $V_o$ ,  $V_z$ .

Решение:

1. Определим критическую скорость по опрокидыванию:

$$V_o = \sqrt{\frac{(B - 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg}\beta) \cdot g \cdot R}{2 \cdot h + B \cdot \operatorname{tg}\beta}}, \text{ м/с; } V_o = \sqrt{\frac{(1,8 - 2 \cdot 1,2 \cdot \operatorname{tg} 2) \cdot 9,8 \cdot 48}{2 \cdot 1,2 + 1,8 \cdot \operatorname{tg} 2}} = 18 \text{ м/с.}$$

2. Определим критическую скорость по заносу:

$$V_z = \sqrt{\frac{(\varphi - \operatorname{tg}\beta) \cdot g \cdot R}{1 + \varphi \cdot \operatorname{tg}\beta}}, \text{ м/с; } V_z = \sqrt{\frac{(0,7 - \operatorname{tg} 2) \cdot 9,8 \cdot 48}{1 + 0,7 \cdot \operatorname{tg} 2}} = 17,5 \text{ м/с.}$$

При движении на повороте в заданных условиях раньше наступит занос, чем опрокидывание.

Задача 10.

Определить максимальный угол поперечного уклона дороги, по которому может двигаться прямолинейно автомобиль ЗИЛ-130 без опасности опрокидывания и сползания, если движение происходит по грунтовой дороге.

Дано:  $B = 1,8$  м;  $h = 1,2$  м;  $\varphi = 0,6$ .

Определить:  $\beta_o$ ,  $\beta_z$ .

Решение.

1. Определим максимальный угол поперечного уклона, преодолеваемого автомобилем без опрокидывания:

$$\operatorname{tg}\beta_o = \frac{B}{2 \cdot h} = \frac{1,8}{2 \cdot 1,2} = 0,75$$

где:  $B$  – ширина колеи автомобиля, м;

$h$  – высота центра тяжести автомобиля, м.

$$\beta_o = 36^\circ 50'.$$

2. Определим максимальный угол поперечного уклона, преодолеваемый автомобилем без сползания:

$$\operatorname{tg}\beta_z = \varphi = 0,6; \beta_z = 30^\circ.$$

Из проведенных расчетов видно, что автомобиль раньше сползет чем опрокинется.

Вопросы для самопроверки.

1. Какое эксплуатационно-техническое качество автомобиля называется устойчивостью?
2. Назовите виды устойчивости автомобиля.
3. Что называется продольной (поперечной) устойчивостью автомобиля?
4. От каких факторов зависит продольная (поперечная) устойчивость автомобиля?
5. Какие критерии определяют продольную (поперечную) устойчивость автомобиля?
6. Напишите формулы, определяющие поперечную (продольную) устойчивость автомобиля по опрокидыванию (заносу) при движении прямо, на повороте с боковым уклоном, на повороте по горизонтальному участку дороги. Поясните их.
7. Как зависит критическая скорость автомобиля на повороте от увеличения (уменьшения) угла поперечного уклона дороги?

8. Изобразите схему автомобиля на повороте с поперечным уклоном и покажите, какие силы действуют на него.

### Управляемость автомобиля

#### Содержание учебного материала

Понятие об управляемости автомобиля и измерители управляемости автомобиля. Критические скорости го условиям управляемости. Увод колеса и поворачиваемость автомобиля. Схема движения автомобиля с жесткими и эластичными шинами. Поворот задней оси при крене кузова.

Соотношение углов поворота управляемых колес. Колебания управляемых колес: собственные и вынужденные. Основные средства уменьшения колебаний управляемых колес. Стабилизация управляемых колес.

#### Методические указания

Управляемость автомобиля - это способность автомобиля следовать положению его управляемых колес. От управляемости автомобиля в большей степени зависит безопасность движения. Поэтому чем быстрее автомобиль, тем лучшей управляемостью он должен обладать.

Разработаны критерии управляемости автомобиля, которые учащийся обязан изучить в первую очередь.

При повороте на автомобиль действует центробежная сила, приложенная к его центру тяжести. Боковая составляющая центробежной силы действует на передний и задний мосты, вызывая боковой увод у колес современного автомобиля. Изучите, чему равны эти силы, как они определяются. Затем ознакомьтесь с явлением бокового увода шин, с определением радиуса поворота автомобиля с эластичными шинами и классификацией поворачиваемости автомобиля. Следует твердо уяснить, что недостаточная поворачиваемость является положительным качеством автомобиля, поэтому любому автомобилю стремятся придать это свойство. Учащемуся необходимо разобраться, за счет каких мероприятий можно получить недостаточную поворачиваемость автомобиля.

Если автомобиль обладает излишней поворачиваемостью, то его устойчивость на повороте резко ухудшается, появляется необходимость в определении критической скорости по условиям бокового увода шин.

Выясните, у каких автомобилей следует рассчитывать критическую скорость по боковому уводу шин. Не путайте эту скорость с критической скоростью по управляемости автомобиля. Кинематика поворота автомобиля зависит от ряда факторов, в том числе и от того, какие принимать колеса: жесткие или эластичные в боковом отношении.

Рассмотрите поворот автомобиля с жесткими колесами. Уясните, что всегда угол поворота наружных колес должен быть меньше угла поворота внутренних колес. Кроме того, следует запомнить, каким должно быть соотношение этих углов.

Способность управляемых колес автомобиля сохранять нейтральное положение при прямолинейном движении и автоматически возвращаться к атому положению в случае отклонения от него называется стабилизацией управляемых колес.

Автомобиль с хорошими стабилизирующими свойствами хорошо держит дорогу.

Учащемуся необходимо знать и понимать, какие стабилизирующие моменты возникают от продольного, поперечного наклона шкворней, какое стабилизирующее действие оказывает эластичность шин, трение в рулевом механизме.

Уясните назначение установки угла развала и схождения управляемых колес.

При больших скоростях движения автомобилей часто возникает такое отрицательное явление, как колебание колес. Особенно опасны колебания передних управляемых колес. Учащемуся следует уяснить основные причины возникновения этого явления и способы его устранения и предупреждения.

Ниже приведены типичные для данной темы задачи.

#### Задача 11.

Автомобиль, база которого 3,7 м делает поворот вправо. На какой угол необходимо повернуть рулевое колесо, если угол поворота внутреннего колеса  $20^\circ$ , передаточное отношение рулевого механизма 20,5, а расстояние между шкворнями 1,6 м?

Дано:  $L = 3,7$  м;  $\theta_n = 20^\circ$ ;  $i = 20,5$ ;  $M = 1,6$  м.

Определить:  $V_o$ ,  $V_z$ .

Решение:

1. Угол поворота рулевого колеса можно определить по формуле:  $\gamma_{p.k.} = \theta \cdot i$ ;

где:  $\theta$  – средний угол поворота управляемых колес.

Средний угол поворота управляемых колес неизвестен, его можно определить по формуле:

$$\theta = \frac{\theta_n + \theta_o}{2}$$

где:  $\theta_n$ ,  $\theta_o$  – углы поворота наружного и внутреннего управляемых колес.

2. Определим наружный угол поворота управляемых колес:  $\text{ctg}\theta_n - \text{ctg}\theta_o = M/L$ ;

$ctg\theta_n = ctg\theta_s + (M/L) = ctg20^\circ + (1,6/3,7) = 3,172$ . Откуда  $\theta_n = 17^\circ30'$ .

3. Определим средний угол поворота управляемых колес:

$$\theta = \frac{\theta_n - \theta_s}{2} = \frac{20^\circ + 17^\circ30'}{2} = 18^\circ45'$$

4. Определим угол поворота рулевого колеса:

$$\gamma_{p.k.} = \theta \cdot i = 18^\circ45' \cdot 20,5 = 386^\circ \rightarrow 386^\circ/360^\circ = 1,07 \text{ оборотов.}$$

3. Определим средний угол поворота управляемых колес:

$$\theta = \frac{\theta_n - \theta_s}{2} = \frac{20^\circ + 17^\circ30'}{2} = 18^\circ45'$$

4. Определим угол поворота рулевого колеса:

$$\gamma_{p.k.} = \theta \cdot i = 18^\circ45' \cdot 20,5 = 386^\circ \rightarrow 386^\circ/360^\circ = 1,07 \text{ оборотов.}$$

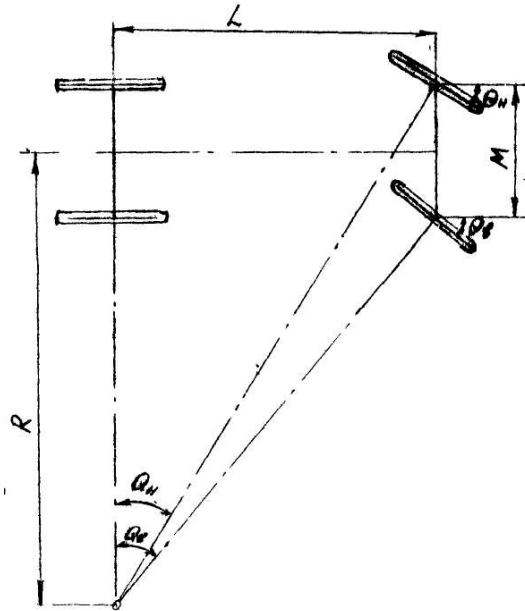


Рисунок 5.

Задача 12.

Определить угол увода передних колес автомобиля ВАЗ-2106, если его база равна 2,4 м, средний угол поворота управляемых колес  $12^\circ$ , угол бокового увода задних колес  $4^\circ32'$ , средний радиус поворота автомобиля 15 м.

Дано:  $L = 2,4$  м;  $\theta = 12^\circ$ ;  $\delta_2 = 4^\circ32'$ ;  $R_\delta = 15$  м.

Определить:  $\delta_1$ .

Решение.

Воспользуемся формулой: 
$$R_\delta = \frac{L}{tg(\theta - \delta_1) + tg\delta_2}$$

Откуда: 
$$tg(\theta - \delta_1) = \frac{L}{R_\delta} - tg\delta_2 = \frac{2,4}{15} - tg4^\circ32' = 0,08$$

где:  $\delta_1, \delta_2$  – углы увода соответственно передних и задних колес, градус;

$\theta$  – средний угол управляемых колес, градус.

$\theta - \delta_1 = 4^\circ32'$ , отсюда  $\delta_1 = \theta - 4^\circ32' = 7^\circ28'$ .

Так как  $\delta_1 > \delta_2$ , то автомобиль обладает недостаточной поворачиваемостью.

Вопросы для самопроверки.

1. Что называется управляемостью автомобиля? От чего зависит и на что влияет это эксплуатационно-техническое качество автомобиля?
2. Что называется стабилизацией управляемых колес автомобиля? Почему она необходима?
3. Какое влияние на стабилизацию оказывает вес, приходящийся на передние колеса?
4. Какие конструктивные факторы оказывают наибольшее влияние на стабилизацию?

5. Какие углы установки управляемых колес вы знаете? Какова роль этих углов в работе автомобиля?
6. По каким причинам возникает колебание передних управляемых колес?
7. Какое влияние на управляемость автомобиля оказывают колебания передних колес?
8. Какими способами предотвращаются колебания колес?
9. Какова зависимость между боковой силой и углом увода шины?
10. От чего зависит коэффициент сопротивления боковому уводу шины?
11. Уменьшается ли сопротивление уводу при увеличении ширины обода колеса?
12. Как будет стремиться двигаться автомобиль при прямолинейном движении и на повороте, у которого угол увода передних шин больше, чем угол увода задних?
13. Какое влияние оказывает боковой увод шин на движение автомобиля на повороте?
14. Что произойдет, если автомобиль, обладающий излишней поворачиваемостью, достигнет критической скорости?
15. Каковы различия в управляемости автомобилей с передним ведущим мостом и без переднего ведущего моста? Объясните эти различия.
16. Изобразите и объясните схему поворота автопоезда. Объясните различия в поворотах автопоезда и одиночного автомобиля.

### Проходимость автомобиля

#### Содержание учебного материала

Понятия о проходимости автомобиля и ее геометрические показатели.  
 Тяговые и опорно-сцепные показатели проходимости.  
 Влияние конструкции автомобиля на его проходимость.  
 Основные способы увеличения проходимости автомобиля: лебедка, лебедки самовытаскивания, приспособления, повышающие проходимость.

#### Методические указания.

Проходимость автомобиля - это способность автомобиля работать в тяжелых условиях без буксования ведущих колес, без задевания за неровности дороги. Различные по назначению автомобили должны обладать и различной проходимостью.

В основу классификации автомобилей по проходимости положена колесная формула. Учащемуся следует разобраться, что она означает и научиться без затруднения определять колесную формулу для любого автомобиля.

Большое влияние на проходимость оказывают тяговые и сцепные качества автомобиля.

Разберитесь, когда возможно реализовать больший динамический фактор автомобиля, как можно увеличить его сцепные качества. Рассмотрите случай движения автомобиля по снегу, пересеченной местности, песку. Выясните, что в этом случае можно сделать для уменьшения силы сопротивления качению автомобиля.

Ознакомьтесь также с геометрическими параметрами автомобиля, влияющими на его проходимость.

Особое внимание уделите выяснению влияния конструкции коробок передач, главных передач, дифференциалов, подвесок, мостов (ведомых, ведущих), шин автомобиля, мастерства вождения и т.д. на проходимость автомобиля.

Ниже приведена задача на определение проходимости с использованием динамического паспорта автомобиля.

Задача 13.

Загрузка автомобиля 60%, дорога асфальтобетонная в удовлетворительном состоянии. Определить максимальный подъем, который сможет преодолеть автомобиль на 3-ей передаче, используя динамический паспорт автомобиля (рис. 3). Возможно ли движение автомобиля при этом, если коэффициент сцепления шин с дорогой равен 0,3; 0,1.

Дано: динамический паспорт;  $f = 0,02$ ;  $\varphi_1 = 0,3$ ;  $\varphi_2 = 0,1$ ;  $H = 60\%$ .

Определить:  $i_{max}$ ;  $D_{сц}^{0,1}$ ;  $D_{сц}^{0,3}$ .

Решение.

1. Максимальный подъем на 3-ей передаче автомобиль сможет преодолеть при максимальном динамическом факторе на этой передаче, т.е. при скорости 8 м/с. Найдем путем построения динамический фактор, который будет у автомобиля при этой скорости и 60% загрузке:

Он равен приблизительно 0,23:  $D_{max}^{60\%} = 0,23$

2. Так как предполагается равномерное движение, то:  $D = \psi = f + i$ ;

Откуда  $i = D - f = 0,23 - 0,02 = 0,21 = 21\%$ .

Максимальный подъем, который может преодолеть автомобиль на 3-ей передаче – 21%.

3. Проверим, сможет ли автомобиль преодолеть этот подъем по условию буксования, если коэффициент сцепления равен 0,3.

$D_{сц} \geq D \geq \psi$

Если это условие соблюдается, автомобиль движется без пробуксовки.

4. Определим  $D_{сц}$  при  $H = 60\%$  и  $\varphi = 0,3$  по рис. 3.

$D_{сц} = 0,26$  следовательно условие соблюдается.

5. Определим  $D_{сц}$  при  $H = 60\%$  и  $\varphi = 0,1$ . Из рис. 6:  $D_{сц} = 0,085$ , а  $D = 0,23$ . Следовательно, в этих условиях автомобиль без буксования двигаться не сможет.

#### Вопросы для самопроверки.

1. Что называется проходимостью автомобиля?
2. Как классифицируются автомобили по проходимости?
3. Перечислите факторы, от которых зависит проходимость автомобиля.
4. Изобразите схему автомобиля и нанесите на ней геометрические параметра проходимости автомобиля.
5. Что называется дорожным просветом автомобиля? На преодоление каких препятствий влияет просвет? Каковы величины просветов для современных автомобилей?
6. Что называется продольным и поперечным радиусами проходимости? На преодоление каких препятствий влияют радиусы проходимости? Каковы величины радиусов проходимости для современных автомобилей?
7. Что называется углами въезда и съезда? На преодоление каких препятствий они влияют? Каковы величины этих углов для современных автомобилей?
8. Перечислите опорно-сцепные показатели проходимости.
9. Расскажите о влиянии каждого фактора на проходимость.
10. Изобразите и объясните схему преодоления препятствия ведущим и ведомым колесами. От каких факторов зависит преодоление препятствий?
11. Какое колесо (ведомое или ведущее) может преодолеть большее препятствие и почему?
12. Как влияет на проходимость рисунок протектора и тип шины?
13. Расскажите об устройстве и работе системы централизованного регулирования давления воздуха в шинах.
14. Почему такая система повышает проходимость автомобиля?
15. Какие типы специальных автомобилей высокой проходимости вам известны?
16. Каковы особенности устройства и работы каждого из них?
17. Как влияет проходимость автомобиля на его производительность и топливную экономичность?
18. Расскажите о способах повышения проходимости обычных дорожных автомобилей.

#### Плавность хода автомобиля

##### Содержание учебного материала

Влияние колебаний на организм человека и основные требования в отношении комфортабельности (удобств) современных автомобилей.

Понятие о плавности хода автомобиля и измерители плавности хода. Жесткость подвески и жесткость шин, их значение.

Колебания автомобиля: упрощенная схема колебательной системы автомобиля и определение приведенной жесткости; выбор жесткости подвесок переднего и заднего мостов для уменьшения колебаний автомобиля.

Способы повышения плавности хода автомобиля.

##### Методические указания

Плавность хода автомобиля – это его способность двигаться по неровным дорогам без сильных ударов и сотрясений кузова. Чем выше плавность хода автомобиля, тем сохраннее будут грузы и автомобиль, более высокой будет средняя скорость его движения и меньше расход топлива. Таким образом, плавность хода влияет на производительность и топливную экономичность автомобиля.

Из раздела «Устройство автомобилей» вспомните, из каких основных агрегатов состоит подвеска автомобиля, ее назначение и принцип действия. Рассмотрите основные критерии плавности хода:

- частота колебаний ( $\omega$ );
- амплитуда колебаний ( $z$ );
- скорость колебаний ( $V$ );
- ускорение колебаний ( $a$ );

Следует рассмотреть формулы, которые определяют их, от чего они зависят и как влияют на плавность хода автомобиля, на пассажиров, перевозимый груз.

Следует запомнить, что наибольшее влияние на плавность хода оказывает частота колебаний автомобиля. Поэтому она должна быть в пределах 1...1,8 Гц. Меньшие значения имеют легковые автомобили и автобусы, большие – грузовые автомобили. При частоте колебаний автомобиля менее 1 Гц человек будет испытывать состояние «морской болезни». При частоте более 2,5 Гц наблюдается жесткий ход автомобиля, водитель и пассажиры быстрее утомляются, перевозимый груз может получить повреждения.

Следует знать, какие параметры подвески оказывают влияние на частоту колебаний. Для этого рассмотрите формулу:



$$\omega = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f}}$$

где:  $\omega$  – частота колебаний, Гц;

$g$  – ускорение свободного падения, 981 см/с<sup>2</sup>;

$f$  – статический прогиб подвески, см.

Упростим приведенную формулу: 
$$\omega = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{g}{f}} = \frac{1}{6,28} \cdot \sqrt{\frac{981}{f}} = \frac{31,4}{6,28} \cdot \sqrt{\frac{1}{f}} = \frac{5}{\sqrt{f}} \text{ Гц.}$$

В практике иногда частоту колебаний измеряют числом колебаний в минуту:  $n = 60 \cdot \omega$ .

Итак, частота колебаний тем меньше, чем больше статический прогиб подвески. Поэтому применение мягких подвесок является целесообразным.

Обычно передним и задним подвескам легковых автомобилей стремятся обеспечить одинаковую жесткость. В связи с этим рассмотрим следующую задачу.

#### Задача 14.

Определить частоту колебаний передней и задней подвесок автомобиля ГАЗ – 3110. Какие ощущения будут испытывать пассажиры, сидящие впереди и сзади, при сильных колебаниях кузова, если статические прогибы передней и задней подвесок соответственно равны 20,6 см и 22,6 см?

Решение.

1. Определим частоту колебаний передней подвески: 
$$\omega_1 = \frac{5}{\sqrt{f_1}} = \frac{5}{\sqrt{20,6}} = 1,1 \text{ Гц.}$$

2. Определим частоту колебаний задней подвески: 
$$\omega_2 = \frac{5}{\sqrt{f_2}} = \frac{5}{\sqrt{22,6}} = 1,05 \text{ Гц.}$$

Вывод: расположение на задних сидениях меньше утомляет пассажиров, чем на передних.

Далее следует рассмотреть основные колебания, которым подвержен автомобиль при движении. Уясните, какие массы автомобиля относят к поддресоренным массам, какие к неподдресоренным, что такое приведенная жесткость подвески и для чего она рассчитывается. Изучите формулу, определяющую приведенную жесткость подвески автомобиля.

При движении автомобилю желательно обеспечить только подпрыгивание и свести на нет возможность возникновения галопирования. Для этого необходимо, чтобы центр тяжести автомобиля совпадал с его центром упругости. Уясните вывод формулы, описывающей условие, при котором такое явление случается.

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{b}{a}$$

где:  $c_1, c_2$  – приведенные жесткости передней и задней подвесок;

$a, b$  – расстояния от центра тяжести автомобиля до центров передней и задней осей.

Из этой формулы следует, что приведенные жесткости подвесок должны быть обратно пропорциональны координатам центра тяжести. В этом случае галопирование не возникает. В заключение рассмотрите влияние типа шин, конструкции подвесок на обеспечение плавности хода.

#### Вопросы для самопроверки.

1. Что называется плавностью хода автомобиля?
2. Какое влияние оказывает плавность хода на пассажиров, на перевозимый груз?
3. Какие основные критерии оценивают плавность хода автомобиля?
4. Что такое статический прогиб подвески?
5. Как влияет статический прогиб подвески на частоту колебаний автомобиля?
6. Назовите допустимые значения частоты колебаний автомобиля. Как будут чувствовать себя пассажиры, если частота колебаний будет ниже (выше) допустимых норм?
7. Какое влияние на пассажира оказывает увеличение скорости, ускорения колебаний автомобиля при повышении частоты колебаний?
8. Как определить статический прогиб подвески автомобиля?
9. Что называется приведенной жесткостью, как она определяется?
10. Назовите основные виды колебаний автомобиля. Чем вредно галопирование?
11. Каким образом можно уменьшить галопирование автомобиля?
12. Какое влияние на плавность хода автомобиля оказывают конструкция шин и подвески?

## Рекомендуемая литература

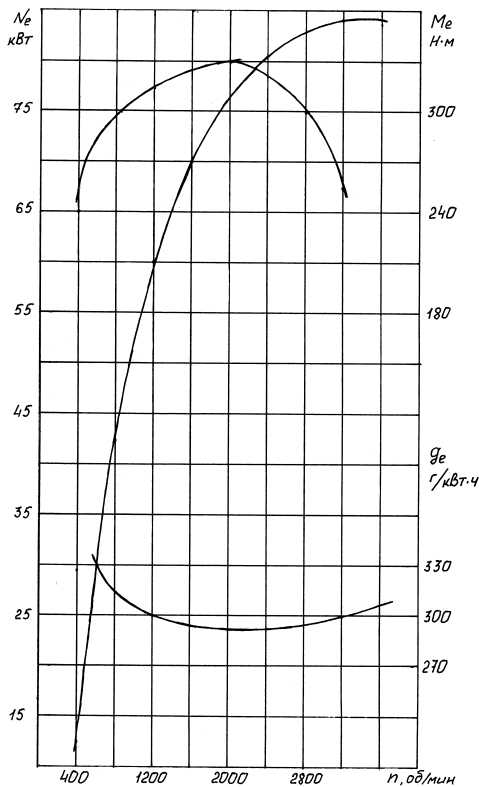
### Основная

1. Стуканов В.А.; Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014 г.

### Дополнительная

1. Иларионов В.А., Морин М.М., Сергеев Н.М.; Теория и конструкция автомобиля: учебник для автотранспортных техникумов. – М.: Машиностроение, 1985 г.
2. Умняшкин В.А., Сазонов В.В., Филькин Н.М.; Эксплуатационные свойства автомобиля: учебное пособие. – Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2002 г.
3. Чудаков Д.А.; Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1972 г.

### Вариант 1



1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), найти величины тяговой силы, мощности на колесах, потери мощности в трансмиссии, скорость автомобиля, если угловая скорость вращения колес 24 рад/с, передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,83 и 1,71; размер шин 8,25-20. Потери мощности в трансмиссии составляют 18%.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Автомобиль тормозит с замедлением  $8 \text{ м/с}^2$ , проходя тормозной путь 15 м. Определить начальную и конечную скорости автомобиля, а также время торможения, если сумма начальной и конечной скоростей торможения равна 35 м/с.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 4,5 т движется равномерно со скоростью 54 км/ч на 5-ой передаче, загруженный в первом случае на 20%, во втором – на 90%. Определить расход топлива автомобилем на 100 км пути, расход топлива в г на 1 т\*км в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль будет обладать лучшей топливной экономичностью.

Полная масса автомобиля 8350 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н}\cdot\text{с}^2 / \text{м}^4$ , ширина колеи 1,8 м, высота автомобиля 2,2 м, КПД трансмиссии 0,85, удельный эффективный расход топлива при

загрузке на 20% - 340 г/кВт·ч, на 90% - 300 г/кВт·ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Критическая скорость грузового автомобиля по заносу по горизонтальной дороге на повороте - 63 км/ч, отношение ширины колеи автомобиля к удвоенной высоте центра тяжести - 0,6. Найти, чему равна критическая скорость

этого автомобиля по опрокидыванию, если коэффициент сцепления шин с дорогой составляет 0,5. Пояснить причины заноса переднего и заднего мостов автомобиля. Каковы способы их устранения?

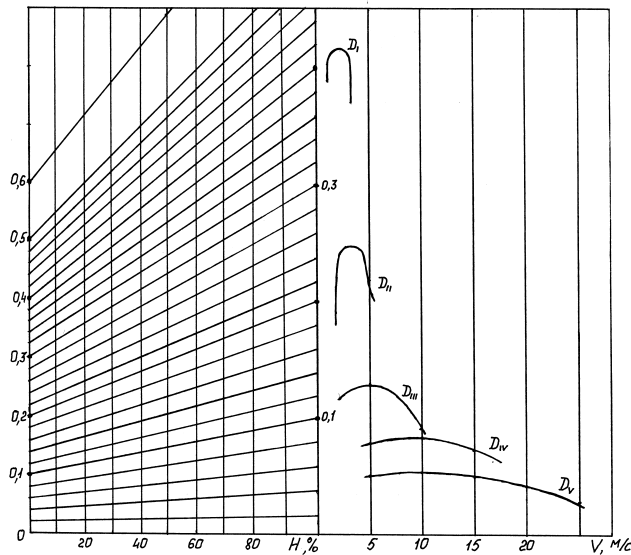


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

## Вариант 2

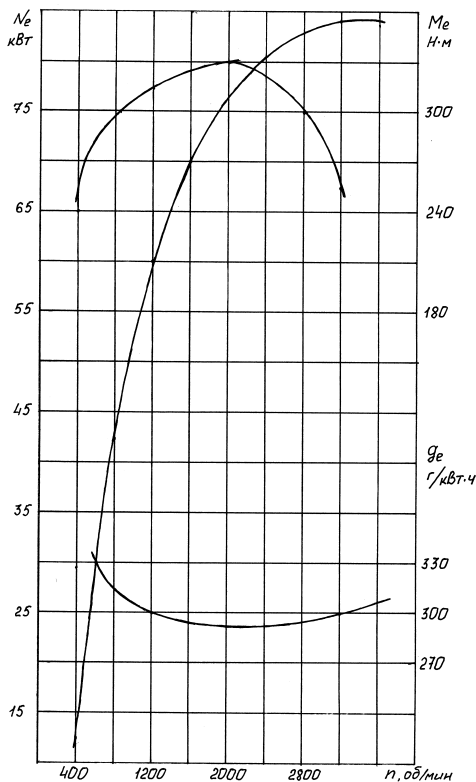


Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), найти величины тяговой силы, мощности на колесах, потери мощности в трансмиссии, скорость автомобиля, если угловая скорость вращения колес 20 рад/с, передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,83 и 1,71; размер шин 8,25-20. Потери мощности в трансмиссии составляют 16%.

2. Автомобиль тормозит с замедлением  $7 \text{ м/с}^2$ , проходя тормозной путь 20 м. Определить начальную и конечную скорости автомобиля, а также время торможения, если сумма начальной и конечной скоростей торможения равна 35 м/с.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 4,5 т движется равномерно со скоростью 72 км/ч на 5-ой передаче, загруженный в первом случае на 20%, во втором – на 90%. Определить расход топлива автомобилем на 100 км пути, расход топлива в г на 1 т\*км в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль будет обладать лучшей топливной экономичностью.

Полная масса автомобиля 8350 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$ , ширина колеи 1,8 м, высота автомобиля 2,2 м, КПД трансмиссии 0,85, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 20% - 350 г/кВт·ч, на 90% - 310 г/кВт·ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

## 4. Устойчивость автомобиля

Критическая скорость грузового автомобиля по заносу по горизонтальной дороге на повороте - 68 км/ч, отношение ширины колеи автомобиля к удвоенной высоте центра тяжести - 0,6. Найти, чему равна критическая скорость этого автомобиля по опрокидыванию, если коэффициент сцепления шин с дорогой составляет 0,6. Пояснить причины заноса переднего и заднего мостов автомобиля. Каковы способы их устранения?

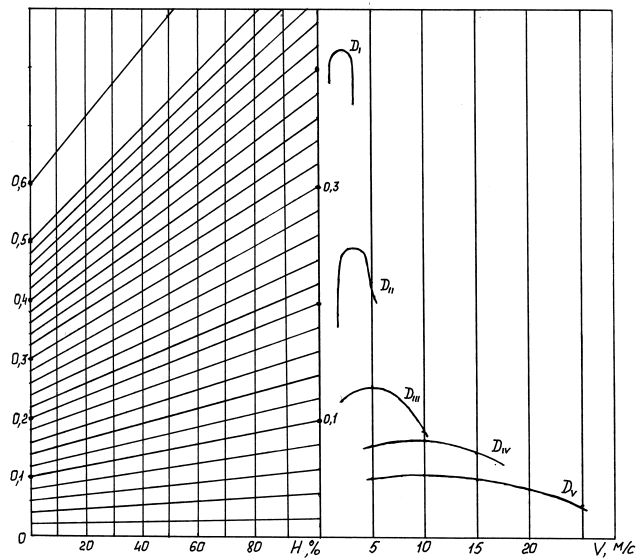
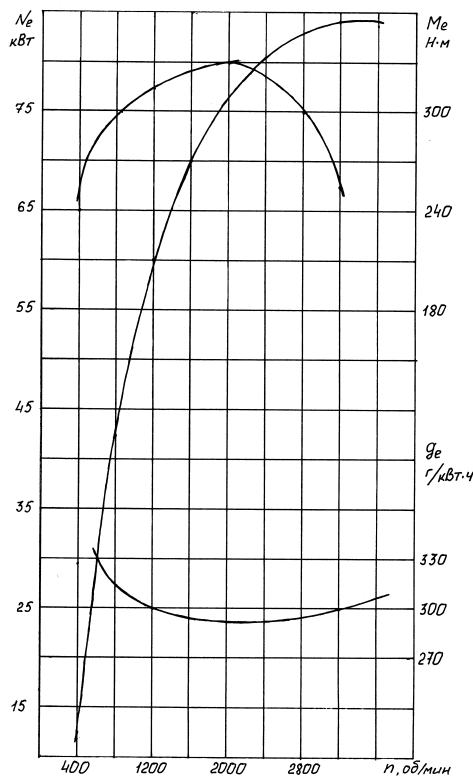


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 3



1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), найти величины тяговой силы, мощности на колёсах, потери мощности в трансмиссии, скорость автомобиля, если угловая скорость вращения колёс 21 рад/с, передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,83 и 1,71; размер шин 8,25-20. Потери мощности в трансмиссии 14%.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Автомобиль тормозится с замедлением  $5 \text{ м/с}^2$ , проходя тормозной путь 20 м. Определить начальную и конечную скорости автомобиля, а также время торможения, если сумма начальной и конечной скоростей торможения равна 35 м/с.

3. Грузовой автомобиль грузоподъёмностью 4,5 т движется равномерно со скоростью 54 км/ч на 5-й передаче, загруженный в первом случае на 30%, во втором – на 90%.

Определить расход топлива автомобилем на 100 км пути, расход топлива в г на  $1 \text{ т} \cdot \text{км}$  в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль будет обладать лучшей топливной экономичностью. Полная масса автомобиля 8350 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ , ширина колеи 1,8 м, высота автомобиля 2,2 м, КПД трансмиссии 0,85, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 30% - 345 г/кВт\*ч, на 90% - 305 г/кВт\*ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Определить силу сцепления колес автомобиля с дорогой, а также величины возникающих боковых сил, перпендикулярных продольной оси автомобиля, движущегося на повороте с критической скоростью по заносу в сторону уклона, если известно, что угол поперечного уклона дороги  $10^\circ$ , радиус поворота 50 м, масса автомобиля 13000 кг, коэффициент сцепления 0,6.

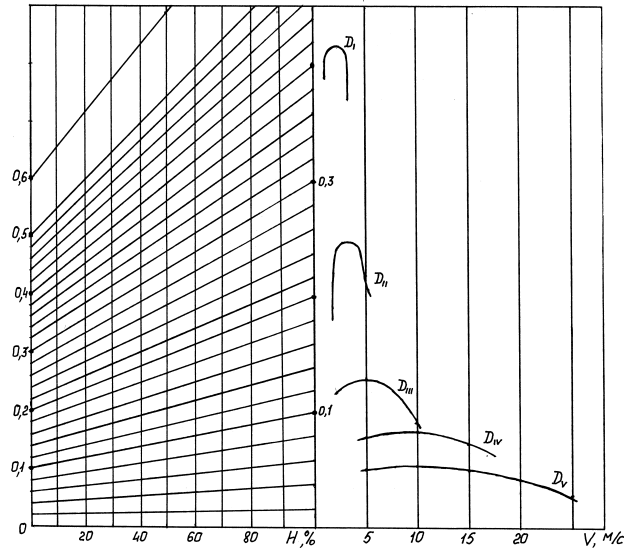


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

#### Вариант 4

1. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти мощность на ведущих колесах автомобиля, если автомобиль, полная масса которого 8,2 т движется равномерно по грунтовой дороге (коэффициент сопротивления качению 0,03) на подъем 4°. Фактор обтекаемости автомобиля  $3 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ , грузоподъемность 5 т, фактически перевозимый груз составляет 4 т.

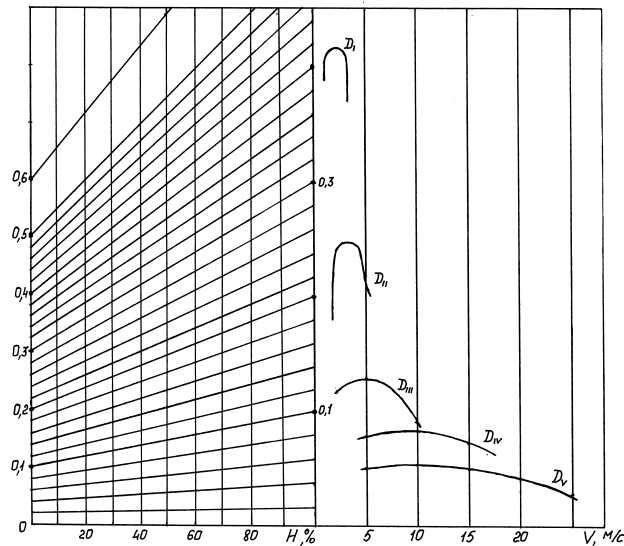


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Найти начальную скорость автомобиля перед торможением, а также величину замедления. Конечная скорость автомобиля - 36 км/ч, длина тормозного пути 12 м. Дорога характеризуется подъемом 8%. Коэффициенты сцепления, сопротивления качению, эксплуатационного состояния тормозов соответственно равны 0,7, 0,02, 1,5.

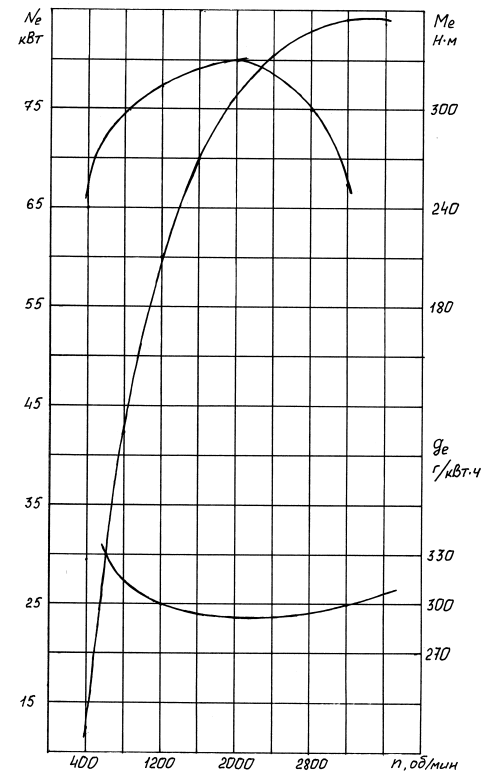
3. Автомобиль грузоподъемностью 4 т движется на прямой передаче ( $U_{к1} = 1$ ), мощность на ведущих колеса 61 кВт. Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче ( $U_{к2} = 1,69$ ), мощность на ведущих колесах 52 кВт.

Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший расход топлива в г на 1 т\*км, если известно, что коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 1, радиус качения колеса 0,46 м, передаточное число главной передачи 6,83, КПД трансмиссии 0,83. При расчете использовать внешнюю скоростную характеристику (рис.2).

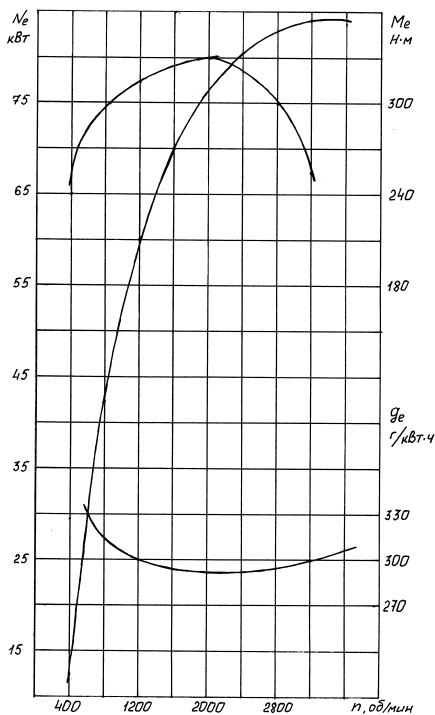
Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 4. Устойчивость автомобиля

Автомобиль движется прямо по дороге с поперечным уклоном. Определить опрокидывающий и восстанавливающий моменты, действующие на автомобиль, и на основании этого сделать вывод относительно его устойчивости. Возникающая боковая сила равна 3,8 т, масса автомобиля 5,77 т, высота центра тяжести 0,9 м, ширина колеи 1,8 м. Сможет ли автомобиль противостоять заносу, если  $\varphi_y = 0,6$ ?



### Вариант 5



1. Мощность на колесах автомобиля 60 кВт, КПД трансмиссии 0,8, передаточное число трансмиссии 6,45. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), определить скорость движения автомобиля, мощность, теряемую в трансмиссии, частоту вращения колес, тяговую силу и момент на колесах, если размер шин 260-20.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Определить начальную скорость движения автомобиля перед торможением, если известно, что конечная скорость 20 км/ч, тормозной путь 40 м, масса автомобиля 1,87 т, тормозная сила на колесах 7,33 кН. Найти покрытие и состояние дорожного полотна, если коэффициент технического состояния тормозов равен 1,4.

3. Автомобиль грузоподъемностью 8 т движется, на 5-й передаче с угловой скоростью коленчатого вала двигателя 178,5 рад/с.

Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 4-й передаче с тяговым моментом на ведущих колесах  $M_T = 3500$  Н·м. Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т\*км. Удельный расход эффективный расход топлива для автомобиля равен 214 г/кВт\*ч, для автопоезда - 228 г/кВт\*ч, КПД трансмиссии 0,8, передаточное число трансмиссии автомобиля 5,1, у автопоезда - 7,73, радиус качения колес 0,5 м, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 1. При

решении задачи использовать тяговую характеристику задания.

#### 4. Устойчивость автомобиля

Легковой автомобиль, масса которого 1,3 т, ширина колеи 1,3 м. движется прямо по дороге с критическим поперечным уклоном по опрокидыванию. Найти этот угол уклона, если опрокидывающий момент, действующий на автомобиль, равен 6500 Нм. Произойдет ли занос автомобиля, если коэффициент сцепления колес с дорогой  $\varphi = 0,35$ ?

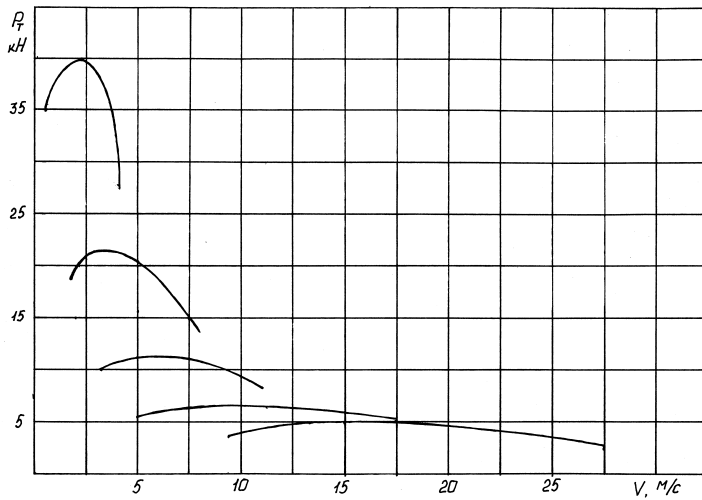


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

### Вариант 6

1. Мощность на колесах автомобиля 56 кВт, КПД трансмиссии 0,8, передаточное число трансмиссии 6,45. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), определить скорость движения автомобиля, мощность, теряемую в трансмиссии, частоту вращения колес, тяговую силу и момент на колесах, если размер шин 260-20.

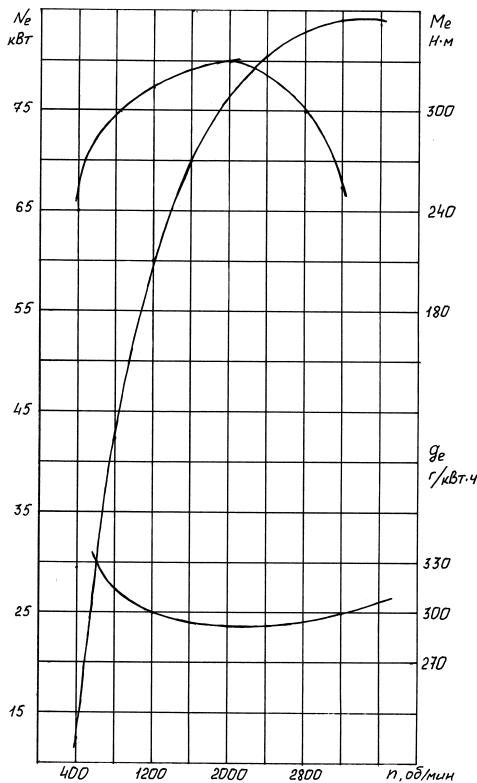


Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Определить начальную скорость движения автомобиля перед торможением, если известно, что конечная скорость 25 км/ч, тормозной путь 40 м, масса автомобиля 1,57 т, тормозная сила на колесах 7 кН. Найти покрытие и состояние дорожного полотна, если коэффициент технического состояния тормозов равен 1,4.

3. Автомобиль грузоподъемностью 8 т движется, на 5-й передаче с угловой скоростью коленчатого вала двигателя 178,5 рад/с.

Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 4-й передаче с тяговым моментом на ведущих колесах  $M_T = 3500 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т\*км. Удельный эффективный расход топлива для автомобиля равен 210 г/кВт\*ч, для автопоезда - 230 г/кВт\*ч, КПД трансмиссии 0,85, передаточное число трансмиссии автомобиля 5,1, у автопоезда - 7,73, радиус качения колес 0,5 м, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 1. При решении задачи использовать тяговую характеристику задания.

4. Устойчивость автомобиля

Легковой автомобиль, масса которого 1,34 т, ширина колеи 1,35 м. движется прямо по дороге с критическим поперечным уклоном по опрокидыванию. Найти этот угол уклона, если опрокидывающий момент, действующий на автомобиль, равен 6300 Н·м. Произойдет ли занос автомобиля, если коэффициент сцепления колес с дорогой  $\varphi=0,31$ ?

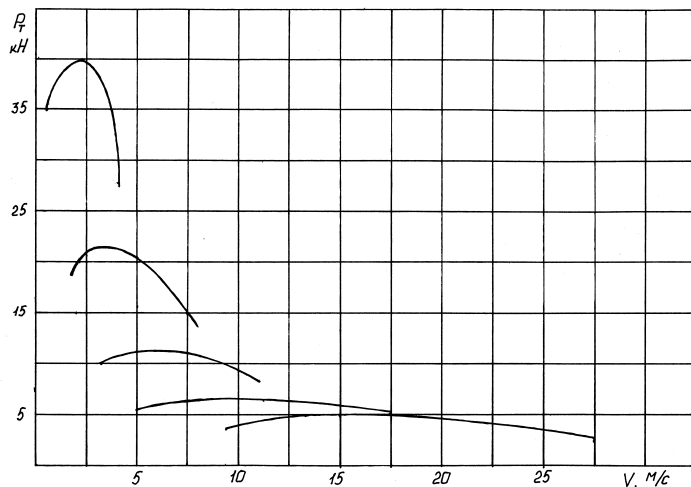


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

### Вариант 7

1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), определить мощность, теряемую в трансмиссии и передаваемую на колеса автомобиля, скорость его движения и частоту вращения колес. Крутящий момент на колесах равен  $3,7 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , передаточное число коробки передач 2,29, главной передачи 6,45, КПД трансмиссии 0,83, размер шин 260-20.

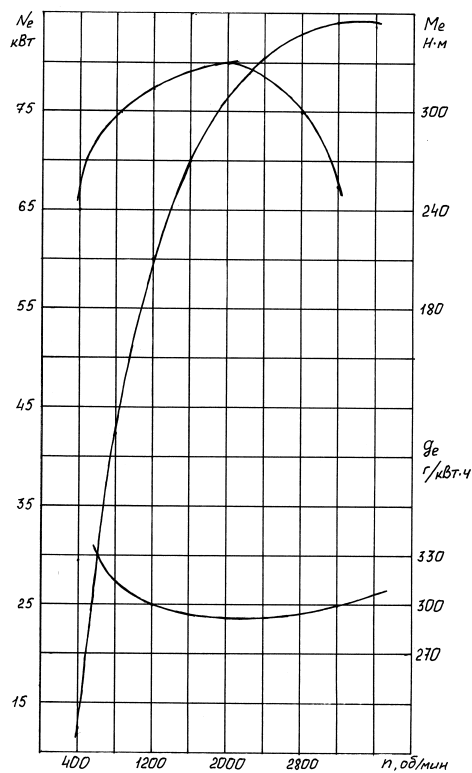


Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика автомобиля

2. Автомобиль затормаживается на горной дороге, коэффициент сцепления и коэффициент сопротивления качению которого равны 0,6 и 0,022. Замедление равно  $3,3 \text{ м/с}^2$  при снижении скорости на 10 м/с. Определить уклон дороги, по которой происходит торможение, и время торможения, если коэффициент эксплуатационного состояния тормозов равен 1,1.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 4,2 т движется равномерно по дороге, коэффициент дорожного сопротивления которой 0,05, загруженный в первом случае на 100%, во втором - на 30%.

Определить, при какой загрузке работа автомобиля будет экономичнее (найдите путевой и рабочий расходы топлива), если известно, что полная масса автомобиля 8525 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н}\cdot\text{с/м}^4$ , высота автомобиля 2,1 м, ширина колеи 1,82, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 100% - 300 г/кВт·ч, на 30% - 330 г/кВт·ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Рассчитать силы сцепления и определить величины боковых сил, перпендикулярных продольной оси автомобиля, движущегося на повороте со скоростью 10 м/с в сторону, противоположную уклону, если известно, что угол поперечного уклона  $16^\circ$ , радиус поворота 50 м, масса автомобиля 7000 кг, коэффициент сцепления 0,7. При решении задачи изобразить схему автомобиля на повороте и показать действующие на него силы и реакции. На основании сравнения рассчитанных сил сделать вывод, сохранит ли автомобиль устойчивость по заносу.



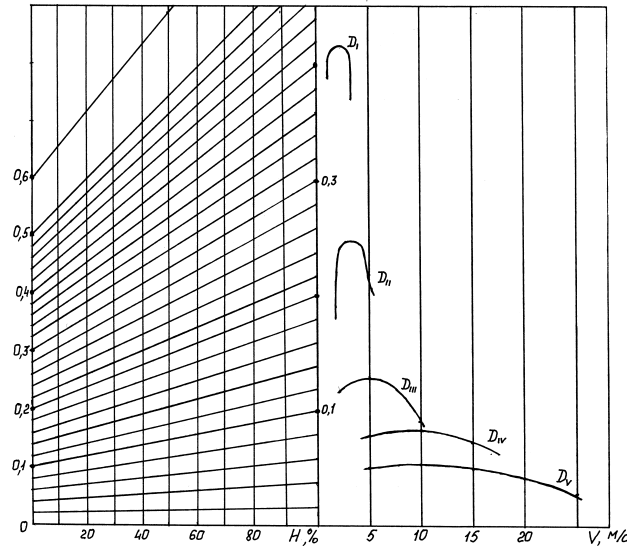
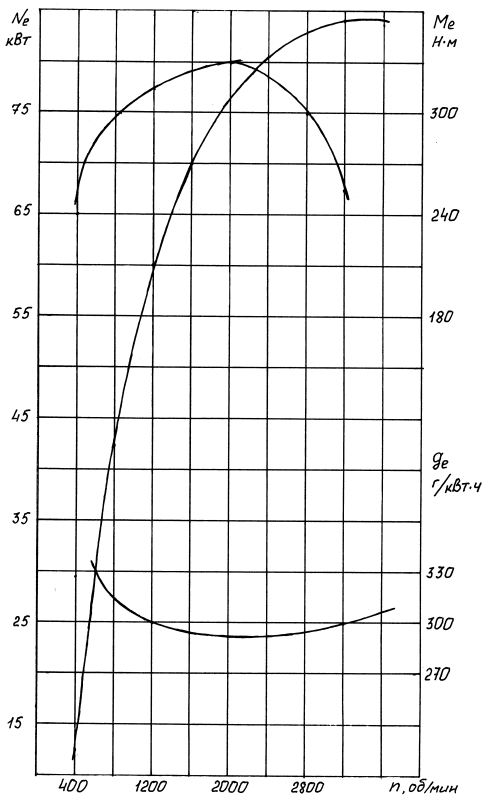


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 8



1. Найти тяговую силу на колесах автомобиля и скорость его движения на прямой передаче, если в трансмиссии, КПД которой 0,85, теряется 12 кВт мощности. Частота вращения колес 265 об/мин, размер шин 260-20. При решении использовать внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1).

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Найти при торможении автомобиля начальную и конечную скорости, время торможения, если известно, что дорога мокрая, коэффициент сцепления 0,6. Автомобиль спускается по дороге с уклоном 14%; коэффициент эксплуатационного состояния тормозов 1,4, величина тормозного пути равна 24 м, а начальная скорость больше конечной в 1,5 раза. Коэффициент сопротивления качению 0,02.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 4,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент сопротивления которой 0,087, со скоростью 15 м/с на 5-й передаче.

После догрузки автомобиля скорость его осталась прежней, но водитель вынужден был включить 4-ю передачу. Определить расход топлива автомобилем на 100 км пути, расход топлива в г на 1т\*км в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль обладает лучшей топливной экономичностью. Полная масса автомобиля 8200 кг; коэффициент сопротивления воздуха 0,7 Н·с<sup>2</sup> /м<sup>4</sup>; ширина колеи 1,75 м, высота автомобиля 2,2 м; КПД трансмиссии 0,82; удельный эффективный расход топлива при движении на 5-й передаче 340 г/кВт·ч, на 4-й - 310 г/кВт·ч. При

решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Автомобиль, масса которого 11000 кг движется прямо по дороге с поперечным уклоном. Определить угол поперечного уклона дороги и величину опрокидывающего момента, действующего на автомобиль, если известно, что ширина колеи 1,8 м, высота центра тяжести 1,45 м, а опрокидывающий момент у автомобиля в 1,4 раза меньше восстанавливающего.

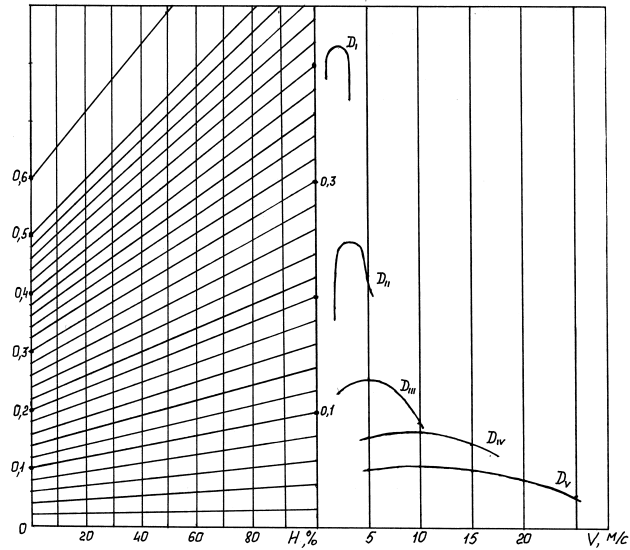
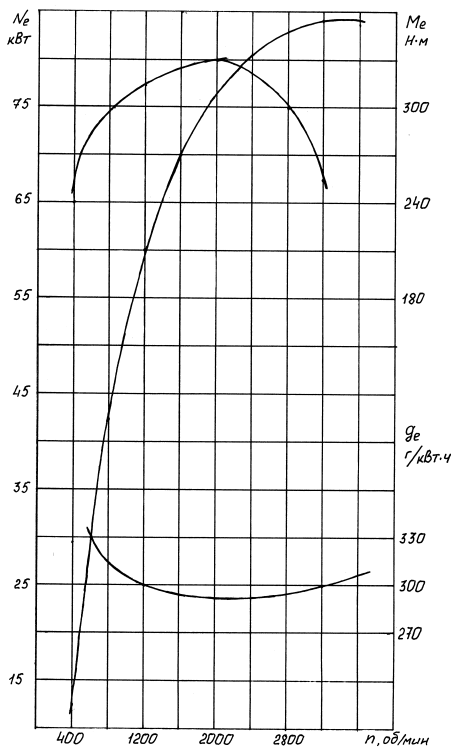


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 9



1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1), найти мощность двигателя и тяговую силу на колесах автомобиля, если автомобиль движется на прямой передаче со скоростью 67 км/ч. Передаточное число главной передачи 6,45, размер шин 260-20, а мощность двигателя на 15% больше мощности на колесах.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Автомобиль массой 10 т, движущийся со скоростью 70 км/ч начинает торможение, в результате которого до полной остановки он проходит тормозной путь 50 м. Определить, какой должна быть тормозная сила на колесах автомобиля, а также состояние дороги и её покрытие.

3. Автомобиль грузоподъемностью 7 т движется на 4-й передаче с максимальной скоростью. Автопоезд на базе этого автомобиля движется с максимальной тяговой силой, но на 3-й передаче.

Определить минимальную грузоподъемность прицепа автопоезда, который бы обеспечивал большую, чем у одиночного автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т\*км выполненной работы, если известно, что удельный эффективный расход топлива у обеих транспортных единиц 230 г/кВт\*ч, КПД трансмиссии 0,8, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,9 и 0,86. При расчетах использовать тяговую характеристику (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Найти значение боковой силы при повороте автомобиля на горизонтальной дороге, если он движется с критической скоростью по опрокидыванию, вес автомобиля 23 кН, высота центра тяжести 1,4 м, ширина колеи 2 м. Сможет ли автомобиль сохранить свою устойчивость, если дорога изменится и коэффициент сцепления будет равен 0,6?

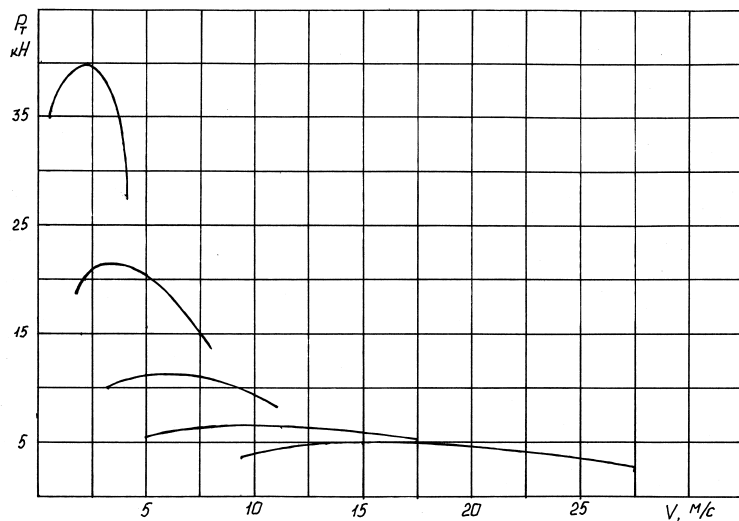


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

### Вариант 10

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), определить частоту вращения коленчатого вала и мощность двигателя. Крутящий момент двигателя 340 Н·м; передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,45 и 2,3, размер шин 8,25-20, КПД трансмиссии 0,82.

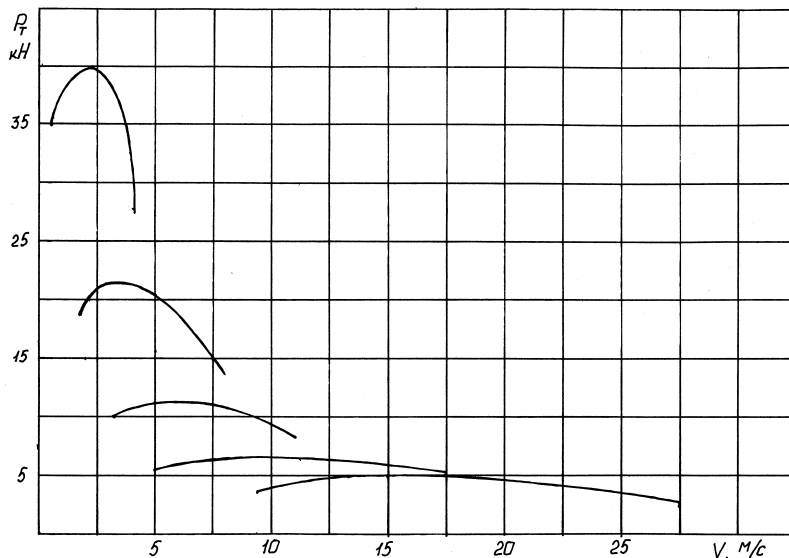


Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Найти время торможения автомобиля, величину уклона дороги, если скорость при замедлении  $3,8 \text{ м/с}^2$  снизилась на 10 м/с. Торможение происходит на гористой дороге, коэффициенты сцепления и сопротивления качению соответственно равны 0,6 и 0,018, коэффициенты учета вращающихся масс и эксплуатационного состояния тормозов равны 1,1 и 1,2.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 6,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент сопротивления которой 0,10, загруженный в первом случае на 85%, во втором - на 30%.

Определить, при какой загрузке работа автомобиля будет экономичнее (найдите путевой и рабочий расходы топлива), если известно, что полная масса автомобиля 11000 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$ , высота автомобиля 2 м, ширина колеи 1,82 м, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 85% - 306 г/кВт·ч, на 30% - 340 г/кВт·ч. КПД трансмиссии - 0,85. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

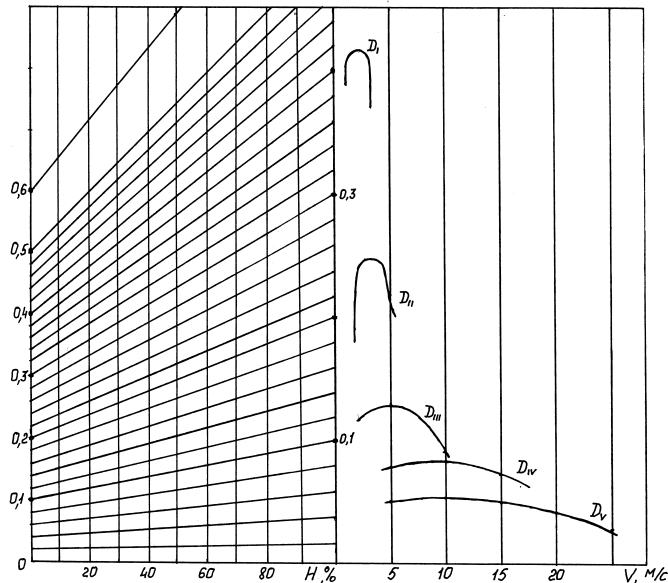
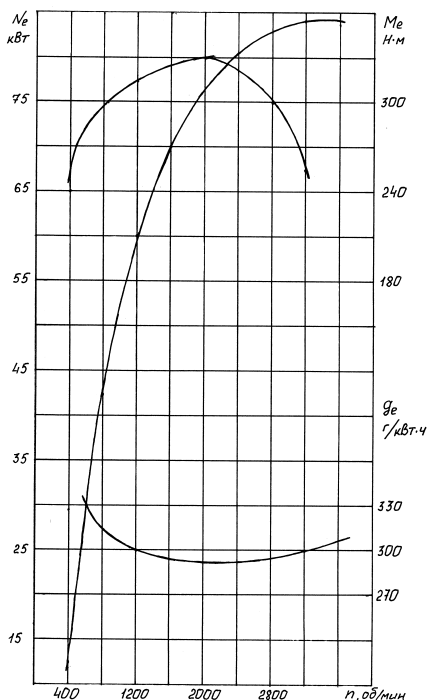


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

#### 4. Устойчивость автомобиля

Автомобиль движется по дороге ( $\varphi = 0,55$ ), радиус поворота которой 27 м, со скоростью 36 км/ч. Какую дополнительную силу нужно приложить к автомобилю, чтобы он потерял устойчивость, если масса 2 т, ширина колеи 1,6 м, высота центра тяжести 1,2 м? Объяснить причины заноса автомобилей и влияние конструкций автомобиля на его устойчивость против заноса.

### Вариант 11



1. Используя внешнюю скоростную характеристику (рис.1), определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля, если их угловая скорость равна 28 рад/с; передаточное число трансмиссии 9,5; размер шин 260-20; потери мощности в трансмиссии составляют 15%.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

2. Тормозной путь автомобиля согласно техническим данным должен быть равным 42,6 м при его торможении от скорости 80 км/ч до полной остановки. Определить состояние и покрытие дороги, по которой должно производиться торможение, если коэффициент состояния тормозов равен 1,3.

3. Автомобиль грузоподъемностью 7,5 т движется на 4-й передаче ( $U_k = 1$ ), а крутящий момент двигателя равен 481,5 Н·м. Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче, крутящий момент на ведущих колесах автомобиля 4800 Н·м.

Определить минимальную грузоподъемность прицепа автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т\*км, если известно, что удельные эффективные расходы топлива для автомобиля и автопоезда соответственно равны 210 г/кВт\*ч и 204 г/кВт\*ч. КПД

трансмиссии 0,86, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,8 и 1. Радиус качения колеса 0,48 м, передаточное число главной передачи 6,45. При расчете использовать тяговую характеристику (рис.2).

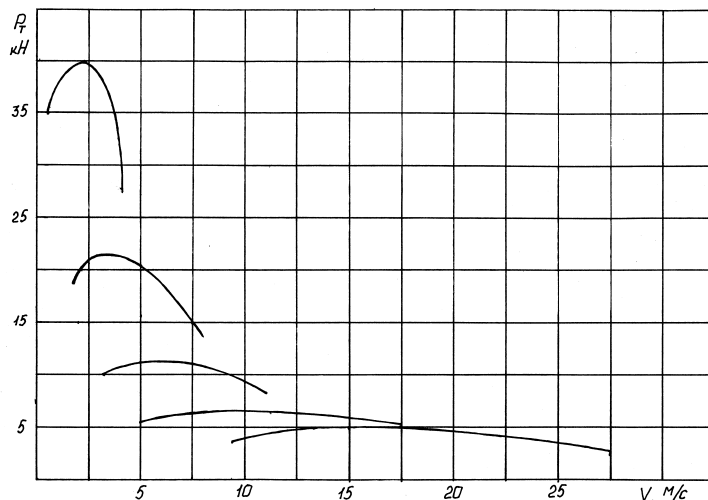


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Сохранит ли автомобиль с шириной колеи 1,8 м и высотой центра тяжести 1,3 м свою устойчивость, если он движется на повороте горизонтальной дороги (коэффициент сцепления 0,6), причем вес автомобиля в 1,5 раза больше боковой силы? Описать влияние конструктивных факторов автомобиля на его устойчивость.

### Вариант 12

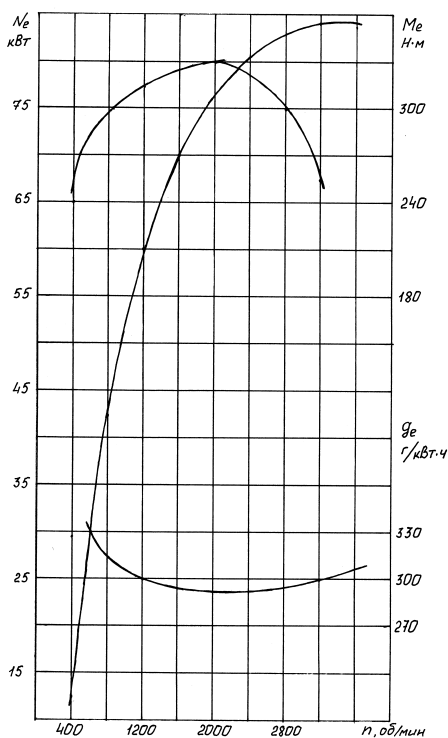


Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

1. Определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля, если угловая скорость колес равна 42 рад/с. Движение происходит на прямой передаче, потери мощности двигателя в трансмиссии составляют 16%, передаточное число главной передачи 6,45, размер шин 8,25-20. При решении использовать внешнюю скоростную характеристику двигателя (рис.1).

2. Определить величину уклона при торможении автомобиля, а также рассчитать, на подъем или спуск идет автомобиль, если замедление автомобиля равно  $6,0 \text{ м/с}^2$ . Коэффициенты эксплуатационного состояния тормозов, сцепления, сопротивления качению соответственно равны 1,2; 0,8; 0,02.

3. Определить, как изменится производительность автомобиля грузо-подъемностью 10 т, его путевой и рабочий расходы топлива, если он движется на 3-й передаче ( $U_k = 1,79$ ), а частота вращения коленвала двигателя снизилась с 210 рад/с до 175 рад/с, удельный эффективный расход топлива снизился с 243 г/кВт·ч до 235 г/кВт·ч.

Коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,9 и 0,95, КПД трансмиссии 0,87, передаточное число главной передачи 7,73, радиус качения колеса 0,53 м, плотность топлива 0,8 кг/л. При расчете использовать тяговую характеристику (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Определить, что произойдет раньше, занос или опрокидывание автомобиля, который движется на повороте по горизонтальной дороге. Ширина колеи автомобиля 1,6 м, высота центра тяжести 1,1 м, коэффициент сцепления шин с дорогой 0,15. Укажите причины, вызывающие занос автомобиля. Найти также критическую скорость автомобиля по заносу, если критическая скорость по опрокидыванию 19 м/с.

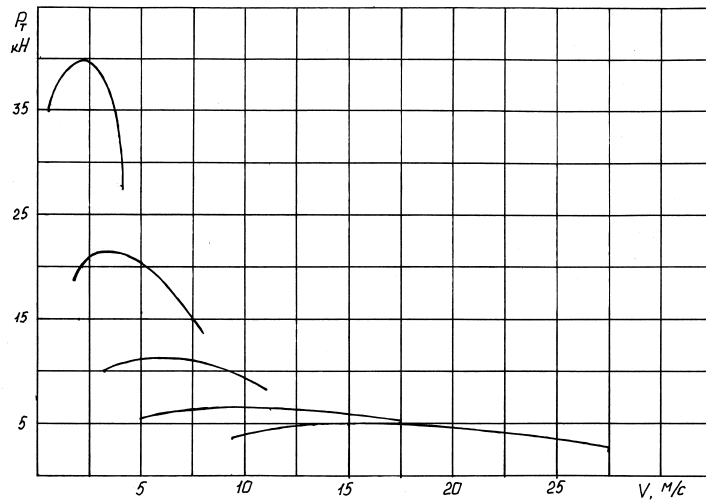


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

### Вариант 13

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), определить частоту вращения коленчатого вала и мощность двигателя. Крутящий момент двигателя 350 Н·м, передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,45 и 2,3, размер шин 8,25-20, КПД трансмиссии 0,84.

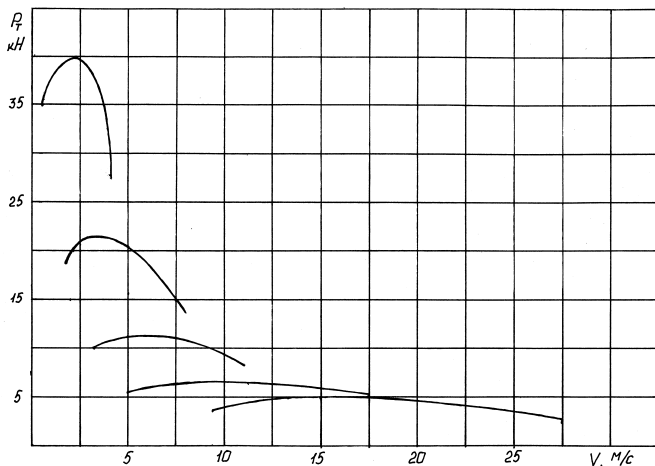


Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Найти время торможения автомобиля, величину уклона дороги, если скорость при замедлении 3,6 м/с<sup>2</sup> снизилась на 12 м/с. Торможение происходит на гористой дороге, коэффициенты сцепления и сопротивления качению соответственно равны 0,65 и 0,021, коэффициенты учета вращающихся масс и эксплуатационного состояния тормозов равны 1,1 и 1,3.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 6,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент дорожного сопротивления которой 0,11, загруженный в первом случае на 100% во втором - на 40%.

Определить, при какой загрузке работа автомобиля будет экономичнее (найдите путевой и рабочий расходы топлива), если известно, что полная масса автомобиля 11000 кг, коэффициент сопротивления воздуха 0,7 Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>, высота автомобиля 2 м, ширина колеи 1,82, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 100% - 300 г/кВт·ч, на 40% - 330 г/кВт·ч. КПД трансмиссии - 0,85. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4 Устойчивость автомобиля

Автомобиль движется по дороге, радиус поворота которой 32 м, со скоростью 14 м/с. Какую дополнительную боковую силу нужно приложить к автомобилю, чтобы он потерял устойчивость, если масса автомобиля 2,4 т, ширина колеи 1,8 м, высота центра тяжести 1,4 м? Дорога асфальтобетонная, коэффициент сцепления 0,7.

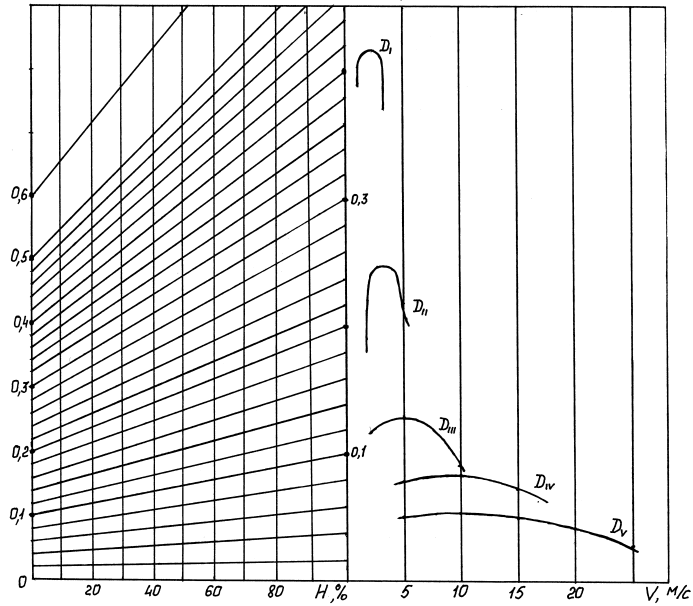


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

#### Вариант 14

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), определить мощность и крутящий момент двигателя, а также частоту вращения колес. Мощность двигателя на 18% больше мощности на колесах, крутящий момент на колесах равен  $8,7 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ; передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,45 и 4,1, размер шин 12-20.

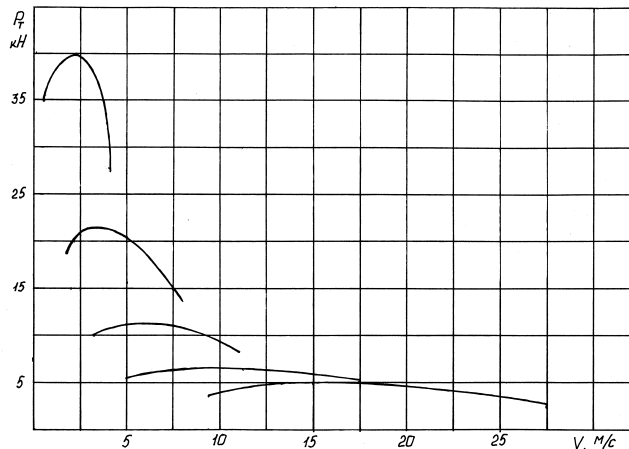


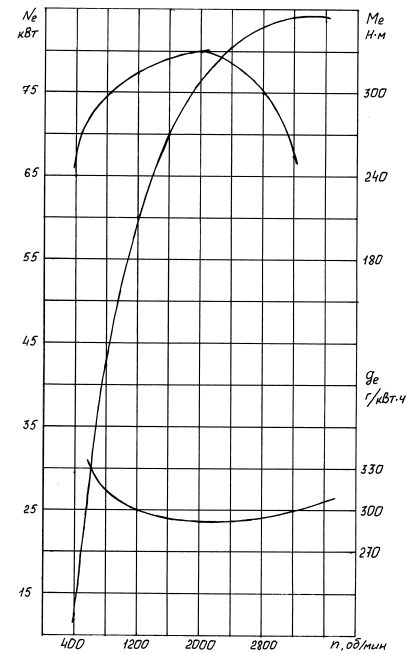
Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Грузовой автомобиль движется со скоростью 30 м/с, затем происходит его торможение по сухому асфальтобетонному шоссе ( $\varphi_x = 0,7$ ;  $f = 0,02$ ) на протяжении 25 м. Дальнейшее торможение осуществляется по мокрой гравийной дороге ( $\varphi_x = 0,4$ ;  $f = 0,024$ ) до скорости 30 км/ч. Определить общий тормозной путь автомобиля, если коэффициент эксплуатационного состояния тормозов 1,4.

3. Автомобиль грузоподъемностью 5 т движется на 4-й передаче ( $U_k = 1$ ). Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче ( $U_k = 1,69$ ).

Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на  $1 \text{ т}\cdot\text{км}$  совершенной работы, если известно, что угловые скорости вращения колес автомобиля и автопоезда соответственно равны 40 рад/с и 24 рад/с, радиус качения колеса 0,46 м, передаточное число главной передачи 6,45, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега - 0,95 и 1. При расчетах использовать скоростную характеристику (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя



### Вариант 15

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), найти мощность и крутящий момент двигателя, если частота вращения коленчатого вала 2800 об/мин; мощность двигателя в 5 раз больше мощности, теряемой в трансмиссии; размер шин 12-20; передаточное число трансмиссии 6,45.

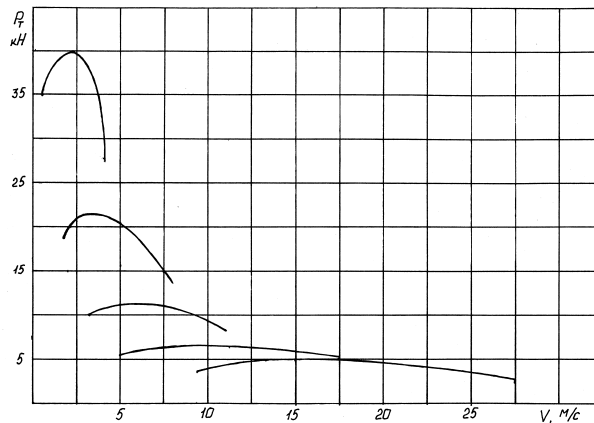


Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Легковой автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, резко тормозит. Определить максимальные тормозные силы на передних и задних колесах автомобиля, если коэффициент сцепления 0,7, высота центра тяжести автомобиля 1,12 м, его масса 1860 кг, база автомобиля 2,8 м, расстояние от центра тяжести до центра задних колес 1,3 м.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 6,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент дорожного сопротивления которой 0,08, со скоростью 18 км/ч на 4-й передаче. После догрузки автомобиль продолжал двигаться с той же скоростью, но на 3-й передаче. Определить расход топлива в г на 1 т·км в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль обладает лучшей топливной экономичностью.

Полная масса автомобиля 11200 кг; коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ; ширина колеи 1,85 м; высота автомобиля 2,2 м; КПД трансмиссии 0,83; удельный эффективный расход топлива при движении на 4-й передаче - 340 г/кВт·ч, на 3-й - 330 г/кВт·ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Определить величины возникающих боковых сил, перпендикулярных продольной оси автомобиля, движущегося с критической скоростью 20 м/с по опрокидыванию на повороте в сторону уклона, если известно, что угол поперечного уклона дороги  $12^\circ$ , радиус поворота 32 м, масса автомобиля 7000 кг, ширина колеи автомобиля 1,6 м, высота



центра тяжести 1,25 м. При решении задачи изобразить схему автомобиля на повороте и показать действующие на него силы и реакции.

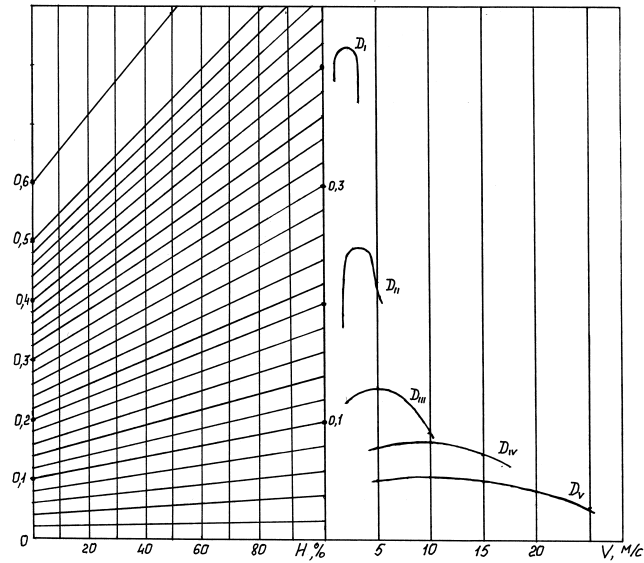


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 16

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), найти мощность и крутящий момент двигателя, если частота вращения коленчатого вала 2800 об/мин; мощность двигателя в 6 раз больше мощности, теряемой в трансмиссии; размер шин 12-20; передаточное число трансмиссии 6,45.

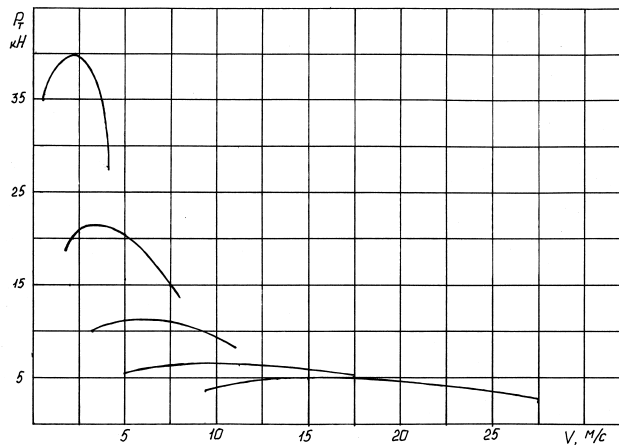


Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Легковой автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, резко тормозит. Определить максимальные тормозные силы на передних и задних колесах автомобиля, если коэффициент сцепления 0,6, высота центра тяжести автомобиля 1,0 м, его масса 1560 кг, база автомобиля 2,8 м, расстояние от центра тяжести до центра задних колес 1,3 м.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 6,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент дорожного сопротивления которой 0,09, со скоростью 36 км/ч на 4-й передаче. После догрузки автомобиль продолжал двигаться с той же скоростью, но на 3-й передаче. Определить расход топлива в г на 1 т·км в обоих случаях движения и сделать вывод, при какой загрузке автомобиль обладает лучшей топливной экономичностью.

Полная масса автомобиля 11500 кг; коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ; ширина колеи 1,85 м; высота автомобиля 2,2 м; КПД трансмиссии 0,85; удельный эффективный расход топлива при движении на 4-й передаче - 336 г/кВт·ч, на 3-й - 324 г/кВт·ч. При решении задачи использовать номограмму задания (рис.2).

4. Устойчивость автомобиля

Определить величины возникающих боковых сил, перпендикулярных продольной оси автомобиля, движущегося с критической скоростью 25 м/с по опрокидыванию на повороте в сторону уклона, если известно, что угол попе-

речного уклона дороги  $16^\circ$ , радиус поворота 35 м, масса автомобиля 7000 кг, ширина колеи автомобиля 1,6 м, высота центра тяжести 1,2 м. При решении задачи изобразить схему автомобиля на повороте и показать действующие на него силы и реакции.

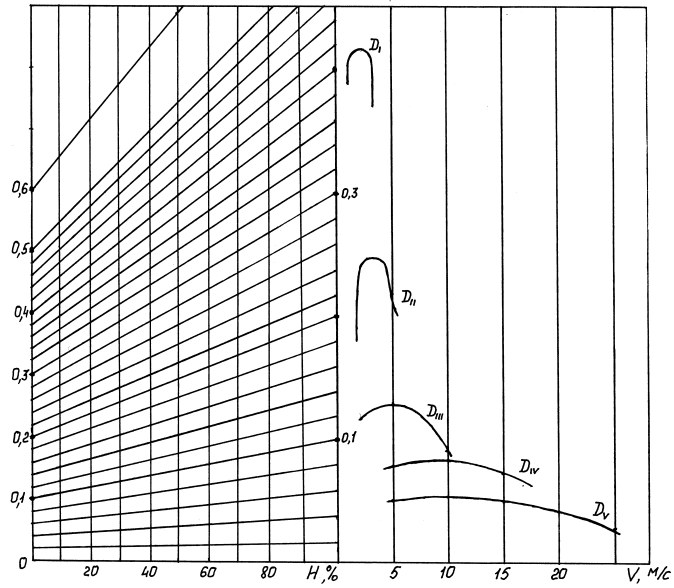


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 17

1. Автомобиль, полная масса которого 8,15 т, движется равномерно со скоростью 21 м/с по дороге, характеризующейся подъемом 3% и коэффициентом сопротивления качению 0,02. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти величину мощности, теряемую в трансмиссии, если грузоподъемность автомобиля 5 т, фактор обтекаемости  $3,02 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ , а мощность двигателя в 5,6 раза больше мощности, теряемой в трансмиссии.

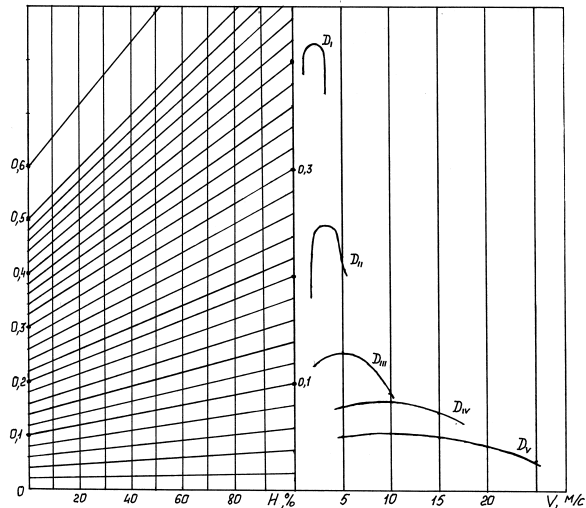


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Автомобиль массой 2,4 т тормозит на горизонтальной дороге так, что тормозной путь составил 20 м. Определить конечную скорость автомобиля, если начальная скорость равнялась 88 км/ч, а тормозная сила на колесах составила 12,1 кН. Найти покрытие и состояние дорожного полотна. Коэффициент эксплуатационного состояния тормозов принять равным 1,4. Величиной коэффициента сопротивления качению пренебречь.

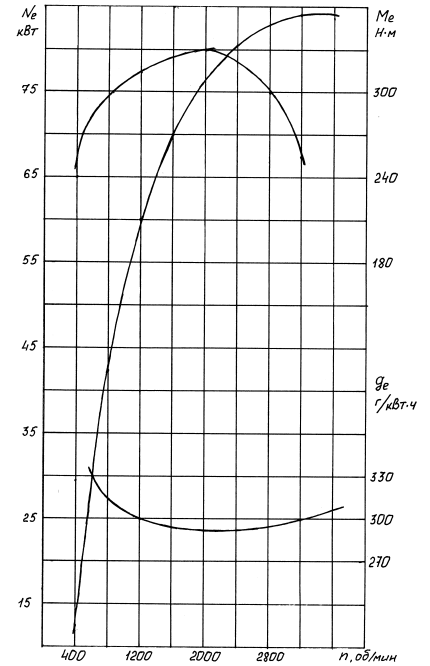
3. Автомобиль грузоподъемностью 6 т движется на прямой передаче ( $U_k = 1$ ) с тяговой силой на колесах 2910 Н. Автопоезд на базе этого автомобиля грузоподъемностью 15 т движется на 4-й передаче ( $U_k = 1,5$ ) со скоростью 50

км/ч. Определить рабочие расходы топлива в г на 1 т·км совершенной работы, производительность тран-портных единиц, если известно, что коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,8, КПД трансмиссии 0,87, радиус качения колеса 0,48 м, передаточное число главной передачи 6,45. При расчете использовать внешнюю скоростную характеристику задания (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

4. Устойчивость автомобиля

Автомобиль, масса которого 12000 кг, ширина колеи 1,6 м, высота центра тяжести 1,45 м, выезжает на прямую дорогу, которая характеризуется коэффициентом сцепления 0,5 и поперечным уклоном. Сможет ли автомобиль сохранить устойчивость, если боковая составляющая силы тяжести будет в два раза меньше вертикальной составляющей? Определить значение опрокидывающего и восстанавливающего моментов, силы сцепления и на основании этого сделать необходимый вывод.



Вариант 18

1. Используя тяговую характеристику автомобиля (рис.1), найти мощность двигателя, мощность и крутящий момент на колесах автомобиля. Крутящий момент двигателя, выраженный в Н·м, больше мощности двигателя, выраженной кВт, в 3,5 раза; причем эта мощность в 1,3 раза превышает мощность на колесах. Размер шин 260-20, передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,45 и 2,3. Автомобиль движется на 3-й передаче.

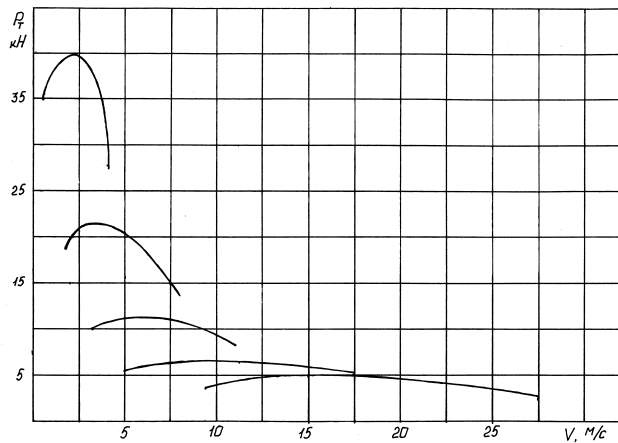


Рисунок 1. Тяговая характеристика автомобиля

2. Автомобиль затормаживается, при этом его скорость за 3 с снижается на 36 км/ч. Определить уклон дороги и его направление по отношению к движущемуся автомобилю, а также его замедление, если коэффициент сцепления 0,6, коэффициент сопротивления качению 0,021, коэффициент технического состояния тормозов 1,3. Каким будет время торможения, если уклон будет направлен в другую сторону по отношению к движущемуся автомобилю?

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 5 т движется равномерно на 3-й передаче со скоростью 18 км/ч. Определить расход топлива автомобилем на 100 км пути, расход топлива в г на 1 т·км при загрузке автомобиля на 90% и 60% и сделать вывод, в каком случае автомобиль обладает лучшей топливной экономичностью. Полная масса автомобиля 9,8 т, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н·с}^2/\text{м}^4$ , ширина колеи 1,75, высота автомобиля 2,2 м. Удельный эффективный расход топлива в обоих случаях равен 320 г/(кВт·ч). КПД трансмиссии 0,84. При решении задачи использовать номограмму нагрузок (рис.2).

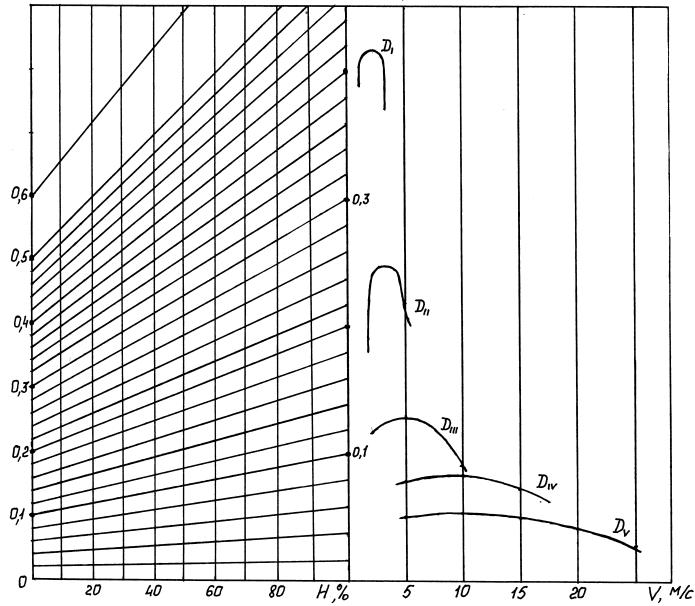


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

#### 4. Устойчивость автомобиля

Сможет ли сохранить устойчивость по заносу автомобиль, у которого вес в два раза больше боковой силы? Автомобиль движется прямо по мокрой цементно-бетонной дороге ( $\varphi = 0,55$ ) с поперечным уклоном. Назовите причины заноса автомобиля.

#### Вариант 19

1. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти мощность на ведущих колесах автомобиля, если автомобиль, полная масса которого 8,2 т, движется равномерно по грунтовой дороге (коэффициент сопротивлений качению 0,03) на подъем  $4^\circ$ . Фактор обтекаемости автомобиля  $3 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ , грузоподъемность 5 т, фактический перевозимый груз составляет 4,5 т.

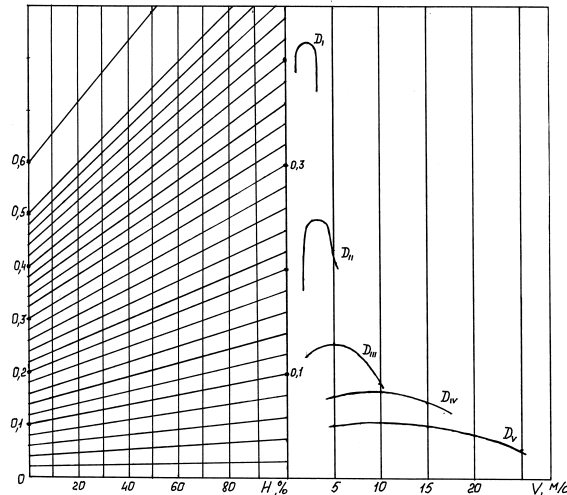


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Найти начальную скорость автомобиля перед торможением, а также величину замедления. Конечная скорость автомобиля - 36 км/ч, длина тормозного пути 16 м. Дорога характеризуется подъемом 6%. Коэффициенты сцепления, сопротивления качению, эксплуатационного состояния тормозов соответственно равны 0,7, 0,02, 1,4.

3. Автомобиль грузоподъемностью 4 т движется на прямой передаче ( $U_k = 1$ ), мощность на ведущих колесах 61 кВт.

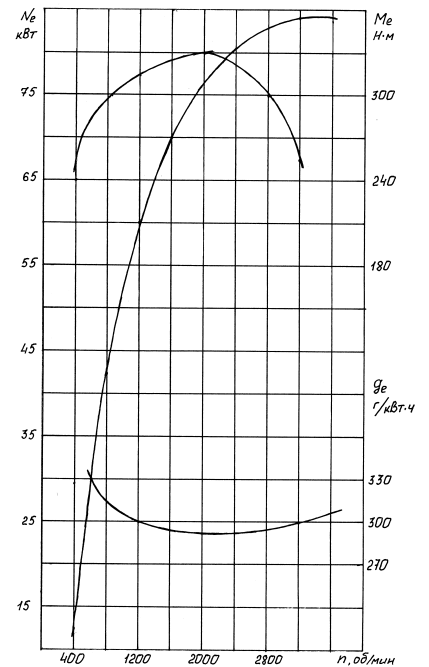
Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче ( $U_k = 1,69$ ), мощность на ведущих колесах 52 кВт. Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомо-

бия, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т·км, если известно, что коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 1, радиус качения колеса 0,46 м, передаточное число главной передачи 6,83, КПД трансмиссии 0,87. При расчете использовать внешнюю скоростную характеристику (рис.2).

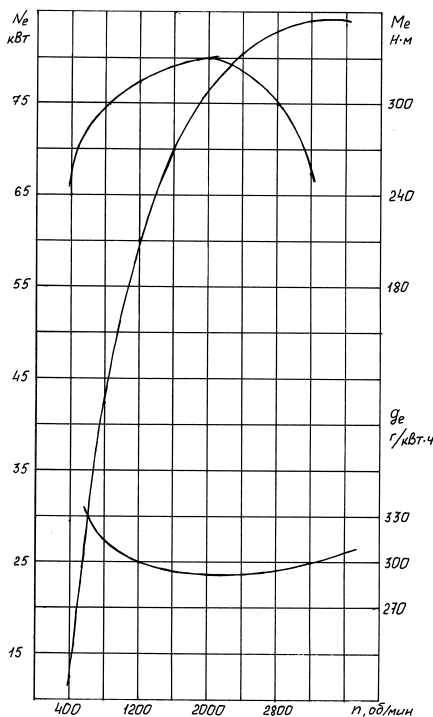
Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Найти максимальный угол поперечного уклона дороги, по которой автомобиль сможет двигаться прямо без заноса и опрокидывания. Определить значение минимальной боковой силы способной вызвать опрокидывание автомобиля, силу сцепления, если масса автомобиля 1300 кг, ширина колеи 1,34 м, высота центра тяжести 0,85 м, коэффициент сцепления дороги 0,4.



### Вариант 20



1. Автомобиль движется на прямой передаче, при этом в трансмиссии теряется 12,0 кВт мощности; КПД трансмиссии 0,80, передаточное число главной передачи 6,45; размер шин 260-20. Определить, используя внешнюю скоростную характеристику (рис.1), скорость движения автомобиля, мощность двигателя и мощность, передаваемую на колеса, тяговую силу и крутящий момент, частоту вращения колес.

Рисунок 1. Внешняя скоростная характеристика автомобиля

2. Автомобиль при торможении на подъеме  $10^\circ$  проходит тормозной путь 32 м. Найти начальную и конечную скорости автомобиля, а также величину его замедления, если известно, что конечная скорость при торможении уменьшилась в два раза по сравнению с начальной, а коэффициенты эксплуатационного состояния тормозов, сцепления с дорогой, сопротивления качению соответственно равны 1,2; 0,4; 0,021.

3. Грузовой автомобиль грузоподъемностью 4,5 т движется равномерно по дороге, коэффициент дорожного сопротивления которой 0,08, загруженный в первом случае на 90%, во втором - на 20%. Определить, при какой загрузке работа автомобиля будет экономичнее (найдите путевые и рабочие расходы топлива), если известно, что полная масса автомобиля 8525 кг, коэффициент сопротивления воздуха  $0,7 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ , ширина колеи 1,8 м, высота автомобиля 2,2 м, КПД трансмиссии 0,81, удельный эффективный расход топлива при загрузке на 90% - 305 г/кВт·ч, на 20% - 342 г/кВт·ч. При решении использовать номограмму задания (рис.2).

#### 4. Устойчивость автомобиля

Легковой автомобиль, масса которого 1320 кг, ширина колеи 1,4 м, движется прямо по дороге с критическим поперечным уклоном по опрокидыванию. Определить этот критический уклон, а также боковую силу, если известно, что опрокидывающий момент, действующий на автомобиль, равен 5500 Н·м.

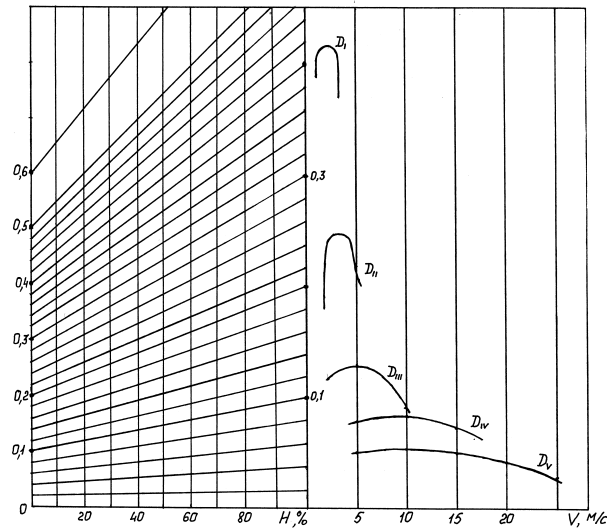


Рисунок 2. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

### Вариант 21

1. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти крутящий момент на ведущих колеса, если автомобиль, полная масса которого 8 т, движется равномерно со скоростью 16 м/с на 4-й передаче. Автомобиль загружен на 90%, фактор обтекаемости автомобиля  $2,8 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$ , размер шин 260-20, грузоподъемность 5 т.

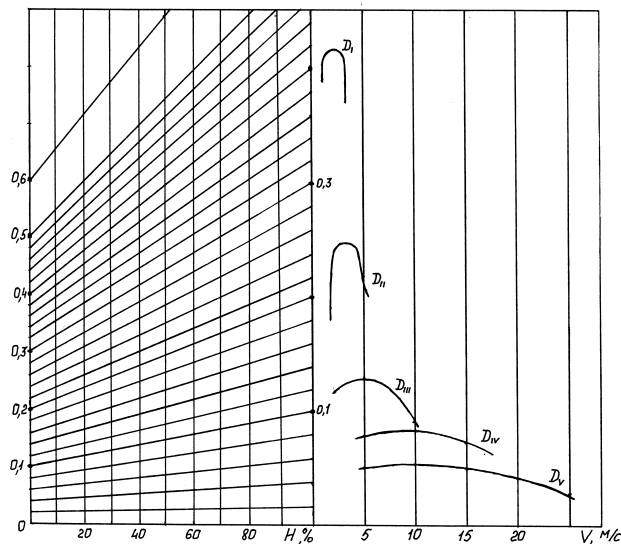


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить конечную скорость и замедление автомобиля при торможении под уклон 14%, если начальная скорость была 50 км/ч, тормозной путь составил 19 м. Коэффициенты эксплуатационного состояния тормозов, сцепления с дорогой, сопротивления качению соответственно равны 1,3; 0,8; 0,02.

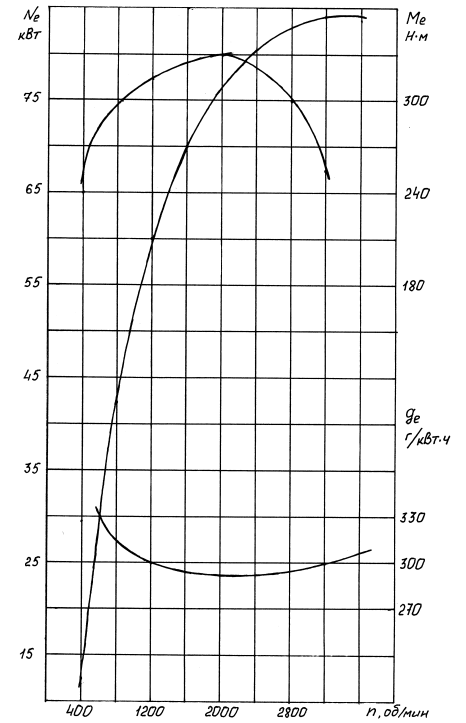
3. Автомобиль грузоподъемностью 7 т движется на 5-й передаче ( $U_k = 0,79$ ). Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 4-й передаче ( $U_k = 1$ ).

Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший расход топлива в г на 1т·км совершенной работы, если известно, что угловая скорость коленчатых валов двигателей автомобиля и автопоезда соответственно равна 260 рад/с и 167,5 рад/с, радиус качения колеса 0,53, передаточное число главной передачи 7,73, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега 0,8 и 0,9. При расчетах использовать скоростную характеристику (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

4. Устойчивость автомобиля

Найти максимальный угол поперечного уклона дороги, по которой автомобиль сможет двигаться прямо без заноса и опрокидывания. Определить при этом значение минимальной боковой силы, способной вызвать потерю устойчивости автомобиля, а также силу сцепления. Масса автомобиля 8000 кг, ширина колеи 1,7 м, высота центра тяжести 1,2 м, коэффициент сцепления грунтовой дороги 0,65.



Вариант 22

1. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти крутящий момент на ведущих колеса, если автомобиль, полная масса которого 8 т, движется равномерно со скоростью 5 м/с на 3-й передаче. Автомобиль загружен на 90%, фактор обтекаемости автомобиля  $2,8 \text{ Н·с}^2/\text{м}^2$ , размер шин 260-20, грузоподъемность 5 т.

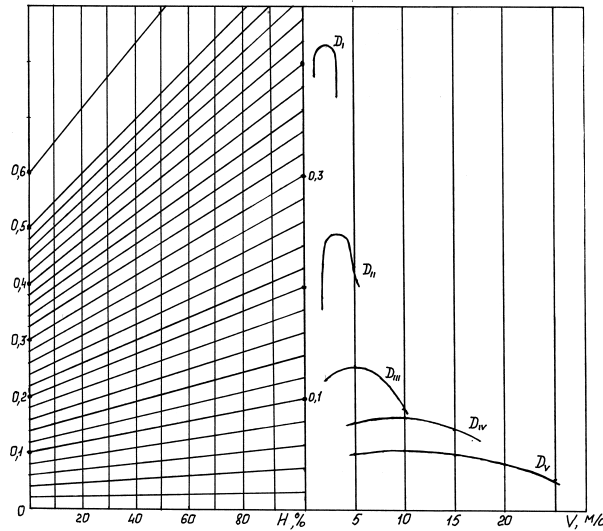


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить конечную скорость и замедление автомобиля при торможении под уклон 6%, если начальная скорость была 60 км/ч, тормозной путь составил 21 м. Коэффициенты эксплуатационного состояния тормозов, сцепления с дорогой, сопротивления качению соответственно равны 1,3; 0,8; 0,02.

3. Автомобиль грузоподъемностью 7 т движется на 5-й передаче ( $U_k = 0,79$ ). Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 4-й передаче ( $U_k = 1$ ).

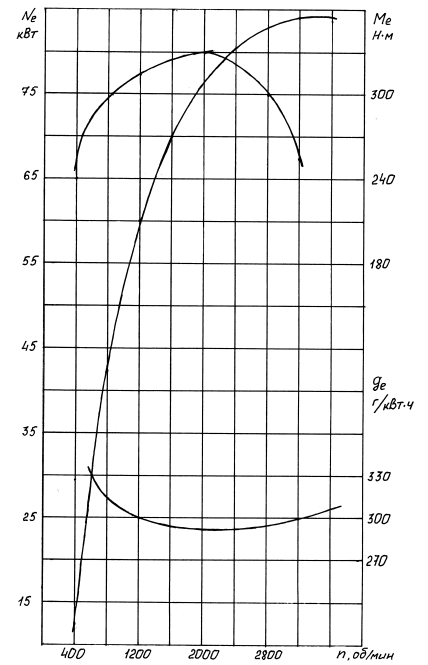
Определить минимальную грузоподъемность автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший расход топлива в г на  $1\text{т·км}$  совершенной работы, если известно, что угловая скорость коленчатых валов двигателей автомобиля и автопоезда соответственно равна 210 рад/с и 150 рад/с,

радиус качения колеса 0,53, передаточное число главной передачи 7,73, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега 0,8 и 0,9. При расчетах использовать скоростную характеристику (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 4. Устойчивость автомобиля

Найти максимальный угол поперечного уклона дороги, по которой автомобиль сможет двигаться прямо без заноса и опрокидывания. Определить при этом значение минимальной боковой силы, способной вызвать потерю устойчивости автомобиля, а также силу сцепления. Масса автомобиля 7800 кг, ширина колеи 1,7 м, высота центра тяжести 1,2 м, коэффициент сцепления грунтовой дороги 0,55.



### Вариант 23

1. Автомобиль, полная масса которого 8 т, движется равномерно с грузом 3,5 т по дороге, характеризуемой подъемом  $4^\circ$  и коэффициентом сопротивления качению 0,02. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), определить крутящий момент двигателя, если грузоподъемность автомобиля 5 т, КПД трансмиссии 0,86, фактор обтекаемости  $3,1 \text{ Н·с}^2/\text{м}^2$ , передаточные числа главной передачи и коробки передач соответственно равны 6,45 и 1, размер шин 8,25-20.

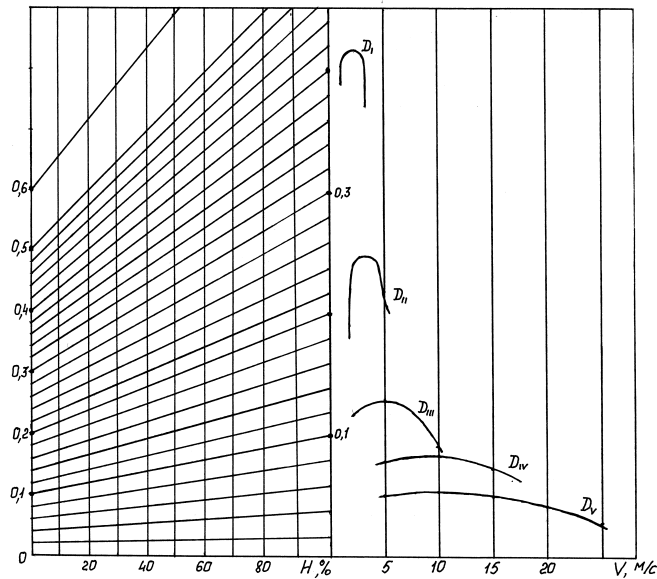
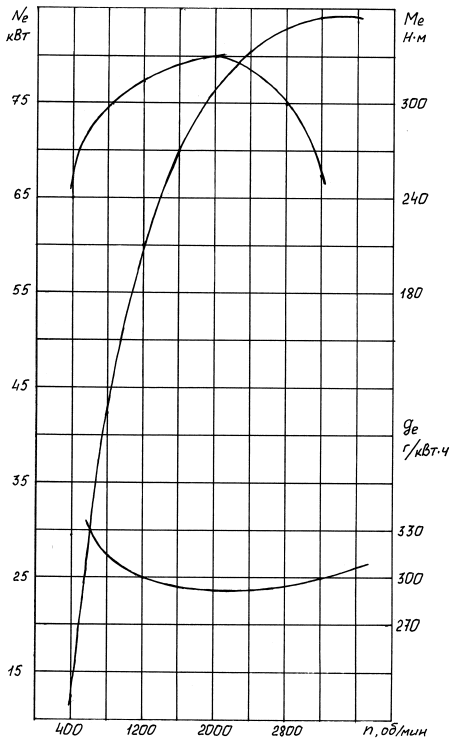


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить, на сколько снизится скорость автомобиля при его торможении с замедлением  $4 \text{ м/с}^2$ , а также величину уклона дороги, если торможение происходило в течение 2-х секунд на гористой дороге, коэффициенты сцепления и сопротивления качению которой соответственно равны 0,6 и 0,031. Коэффициенты учета вращающихся масс и эксплуатационного состояния тормозов одинаковы и равны 1,2.





3. Автомобиль грузоподъемностью 4 т движется на прямой передаче и имеет мощность на ведущих колесах 63 кВт. Автопоезд на базе этого автомобиля имеет грузоподъемность 10т, но движется на 3-й передаче ( $U_k = 1,69$ ) с максимальной тяговой силой. Определить рабочие расходы топлива в г на 1 т·км совершенной работы, производительность транспортных единиц, если известно, что коэффициент использования грузоподъемности равен 0,8, коэффициент использования пробега 1, радиус качения колеса 0,46 м, передаточное число главной передачи 6,83, КПД трансмиссии 0,87. При расчете использовать внешнюю скоростную характеристику (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

4. Устойчивость автомобиля

Автомобиль, масса которого 8225 кг, движется по горизонтальному шоссе на повороте радиусом 60 м. Определить скорость его движения, если известно, что дополнительная боковая сила больше, чем 16195 Н, вызовет его опрокидывание. Ширина колеи автомобиля 1,7 м, высота центра тяжести 1,2 м.

**Вариант 24**

1. Автомобиль, полная масса которого 8,25 т, движется равномерно с грузом 1,5 т со скоростью 25 м/с. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти мощность двигателя, если грузоподъемность автомобиля 5 т, фактор обтекаемости  $3,05 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ , мощность двигателя на 16% больше мощности на колесах.

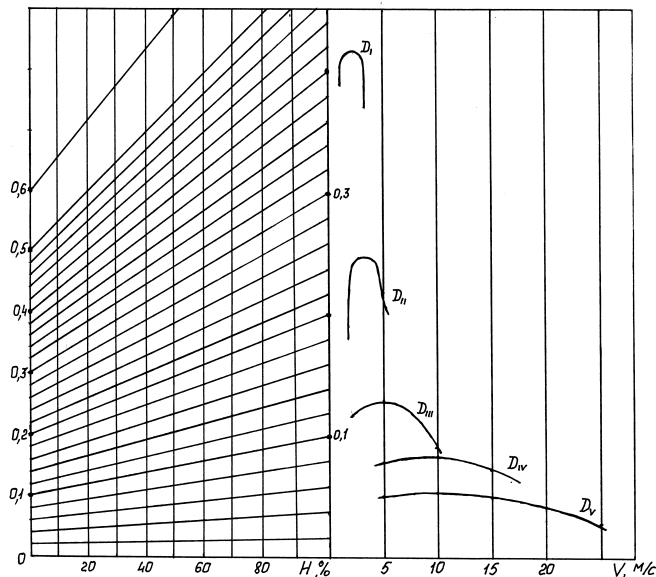


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить начальную и конечную скорости автомобиля при его торможении, если тормозной путь составил 25 м при постоянном замедлении  $5 \text{ м/с}^2$ . Время торможения 1,5 с.

3. Автомобиль грузоподъемностью 6,5т движется на 5-й передаче, угловая скорость колес 31,3 рад/с, удельный эффективный расход топлива при этом 233 г/кВт·ч.

Автопоезд на базе автомобиля движется на 4-й передаче со скоростью, соответствующей максимальной силе тяги, удельный эффективный расход топлива равен 212 г/кВт·ч. Определить минимальный вес прицепа автопоезда, при использовании которого получается большая, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т·км совершенной работы, если известно, что КПД трансмиссии 0,89, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,9 и 0,8, радиус качения колеса 0,48м. При расчете использовать тяговую характеристику задания (рис. 2).

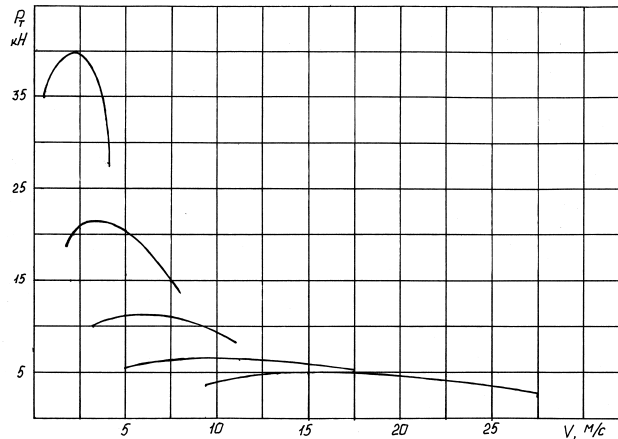


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Отношение ширины колеи к удвоенной высоте центра тяжести автомобиля равно 0,62. Автомобиль движется по горизонтальной дороге с поворотом, коэффициент сцепления дороги меняется в пределах от 0,1 до 0,8. Определить, на каких дорогах автомобиль сначала занесет, а потом опрокинет, а на каких - наоборот. На каких дорогах автомобиль одновременно занесет и опрокинет? Указать причины заноса переднего моста автомобиля и способы устранения заноса.

### Вариант 25

1. Автомобиль, полная масса которого 8,15 т, движется равномерно со скоростью 17 м/с по дороге, характеризующейся подъемом 5% и коэффициентом сопротивления качению 0,02. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти величину мощности, теряемую в трансмиссии, если грузоподъемность автомобиля 5 т, фактор обтекаемости  $3,02 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ , а мощность двигателя в 5,6 раза больше мощности, теряемой в трансмиссии.

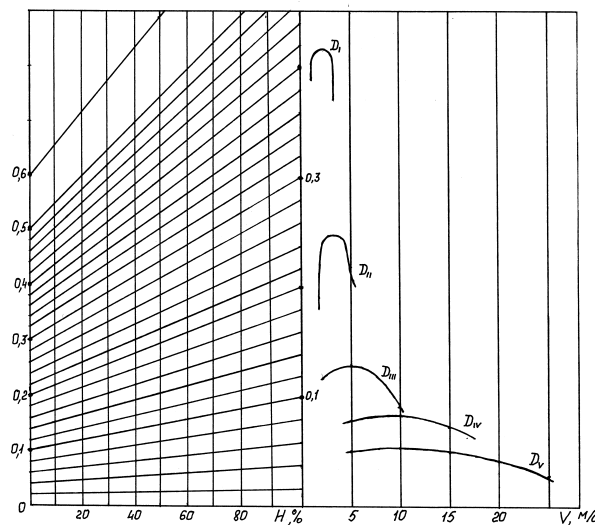


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

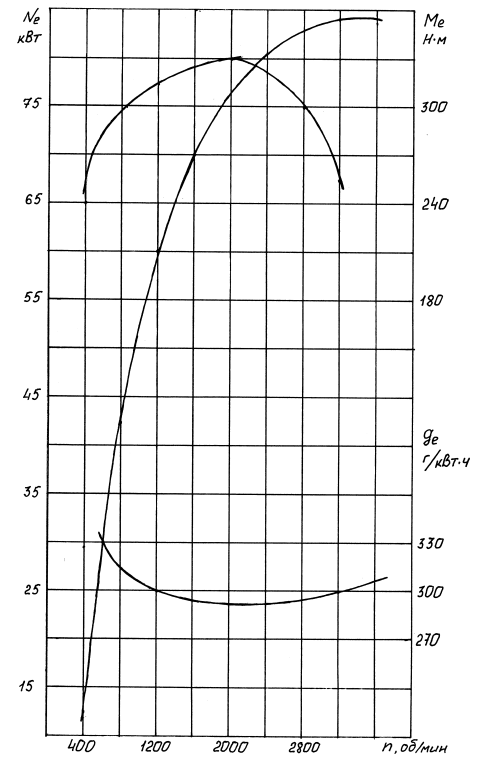
2. Автомобиль массой 8,5 т тормозит на горизонтальной дороге так, что тормозной путь составил 20 м. Определить конечную скорость автомобиля, если начальная скорость равнялась 70 км/ч, а тормозная сила на колесах составила 12,0 кН. Найти покрытие и состояние дорожного полотна. Коэффициент эксплуатационного состояния тормозов принять равным 1,4. Величиной коэффициента сопротивления качению пренебречь.

3. Автомобиль грузоподъемностью 6 т движется на прямой передаче ( $U_k = 1$ ) с тяговой силой на колесах 2910 Н. Автопоезд на базе этого автомобиля грузоподъемностью 15 т движется на 4-й передаче ( $U_k = 1,5$ ) со скоростью 50 км/ч. Определить рабочие расходы топлива в г на 1 т·км совершенной работы, производительность транспортных единиц, если известно, что коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,8, КПД трансмиссии 0,88, радиус качения колеса 0,48 м, передаточное число главной передачи 6,45. При расчете использовать скоростную характеристику задания (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 4. Устойчивость автомобиля

Отношение половины ширины колеи автомобиля к высоте центра тяжести равно 0,55. Автомобиль движется прямо по дороге с поперечным уклоном. Коэффициент сцепления дороге меняется в пределах от 0,4 до 0,8. Определить, на каких дорогах сначала наступит занос автомобиля, а потом опрокидывание, а на каких - наоборот. На каких дорогах автомобиль одновременно занесет и наступит опрокидывание?



### Вариант 26

1. Автомобиль, полная масса которого 8,01 т, движется равномерно со скоростью 15 м/с на 4-ой передаче, загруженный на 80%. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти эффективную мощность, если КПД трансмиссии 0,9, грузоподъемность автомобиля 5 т, фактор обтекаемости 3,11  $\text{Н·с}^2/\text{м}^2$ .

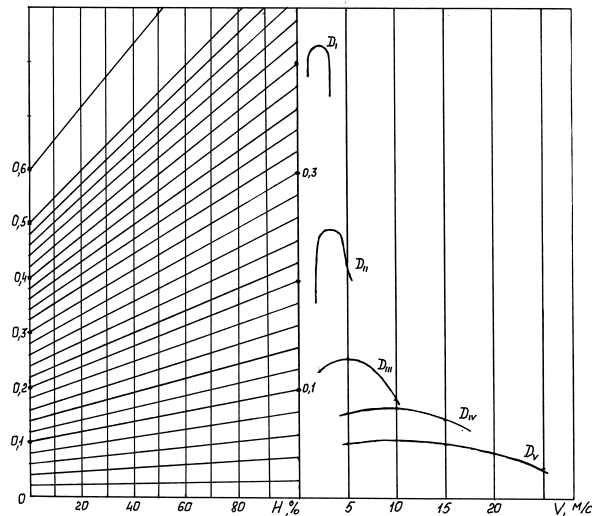


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить замедление автомобиля, коэффициент сцепления дороги, если скорость при торможении на пути 16 м снизилась с 55 км/ч до 25 км/ч. Коэффициент эксплуатационного состояния тормозов и учета вращающихся масс соответственно равны 1,4 и 1,1. Коэффициент дорожного сопротивления принять равным нулю.

3. Автомобиль грузоподъемностью 7,5 т движется на 5-й передаче, крутящий момент на колесах 2350 Н·м. Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче с частотой вращения колеса 141 об/мин. Определить минимальную грузоподъемность прицепа автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, про-

изводительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т·км, если известно, что удельный эффективный расход топлива для автомобиля и автопоезда соответственно равен 210 и 204 г/кВт·ч, КПД трансмиссии 0,87, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,8 и 1, радиус качения колеса 0,47 м. При расчете использовать тяговую характеристику (рис.2).

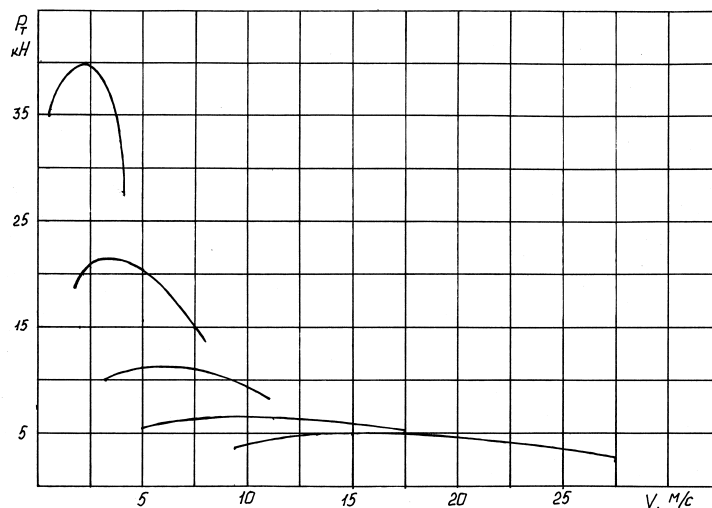


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Сохранит ли автомобиль свою устойчивость, если он будет двигаться на повороте в сторону уклона дороги, равного  $12^\circ$ , со скоростью 18 м/с? Известно, что радиус поворота 30 м, масса автомобиля 7000 кг, ширина колеи 1,6 м, высота центра тяжести 1,2 м, коэффициент сцепления дороги 0,6. Рассчитать значения боковых сил и силы сцепления.

### Вариант 27

1. Автомобиль, полная масса которого 8,5 т, движется равномерно с грузом 3 т на подъем со скоростью 10 м/с на 5-й передаче. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1) определить мощности, расходуемые на дорожное сопротивление и подъем, если грузоподъемность автомобиля 5 т, коэффициент сопротивления качению 0,02.

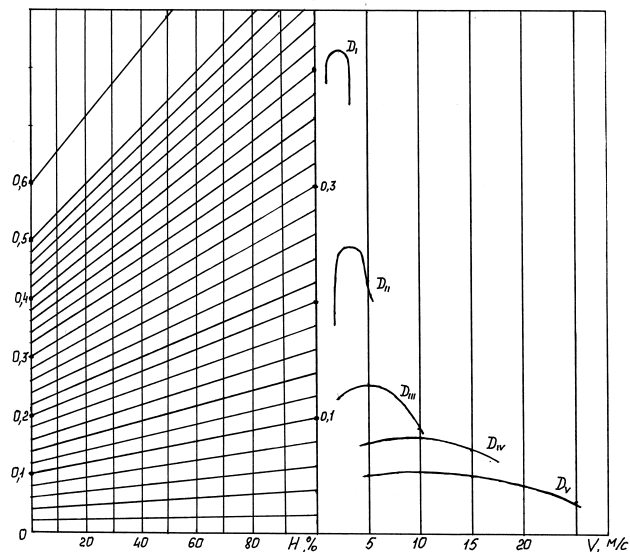


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить время торможения и конечную скорость автомобиля при торможении, если начальная скорость была 90 км/ч, а величина тормозного пути при замедлении  $3,2 \text{ м/с}^2$  составила 30 метров.

3. Определить, как изменится производительность автомобиля грузоподъемностью 10т, его путевой и рабочий расходы топлива, если он движется на 4-й передаче ( $U_k = 1,00$ ), а угловая скорость коленвала двигателя снизилась с 230 рад/с до 178 рад/с, удельный эффективный расход топлива снизился с 240 г/кВт·ч до 234 г/кВт·ч. Коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,9 и 0,95, КПД трансмиссии 0,86, передаточное число главной передачи 7,73, радиус качения колеса 0,53 м. При расчете использовать тяговую характеристику (рис.2).

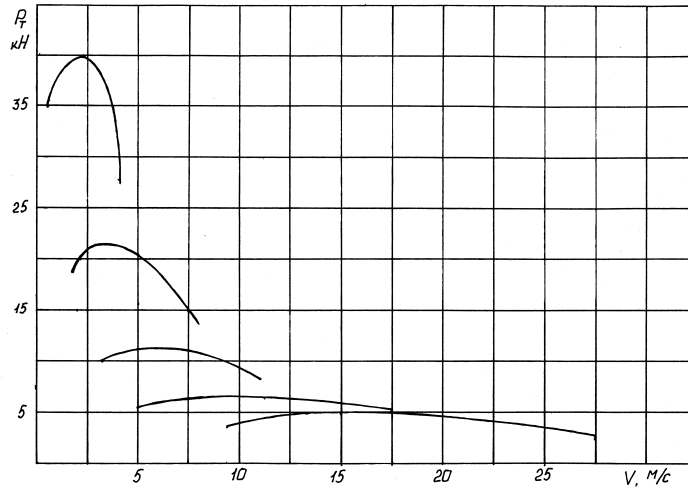


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Сохранит ли автомобиль свою устойчивость по опрокидыванию, если он будет двигаться на повороте со скоростью 15 м/с в сторону уклона дороги, равного  $6^\circ$ ? Технические данные автомобиля: масса 8500 кг, ширина колеи 2 м, высота центра тяжести 1,4 м. Радиус поворота 40 м. Вывод сделать на основании сопоставления рассчитанных опрокидывающих и восстанавливающих моментов действующих на автомобиль.

### Вариант 28

1. Автомобиль, грузоподъемность которого 5 т, движется равномерно, загруженный грузом 2 т, на 5-й передаче со скоростью 18 м/с на подъем. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти мощность на ведущих колесах автомобиля, куда и в каком процентном соотношении она расходуется. Полная масса автомобиля 8,5 т, коэффициент сопротивления качению 0,023, фактор обтекаемости  $3,4 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ .

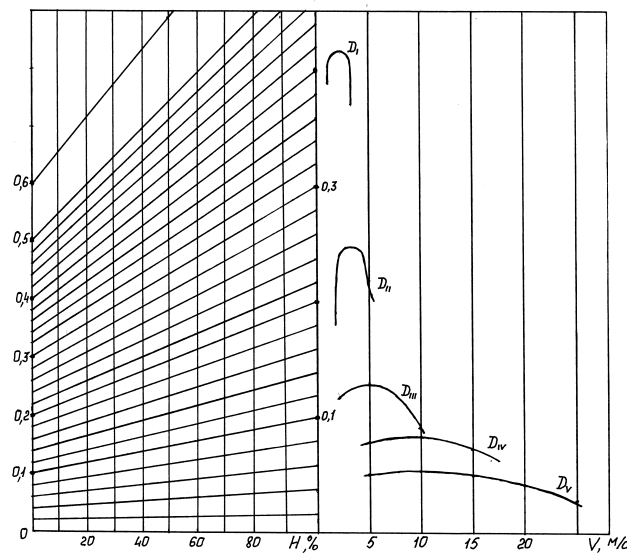


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Найти начальную и конечную скорости при торможении автомобиля, если за 4 секунды скорость автомобиля уменьшилась на 15 м/с, а тормозной путь составил 32 м.

3. Автомобиль грузоподъемностью 7,8 т движется на 5-й передаче с угловой скоростью коленчатого вала 162 рад/с. Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 4-й передаче с частотой вращения коленчатого вала 1911 об/мин. Определить минимальную грузоподъемность прицепа автопоезда, который обеспечивает при работе большую, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т·км. Удельный эффективный расход топлива для автопоезда равен 226 г/кВт·ч, для автомобиля - 212 г/кВт·ч, КПД трансмиссии 0,86, передаточное число трансмиссии у автомобиля 5,0, у автопоезда - 7,5, радиус качения колес 0,5 м, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 1. При решении задачи использовать тяговую характеристику задания (рис.2).

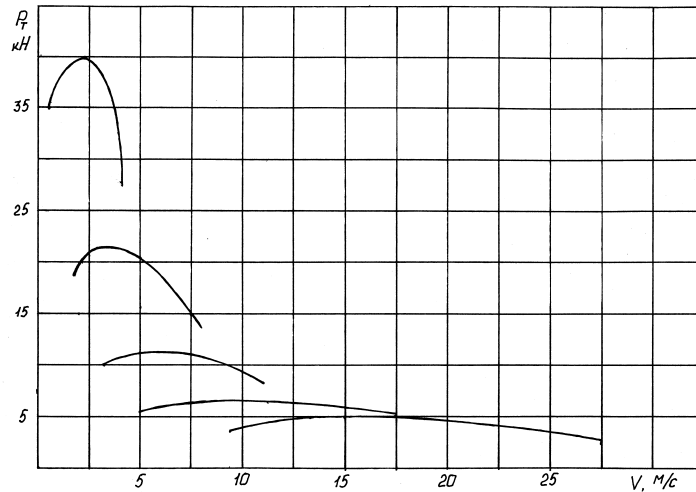


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Рассчитать опрокидывающие и восстанавливающие моменты, действующие на автомобиль, движущийся на повороте в сторону, противоположную уклону, со скоростью 15 м/с, если известно, что угол уклона  $16^\circ$ , радиус поворота 52 м, масса автомобиля 7 т, высота центра тяжести 1,4 м, ширина колеи 2 м. На основании сопоставления моментов сделать вывод относительно устойчивости автомобиля.

### Вариант 29

1. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти величину мощности, передаваемой в трансмиссии автомобиля. Автомобиль, полная масса которого 8,4 т, движется равномерно с грузом 4 т на 3-й передаче со скоростью 10 м/с. Грузоподъемность автомобиля 5т, фактор обтекаемости  $3 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ , КПД трансмиссии 0,84.

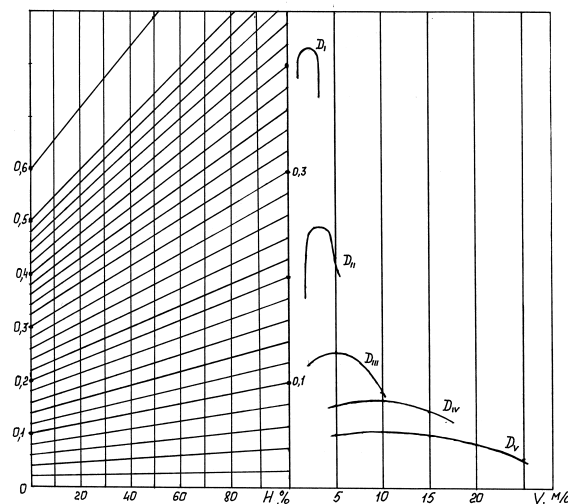
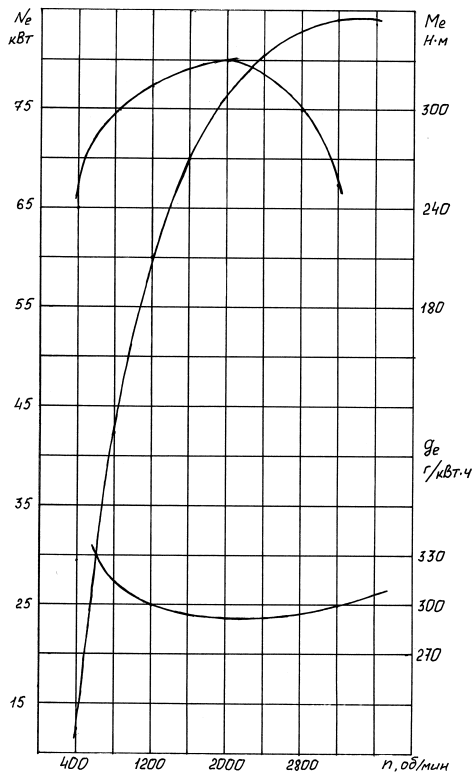


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Автомобиль затормаживается, причем его скорость на участке пути в 30 м снижается на 10 м/с. Определить величины начальной и конечной скорости, если коэффициенты сцепления, сопротивления качению и тех. состояния тормозов соответственно равны 0,8; 0,02 и 1,4.



3. Автомобиль грузоподъемностью 5 т движется на 4-й передаче ( $U_K=1$ ). Автопоезд на базе этого автомобиля движется на 3-й передаче ( $U_K=1,69$ ). Найти такую грузоподъемность автопоезда, которая обеспечила бы на 70% большую часовую производительность, чем у автомобиля.

Рассчитать при этом путевой и рабочий расходы топлива у обеих транспортных единиц и сделать вывод относительно целесообразности использования рассчитанного автопоезда, если угловая скорость колес автомобиля и автопоезда 45 и 20 рад/с; радиус качения колеса 0,45 м; передаточное число главной передачи 6,45. Коэффициенты использования пробега и грузоподъемности равны 1. При расчетах использовать скоростную характеристику (рис.2).

Рисунок 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 4. Устойчивость автомобиля

Сохранит ли автомобиль свою устойчивость, если он будет двигаться на повороте в сторону, противоположную уклону, со скоростью 10 м/с? Известно, что крутизна уклона  $8^\circ$ , радиус поворота 40 м, коэффициент сцепления дороги 0,7, ширина колеи автомобиля 2,1 м, высота центра тяжести 1,1 м. Описать влияние конструкции автомобиля на его устойчивость.

### Вариант 30

1. Автомобиль, полная масса которого 8,25 т, движется равномерно с грузом 2 т со скоростью 20 м/с. Используя динамическую характеристику с номограммой нагрузок (рис.1), найти мощность двигателя, если грузоподъемность автомобиля 5 т, фактор обтекаемости  $3,05 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ , мощность двигателя на 12% больше мощности на колесах.

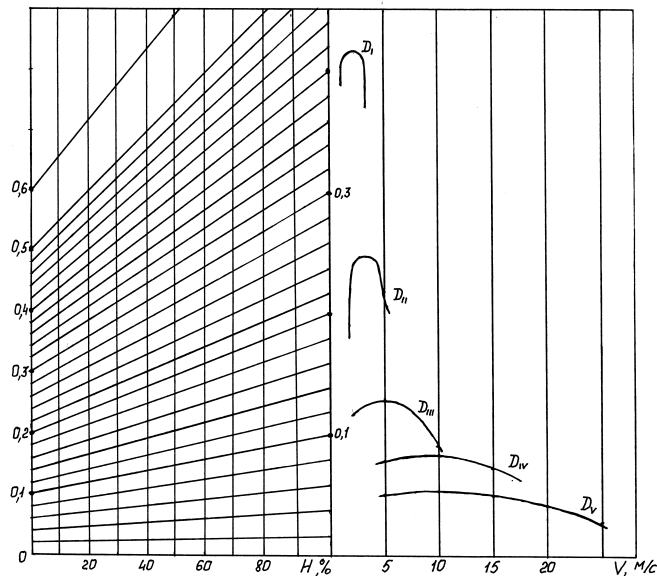


Рисунок 1. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок

2. Определить начальную и конечную скорости автомобиля при его торможении, если тормозной путь составил 25 м при постоянном замедлении  $4 \text{ м/с}^2$ . Время торможения 1,5 с.

3. Автомобиль грузоподъемностью 6,5 т движется на 5-й передаче, угловая скорость колес 39,6 рад/с, удельный эффективный расход топлива при этом 238 г/кВт·ч.

Автопоезд на базе автомобиля движется на 4-й передаче со скоростью, соответствующей максимальной силе тяги, удельный эффективный расход топлива равен 217 г/кВт·ч. Определить минимальную грузоподъемность прицепа автопоезда, при использовании которого получается большая, чем у автомобиля, производительность и меньший рабочий расход топлива в г на 1 т·км совершенной работы, если известно, что КПД трансмиссии 0,89, коэффициенты использования грузоподъемности и пробега равны 0,9 и 0,8, радиус качения колеса 0,48 м. При расчете использовать тяговую характеристику задания (рис. 2).

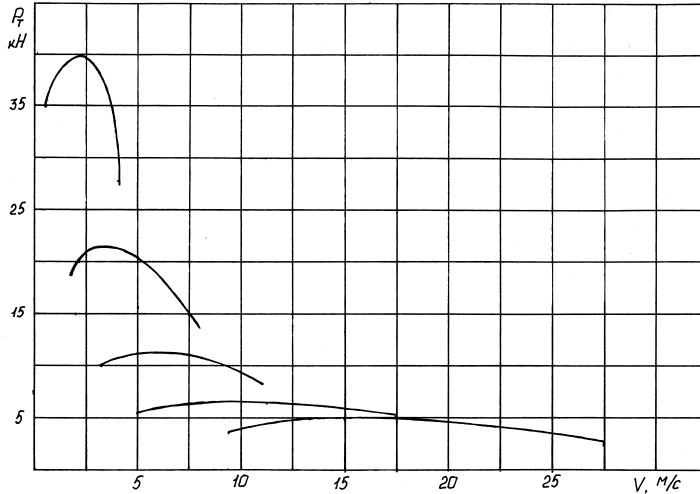


Рисунок 2. Тяговая характеристика автомобиля

#### 4. Устойчивость автомобиля

Определить максимальный угол подъема, который автомобиль с задними ведущими колесами может преодолеть, двигаясь прямо без потери устойчивости. Найти минимальную продольную силу, которая может вызвать буксование ведущих колес, если масса автомобиля 1400 кг, его база 2,5 м, расстояние от центра тяжести до центра передних колес 1,2 м, высота центра тяжести 0,7 м, коэффициент сцепления дороги 0,7. Как изменится преодолеваемый подъем, если у автомобиля все мосты ведущие?