**1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА АВТОМОБИЛЯ**

Часть параметров принимаем в соответствии с прототипом, а часть определяем в результате расчетов. В первую очередь устанавливаем массу автомобиля, размер шин, мощность и частоту вращения коленчатого вала двигателя. Собственную массу автомобиля определяем по формуле

, (1)

где  - масса порожнего автомобиля, кг;

 - грузоподъемность равна 10000 кг;

- коэффициент грузоподъемности, который для большинства грузовых автомобилей составляет = 0,9...1,1. При этом большие значения принимаются для автомобилей большой грузоподъемности. Принимаем равным 1.

Динамическую характеристику необходимо рассчитать для полностью загруженного автомобиля, масса которого

, (2)

где  - количество мест в кабине равно 2.

Размер шин принимаем в соответствии с прототипом, либо выбираем по расчетной нагрузке на колесо, которую определяем с учетом колесной формулы автомобиля и распределением веса полностью груженого автомобиля по осям. Установив размер шин, можно определить расчетный радиус колеса

, (3)

где  - расчетный радиус колес, м;

 - диаметр обода колеса равен 20 дюймов;

 - ширина профиля шины равна 10,2 дюймов;

 - коэффициент, учитывающий радиальную деформацию шины, который зависит от типа шины и давления воздуха в ней, . Принимаем 0,93.

Мощность двигателя, установленного на автомобиле, должна обеспечить движение полностью загруженного автомобиля с максимальной скоростью в заданных дорожных условиях. Исходя из этого условия, она может быть рассчитана по формуле

, (4)

где  - мощность двигателя при максимальной скорости движения автомобиля, кВт;

 - приведенный коэффициент дорожных сопротивлений при максимальной скорости=0,025;

- масса груженого автомобиля равна 21261,111кг;

- ускорение свободного падения равно 9,81 м/с2;

- сила сопротивления воздушной среды при максимальной скорости, Н;

 - максимальная скорость движения равна 23,6м/с;

 - КПД трансмиссии при движении на высшей передаче равно 0,9.

В свою очередь сопротивление воздушной среды

, (5)

где  - коэффициент сопротивления воздушной среды,=0,55 кг/м3 ;

- площадь лобовой поверхности, м2.

Для грузовых автомобилей можно принять

, (6)

где  и  - соответственно колея задних колес равна 1,63 и габаритная высота равна 2,22 м.

КПД механической трансмиссии при движении на высшей передаче = 0,90 (учитывая

потери в главной и карданной передаче и так называемые гидравлические потери). На остальных передачах

, (7)

где  - КПД коробки передач, который находится в зависимости от числа  зубчатых пар коробки, находящихся в зацеплении

.

Для автомобилей с карбюраторными, имеющими ограничитель максимальных оборотов найденное по формуле (3) значение будет соответствовать номинальной (максимальной) мощности двигателя, то есть

.

Если в задании не указана максимальная частота вращения коленчатого вала, то ее можно определить по коэффициенту оборотности двигателя 

, (8)

где  - максимальные обороты, об/мин;

 – максимальная скорость автомобиля, км/ч.

Для грузовых автомобилей .

**2 РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ВНЕШНЕЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ**

Тяговые возможности автомобиля при выбранных параметрах трансмиссии и ходовой части определяем внешней скоростной характеристикой установленного на автомобиле карбюраторного двигателя. В курсовой работе используется расчетная характеристика, для построения которой задаем частоту вращения коленчатого вала и находим соответствующие значения  и  по формулам

, (9)

, (10)

где  - мощность двигателя при частоте вращения вала е, кВт;

 - номинальная мощность двигателя, кВт;

 - удельный эффективный расход топлива при соответствующих оборотах, г/кВт ч;

 - удельный эффективный расход топлива на номинальном режиме двигателя, г/кВт ч;

 - опытные коэффициенты, усредненные значения которых в зависимости от типа двигателя можно принять по таблице 1.

 - относительная частота вращения вала двигателя.

Крутящий момент на коленчатом валу  (Н⋅м) и часовой расход топлива  (кг/ч) рассчитывают по формулам

, (11)

 , (12)

, (13)

где - значение динамического фактора при неполной загрузке автомобиля;

 - значение динамического фактора для полностью загруженного автомобиля;

 - вес полностью загруженного автомобиля;

- вес автомобиля при неполной загрузке.

Таблица 1 - Результаты расчета динамической характеристики автомобиля

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры | Передача |  Значения при оборотах |
|  |  | 520 | 1040 | 1300 | 1560 | 1820 | 2080 | 2600 |
| Ме, Нм | 1 | 658,2888 | 703,658 | 709,327 | 703,688 | 686,66 | 658,288 | 567,49 |
| Vi, км/ч | 1 | 5,0036 | 10,007 | 12,509 | 15,0109 | 17,513 | 20,014 | 25,018 |
| 2 | 7,21 | 14,42 | 18,027 | 21,633 | 25,238 | 28,84 | 36,054 |
| 3 | 10,39 | 20,78 | 25,98 | 31,17 | 36,37 | 41,567 | 51,959 |
| 4 | 14,976 | 29,952 | 37,44 | 44,928 | 52,416 | 59,904 | 74,88 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pki, Н | 1 | 22281,23 | 23817,87 | 24009,95 | 23817,87 | 23241,64 | 22281,24 |  |
| 2 | 15640,94 | 16527,21 | 16660,5 | 16527,22 | 16127,37 | 15460,95 |  |
| 3 | 10728,35 | 11468,23 | 11560,72 | 11468,23 | 11190,77 | 10728,35 |  |
| 4 | 7751,35 | 8285,93 | 8352,75 | 8285,93 | 8085,92 | 7751,35 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pш, | 1 | 3,844 | 15,379 | 24,0,3 | 34,6 | 47,098 | 61,51 |  |
| 2 | 7,985 | 31,94 | 49,9 | 71,86 | 97,81 | 127,76 |  |
| 3 | 16,58 | 66,33 | 103,65 | 149,25 | 203,15 | 265,34 |  |
| 4 | 34,44 | 137,76 | 215,26 | 309,97 | 421,91 | 551,07 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Di | 1 | 0,285 | 0,305 | 0,307 | 0,304 | 0,297 | 0,284 |  |
| 2 | 0,198 | 0,211 | 0,212 | 0,210 | 0,205 | 0,196 |  |
| 3 | 0,137 | 0,146 | 0,146 | 0,145 | 0,140 | 0,134 |  |
| 4 | 0,098 | 0,104 | 0,104 | 0,102 | 0,098 | 0,092 |  |

Таблица 2 - Результаты расчета внешней скоростной характеристики двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | δy |
| ne, об/мин | 520 | 1040 | 1300 | 1560 | 1820 | 2080 | 2600 | (nν) |
| Nе, кВт | 35,844 | 76,632 | 96,56 | 114,948 | 130,86 | 143,376 | 154,50 | (Nеν) |
| Me, Нм | 658,288 | 703,68 | 709,363 | 703,6881 | 6886,66 | 658,288 | 567,4904 |  |
| Ge, г/кВтч | 361,2 | 324,8 | 315 | 310,8 | 312,2 | 319,2 | 350 |  |
| Gm, кг/ч | 12,947 | 24,89 | 30,42 | 35,72 | 40,85 | 45,76 | 54,075 |  |

Практически построение номограммы сводится к проведению семейства отрезков, соединяющих одинаковые значения динамического фактора на ординатах для соответствующей загрузки автомобиля, которая оценивается коэффициентом использования грузоподъемности

, (15)

где  - действительная масса груза;

 - грузоподъемность.

Выражение (13) позволяет соотношение между масштабами для динамического фактора при полной загрузке автомобиля и для любого .

Удобнее всего, проведя ординаты для различных (оси ), выполнить шкалу значений динамического фактора на оси , соответствующую значениям динамического фактора при порожнем автомобиле, а затем соединяем точки с одинаковыми значениями  на этой оси и на основной оси ординат для . Масштаб для  по оси, соответствующей значениям для порожнего автомобиля  связан с ранее выбранным для полностью загруженного автомобиля .

**3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ**

Передаточное число главной передачи определяем из условия обеспечения движения автомобиля с максимальной скоростью на высшей передаче при максимальных оборотах двигателя.

В случае, когда максимальная скорость достигается на прямой передаче

, (16)

где - частота вращения коленчатого вала двигателя, при максимальной скорости , об/мин;

 - расчетный радиус колеса=0,476, м;

 - максимальная скорость движения,=22,2 м/с.

При определении передаточного числа коробки передач на первой передаче исходим из того, что на первой передаче автомобиль должен преодолевать максимальное дорожное сопротивление (по условию) при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента . При этом сопротивлением воздуха пренебрегают.

Значение  принимаем по внешней скоростной характеристике двигателя. В том случае, когда расчет скоростной характеристики двигателя и динамической характеристики автомобиля выполняется с использованием ПЭВМ, максимальный крутящий момент может быть найден по формуле

 , (17)

где  - номинальный крутящий момент, Нм;

 - номинальная мощность двигателя, 84,60 кВт;

- номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя =3200, об/мин;

Передаточное число коробки передач на первой передаче

, (18) (18)

где  - максимальное приведенное дорожное сопротивление.

Передаточные числа промежуточных передаx выбираем так, чтобы они составляли ряд геометрической прогрессии, знаменатель которой

, (19)

где  - количество передач равное 4 (принимаем по прототипу);

 - передаточное число коробки передач на первой передаче равно 6,347;

 - передаточное число коробки на высшей передаче равно 1

Значение передаточного числа на i-ой передаче

 (20)

КПД число пар зацепления

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 передача | 1 | 10,146 |
| 2 передача | 2 | 5,684 |
| 3 передача | 3 | 3,185 |
| 4 передача | 4 | 1,7847 |
|  | 5 | 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 передача | 2 | 0,86436 |
| 2 передача | 2 | 0,84707 |
| 3 передача | 2 | 0,864 |
| 4 передача | 1 | 0,882 |
|  | 0 | 0,9 |

В заключение данного раздела проверим, в каких условиях могут быть реализованы тяговые возможности автомобиля на первой передаче, то есть движение автомобиля с максимальной по двигателю силой тяги без буксования.

Это условие имеет вид

, (21) где  - максимально возможная по условиям сцепления сила тяги автомобиля;

- максимально возможная по крутящему моменту двигателя касательная сила тяги.

Величина ограничения по сцеплению зависит от коэффициента сцепления  и сцепного веса 

, (22)

где  - динамический коэффициент нагрузки ведущих колес, который связан со статическим  соотношением

.

Значение  принимаем в соответствии с прототипом равное 1,2. Для автомобилей со всеми ведущими осями 

Учитывая зависимость касательной силы тяги от момента

, (23)

также то, что  найдено из условия преодоления максимального дорожного сопротивления, условие (21) может быть записано так

 (24)

Сопоставим полученное значение  со справочными данными для разных дорожных условий и отметим в курсовом проекте, в каких дорожных условиях может быть реализована максимальная (по двигателю) касательная сила тяги.

где  и - коэффициенты, учитывающие влияние на удельный расход топлива скоростного и нагрузочного режима работы двигателя;

- удельный расход топлива на номинальном режиме, г/кВт ч.

Значения коэффициента  находят как функцию отношения  оборотов, соответствующих развиваемой скорости движения к номинальным, то есть

 (28)

а  - как функцию отношения развиваемой мощности  и мощности двигателя по внешней скоростной характеристике  при данной частоте вращения коленчатого вала

 (29)

Графики этих функций приведены на рисунках 11и 12.

Учитывая значительную погрешность определения коэффициентов  и  по графикам, рекомендуется рассчитывать их значения по формулам



 - для карбюраторных двигателей;

- для дизелей.

В этих формулах  и .

В курсовой работе расчет экономической характеристики выполняем для трех значений коэффициента дорожных сопротивлений.

Расчет выполняем в такой последовательности.

1 По динамической характеристике определяем наивысшую передачу, на которой возможно движение в заданных дорожных условиях и максимальное значение скорости, которая при этом достигается.

2 Задаем несколько значений оборотов от  и находим соответствующие им скорости движения.

3 Рассчитываем сопротивление воздушной среды , а затем - мощность двигателя , необходимую для движения в заданных дорожных условиях с соответствующей скоростью .

4 По внешней скоростной характеристике находим соответствующую принятым значениям оборотов мощность двигателя .

5 Находят отношения и  и по графикам (рисунки 3 и 4) определяем коэффициенты и .

6 Рассчитываем удельный расход  и расход топлива на 100 км пробега .Объем расчетов можно сократить, принимая такие же значения оборотов, как при расчете динамической характеристики.

Результаты расчета рекомендуется оформить в таблицу следующей формы.

По полученным данным строим зависимость  от скорости движения для различных . Пример экономической характеристики представлен на рисунке 5.

Таблица 4Результаты расчета экономической характеристики

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | n, об/ мин | V, км/ч | Pw,  Н | Ne, кВТ | Neвн, кВТ | n/nк | Nе/Nевн | Кn | КN | ge, г/кВТ | Q,л/100км |
| Ф1 | 640 | 14,98 | 34,44 | 17,83 | 15,38 | 0,20 | 0,48 | 1,10 | 1,23 | 472,50 | 32,29 |
| 1280 | 29,95 | 137,77 | 39,18 | 32,88 | 0,40 | 0,48 | 1,00 | 1,23 | 430,69 | 31,34 |
| 1600 | 37,44 | 215,26 | 49,91 | 41,43 | 0,50 | 0,50 | 0,97 | 1,20 | 405,63 | 30,87 |
| 1920 | 44,93 | 309,98 | 59,99 | 49,32 | 0,60 | 0,53 | 0,95 | 1,14 | 379,71 | 30,43 |
| 2240 | 52,42 | 421,92 | 68,93 | 56,15 | 0,70 | 0,57 | 0,94 | 1,07 | 353,99 | 30,07 |
| 2560 | 59,90 | 551,07 | 76,20 | 61,52 | 0,8 | 0,63 | 0,95 | 0,99 | 330,32 | 29,89 |
| 2600 | 74,88 | 861,05 | 84,60 | 66,29 |  1 | 0,84 | 1,00 | 0,90 | 315,66 | 32,76 |
| Ф2 | 640 | 7,84 | 9,43 | 3,80 | 15,38 | 0,20 | 0,25 | 1,10 | 1,84 | 708,04 | 47,63 |
| 1280 | 15,68 | 37,74 | 7,73 | 32,88 | 0,40 | 0,24 | 1,00 | 1,88 | 657,24 | 45,01 |
| 1600 | 19,59 | 58,96 | 9,79 | 41,43 | 0,50 | 0,24 | 0,97 | 1,87 | 635,23 | 44,08 |
| 1920 | 23,51 | 84,91 | 11,94 | 49,32 | 0,60 | 0,24 | 0,95 | 1,85 | 616,50 | 43,47 |
| 2240 | 27,43 | 115,57 | 14,19 | 56,15 | 0,70 | 0,25 | 0,94 | 1,82 | 600,81 | 43,15 |
| 2560 | 31,35 | 150,94 | 16,55 | 61,52 | 0,8 | 0,27 | 0,95 | 1,77 | 587,13 | 43,06 |
| 2600 | 39,19 | 235,85 | 21,72 | 66,29 |  1 | 0,33 | 1,00 | 1,59 | 556,45 | 42,83 |
| Ф3 | 640 | 14,98 | 34,44 | 10,97 | 15,38 | 0,20 | 0,71 | 1,10 | 0,93 | 357,76 | 36,41 |
| 1280 | 29,95 | 137,77 | 22,90 | 32,88 | 0,40 | 0,70 | 1,00 | 0,94 | 328,92 | 34,93 |
| 1600 | 37,44 | 215,26 | 29,52 | 41,43 | 0,50 | 0,71 | 0,97 | 0,93 | 315,12 | 34,51 |
| 1920 | 44,93 | 309,98 | 36,74 | 49,32 | 0,60 | 0,74 | 0,95 | 0,91 | 303,64 | 34,49 |
| 2240 | 52,42 | 421,92 | 44,68 | 56,15 | 0,70 | 0,80 | 0,94 | 0,90 | 297,34 | 35,20 |
| 2560 | 59,90 | 551,07 | 53,45 | 61,52 | 0,8 | 0,87 | 0,95 | 0,91 | 301,87 | 37,41 |
| 2600 | 74,88 | 861,05 | 73,97 | 66,29 |  1 | 1,12 | 1,00 | 1,16 | 407,68 | 55,94 |

**ЛИТЕРАТУРА**

1Скотников В.А., Мащерский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. - М.: Агропромиздат, 1986. - 383 с.

2 Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. - М.: Колос,1972. - 385 с.

3 Кутьков Г.М. Теория трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1996. - 302 с.

4 Тракторы и автомобили. Раздел "Теория тракторов и автомобилей": Методические указания и задание для курсовой работы / Г.Я. Александров, В.В. Груздев, П.В.Федоров. - М.: ВСХИЗО, 1993. - 47 с.

5 Теория тракторов и автомобилей. Методические указания и задания по курсовой работе для студентов специальности "Механизации сельского хозяйства". Изд. 4-е, перер. и доп. Д.А. Чудаков, И.А. Гончаров. - Белорусский ИМСХ, Минск, 1981. - 108 с.

6 Г.А. Затолокин. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Тракторы и автомобили" для студентов специальности 31.11 / Московский гидромелиоративный институт. - М., 1992. - 113 с.

7 Агеев Л.Е и др. Теория трактора и автомобиля: Учебное пособие по выполнению курсовой работы. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2001. - 155 с.

8 Артамонов М.Д., Иларионов В.А., Морин М.М. Основы теории и конструкции автомобиля. – М.: Машиностроение, 1974. - 288 с.