# МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

### БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА “Тракторы и автомобили”

## КУРСОВАЯ РАБОТА

### Основы теории и расчета трактора и автомобиля

### Тягово-скоростные свойства и топливная экономичность автомобиля

Исполнитель: Исакович Д.Е.

Руководитель: Поздняков Н.А.

**МИНСК 2008**

**Реферат**

Курсовая работа содержит 19 листов пояснительной записки и 2 листа формата А1 графической части.

Содержит 2 раздела: Тягово-скоростные свойства автомобиля, Топливная экономичность автомобиля.

**Содержание**

### Введение

### 1. Тягово-скоростные свойства автомобиля

### 1.1 Определение мощности двигателя автомобиля

### 1.2 Выбор колесной формулы автомобиля и геометрических параметров колес

### 1.3 Определение вместимости и параметров платформы

### 1.4 Тормозные свойства автомобиля

### 1.4.1 Установившееся замедление при движении автомобиля

### 1.4.2 Минимальный тормозной путь

### 1.5 Динамические свойства автомобиля

### 1.5.1 Выбор передач автомобиля

### 1.5.2 Построение регуляторной характеристики дизеля в функции от частоты вращения

### 1.5.3 Универсальная динамическая характеристика автомобиля

### 1.5.4 Краткий анализ полученных данных

### 2. Топливная экономичность автомобиля

### 2.1 Анализ экономической характеристики

### Список использованной литературы

**Введение**

Долгосрочными программами развития народного хозяйства Республики Беларусь в новых условиях перед автомобильной промышленностью поставлена задача обеспечить увеличение и улучшение структуры выпуска автотранспортных средств, более полно отвечающих потребностям народного хозяйства и задаче экономии топлива.

Автотранспортным средством является машина, перемещение которой по поверхности земли осуществляется с помощью силы, создаваемой взаимодействием колес с дорогой или грунтом. К ним относятся одиночные автомобили, автобусы и автопоезда, состоящие из автомобиля-тягача и одного или нескольких прицепов (полуприцепов). Разнообразие условий эксплуатации обусловило широкую специализацию автотранспортных средств, которые отличаются специфическими свойствами, обеспечивающими их использование в конкретных условиях с наибольшей эффективностью.

Автомобиль достаточно сложная машина, обладающая значительным количеством качеств (производительность, топливная экономичность и проходимость), свойств и показателей (надежность, экономические, эстетические, эксплуатационные и т.д.). В теории трактора и автомобиля изучается только важнейшая группа свойств – эксплуатационные свойства, определяющие степень приспособленности автомобилей к эксплуатации в качестве специфического (наземного колесного безрельсового) транспортного средства. Эксплуатационные свойства автомобиля включают следующие более мелкие групповые свойства, обеспечивающие движение: тягово-скоростные, разгонно-тормозные, топливная экономичность двигателя, управляемость, устойчивость, поворачиваемость, плавность хода и др. От таких свойств в значительной мере зависит производительность автомобиля. Производительность автомобиля определяется массой перевозимого груза или численностью пассажиров, а также средней скоростью движения. Значение и стабильность первого и второго показателей зависит от компоновочной схемы автомобиля (автопоезда), мощности двигателя, надежности всех основных механизмов автомобиля, управляемости, разгонно-тормозных свойств, плавности хода, состояния дорожного покрытия, конструкции ходовых систем и других эксплуатационных свойств.

Современный этап развития теории эксплуатационных свойств характеризуется углубленным изучением отдельных особенностей этих свойств, оценкой их в комплексе системы “автомобиль-водитель-дорога-среда” и оптимизацией эксплуатационных свойств и технических параметров.

Это позволяет на стадии проектирования автомобиля создать наиболее рациональные конструкции, а при использовании обеспечить максимальную эффективность их применения в конкретных условиях эксплуатации в различных климатических зонах.

**1. Тягово-скоростные свойства автомобиля**

Тягово-скоростными свойствами называют совокупность свойств, определяющих возможные по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой диапазоны изменения скоростей движения и предельные интенсивности разгона и торможения автомобиля при его работе на тяговом режиме в различных дорожных условиях.

Тяговым принято считать режим, при котором от двигателя к ведущим колесам подводится мощность, достаточная для преодоления внешних сопротивлений движения.

Показатели тягово-скоростных свойств автомобиля (максимальная скорость, ускорение при разгоне или замедление при торможении, сила тяги на крюке, эффективная мощность двигателя, подъем, преодолеваемый в различных дорожных условиях, динамический фактор, скоростная характеристика) определяются проектировочным тяговым расчетом. Он предполагает определение конструктивных параметров, которые могут обеспечить оптимальные значения скоростей и ускорений в заданных дорожных условиях движения, а также установление предельных дорожных условий движения.

**1.1 Определение мощности двигателя автомобиля**

В основу расчета кладется номинальная грузоподъемность автомобиля mг в кг или автопоезда ma.

Мощность двигателя Nv, необходимая для движения полностью груженого автомобиля со скоростью Vmax в заданных дорожных условиях, характеризующих приведенным сопротивлением дороги ψ, определяется из зависимости:

,



где:mo-собственная масса автомобиля, кг;Pw-сопротивление воздуха при движении с максимальной скоростью Vmax;ηтр-КПД трансмиссии.

Nv=(0,04∙(9091+10000)∙9,81+2728,1)∙24/1000∙0,9408=260,7 кВт

Собственную массу автомобиля рассчитываем по следующей зависимости:

,



где:ηг-коэффициент грузоподъемности автомобиля. ηг=1,1mг=10,0 т.

mo=10000/1,1=9091 кг

Сопротивление воздуха зависит от плотности воздуха, коэффициента обтекаемости обводов и днища kw ,площади лобовой поверхности автомобиля F и скоростного режима движения.

Pw=kwρв FV2max ,

Где:ρв=1,293 кг/м3-плотность воздуха при температуре окружающей среды 15…250С.

Коэффициент обтекаемости kw=0.45…0,60;

Pw=0,55∙1,293∙6,66∙242=2728,1 Н

Площадь лобовой поверхности подсчитаем по формуле:

F=BH ,

Где В-колея задних колес. В=1,85м.Н-высота автомобиля. Н=3,6м.

F=1.85∙3.6=6.66 м2.

Вычислим КПД трансмисси по формуле:

ηтр=ηх∙ηгп ,

где: ηх=0,95…0,97-КПД двигателя на холостом ходу; ηгп=0,97…0,98-КПД главной передачи.

ηтр=0,96∙0,98=0,941

**1.2 Выбор колесной формулы автомобиля и геометрических параметров колес**

Количество и размеры колес (диаметр колеса dк и масса, передаваемая на ось колеса) определяются исходя из грузоподъемности автомобиля.

При полностью груженом автомобиле 65…75%от общей массы машины mа приходится на заднюю ось и 25…35% -на переднюю. Следовательно, коэффициенты нагрузки передних lп и задних ведущих lо колес составляют соответственно 0,25…0,35 и 0,65…0,75.

Автомобиль трехосный, тогда масса, приходящаяся на одно колесо задней тележки:

Pк=0.7∙mг∙(1+1/ηг)/8

Pк=0.7∙10000∙(1+1/2)/8=1312,5 кг

Выбираем ширину профиля шин bп=0,260 м и диаметр посадочного обода do=0,508 м.

Тогда расчетный радиус ведущих колес будет:

rк=0,5do+0,85bп ,

rк=0,5∙0,508+0,85∙0,26=0,495 м

Определим распределение полной массы автомобиля, а также снаряженной массы через передний и задний мосты.

Распределение полной массы:

Pз=(m0+mг)·0,75=19091·0,75=14318,25 кг

Pп=(m0+mг)·0,25=19091·0,25=4772,75 кг

Распределение снаряженной массы:

Pз=(m0+mг·1,1) 0,75=20000·0,75=15000 кг

Pп=(m0+mг·1,1)·0,25=20000·0,25=5000 кг

**1.3 Определение вместимости и геометрических параметров платформы**

По грузоподъемности mг выбираем вместимость платформы Vк в м3, из условия:

Vк=kг∙mг ,

kг=0,6…0,75.

Vк=0,7∙10=7 м3

Подбираем внутренние размеры платформы автомобиля в м:bк, hк, lк.

Vк=bк∙hк∙lк

Vк=2,57∙0,5∙5,44=6,99 м3

Ширина платформы bк=1,39∙В. В-колея автомобиля по задним колесам. bк=1,39∙1,85=2,57 м.

Высота кузова: hк=kк∙mг, примем коэффициент kк=0,05 тогда hк=0,05∙10=0,5 м.

Тогда длина платформы:

lк=Vк/(bк∙hк) ,

lк=7/(2,57∙0,5)=5,44 м

По внутренней длине lк определим базу L (расстояние между осями передних колес и осью задней тележки):

L=kL∙lк ,

где: kL=0,75…0,8.

L=5.44∙0.75=4.08 м.

**1.4 Тормозные свойства автомобиля**

Торможение – процесс создания и изменения искусственного сопротивления движению автомобиля с целью уменьшения его скорости или удержания неподвижным относительно дороги.

Тормозные свойства – совокупность свойств, определяющих максимальное замедление jт max автомобиля при его движении на различных дорогах в тормозном режиме, предельные значения внешних сил, при действии которых заторможенный автомобиль надежно удерживается на месте или имеет необходимые минимальные установившиеся скорости при движении под уклон.

Тормозной режим – режим, при котором ко всем или нескольким колесам подводятся тормозные моменты.

Оценочными показателями эффективности рабочей и запасной тормозных систем является установившееся замедление jт уст , соответствующее движению автомобиля при постоянном усилии воздействия на тормозную педаль, и минимальный тормозной путь Sт min – расстояние, проходимое автомобилем от момента нажатия на педаль до остановки.

Для автопоездов дополнительный оценочный показатель – время срабатывания тормозов tср – время от момента нажатия на тормозную педаль до достижения jт уст.

**1.4.1 Установившееся замедление при движении автомобиля**

Замедление jт уст на горизонтальной дороге:

jт уст=g∙φсц/δвр ,

Где g - ускорение свободного падения, м/с; φсц – коэффициент сцепления колес с дорогой; δвр – коэффициент учета вращающихся масс. δвр=1,05…1,25. jт max=6,5…7 м/с.

jт уст=9,81∙0,7/1,15=5,97 м/с.

**1.4.2 Минимальный тормозной путь**

Длина минимального тормозного пути Sт min может быть определена из условия, что работа, совершенная машиной за время торможения, должна быть равна кинетической энергии, потерянной ею за это время.

Sт min=(V12-V22)/2∙jт уст ,

Где V1,V2 – скорости автомобиля в начале и в конце торможения м/с.

Если торможение осуществляется на горизонтальной дороге (α=0) с замедлением jт уст=g∙φсц/δвр до остановки машины:

Sт min=δвр∙V12/2∙g∙φсц=0,051∙δвр∙V12/φсц .

Sт min=0,051∙1,15∙142/0,7=16,4 м

Sт min=0,051∙1,15∙222/0,7=40,6 м

Sт min=0,051∙1,15∙242/0,7=48,3 м

**1.5 Динамические свойства автомобиля**

Динамические свойства автомобиля в значительной мере определяются правильным выбором количества передач и скоростным режимом движения на каждой из выбранных передач.

Для автомобилей сельскохозяйственного назначения с механической ступенчатой трансмиссией количество основных передач не превышает 5…6.

Последняя передача прямая, т.е. привод главной передачи осуществляется непосредственно от коленчатого вала двигателя.

**1.5.1 Выбор передач автомобиля**

Передаточное число iтр трансмиссии автомобиля:

iтр=iк∙iо ,

где: iк – передаточное число коробки передач; io – передаточное число главной передачи.

Передаточное число главной передачи:

io=0,105∙rк∙nv/Vmax=(π∙nv/30∙Vmax)∙rк ,

где: rк – расчетный радиус ведущих колес, м; nv – частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности и максимальной скорости движения автомобиля. nv=2100 мин-1.

io=(3,14∙2100/30∙24)∙0,495=4,35

Передаточное число трансмиссии на первой передаче:

iтр1=Dl max∙G∙rк/Mк max∙ηтр l ,

где: Dl max – максимальный динамический фактор, допустимый по условиям сцепления ведущих колес автомобиля.

iтр1=0,49∙187091,8∙0,495/1391,5∙0,876=35,74

Dl max=φсц∙λк ,

где: φсц – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой, в зависимости от дорожных условий φсц=0,5…0,75. λк – коэффициент нагрузки ведущих колес автомобиля; λк=0,65…0,8.

D1 max=0,7∙0,7=0,49

Мк max – максимальный крутящий момент двигателя (Н∙м); G – полный вес автомобиля, Н. ηтр – КПД трансмиссии автомобиля на первой передаче.

,



где: ηх=0,95…0,97 – КПД двигателя при холостом прокручивании коленчатого вала; ηц=0,98…0,985 – КПД цилиндрической пары шестерен; ηк=0,975…0,98 - КПД конической пары шестерен; nц и nк – количество цилиндрических и конических пар, участвующих в зацеплении на первой передаче.

ηтр 1=0,96∙0,982∙0,9752=0,876 ,

В первом приближении при предварительных расчетах передаточное число автомобиля будем подбирать по принципу геометрической прогрессии, образуя ряд:io,io∙q,…iтр1, где q – знаменатель прогрессии; подсчитаем его по формуле:



где: z – число передач.

=1,7



Посчитаем КПД трансмиссии остальных передач.

iтр2= iтр1/q

iтр2=35,74/1,7=21,11

iтр3=21,11/1,7=12,47

iтр4=12,47/1,7=7,37

iтр5=7,37/1,7=4,35

**1.5.2 Построение регуляторной характеристики дизеля в функции от частоты вращения**

На оси абсцисс отметим три характерные точки, соответствующие nн, nx max, nMк max, через которые проведем вертикальные штрихпунктирные вспомогательные линии. Значение максимальной частоты вращения холостого хода nx max определим по формуле:

nx max=[(2+δp)/(2-δp)]∙nн ,мин-1 ,

где: δр – степень неравномерности регулятора δр=0,05…0,08.

nx max=[(2+0,065)/(2-0,065)]∙2100=2241 мин-1

Частота вращения при максимальном крутящем моменте:

nMк max=nн/Kоб , мин-1 ,

где: Kоб – коэффициент приспособляемости двигателя по частоте вращения. Kоб=1,3…1,6.

nMк max=2100/1,45=1448 мин-1.

Возьмем точки ni от 1448 через 163 в количестве 6 шт.

Промежуточные значения мощности Nei найдем из выражения:

Nei= Neн∙(0,87+1,13∙ni/nн- ni2/ nн2) ∙ni/nн , кВт.

Nei=260,7∙(0,87+1,13∙1448/2100-1448/21002)∙1448/2100=211

Nei=260,7∙(0,87+1,13∙1611/2100-1611/21002)∙1611/2100=229,7

Nei=260,7∙(0,87+1,13∙1774/2100-17742/21002)∙1774/2100=244,7

Nei=260,7∙(0,87+1,13∙1937/2100-19372/21002)∙1937/2100=255,3

Nei=260,7∙(0,87+1,13∙2100/2100-2082,42/21002)∙2100/2100=260,7

Строим график Ne=f(n). Значения крутящего момента Mкi посчитаем по формуле:

Mкi=9550∙ Nei/ ni , Н∙м.

Mкi=9550∙211/1448=1391,5

Mкi=9550∙229,7/1611=1361,5

Mкi=9550∙244,7/1774=1317,1

Mкi=9550∙255,3/1937=1258,5

Mкi=9550∙260,7/2100=1185,6

Mкi=9550∙0/2241=0

Текущие значения Nei и ni берем из графика Ne=f(n). Для построения зависимости Gт=f(n) определим значения Gт на характерных режимах. На номинальном режиме:

Gтн=gен∙ Neн/103 , кг/ч,

Gтн=225∙260,7/1000=58,7

где gен – номинальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт∙ч). gен=225 г/кВт∙ч. При работе на максимальном скоростном режиме:

Gтх=0,27∙Gтн , кг/ч.

Gтх=0,27∙58,7=15,8

На режиме Mк max (nMк max) рассчитаем по формуле:

Gт Mк max=1,1∙Gтн∙Км/Коб , кг/ч,

Gт Mк max=1,1∙58,7∙1,16/1,45=51,8

где: Км – коэффициент приспособляемости по моменту (Км=Мк max/Мкн). Км=1362,5/1170=1,16

Полученные значения откладываем на графике и условно соединяем прямыми линиями. Для построения регуляторной и корректорной ветвей зависимости ge=f(n) подсчитываем по промежуточным значениям.

gei=Gтi∙103/ Nei , г/кВт∙ч.

gei=52,2∙1000/211=247,5

gei=55∙1000/229,7=239,5

gei=56,2∙1000/244,7=229,7

gei=57,3∙1000/255,3=224,5

gei=58,7∙1000/260,7=225

gei=15,8∙1000/0=∞

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ni,мин-1 | Nei, кВт | Mкi, Нм | Gтi, кг/ч | gei, г/кВт ч |
| 1 | 1448 | 211 | 1391,5 | 52,2 | 247,5 |
| 2 | 1611 | 229,7 | 1361,5 | 55 | 239, 5 |
| 3 | 1774 | 244,7 | 1317,1 | 56,2 | 229,7 |
| 4 | 1937 | 255,3 | 1258,5 | 57,3 | 224,5 |
| 5 | 2100 | 260,7 | 1185,6 | 58,7 | 225 |
| 6 | 2241 | 0 | 0 | 15,8 | ∞ |

### 1.5.3 Универсальная динамическая характеристика автомобиля

Динамическая характеристика автомобиля иллюстрирует его тягово-скоростные свойства при равномерном движении с разными скоростями на разных передачах и в различных дорожных условиях.

Из уравнения тягового баланса автомобиля при движении без прицепа (Pкр) на горизонтальной поверхности (α=0), разность сил будет равна:

Pк-Pw=G∙(ψ±δвр∙j/g)

Разность сил (Pк-Pw) пропорциональна весу автомобиля. Поэтому отношение (Pк-Pw)/G характеризует запас силы тяги, приходящийся на единицу веса автомобиля. Этот измеритель динамических, в частности тягово-скоростных свойств автомобиля, называется динамическим фактором D автомобиля. Таким образом, динамический фактор автомобиля:

D=(Pк-Pw)/G=[(Mк∙iтр∙ηтр)/rк-kw∙ρв∙F∙V2]/G

где G – вес автомобиля.

Динамический фактор автомобиля определяется на каждой передаче в процессе работы двигателя с полной нагрузкой при полностью открытой дроссельной заслонке.

Динамический фактор на первой передаче будет равен:

D=[(1391,5∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙22]/187282,7=0,49

D=[(1361,5∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙2,22]/187282,7=0,479

D=[(1317,1∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙2,52]/187282,7=0,464

D=[(1258,5∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙2,72]/187282,7=0,443

D=[(1185,6∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙2,92]/187282,7=0,417

D=[(0∙35,74∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙3,12]/187282,7=0

Динамический фактор на второй передаче будет равен:

D=[(1391,5∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙3,42]/187282,7=0,289

D=[(1361,5∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙3,82]/187282,7=0,283

D=[(1317,1∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙4,22]/187282,7=0,273

D=[(1258,5∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙4,62]/187282,7=0,261

D=[(1185,6∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙4,92]/187282,7=0,246

D=[(0∙21,11∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙5,32]/187282,7=-0,001

Динамический фактор на третьей передаче будет равен:

D=[(1391,5∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙5,82]/187282,7=0,17

D=[(1361,5∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙6,42]/187282,7=0,166

D=[(1317,1∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙7,12]/187282,7=0,161

D=[(1258,5∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙7,72]/187282,7=0,153

D=[(1185,6∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙8,42]/187282,7=0,144

D=[(0∙12,47∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙8,92]/187282,7=-0,002

Динамический фактор на четвертой передаче будет равен:

D=[(1391,5∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙9,82]/187282,7=0,099

D=[(1361,5∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙10,92]/187282,7=0,096

D=[(1317,1∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙122]/187282,7=0,092

D=[(1258,5∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙13,12]/187282,7=0,087

D=[(1185,6∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙14,22]/187282,7=0,081

D=[(0∙7,37∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙15,12]/187282,7=-0,006

Динамический фактор на пятой передаче будет равен:

D=[(1391,5∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙16,52]/187282,7=0,053

D=[(1361,5∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙18,42]/187282,7=0,05

D=[(1317,1∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙20,32]/187282,7=0,046

D=[(1258,5∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙22,12]/187282,7=0,042

D=[(1185,6∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙242]/187282,7=0,036

D=[(0∙4,35∙0,941/0,495)-0,55∙1,293∙6,66∙25,62]/187282,7=-0,017

D=ψ±δвр∙j/g – при неустановившемся движении (j≠0);

D=ψ – при установившемся движении (j=0).

Динамический фактор зависит от скоростного режима – частоты вращения коленчатого вала двигателя n и включенной передачи. Графическое изображение зависимости D=f(V) на разных передачах называют динамической характеристикой автомобиля. Между скоростью V и частотой вращения n коленчатого вала двигателя существует зависимость:

V=2∙π∙rк∙n/iтр .

Скорость на первой передаче будет равна:

V=2∙3,14∙0,495∙1448/35,74=2 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1611/35,74=2,2 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1774/35,74=2,5 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1937/35,74=2,7 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2100/35,74=2,9 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2241/35,74=3,1 м/мин

Скорость на второй передаче будет равна:

V=2∙3,14∙0,495∙1448/21,11=3,4 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1611/21,11=3,8 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1774/21,11=4,2 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1937/21,11=4,6 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2100/21,11=4,9 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2241/21,11=5,3 м/мин

Скорость на третьей передаче будет равна:

V=2∙3,14∙0,495∙1448/12,47=5,8 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1611/12,47=6,4 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1774/12,47=7,1 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1937/12,47=7,7 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2100/12,47=8,4 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2241/12,47=8,9 м/мин

Скорость на четвертой передаче будет равна:

V=2∙3,14∙0,495∙1448/7,37=9,8 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1611/7,37=10,9 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1774/7,37=12 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1937/7,37=13,1 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2100/7,37=14,2 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2241/7,37=15,1 м/мин

Скорость на пятой передаче будет равна:

V=2∙3,14∙0,495∙1448/4,35=16,5 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1611/4,35=18,4 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1774/4,35=20,3 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙1937/4,35=22,1 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2100/4,35=24 м/мин

V=2∙3,14∙0,495∙2241/4,35=25,6 м/мин

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | V,м/с | n,мин-1 | Мк, Н∙м | Рк, Н | Рw, Н | D, при | |
| Г=1 | Г=2 |
| 1 | 2 | 1448 | 1391,5 | 91767,3 | 18,95 | 0,49 | 0,245 |
| 2,2 | 1611 | 1361,5 | 89788,8 | 22,92 | 0,479 | 0,24 |
| 2,5 | 1774 | 1317,1 | 86860,7 | 29,60 | 0,464 | 0,232 |
| 2,7 | 1937 | 1258,5 | 82996,1 | 34,53 | 0,443 | 0,221 |
| 2,9 | 2100 | 1185,6 | 78188,5 | 39,83 | 0,417 | 0,209 |
| 3,1 | 2241 | 0 | 0 | 45,52 | 0 | -0 |
| 2 | 3,4 | 1448 | 1391,5 | 54203,1 | 54,75 | 0,289 | 0,145 |
| 3,8 | 1611 | 1361,5 | 53034,5 | 68,39 | 0,283 | 0,141 |
| 4,2 | 1774 | 1317,1 | 51305 | 83,55 | 0,273 | 0,137 |
| 4,6 | 1937 | 1258,5 | 49022,3 | 100,22 | 0,261 | 0,131 |
| 4,9 | 2100 | 1185,6 | 46182,7 | 113,72 | 0,246 | 0,123 |
| 5,3 | 2241 | 0 | 0 | 133,04 | -0,001 | 0 |
| 3 | 5,8 | 1448 | 1391,5 | 32015,5 | 159,33 | 0,17 | 0,085 |
| 6,4 | 1611 | 1361,5 | 31325,2 | 194 | 0,166 | 0,083 |
| 7,1 | 1774 | 1317,1 | 30303,7 | 238,75 | 0,161 | 0,08 |
| 7,7 | 1937 | 1258,5 | 28955,4 | 280,81 | 0,153 | 0,077 |
| 8,4 | 2100 | 1185,6 | 27278,2 | 334,19 | 0,144 | 0,072 |
| 8,9 | 2241 | 0 | 0 | 375,16 | -0,002 | -0,001 |
| 4 | 9,8 | 1448 | 1391,5 | 18910,2 | 454,87 | 0,099 | 0,049 |
| 10,9 | 1611 | 1361,5 | 18502,5 | 562,71 | 0,096 | 0,048 |
| 12 | 1774 | 1317,1 | 17899,1 | 682,02 | 0,092 | 0,046 |
| 13,1 | 1937 | 1258,5 | 17102,8 | 812,79 | 0,087 | 0,043 |
| 14,2 | 2100 | 1185,6 | 16112,1 | 955,02 | 0,081 | 0,04 |
| 15,1 | 2241 | 0 | 0 | 1079,91 | -0,006 | -0,003 |
| 5 | 16,5 | 1448 | 1391,5 | 11169,5 | 1289,45 | 0,053 | 0,026 |
| 18,4 | 1611 | 1361,5 | 10928,7 | 1603,51 | 0,05 | 0,025 |
| 20,3 | 1774 | 1317,1 | 10572,3 | 1951,76 | 0,046 | 0,023 |
| 22,1 | 1937 | 1258,5 | 10101,9 | 2313,24 | 0,042 | 0,021 |
| 24 | 2100 | 1185,6 | 9516,7 | 2728,09 | 0,036 | 0,018 |
| 25,6 | 2241 | 0 | 0 | 3103,95 | -0,017 | -0,08 |

**1.5.4 Краткий анализ полученных данных**

С помощью динамической характеристики можно решать различные задачи, возникающие при эксплуатации автомобиля.

Поэтому после построения характеристики, обязательно должен быть выполнен ее анализ с использованием конкретных полученных данных и рассмотрены возможные случаи применения в реальных условиях эксплуатации автомобиля.

1. Автомобиль будет работать в заданных дорожных условиях, характеризуемых приведенным коэффициентом дорожных сопротивлений ψ1=0,03, ψ2=0,04, ψ3=0,05, максимальные скорости он сможет развивать 24 м/с со значениями коэффициента Г=1 и Г=2.

2. Определить значение динамического фактора Dφ, ограничиваемое сцеплением φсц ведущих колес с дорогой.

Для автомобиля с задними ведущими колесами:

Dφ= φсц∙λк-Рw/G

где: λк – коэффициент нагрузки ведущих колес.

Dφ=0,7∙0,7-2728,1/187282,7=0,475

3. Определим из динамической характеристики:

- максимальную скорость при установившемся движении в наиболее типичных для данного вида автомобиля дорожных условиях. Скорость будет равна: V=24 м/с. Значения f при этом для различных дорожных условий принимаются из соотношения:

ψ=(1,2…1,3)∙f

ψ=0,03

ψ=0,04

ψ=0,05

- динамический фактор на прямой передаче при наиболее употребительной для данного автомобиля скорости движения равен: D=0,036.

- максимальное значение динамического фактора на прямой передаче D=0,053 и соответствующая скорость движения V=16,5 м/с.

- максимальное значение динамического фактора на низшей передаче D=0,49.

- максимальные значения динамического фактора на промежуточных передачах: D=0,289 – для второй передачи, D=0,17 - для третей передачи, D=0,099 - для четвертой передачи.

### 2. Топливная экономичность автомобиля

Одна из важнейших народнохозяйственных задач на современном этапе развития – снижение расхода топлива при работе автотранспортных средств.

Эта задача приобретает особую актуальность, если учесть, что по объёму перевозок грузов и пассажиров автомобильный транспорт занимает первое место среди всех других видов транспорта. Автомобильный транспорт потребляет примерно 15% энергоресурсов или почти 20 млн. т. условного топлива, при этом затраты на него при эксплуатации достигают 25…35% стоимости перевозок. На расход горючего при работе автотранспорта в той или иной степени влияет множество конструктивных, технических, эксплуатационных и других факторов и показателей.

Одним из основных измерителей топливной экономичности как эксплуатационного свойства принято считать количество топлива Qs, расходуемое на 100 км пути при равномерном движении с определённой скоростью в заданных дорожных условиях.

Расход топлива, л/100 км:

Qs=Qмгн∙ti,

где: Qмгн – мгновенный расход топлива двигателем автомобиля, л;

Qsi=(gei∙Nei/103∙ρт)∙(100/3.6∙Vi),

где: gei – удельный расход топлива, соответствующий данному режиму работы двигателя, г/кВт∙ч.

Nei – мощность, развиваемая двигателем при работе автомобиля в рассматриваемых условиях, кВт; ρт – плотность топлива, кг/л, равная 0,85; Vi – скорость движения автомобиля, м/с.

ti=100/(3.6∙Vi)

ti=100/(3.6∙16,5)=1,7 ч

ti=100/(3.6∙18,4)= 1,5 ч

ti=100/(3.6∙20,3)=1,4 ч

ti=100/(3.6∙22,1)=1,3 ч

ti=100/(3.6∙24)=1,2 ч

ti=100/(3.6∙25,6)=1,1 ч

Мощность двигателя Nei, затрачиваемая на преодоление сопротивления дороги Рψ и воздуха Pw (в Н):

Nei=[( Рψ+ Pw)∙ Vi]/103∙ηтр,

Nei=[(5618,5+2728,1)∙16,5]/1000∙0,876=157,1

Nei=[(5618,5+2728,1)∙18,4]/1000∙0,876=175,2

Nei=[(5618,5+2728,1)∙20,3]/1000∙0,876=193,3

Nei=[(5618,5+2728,1)∙22,1]/1000∙0,876=210,5

Nei=[(5618,5+2728,1)∙24]/1000∙0,876=228,6

Nei=[(5618,5+2728,1)∙25,6]/1000∙0,876=243,8

Nei=[(7491,3+2728,1)∙16,5]/1000∙0,876=192,4

Nei=[(7491,3+2728,1)∙18,4]/1000∙0,876=214,5

Nei=[(7491,3+2728,1)∙20,3]/1000∙0,876=236,7

Nei=[(7491,3+2728,1)∙22,1]/1000∙0,876=257,7

Nei=[(7491,3+2728,1)∙24]/1000∙0,876=279,8

Nei=[(7491,3+2728,1)∙25,6]/1000∙0,876=298,5

Nei=[(9364,1+2728,1)∙16,5]/1000∙0,876=227,6

Nei=[(9364,1+2728,1)∙18,4]/1000∙0,876=253,9

Nei=[(9364,1+2728,1)∙20,3]/1000∙0,876=280,1

Nei=[(9364,1+2728,1)∙22,1]/1000∙0,876=304,9

Nei=[(9364,1+2728,1)∙24]/1000∙0,876=331,1

Nei=[(9364,1+2728,1)∙25,6]/1000∙0,876=353,2

Сопротивление дороги:

Рψ=ψ∙G

Рψ=0,03∙187282,7=5618,5 Н

Рψ=0,04∙187282,7=7491,3 Н

Рψ=0,05∙187282,7=9364,1 Н



=63,7



=64,4



=64,8



=66,3



=70



=∞



=81



=81,1



=80,8



=82



=85,7



=∞



=98,2



=97,8



=96,8



=97,7



=101,4



=∞



Для наглядного представления о топливной экономичности проектируемого автомобиля при различных условиях установившегося движения строится экономическая характеристика Qs=f(V). На оси ординат откладываются в принятом масштабе значения Qs, л/100 км, а на оси абсцисс скорость движения V, м/с.

Порядок построения экономической характеристики.

Для различных скоростных режимов движения автомобиля из зависимости

Vi=0,105 ∙rк∙ni/iтр

определяют значения частоты вращения коленчатого вала двигателя n (в мин-1):

ni=Vi∙iтр/0,105∙rк

Зная частоту вращения коленчатого вала из соответствующих скоростных характеристик в зависимости от типа двигателя, определяют значения gei.

Определяют мощность двигателя Nei требуемую для движения автомобиля с разными скоростями на заданной дороге, характеризуемой соответствующим приведенного коэффициента сопротивления ψ. Расчеты ведутся до скорости, при которой двигатель загружается на максимальную мощность Nv. Переменной величиной при этом является только скорость движения Vi, все остальные показатели, входящие в формулу для определения Nei, являются при движении на заданной дороге, постоянными величинами (f, mo, mг, kw, ρв, F).

Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ψ | Vi, м/с | ni, мин-1 | Рψ, Н | Pw, Н | Nei, кВт | gei, г/кВтч | ti, ч | Qsi, л/100км |
| 0,03 | 16,5 | 1448 | 5618,5 | 2728,1 | 157,1 | 247,5 | 1,7 | 63,7 |
| 18,4 | 1611 | 5618,5 | 2728,1 | 175,2 | 239, 5 | 1,5 | 64,4 |
| 20,3 | 1774 | 5618,5 | 2728,1 | 193,3 | 229,7 | 1,4 | 64,8 |
| 22,1 | 1937 | 5618,5 | 2728,1 | 210,5 | 224,5 | 1,3 | 66,3 |
| 24 | 2100 | 5618,5 | 2728,1 | 228,6 | 225 | 1,2 | 70 |
| 25,6 | 2241 | 5618,5 | 2728,1 | 243,8 | ∞ | 1,1 | ∞ |
| 0,04 | 16,5 | 1448 | 7491,3 | 2728,1 | 192,4 | 247,5 | 1,7 | 81 |
| 18,4 | 1611 | 7491,3 | 2728,1 | 214,5 | 239, 5 | 1,5 | 81,1 |
| 20,3 | 1774 | 7491,3 | 2728,1 | 236,7 | 229,7 | 1,4 | 80,8 |
| 22,1 | 1937 | 7491,3 | 2728,1 | 257,7 | 224,5 | 1,3 | 82 |
| 24 | 2100 | 7491,3 | 2728,1 | 279,8 | 225 | 1,2 | 85,7 |
| 25,6 | 2241 | 7491,3 | 2728,1 | 298,5 | ∞ | 1,1 | ∞ |
| 0,05 | 16,5 | 1448 | 9364,1 | 2728,1 | 227,6 | 247,5 | 1,7 | 98,2 |
| 18,4 | 1611 | 9364,1 | 2728,1 | 253,9 | 239, 5 | 1,5 | 97,8 |
| 20,3 | 1774 | 9364,1 | 2728,1 | 280,1 | 229,7 | 1,4 | 96,8 |
| 22,1 | 1937 | 9364,1 | 2728,1 | 304,9 | 224,5 | 1,3 | 97,7 |
| 24 | 2100 | 9364,1 | 2728,1 | 331,1 | 225 | 1,2 | 101,4 |
| 25,6 | 2241 | 9364,1 | 2728,1 | 353,2 | ∞ | 1,1 | ∞ |

Подставляя найденные для разных скоростей движения автомобиля значения gei, Nei, ti в формулу , подсчитываем искомые значения расхода топлива Qsi.

Полученные значения ni, Vi, gei, Nei, Qsi при разных скоростях движения автомобиля сводятся в таблицу 4 с указанием, к какой дороге они относятся.

Аналогичным образом рассчитываются и строятся на экономической характеристике кривые Qsi для других дорожных условий и на каждой такой кривой указывается значение соответствующего ей коэффициента ψ приведенного сопротивления дороги.

Для анализа экономической характеристики на ней проводятся две резюмирующие кривые: огибающая кривая а-а максимальных скоростей движения на разных дорогах, соответствующая полному использованию установленной мощности двигателя Nv, и кривая с-с наиболее экономичных скоростей, соответствующих минимальному расходу топлива в заданных дорожных условиях.

### 2.1 Анализ экономической характеристики

Анализ полученных данных экономической характеристики в обязательном порядке включает следующие моменты:

1. Наиболее экономичные скорости движения на всех дорожных покрытиях: при ψ=0,03 V=16,5 , при ψ=0,04 V=20,3 , при ψ=0,05 V=20,3. Минимальные значения расхода горючего на 100 км пути: при ψ=0,03 Qs=63,7 , при ψ=0,04 Qs=80,8 , при ψ=0,05 Qs=96,8.
2. Объяснить характер изменения кривых топливной экономичности в различных дорожных условиях, чем обусловлено увеличение расхода топлива при отклонении от наиболее экономичных скоростей движения вправо и влево.
3. Контрольный расход топлива при равномерном движении с полной нагрузкой двигателя на прямой передаче равен Qs=80.
4. Контрольный расход топлива автомобиля- прототипа Qs=27. У спроектированного автомобиля расход больше т.к. у этого двигателя больше мощность.
5. Исходя из запаса хода Sзап=500 км автомобиля, т.е. пути, который может пройти груженый автомобиль без дополнительной заправки топливом при движении по дороге с улучшенным покрытием, определим ориентировочную вместимость Vб топливного бака (в л) по зависимости:

Vб=Qs∙ Sзап/100

Vб=101,4∙500/100=507 л

Основные показатели спроектированного автомобиля сельскохозяйственного назначения результаты сводим в таблицу.

**Литература**

1.Скотников В.А., Мащенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. М.: Агропромиздат, 1986.

2.Литвинов А.С., Фаробин Я.Е., Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. М.:Машиностроение, 1989.

3.Мащенский А.А., Солонский М.А., Поздняков Н.А. Тягово-скоростные свойства и топливная экономичность автомобиля. Мн:БГАТУ, 2002.