**1. Внешняя скоростная характеристика двигателя ЗМЗ-53**

**Внешняя скоростная характеристика** представляет собой зависимость эффективной мощности**** [кВт], эффективного крутящего момента **** [Н·м], удельного расхода топлива **** [г/кВт·ч], часового расхода топлива **** [кг/ч], от частоты вращения коленчатого вала  [об/мин] при установившемся режиме работы двигателя и максимальной подаче топлива.

**Определение текущего значения эффективной мощности , [кВт] от частоты вращения коленчатого вала двигателя производится по эмпирической зависимости, предложенной С.Р. Лейдерманом:**

,



где  – максимальная эффективная мощность двигателя [кВт];

 – текущая частота вращения [об/мин];

 – частота вращения при максимальной мощности [об/мин];

Для бензинового двигателя коэффициенты =1 и =1

Определение наименьшей устойчивой –  и максимальной –  частот вращения коленчатого вала [об/мин]

=0,13·*nN;* = 0,13·3200 = 416 об/мин

Т.к. на двигателе установлен ограничитель частоты вращения коленчатого вала, то:

=1,2· *nN*; = 1,2·3200 = 3840 об/мин

= 11,7 кВт

Значения эффективной мощности двигателя сводятся в таблицу 1

**Определение мощности НЕТТО двигателя , [кВт]**

= 0,9·; = 0,9·11,7 = 10,5 кВт



Значения мощности НЕТТО двигателя сводятся в таблицу 1

**Определение эффективного крутящего момента двигателя , [Н·м]**

=9550·; == 279,3 Н·м



Значения эффективного крутящего момента двигателя сводятся в таблицу 1

**Определение крутящего момента двигателя НЕТТО , [Н·м]**

 = 0,9·; = 0,9·279,3 = 251,4 Н·м

Значения крутящего момента двигателя НЕТТО сводятся в таблицу 1

**Определение удельного расхода топлива , [г/кВт·ч]**

,

где  – минимальный удельный расход топлива [г/кВт·ч]

 = 327,2 [г/кВт·ч]

Значения удельного расхода топлива двигателя сводятся в таблицу 1

**Определение часового расхода топлива двигателя , [кг/ч]**



 = 3,8 кг/ч

Значения часового расхода топлива двигателя сводятся в таблицу 1

**2. Тяговый баланс автомобиля**

**Тяговый баланс автомобиля** – это совокупность графиков зависимостей силы тяги на ведущих колесах , [Н] (на различных передачах), а также суммы сил сопротивления качению , [Н] и воздуха , [Н] от скорости движения автомобиля  [км/ч]

**Расчет сил тяги на колесах для каждой передачи , [Н]**

,

где  – коэффициент полезного действия трансмиссии;

 – передаточное число трансмиссии;

 – радиус качения колеса, [м]

,

где  – передаточное число коробки переменных передач

 – передаточное число главной передачи

Радиус качения колеса , [м] для радиальной шины определяется как:



КПД трансмиссии  определяется:

,

где *K* – число пар цилиндрических шестерен в трансмиссии автомобиля, через которые передается крутящий момент на -той передаче;

*L* – число пар конических или гипоидных шестерен;

*M* – число карданных шарниров.

**Расчет скорости движения автомобиля для каждой передачи , [км/ч]**



**Расчет силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 1-й передаче**





м

 Н

 км/ч

Значения силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 1-й передаче сводятся в таблицу 2

**Расчет силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 2-й передаче**





 Н

 км/ч

Значения силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 2-й передаче сводятся в таблицу 2

**Расчет силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 3-й передаче**





 Н

 км/ч

Значения силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 3-й передаче сводятся в таблицу 2

**Расчет силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 4-й передаче**





 Н

 км/ч

Значения силы тяги на колесах и скорости автомобиля на 4-й передаче сводятся в таблицу 2

**Расчет силы сопротивления качению колес автомобиля по дорожному покрытию , [Н]**

,

где  – масса полностью загруженного автомобиля, [кг]

 = 9,8 – ускорение свободного падения, [м/с2]

 – коэффициент сопротивления качению автомобильного колеса

,

где  = 0,018 – коэффициент сопротивления качению колес автомобиля по асфальтобетону;

 = 0,03 – коэффициент сопротивления качению колес автомобиля по грунтовой дороге.

**Расчет коэффициента сопротивления качению колеса  и силы сопротивления качению колес автомобиля по асфальтобетону , [Н]**



 Н

**Расчет коэффициента сопротивления качению колеса  и силы сопротивления качению колес автомобиля по грунтовой дороге, [Н]**



 Н

Значения сил сопротивления качению колес автомобиля сводятся в таблицу 3

**Расчет силы сопротивления воздуха действующей на автомобиль , [Н]**

,

где  – коэффициент обтекаемости формы автомобиля, [кг/м3]

 – площадь МИДЕЛЯ – площадь проекции автомобиля на плоскость перпендикулярную продольной оси, [м2].

 [кг/м3],

где  – коэффициент аэродинамического сопротивления;

 = 1,225 [кг/м3] – плотность воздуха

[м2],

где  – колея передних колёс автомобиля, [м]

 – наибольшая высота автомобиля, [м]

 м2

 кг/м3

 Н

Значения сил сопротивления воздуха автомобиля сводятся в таблицу 3

; 

 Н *укатанная снеж. дорога*

 Н *мокрый асфальт*

 Н *сухая грунт. дорога*

 Н *сухой асфальт*

**3. Динамический фактор автомобиля**

**Динамический фактор автомобиля** представляет собой совокупность динамических характеристик, номограммы нагрузок автомобиля.

**Динамическая характеристика** – это зависимость динамического фактора автомобиля **с полной нагрузкой** от скорости его движения

*****.*

**Динамическим фактором автомобиля** **называется отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:**

.

**Расчет динамического фактора и силы сопротивления воздуха , [H] на 1-ой передаче**



 Н



Значения динамического фактора и силы сопротивления воздуха на 1-й передаче сводятся в таблицу 4

**Расчет динамического фактора и силы сопротивления воздуха , [H] на** **2-ой передаче**

 Н



Значения динамического фактора и силы сопротивления воздуха на 2-й передаче сводятся в таблицу 4

**Расчет динамического фактора и силы сопротивления воздуха , [H] на** **3-ей передаче**

 Н



Значения динамического фактора и силы сопротивления воздуха на 3-й передаче сводятся в таблицу 4

**Расчет динамического фактора и силы сопротивления воздуха , [H] на** **4-ой передаче**

 Н



Значения динамического фактора и силы сопротивления воздуха на 4-й передаче сводятся в таблицу 4

**Расчет суммарного коэффициента сопротивления дороги **



С учетом того, что автомобиль движется по ровной, горизонтальной поверхности дороги, то 

Значения коэффициентов сопротивления качению колес  по асфальтобетону и по грунтовой дороге  берутся из таблицы 3

Значения коэффициента суммарного сопротивления движения автомобиля по асфальтобетону  и по грунтовой дороге  сводятся в таблицу 5

 мм

 мм

 => 

**4. Характеристика ускорений автомобиля**

**Характеристика ускорений** – это зависимость ускорений автомобиля от скорости ****, [м/с2], при его разгоне на каждой передаче*.*

**Величину ускорений , [м/с2]** **при разгоне автомобилей рассчитывают из выражения:**

,

где  – коэффициент суммарного дорожного сопротивления по асфальтобетонному покрытию ( = );

 – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс при разгоне автомобиля

,

где  – момент инерции маховика и разгоняющихся деталей автомобиля, [кг/м2];

 – момент инерции колес автомобиля, [кг/м2];

n=4 – общее число колес автомобиля

Таким образом, величина коэффициента  показывает, во сколько раз **увеличиваются** силовые и мощностные **затраты**, связанные с разгоном автомобиля, **по причине** разгона вращающихся масс автомобиля (двигателя, шестерен и валов трансмиссии, колес и связанных с ними деталей)

**Расчет величины ускорения при разгоне автомобиля на 1-ой передаче**





 м/с2

Значения величины ускорения при разгоне автомобиля на 1-ой передаче сводятся в таблицу 5

**Расчет величины ускорения при разгоне автомобиля на 2-ой передаче**





 м/с2

Значения величины ускорения при разгоне автомобиля на 2-ой передаче сводятся в таблицу 5

**Расчет величины ускорения при разгоне автомобиля на 3-ей передаче**





 м/с2

Значения величины ускорения при разгоне автомобиля на 3-ей передаче сводятся в таблицу 5

**Расчет величины ускорения при разгоне автомобиля на 4-ой передаче**





 м/с2

Значения величины ускорения при разгоне автомобиля на 4-ой передаче сводятся в таблицу 5

**5. Характеристика времени и пути разгона автомобиля**

**Характеристика разгона** представляет собой зависимости времени

*t = f(Va),* [c] и пути *S = f(Va),* [м], разгона полностью загруженного автомобиля, на отрезке ровного, горизонтального шоссе с асфальтобетонным покрытием. Для определения времени разгона воспользуемся графиком зависимости *ja* ζ = *f*(*Va*).

**Время разгона**

Время движения автомобиля, при котором его скорость возрастает на величину , определяется по закону равноускоренного движения:

,

где:  км/ч

– значение ускорения в начале интервала, [м/с2]

**– значение ускорения в конце интервала, [м/с2]

Суммарное время разгона автомобиля на заданной передаче от минимальной скорости *Va min* до максимальной скорости *Va max* находят суммированием времени разгона на интервалах:



где: *q* – общее число интервалов.

**Определение значений времени разгона автомобиля**



** м/с2

 км/ч

 с

Значения времени разгона автомобиля сводятся в таблицу 6

**Путь разгона**

, [м] – путь, проходимый автомобилем за время 

 – значение скорости в начале интервала, км/ч

** – значение скорости в конце интервала, км/ч

 – время движения автомобиля, при котором его скорость возрастает на величину 

Путь, проходимый автомобилем при его разгоне, от минимальной скорости

*Va min* = 0 до максимальной – *Va max*, находят суммированием расстояний на интервалах:

, [м]

где: *q* – общее число интервалов.

Путь, пройденный автомобилем за время  переключения передачи с индексом на передачу с индексом составляет:



**Определение значений пути разгона**

 с



** км/ч

 м

Значения пути разгона автомобиля сводятся в таблицу 6

**6. Мощностной баланс автомобиля**

**Мощностной баланс** автомобиля представляет собой совокупность зависимостей мощностей на ведущих колесах автомобиля****, [кВт], для всех передаточных чисел трансмиссии, мощностей сопротивления дороги ****, [кВт], и воздуха ****, [кВт], от скорости движения , [км/ч].

**Расчет мощности, приведенной от двигателя к колесам автомобиля, на каждой передаче, [кВт]**



**Расчет мощности, приведенной от двигателя к колесам автомобиля, на 1-ой, 2-ой и 3-ей, передачах**

 кВт

Значения мощности, приведенной от двигателя к колесам на 1-ой, 2-ой, 3-ей передачах сводятся в таблицу 7

**Расчет мощности, приведенной от двигателя к колесам автомобиля на 4-ой передаче**

 кВт

Значения мощности, приведенной от двигателя к колесам на 4-й передаче сводятся в таблицу 7

**Расчет мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивления воздуха , [кВт]**



 кВт

Значения мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивления воздуха сводятся в таблицу 7.

**Расчет мощности суммарного сопротивления дороги , [кВт]**

,

где – , причем  – сила, затрачиваемая на преодоление автомобилем подъема. Так как автомобиль движется по ровной горизонтальной поверхности дороги, то .

 и  принимаем из таблицы 3

**Расчет мощности сопротивления качению колес автомобиля по асфальтобетону**

 кВт

**Расчет мощности сопротивления качению колес автомобиля по грунтовой дороге**

 кВт

Значения мощности сопротивления качению колес автомобиля сводятся в таблицу 8.

**7. Топливно-экономическая характеристика автомобиля**

**Топливно-экономическая характеристика** автомобиля позволяет определять расход топлива в зависимости от скорости его движения. Она представляет собой график зависимости путевого расхода топлива от скорости автомобиля.

**Значения путевого расхода топлива , [л/100 км] определяют по выражению:**

,

где - часовой расход топлива, [кг/ч],

,

где: ** – функция зависимости удельного расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала двигателя, [г/кВт⋅ч];

- суммарная мощность сопротивления движению автомобиля, [кВт];

 – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива ** в зависимости от коэффициента использования мощности двигателя .



,

где:  – плотность топлива, [г/см3];

, [г/см3] – плотность бензина;

**Определение путевого расхода топлива  на 3-й передаче по асфальтобетону.**





 кг/ч

 л/100 км

Значения путевого расхода топлива на 3-й передаче по асфальтобетону сводятся в таблицу 9

**Определение путевого расхода топлива  на 3-й передаче по грунту**





 кг/ч

 л/100 км

Значения путевого расхода топлива на 3-й передаче по грунту сводятся в таблицу 9

**Определение путевого расхода топлива  на 4-й передаче по асфальтобетону**





 кг/ч

 л/100 км

путевого расхода топлива на 4-й передаче по асфальтобетону сводятся в таблицу 9

**Определение путевого расхода топлива  на 4-й передаче по грунту**





 кг/ч

 л/100 км

путевого расхода топлива на 4-й передаче по грунту сводятся в таблицу 9

**Заключение**

В данной курсовой работе я провел тяговый расчет автомобиля

**ГАЗ 53А** с двигателем **ЗМЗ – 53**. Построил внешнюю скоростную характеристику двигателя. Вычислил тягу, динамику и ускорения автомобиля на разных передачах КПП. Также произвел расчет времени и пути разгона автомобиля, баланс мощностей и экономичность двигателя на данной передаче по разным типам дорожных покрытий.

**Список литературы**

1. Конструкция, расчет и потребительские свойства изделий. Методические указания по курсовому проектированию. Составитель А.И. Федотов. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. Часть 1–41 с.