**Выбор исходных данных**

**Задание.** Сделать анализ тягово-скоростных свойств автомобиля, **AUDI A8** если коэффициент суммарного дорожного сопротивления ψ=0,02.

Исходные данные для расчета:

Вид автомобиля - легковой автомобиль

Полная масса m, кг - 2200

Марка и тип двигателя - бензиновый, AMF.

Максимальная мощность Ne max, кВт - 142

Частота вращения вала двигателя при максимальной мощности nN, об/мин - 6000

Наличие ограничителя частоты вращения вала двигателя - нет

Передаточные числа:

Коробки передач

Uk1………………..3,5

Uk2………………..1,94

Uk3………………..1,3

Uk4………………..0,943

Uk5………………..0,789

Ukзх……………….3,444

Раздаточной коробки uрв,…………………….нет

Главной передачи u0…………………………..3,875

Шины………………………………………..225\55R17

Статический радиус колес rст, м……………0,317

Габаритные размеры:

Ширина Вг, м…………………………………..1,88

Высота Нг, м…………………………………...1,42

КПД трансмиссии η……………………………0,9

Коэффициент сопротивления воздуха K, Hc2/м4…0,2

Реальные значения основных параметров автомобиля для сравнения их с полученными расчетами:

Максимальный крутящий момент двигателя Memax, Нм……………...280

Частота вращения вала двигателя при максимальном крутящем моменте nM, об/мин…...3200

Максимальная скорость Vmax, км/ч

Время разгона до 100 км/ч, с

**Построение внешней скоростной характеристики двигателя**

Для построения внешней скоростной характеристики поршневого двигателя внутреннего сгорания используют эмпирическую формулу, позволяющую по известным координатам одной точки скоростной характеристики воспроизвести всю кривую мощности:

(1)

где Ne, кВт – текущее значение мощности двигателя, соответствующее частоте вращения вала двигателя n, об/мин;

Nemax, кВт – максимальная мощность двигателя при частоте вращения nN, об/мин;

А1, А2 – эмпирические коэффициенты характеризующие тип двигателя внутреннего сгорания. Для бензинового А1=1,0; А2=1,0.

 (2)

nmin – минимальная частота вращения коленчатого вала.

 (3)

 (Н\*м.)

**Результаты расчетов внешней скоростной характеристики двигателя**

По результатам расчетов строим график внешней скоростной характеристики (рис. 1).

Рис. 1

**Построение графиков силового баланса**

При построении графиков силового баланса для различных передач и скоростей движения автомобиля рассчитывают значение составляющих уравнения силового баланса.

Pk - Pψ - Pw – Pj = 0.

Тяговое усилие на ведущих колесах определяют из выражения, Н:

 (4)

где rд – динамический радиус колеса, который в нормальных условиях движения принимают равным rст = 0,317 м.

Вторую составляющую силового баланса – силу суммарного дорожного сопротивления – определяют по формуле, Н:

Pψ = ψG (5)

Где G = gm – полный вес автомобиля;

G = 9,81 м/с2 – ускорение свободного падения.

G = 9,81 ⋅ 2200 = 21582*Н*;

Pψ = 0,02 ⋅ 21582 = 431,64*Н*;

Силы сопротивления воздуха:

 (6)

где F – лобовая площадь, м2;

V – скорость автомобиля, км/ч.

F = α ⋅ Bг ⋅ Hг (7)

Где α - коэффициент заполнения площади, для грузовика находится в пределах 0,78…0,8, принимаем α = 0,8, тогда

F = 0,8 ⋅ 1,88⋅ 1,42=2,13 м2

Силу сопротивления разгону, H:

 (8)

где δ - коэффициент учитывающий влияние инерции вращающихся масс;

j – ускорение автомобиля в поступательном движении, м/с2.

При построении и анализе графиков силового баланса величина Pj не рассчитывается, а определяется как разность тягового усилия Pk и суммы сопротивлений движению (Pψ+PW)

График силового баланса и все последующие графики будем строить в функции скорости автомобиля V, км/ч, которая связана с частотой вращения вала двигателя n зависимостью

 (9)

 км/час

где rk – радиус качения колеса, равный при отсутствии проскальзывания статическому радиусу rст.

Для силы сопротивления воздуха

 (10)

Динамический фактор автомобиля D определяется для различных передач и скоростей движения по формуле.

 (11)

Результаты расчетов силового баланса и динамической характеристики автомобиля AUDI A8 (рис. 3, 4).

Рис. 2

Рис. 3

**Оценка показателей разгона автомобиля**

Ускорение j для разных передач и скоростей определяют по значениям D из таблицы 2, используя формулу

где δ = 1,04 + 0,04 ⋅ uki2 ⋅ uPB2 предварительно рассчитывается для каждой передачи

δ1=1,04+0,04⋅uk12=1,04+0,04⋅3.52=1,53;

δ2=1,04+0,04⋅uk22=1,04+0,04⋅1,942=1,19;

δ3=1,04+0,04⋅uk32=1,04+0,04⋅1,32=1,1;

δ4=1,04+0,04⋅uk42=1,04+0,04⋅0,942=1,07;

δ5=1,04+0,04⋅uk52=1,04+0,04⋅0,7892=1,06;

Расчетные данные для построения графиков ускорений сводят в таблице 3, где приводятся значения величин, обратных ускорениям 1/j, которые будут использованы при определении времени разгона АТС.

По данным таблицы 3 строят графики ускорений (рисунок 4) и величин, обратных ускорениям (рисунок 5).

*Результаты расчетов ускорений и величин, обратных ускорениям*

Время разгона получают как интеграл функции

 (13)

графическим интегрированием функции 1/j = f(V), используя график величин, обратных ускорениям. Для этого площадь над кривыми разбивают на произвольное число участков. Площади этих участков представляют собой в определенном масштабе время разгона в соответствующем интервале скоростей на данной дороге. Например, время разгона автомобиля на и-м участке от скорости Vи до Vи+1

Подсчитав площади участков Ftи и нарастающую сумму площадей, по формуле (14) вычисляем время разгона t. Расчеты сводим в таблице 4 и строим график времени разгона (рисунок 6).

Путь разгона определяют по аналогии графическим интегрированием функции t = f(V), т.е. подсчетом соответствующих площадей графика времени разгона, поскольку

 (15)

Методика расчета и построения аналогична предшествующей. Для этого площадь над кривой t=f(V) в интервале от Vmin до Vmax разбивают на произвольное число участков (5 или 6). Площади этих участков представляют собой в определенном масштабе путь разгона в соответствующем интервале скоростей на данной дороге. Например, путь разгона автомобиля Sи (м) на и-м участке от скорости Vи до Vи+1

Sи=mvmtFsи (16)

Fsи – площадь и-го участка на графике , мм2.

Подсчитав площади участков и нарастающую сумму площадей, по формуле (16) вычисляют путь разгона S, сводят расчеты в таблице 5 и строят график пути разгона.

двигатель автомобиль тяговый скоростной

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

**График мощностного баланса автомобиля**

Уравнение баланса мощности могут быть выражены через мощность двигателя Ne:

Ne – Nr - Nψ - Nw – Nj = 0 (17)

Или через мощность на колесах Nk:

Nk - Nψ - Nw – Nj = 0 (18)

Где Nr – мощность, теряемая в трансмиссии;

Nψ, Nw – мощность, расходуемая на преодоление соответственно суммарных дорожных сопротивлений и сопротивление воздуха;

Nj – мощность, используемая для разгона.

Вначале вычислим мощность на ведущих колесах Nk. Эту величину определяют через мощность Ne (см. табл. 1), рассчитываемую на коленчатом валу двигателя, с учетом потерь в трансмиссии

Nk=Ne·η (19)

Значение мощностей Nψ и Nw – рассчитывают с использованием величин Pψ и Pw, взятых из табл. 2 для высшей передачи с целью обеспечения всего диапазона скоростей движения автомобиля:

 (20)

 (21)

Полученные значения величин Nψ и Nw суммируют.

Данные расчетов сводим в таблице 6, и по ним строят график мощностного баланса автомобиля (рис. 7).

Мощности Nr и Nj определяются на графике как разности Nr = Ne – Nk; Nj = Nk – (Nψ - Nw).

Рис. 7

**Анализ тягово-скоростных свойств автомобиля**

Из внешней скоростной характеристики двигателя определим значения максимального крутящего момента Memax, частоту вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте nм и момент при максимальной мощности MN. Полученные значения Memax и nм сравнением с реальными данными. По значениям Memax и MN можно вычислить коэффициент приспосабливаемости двигателя.

 (22)

Для двигателя автомобиля AUDI A8 значение Memax=280 Н.м.

Nм =3200 об/мин;

При ψ = 0,02 максимальная скорость автомобиля без ограничителя частоты вращения составляет 237 км/ч.

По динамической характеристике автомобиля для каждой передачи определим максимальное сопротивление ψmax, которое может преодолеть автомобиль, критическую скорость Vкр и максимально преодолеваемый продольный угол дороги imaxi при коэффициенте сопротивления качению *f* = 0,10 (грунтовая дорога после дождя).

Максимальный преодолеваемый дорожный уклон дороги:

imaxi = ψmaxi – *f* (23)

Для автомобиля AUDI A8 перечисленные параметры составляют:

Vmax=237 км/ч.;

ψmax1=Dmax1=0,49;

ψmax2=Dmax2=0,27;

ψmax3=Dmax3=0,18;

ψmax4=Dmax4=0,12;

ψmax5=Dmax5=0,1;

Imax1 =0, 49– 0,10 = 0.39 = 39%Imax5 = 0,1– 0,10 = 0 = 0%;

Imax2 =– 0, 27 - 0.10 = 0.17 = 17%;

Imax3 = 0, 18 – 0,10 = 0,08 = 8%;

Imax4 = 0, 12– 0,10 = 0.02 = 2%;

По графику ускорений определяются максимальное ускорение jmax для каждой передачи и оптимальные скорости перехода с одной передачи на другую на данной дороге.

С помощью графиков времени и пути разгона для принятого дорожного сопротивления определяют соответственно время и путь разгона автомобиля до скорости 100 км/ч.

В данной работе эти параметры составляют:

Jmax1 = 3.05 м/с2;

Jmax1 = 2.08 м/с2;

Jmax1 = 1,4м/с2;

Jmax1 = 0,95 м/с2;

Jmax1 = 0,75 м/с2;

Vпер1-2 = 58км/ч;

Vпер2-3 = 104 км/ч;

Vпер3-4 = 156 км/ч;

Vпер4-5 = 216 км/ч;

**Вывод**

В данной работе мы провели анализ тягово-скоростных свойств автомобиля **AUDI A8** для дороги с коэффициентом суммарного дорожного сопротивления ψ = 0,02. Были построены графики внешней скоростной характеристики, силового баланса, ускорений, мощностного баланса, а также графики времени и пути разгона автомобиля.

Основные полученные данные расчета:

Vmax =237 км/ч;

T100 = 13 с

S100 =183 м