# Расчет тяговой характеристики трактора

*NH =70 л. с., G =3400 кг., n = 1750 об/мин., g = 185 г/элс. ч.,*

*Размер шин - 12-38, Тип пути - стерня.*

Начинаем с расчета и построения регулярной характеристики дизеля. Лист (миллиметровка) разбиваем осями координат на четыре квадрата. По оси ординат вниз откладываем значения номинального момента двигателя (Н М).

МН *=* (Н М)



где, NH - мощность двигателя номинальная, л. с.

nH - номинальная частота вращения двигателя. nH = 1750 об/мин.

МН *==*281,004 (Н М)



Максимальный момент Мmax = KM \* MH = 281 \* 1.2 = 337.2 Н М

где, KM - коэффициент приспособленности

KM = 1,15….1,25 (Кутьков Г.М. стр.124)

Через точки МН и Мmax параллельно оси абцис проводим вспомогательные линии.

На оси обцис слева от точки 0 (в отрицательной области) откладываем значение WH, NE, GT, и в квадрате III строим регулярною характеристику двигателя. Для этого на ось абцис наносим значение номинальной угловой скорости коленчатого двигателя WH и опускаем перпендикуляр до пересечения со вспомогательной линией, проведенной через точку МН.

# Рассчитываем максимальную угловую скорость вала двигателя

Wxx =WH = WH =1.14 WH



где, буксирование δ =0,13 (Кутьков Г.М. стр.492, приложение 3), при φк = 0,7 (Кутьков Г.М. стр.491, приложение 1).

Номинальная угловая скорость

WH = = = 184.21 рад/с



где, 1рад = 57°, nH = 1750 об/мин - число оборотов коленчатого вала двигателя при номинальной мощности.

Wxx = 1.14 WH = 1.14 \* 184.2 = 210 рад/с.

nxx = 11.4 nH = 1.14 \* 1750 = 1995 об/мин.

Откладываем значение Wxx на оси абцис и соединяем эту точку с точкой WH на вспомогательной линии MH.

Степени снижения частоты вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте α = 0,75…0,65 (Андреев А.Ф. стр.105).

Находим значение угловой скорости вала двигателя при максимальном моменте

WM =



где, KW ===1.4



WM = = α \* WH =0.7 \* 184.2 =128,95 рад/с



nM = 0.7 \* 1750 = 1225 об/мин.

Мощность двигателя при Мmax

NЕM === 43.24 л. с.



Зная удельный расход топлива g, находим часовой расход топлива в конкретных точках регуляторной характеристики (Кутьков Г.М., стр 130).

При номинальном режиме

GTH = 10-3 g \* NH = 10-3 \*185 \* 70 = 12.95 кг/ч

На холостом ходу (Кутьков Г.М., стр 130).

GTX = (0.2÷0.3) GTH = 0.25 \* 12.95 = 3.24 кг/ч.

При максимальной мощности

GTMax = (0.7÷0.8) GTH = 0.75 \* 12.95 = 9.71 кг/ч.

Откладываем в III квадрате GTH, GTX, GTMax.

Рассчитываем передаточные числа трансмиссии для диапазона рабочих скоростей (Кутьков Г.М., стр 127). Для колесных тракторов теоретическая скорость 1-й передачи рабочего диапазона VTMin = VT1 принимаем равной 8 - 10 км/ч. Наивысшую теоретическую скорость для 4-й передачи VTMax = VT4 рабочего диапазона скоростей принимаем равной 15-17 км/ч. Радиус колеса 12-38 принимаем

RK == 0.79 м.



Принимаем для расчета теоретические скорости по передачам;

VT1 = 9 км/ч = 2,5 м/с и VT4 = 16 км/ч = 4,45 м/с.

Рассчитываем передаточные числа трансмиссии.

I1 = = = 58.21



I4 = = = 32.7



Передаточные числа в пределах рабочего диапазона разбиваем по передачам согласно закону геометрической прогрессии (Кутьков Г.М., стр 128), знаменатель которой

gi = = = = 0.83



где, Z = 4 - число передач.

Должно соблюдаться условие gi ≥,



где, KM = 1.15÷1.2 тогда gi = = 0,83, т. е условие соблюдено. Тогда:



I2 = I1 \* gi = 58.2 \* 0.83 = 48.31

I3 = I2 \* gi = 48.3 \* 0.83 = 40.1

Расчет и построение зависимостей касательной силы тяги PK = ƒ (MK) выполняем следующим образом. В выражении PK подставляем значение номинального крутящего момента MH и передаточное число IТР на данной передаче.

PK =



У механической трансмиссии = 0,88÷0,93 (Кутьков Г.М. стр.112) т.к. трактор колесный = 1.



PK1 = = 18635 H.



PK2 = = 15467 H



PK3 = = 12837 H



PK4 = = 10469 H



В квадрате IV строим лучевой график касательных сил тяги по передачам в зависимости от крутящего момента двигателя. Для этого влево от точки 0 по оси абцис в выбранном масштабе, одинаковом для всех сил PK, PKP и Pf, откладываем полученное расчетом значение силы Pf c учетом заданного агрофона (Кутьков Г.М. стр.491)

Pf = ƒK\*G = 0.11\* 34000 = 3740 H

и отмечаем точку 01 которая является началом точки отчета для силы PK, а точка 0 - для силы PKP.

Полученные ранее значения PK откладываем на линии MH иэту точку соединяем с точкой 01, продолжив до пересечения с линией MMax.

В квадрате II строим график теоретической скорости движения трактора по передачам в зависимости от угловой скорости вала двигателя VT = ƒ (Wg)

Расчеты проводим при Wg = WH для каждой передачи.

VT1 = = = 2.50 м/с.



VT2 = = = 3,01 м/с.



VT3 = = = 3,63 м/с.



VT4 = = = 4,45 м/с.



Полученные значения VT откладываем на линии, проведенной из точки WH на регулярной характеристике перпендикулярно оси абцисс, и соединяем с началом координат. Начало отсчета для графиков VT выбираем на оси ординат так (точка 0”), чтобы графики теоретических скоростей находились в верхней части квадрата II. На каждой передачи находим значение крутящего момента двигателя соответствующее силе сопротивления качения Pf при движении трактора без тяговой нагрузки, т.е. при PKP = 0. Эти значения крутящего момента двигателя находятся в точках пересечения линий PK = ƒ (MK) с осью MK.

Так для I-ой передачи это точка 1, а соответствующая этому моменту угловая скорость вала двигателя - точка 2. Поднимаясь по вертикали вверх от точки 2 до пересечения с лучом VT1 = ƒ (Wg) I-ой передачи, найдем теоретическую скорость (точка 3) движения трактора без тяговой нагрузки на I-ой передачи. Эту скорость на всех передачах принято считать действительной скоростью движения трактора без тяговой нагрузки, т.е. допускают, что при PKP = 0 буксование колес также равно нулю (δ = 0).

Точку 3 и аналогичные точки на остальных передачах переносим на ось ординат (точка4). Они являются началом функциональных зависимостей действительной скорости трактора от тяговой нагрузки. VTP = ƒ (PKP).

В приложении 3 (Кутьков Г.М. стр.492) берем данные по трактору колесной формулы 4 к 2 по стерне.

φКР =; PKP = φКР \* GTP



При номинальном тяговом усилии для колесных тракторов формулы 4 к 2

φКРН = 0,37 ÷ 0,39 (Кутьков Г.М. стр 97)

Откладываем в квадрате I значения буксования δ в зависимости от значений PKP (по оси абцисс).

Рассчитаем VTP при номинальной нагрузке

VTP = VT \* (1 - δ)

V1 = 2.5 (1-0.06) = 2.35 м/с

V2 = 3,01 (1-0.04) = 2.89 м/с

V3 = 3,63 (1-0.03) = 3,52 м/с

V4 = 4,45 (1-0.02) = 4,36 м/с

Для каждой передачи из точек пересечения PK с линией MH проводим вертикально вверх до пересечения с графиком δ и значение δ подставляем в формулу VTP.

Максимальная крюковая сила на каждой передаче

PKP = PK - Pf

PKP1 = 18635-3740 = 14895 H = 14.90 kH

PKP2 = 15467-3740 = 11727 H = 11.73 kH

PKP3 = 12837-3740 = 9097 H = 9.10 kH

PKP4 = 10469-3740 = 6729 H = 6.73 kH

Максимальная крюковая мощность на каждой передаче

NKP = PKP \* VTP

NKP1 = 14895 \* 2.35 = 35003 Нм/с (Вт) = 35 кВт

NKP2 = 11727 \* 2.89 = 33909 Нм/с (Вт) = 33,91 кВт

NKP3 = 9097 \* 3,52 = 32024 Нм/с (Вт) = 32,02 кВт

NKP4 = 6729 \* 4,36 = 29345 Нм/с (Вт) = 29,35 кВт

На вертикальных линиях построенных ранее от MH откладываем значения NKP1, NKP2, NKP3, NKP4 и соединяем эти точки с точкой 0.

При максимальном крутящем моменте WM = 129 рад/с, тогда скорость трактора на каждой передаче

VM = (1 - δ)



VM1 = (1 - 0.08) = 1.61 м/с



VM2 = (1 - 0.05) = 2 м/с



VM3 = (1 - 0.03) = 2,46 м/с



VM4 = (1 - 0.03) = 3,02 м/с



От точек пересечения PK с горизонтальной линией MMax проводим вертикальные линии через IV и I квадраты и откладываем на них значения VM.

Тогда крюковая сила при максимальном крутящем моменте

PM = PK Max - Pf

PK Max берем из графиков PK в IV квадрате

PM1 = 22170 - 3740 = 18430 Н = 18,43 кН

PM2 = 18560 - 3740 = 14820 Н = 14,82 кН

PM3 = 15530 - 3740 = 11790 Н = 11,79 кН

PM4 = 12770 - 3740 = 9030 Н = 9,03 кН

Крюковая мощность на каждой передаче при MMax

NM = PM \* VM

NM1 = 18430 \* 1.61 = 29672 Нм/с (Вт) = 29,67 кВт

NM2 = 14820 \* 2 = 29684 Нм/с (Вт) = 29,68 кВт

NM3 = 11790 \* 2,46 = 29051 Нм/с (Вт) = 29,05 кВт

NM4 = 9030 \* 3,02 = 27284 Нм/с (Вт) = 27,28 кВт

Тяговой КПД определяем по формуле:

ηт = , где NНЭ = = 51,75 кВт, тогда ηт1 = = 0,68,



ηт2 = = 0,66,ηт3 = = 0,62, ηт4 = = 0,57

