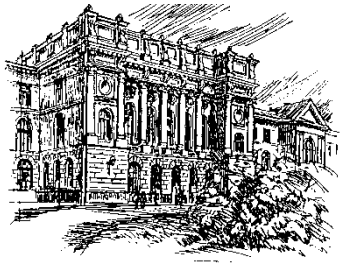


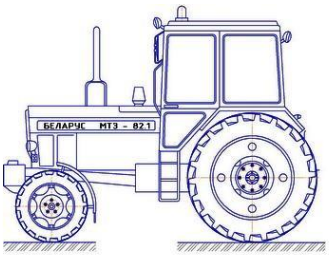
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

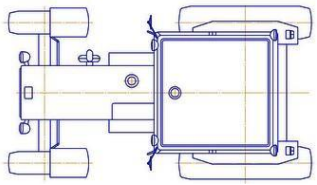
Кафедра

"Инжиниринг силовых установок и транспортных средств"

Курсовая работа №2

"Тягово-экономический расчёт трактора МТЗ-80"





Преподаватель Добрецов Р.Ю.

Студент группы 33225/5

Пуказов Я.Г.

Санкт-Петербург
2018

Содержание:

1. Техническое задание и краткая техническая характеристика трактора МТЗ-80.....3

2. Расчёт и построение тягово-экономических характеристик трактора

2.1 Расчёт и построение характеристики двигателя.....4

2.2 План теоретических скоростей движения трактора.....4

2.3 Тяговая характеристика трактора и коэффициент буксования.....5

2.4 Определение действительной скорости движения трактора.....6

2.5 Полезная мощность на крюке.....7

2.6 Удельный расход топлива.....7

2.7 Коэффициент полезного действия трактора.....7

3. Решение конкретной практической задачи.....9

Литература

Приложения

1. Техническое задание и краткая техническая характеристика трактора МТЗ 80

Провести проверочный тягово-экономический расчёт трактора МТЗ-80 и оценить эффективность его использования при работе на целинной залежи с коэффициентом сопротивления качению трактора $f_{\text{гр}} = 0{,}08$ и коэффициентом сцепления $\varphi = 0{,}8$.

Таблица 1

Характеристика трактора МТЗ-50Х

Марка трактора	МТЗ-80
Изготовитель	Минский тракторный
Назначение	Универсальный пропашной
Тяговый класс, тс	1,4
Габариты, мм:	
длина	3815
ширина	1970
высота	2470
База, мм	2370
Колея, мм	1200-1800
Клиренс, мм	650
Масса конструктивная, кг	3160
Шаг трака, мм	
Ширина трака, мм	345
Радиус ведущего колеса, мм	786
Передаточные числа трансмиссии:	
I	442,1
II	247,7
III	145,6
IV	118,6
V	100,1
VI	85,6
VII	69,6
VIII	58,8
IX	31,6
R	200,2
RII	117,6
Ходоуменьшитель (на всех передачах)	1,32
Марка двигателя	Д-240
Максимальная скорость трактора, км/ч	25,25
Максимальная скорость трактора, м/с	7

2. Расчёт и построение тягово-экономических характеристик трактора

2.1 Расчёт и построение характеристики двигателя

Трактор МТЗ-80 имеет двигатель Д-240. В таблице 2 приводятся его внешняя скоростная характеристика.

Таблица 2

Характеристика двигателя трактора

Двигатель			*Mд max*			*Nд max*	*ωд max*
	ωд, рад/с	163	170	190	210	230,4	248,2
	Nд, кВт	42,5	44,3	48,9	52,64	55,2	0
	*Mд, Н*м*	261	260,5	257,4	250,7	239,3	0
	Gт, кг/ч	10,97	11,43	12,62	13,58	14,25	5
	Gтхх, кг/ч	3,8	3,9	4,2	4,5	4,84	5

Графики характеристики двигателя $M_Д(\omega_Д)$, $M_Д(\omega_Д)$, $G_Т(\omega_Д)$, $G_{ТХХ}(\omega_Д)$ строятся в квадранте III(рис. 1) тягово-экономической характеристики трактора.

2.2 План теоретических скоростей движения трактора

Теоретическая скорость $V_T(\text{м/с})$ движения трактора определяется при его работе на различных передачах включённых в коробке передач:

$$V_T = \frac{\omega_Д \cdot \Gamma_{вк}}{i_{тр}},$$

Где

$\omega_Д$ –угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, рад/с;

$\Gamma_{вк}$ – радиус ведущего колеса, м;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

Передаточные числа трансмиссии приводятся в характеристики рассчитываемого трактора в таблице 1.

Поскольку теоретическая скорость V_T движения трактора является на каждой передаче линейной функцией $\omega_Д$, для построения плана скоростей достаточно вычислить лишь два значения V_T при двух значения угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя, считаем при $M_{Дmax}$ и $M_Д = 0$.

Пример расчёта для $\omega_Д = 170$ рад/с при $M_{Дmax}$ на первой передаче ($i_{тр} = 442{,}1$):

$$V_T = \frac{170 \cdot 0{,}786}{442{,}1} = 0{,}3\,\frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Результаты расчётов представлены в таблице 3, план теоретических скоростей движения трактора изображён во втором квадранте на рисунке 1.

Таблица 3

Значения теор. ск-ти дв-я трактора Vт и силы тяги на ведущих колёсах Pk по передачам

	Vт, м/с										
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	***VIII***	***IX***	***R***	***RII***
ωдm, рад/с	0,30	0,54	0,92	1,13	1,33	1,56	1,92	2,27	4,23	*0,67*	*1,14*
ωдmax, рад/с	0,44	0,79	1,34	1,64	1,95	2,28	2,80	3,32	6,17	*0,97*	*1,66*
Pk(Mдmax), Н	*126 010*	*70 601*	*41 500*	33 804	28 531	24 398	19 838	16 759	9 007	*57 062*	*33 519*
Ркр, Н	123 530	68 121	39 020	31 324	26 051	21 918	17 358	14 280	6 527	*54 582*	*31 039*
δ	-	-	-	-	-	0,203	0,064	0,038	0,008	-	-

2.3 Тяговая характеристика трактора и коэффициент буксования

Тяговый баланс трактора:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{кр}} + P_f,$$

где

$P_{\text{к}}$ – сила тяги на колёсах или опорных ветвях гусеницы;

$P_{\text{кр}}$ – сила тяги на крюке;

P_f – сила сопротивления качению трактора.

Расчёт ведётся для горизонтального участка при установившемся (равномерном) движении трактора.

Сопротивлением воздуха из-за малых скоростей движения пренебрегаем.

Так как сила тяги на ведущих колёсах прямо пропорциональна моменту двигателя $M_{\text{д}}$, для построения тяговой характеристики трактора $P_{\text{к}}\ (M_{\text{д}})$ достаточно определить только одно значение силы тяги, а именно при $M_{дmax}$.

Составляющие тягового баланса определяем следующим образом (на примере первой передачи):

$$P_{\text{к}} = \frac{M_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{хч}} \cdot i_{\text{тр}}}{\Gamma_{\text{вк}}} = \frac{260{,}5 \cdot 0{,}86 \cdot 1 \cdot 442{,}1}{0{,}786} = 126 \text{ кН},$$

Где

$\eta_{\text{тр}} = 0{,}86$ – КПД трансмиссии;

$\eta_{\text{хч}} = 1{,}0$ – КПД ходовой части для колёсных тракторов.

$$P_f = f_{\text{гр}} \cdot m \cdot g = 0{,}08 \cdot 3160 \cdot 9{,}81 = 2{,}48 \text{ кН},$$

где

$f_{гр}$ = 0,08 –коэффициент сопротивления качению трактора на слежавшейся пахоте,

m = 3160 кг – масса трактора,

g = 9,81 –ускорение свободного падения.

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{к}} - P_f = 126 - 2{,}48 = 123{,}52 \text{ кН}.$$

Результаты расчёт сведены в таблицу 3' и по этим результатам построен график $P_{\text{к}}$ ($M_{\text{д}}$) вIVквадранте на рисунке 1. На этом же рисунке будет построен график зависимости коэффициента буксования от силы тяги на ведущих колёсах $\delta(P_{\text{к}})$.

Коэффициент буксования определяется следующим образом (на примере шестой передачи):

$$\delta = -0{,}05 \cdot \frac{P_{\text{к}}}{\varphi \cdot Z_{\text{вк}}} \cdot \left[\ln\left(1 - \frac{P_{\text{к}}}{\varphi \cdot Z_{\text{вк}}}\right)\right] = \\ = -0{,}05 \cdot \frac{21{,}2 \cdot 10^3}{0{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 3160 \cdot 9{,}81} \cdot \left[\ln\left(1 - \frac{21{,}2 \cdot 10^3}{0{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 3160 \cdot 9{,}81}\right)\right] = 0{,}083$$

Следует помнить, что область работы тракторов обычно ограничивается допустимым буксованием движителя. Так для колёсных тракторов допустимый коэффициент буксования равен 0,16. Работа трактора с большим буксованием движителя непроизводительна и экономически не целесообразна. Приводит к потере управляемости трактором. Поэтому в эксплуатационной практике такой режим как правило не используется.

Строить характеристики будем для шестой передачи, так как скорость на ней подходит для решения практической задачи, а на I–V передачах осуществляется буксование трактора.

2.4 Определение действительных скоростей движения трактора

Отличие действительной скорости от теоретической обусловлено буксованием движителя, которое наиболее заметно при наличии большой силы тяги на крюке.

Действительная скорость V вычисляется по формуле (на примере шестой передачи):

$$V = V_{\text{т}} \cdot (1 - \delta) = 1{,}50 \cdot (1 - 0{,}21) = 1{,}185 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Дальше необходимо построить зависимость $V(P_{\text{кр}})$ в первом квадранте. При наличии $\delta > \delta_{\text{доп}}$ действительная скороть будет интенсивно падать из за недопустимого большого роста буксования движителя.

Действительные скорости движения тракторного агрегата определяются раздельно для каждой передачи (в нашем случае только для передач с VI по IX) в зависимости от силы тяги

на ведущих колеса трактора. В соответствии с этим выбирается не менее 5 точек по силе тяги, мы возьмем при разных угловых скоростях. Результаты расчета представлены в таблице 5.

2.5 Полезная мощность на крюке

Мощность, развиваемая трактором на крюке (на примере шестой передачи и $\omega_д = 170$ рад/с):

$$N_{кр} = P_{кр} \cdot V = 21{,}9 \cdot 1{,}24 = 27{,}27 \text{ кВт}.$$

2.6 Удельный расход топлива

Удельный расход топлива трактором в г/кВт · час находиться по формуле (на примере шестой передачи и $\omega_д = 170$ рад/с):

$$g_т = 1000 \cdot \frac{G_т}{N_{кр}} = 1000 \cdot \frac{11{,}43}{27{,}27} = 419{,}08 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч} \ ,$$

где $G_т$ – часовой расход топлива в кг/ч.

2.7 Коэффициент полезного действия трактора

Коэффициент полезного действия трактора, как и любого другого механизма, определяется отношением полезной мощности к затраченной. Поскольку трактор – тяговая машина, полезной считается мощность на крюке, т.е. мощность, необходимая для перемещения прицепленного к трактору агрегата или прицепа. Таким образом, КПД трактора можно вычислить следующим образом (на примере шестой передачи и $\omega_д = 170$ рад/с):

$$\eta_т = \frac{N_{кр}}{N_д} = \frac{27{,}27}{44{,}3} = 0{,}62.$$

Таблица 5

Результаты расчётов тягово-экономической характеристики трактора

Передача	Mд, Н*м	0,00	239,30	250,70	257,40	260,50	261,00
	ωд, рад/с	248,20	230,40	210,00	190,00	170,00	163,00
	Gт, кг/ч	5,00	14,25	13,58	12,62	11,43	10,97
	Nд, кВт	0,00	55,20	52,64	48,90	44,30	42,50
	Pk I, Н	0	115 755	121 269	124 510	126 010	126 252
	Pкр I, Н	−2 480	113 275	118 789	122 030	82 233	78 847
	Vт I, м/с	0,44	0,41	0,37	0,34	5 529	5 306
	δ	–	–	–	–	–	–
	V I, м/с	–	–	–	–	–	–
	Nкр I, кВт	–	–	–	–	–	–
	gт I, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
	ηт I	–	–	–	–	–	–
	Pk II, Н	0	64 855	67 945	69 761	70 601	70 736
	Pкр II, Н	−2 480	62 375	65 465	67 281	68 121	68 256
	Vт II, м/с	0,79	0,73	0,67	0,60	0,54	0,52
	δ	–	–	–	–	–	–
	V II, м/с	–	–	–	–	–	–
	Nкр II, кВт	–	–	–	–	–	–
	gт II, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
	ηт II	–	–	–	–	–	–
	Pk III, Н	0	38 122	39 938	41 006	41 500	41 579
	Pкр III, Н	−2 480	35 642	37 459	38 526	39 020	39 099
	Vт III, м/с	1,34	1,24	1,13	1,03	0,92	0,88
	δ	–	–	–	–	–	–
	V III, м/с	–	–	–	–	–	–
	Nкр III, кВт	–	–	–	–	–	–
	gт III, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
	ηт III	–	–	–	–	–	–
	Pk IV, Н	0	31 053	32 532	33 402	33 804	33 869
	Pкр IV, Н	−2 480	28 573	30 052	30 922	31 324	31 389
	Vт IV, м/с	1,64	1,53	1,39	1,26	1,13	1,08
	δ	–	–	–	–	–	–
	V IV, м/с	–	–	–	–	–	–
	Nкр IV, кВт	–	–	–	–	–	–
	gт IV, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
	ηт IV	–	–	–	–	–	–

Pk V, Н	0	26 209	27 458	28 192	28 531	28 586
Ркр V, Н	–2 480	23 729	24 978	25 712	26 051	26 106
Vт V, м/с	1,95	1,81	1,65	1,49	1,33	1,28
δ	–	–	–	–	–	–
V V, м/с	–	–	–	–	–	–
Nкр V, кВт	–	–	–	–	–	–
gт V, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
ηт V	–	–	–	–	–	–
Pk VI, Н	0	22 413	23 480	24 108	24 398	24 445
Ркр VI, Н	–2 480	19 933	21 000	21 628	21 918	21 965
Vт VI, м/с	2,28	2,12	1,93	1,74	1,56	1,50
δ	0,00	0,11	0,14	0,17	0,20	0,21
V VI, м/с	2,28	1,89	1,66	1,44	1,24	1,18
Nкр VI, кВт	–5,65	37,71	34,87	31,17	27,27	25,99
gт VI, г/кВт*ч	–884,65	377,89	389,44	404,90	419,08	422,03
ηт VI	–	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61
Pk VII, Н	0	18 223	19 091	19 602	19 838	19 876
Ркр VII, Н	–2 480	15 743	16 612	17 122	17 358	17 396
Vт VII, м/с	2,80	2,60	2,37	2,15	1,92	1,84
δ	0,00	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
V VII, м/с	2,80	2,48	2,24	2,01	1,80	1,72
Nкр VII, кВт	–6,95	38,97	37,17	34,47	31,18	29,95
gт VII, г/кВт*ч	–719,30	365,71	365,37	366,12	366,59	366,31
ηт VII	–	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70
Pk VIII, Н	0	15 396	16 129	16 560	16 759	16 792
Ркр VIII, Н	–2 480	12 916	13 649	14 080	14 280	14 312
Vт VIII, м/с	3,32	3,08	2,81	2,54	2,27	2,18
δ	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
V VIII, м/с	3,32	2,99	2,71	2,45	2,19	2,10
Nкр VIII, кВт	–8,23	38,58	37,01	34,44	31,21	29,99
gт VIII, г/кВт*ч	–607,68	369,36	366,97	366,38	366,18	365,79
ηт VIII	–	0,70	0,70	0,70	0,70	0,71
Pk IX, Н	0	8 274	8 668	8 900	9 007	9 024
Ркр IX, Н	–2 480	5 794	6 188	6 420	6 527	6 544
Vт IX, м/с	6,17	5,73	5,22	4,73	4,23	4,05
δ	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V IX, м/с	6,17	5,69	5,18	4,69	4,19	4,02
Nкр IX, кВт	–15,31	32,98	32,08	30,10	27,37	26,31
gт IX, г/кВт*ч	–326,58	432,10	423,32	419,31	417,57	416,89
ηт IX	–	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62

Pk R, Н	0	52 418	54 915	56 383	57 062	57 172
Pкр R, Н	–2 480	49 938	52 435	53 903	54 582	54 692
Vт R, м/с	0,97	0,90	0,82	0,75	0,67	0,64
δ	–	–	–	–	–	–
V R, м/с	–	–	–	–	–	–
Nкр R, кВт	–	–	–	–	–	–
gт R, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
ηт R	–	–	–	–	–	–
Pk RII, Н	0	30 791	32 258	33 120	33 519	33 583
Pкр RII, Н	–2 480	28 311	29 778	30 640	31 039	31 103
Vт RII, м/с	1,66	1,54	1,40	1,27	1,14	1,09
δ	–	–	–	–	–	–
V RII, м/с	–	–	–	–	–	–
Nкр RII, кВт	–	–	–	–	–	–
gт RII, г/кВт*ч	–	–	–	–	–	–
ηт RII	–	–	–	–	–	–

3. Решение конкретной практической задачи.

Тягово-экономическая характеристика дает представление о максимальных возможностях трактора при работе двигателя по внешней скоростной характеристике на рабочем диапазоне угловых скоростей.

Вспашка поля на слежавшейся пахоте, с характеристиками f_{2p}=0,08, φ=0,8 и коэффициентом сопротивления качению опорных колес плуга f_p=0,25. Глубина вспашки h_p=0,12 м, скорость движения 1,8 м/с.

Данная скорость обеспечивается на шестой передаче.

В соответствии с графиком $P_k(M_д)$ (Рис. 3) максимально возможная сила тяги при максимальном крутящем моменте на iтспjq передаче $P_{kmax} = 24{,}4$ кН и $P_{крmax} = 21{,}9$ кН. Это дает основание выбрать для работы плуг ПН-4-35 (плуг навесной, предназначенный для работы с малой скоростью, до 8 км/ч, четырех корпусный – с шириной захвата 0,35 м).

Основанием для такого выбора является определение потребной силы $P_{кх}$ на ведущих колесах трактора в заданных условиях.

$$P_{кх} = P_{крх} + P_f$$

$$P_{крх} = f_p m_p g + k_p h_p b_p + \varepsilon h_p b_p V^2$$

$f_p = 0{,}2 - 0{,}4$ – сопротивление качению опорных колес почвообрабатывающей машины;

m_p– масса почвообрабатывающей машины, т;

$k_p = (30 - 50)\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ – удельное сопротивление на единицу поперечного сечения пласта;

h_p– глубина обработки почвы, м;

b_p– ширина захвата, м;

ε– силовой коэффициент, учитывающий свойства грунта и поверхности рабочих органов.

Т.к. плуг навесной $f_p m_p g$ не учитывается.

$\varepsilon h_p b_p V^2$– это значение тоже не учитывается, так как оно сравнительно невелико и нет сведений об ε.

P_f = 2,4 кН определенно ранее при построении тягово–экономических характеристик.

Тогда:

$$\text{Р}_{\text{крх}} = k_p h_p b_p$$

Принимаем

$k_p = 40\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$

$h_p = 0{,}2$ м

$b_p = 0{,}35 \cdot 4 = 1{,}4$ м.

Получаем

$$\text{Р}_{\text{крх}} = 11{,}2 \text{ кН};$$

$$\text{Р}_{\text{кх}} = 11{,}2 + 2{,}4 = 13{,}6 \text{ кН}.$$

В соответствии с графиком (Рис. 1) $\text{Р}_{\text{кх}} = 13{,}6$ кН получается при $\text{М}_{\text{дх}}$=0,145 кН·м

По полученному значению $\text{Р}_{\text{кх}} = 13{,}6$ кН находим коэффициент буксования $\delta_{\text{х}} = 0{,}047$ и скорость $V_{\text{х}} = 1{,}8$ м/с.

Проведем горизонталь на графике скоростей на уровне $V_т$=1,8 м/с и определим угловую скорость $\omega_{дх} = 190\ \frac{рад}{с}$.

На характеристике двигателя намечаем пересечения точек найденного момента и угловой скорости и проводим через нее прямую, параллельную прямой $M_д(\omega_д)$ внешней регуляторной ветви характеристики двигателя. Точки пересечения этой прямой с линией $M_д$=0 и кривой $M_д(\omega_д)$ внешней скоростной характеристики ограничивают область частичной регуляторной ветви характеристики двигателя. Аналогично тому, как это сделано в области внешней регуляторной ветви характеристики двигателя, проводим прямые регуляторных ветвей характеристик $M_д(\omega_д)$ и $G_т(\omega_д)$ в области частичной регуляторной характеристики двигателя. Их пересечение с вертикалью, проходящей через точку $\omega_{дх} = 190\frac{рад}{с}$ определяет величины часового расхода топлива $G_{тх}$ = 13 кг/ч и мощность двигателя $N_{дх}$ =50 кВт в заданных условиях.

Определяем мощность на крюке Nкрх, удельный расход топлива $g_{тх}$, КПД $\eta_т$, и Пр – производительность трактора.

Мощность на крюке: Nкрх = Ркрх·V= 11,2· 2= 22,4 кВт

Удельный расход топлива: $g_{тх} = \frac{G_т \cdot 1000}{N_{кр}} = \frac{13 \cdot 1000}{22,4} = 580,35\ \frac{г}{кВт \cdot ч}$

КПД трактора: $\eta_т = \frac{N_{кр}}{N_д} = \frac{22,4}{50} = 0,45$

Производительность трактора оценивается площадью (в гектарах), обрабатываемой в единицу времени(за час):

$$П_р = 0,36 \cdot b_p \cdot V = 0,36 \cdot 1,4 \cdot 1,8 = 0,9\ га/час$$

Удельный расход топлива на единицу обрабатываемой поверхности:

$$g_{тпр} = \frac{G_т}{П_р} = \frac{13}{0.9} = 14,5\ кг/га$$

Расчет тех же параметров по <u>внешней скоростной характеристике</u>.

Значению $Р_{кх} = 13,6\ кН$ на шестой передаче соответствует прежнее значение

$M_{дх}$=0,145кН · м, но по внешней ветви характеристики $M_д(\omega_д)$ имеем $\omega_{дх} = 238\frac{рад}{с}$ и

$V_{тх} = 2,2 м/с$ (7,92 км/ч).

Определенным раннее $Р_{кх} = 13,6\ кН$ и $\delta_х = 0,047$ соответствует действительная скорость на шестой передаче:

$$V_{\text{х}} = V_{\text{тх}}(1 - \delta_{\text{х}}) = 2{,}2 \cdot (1 - 0{,}047) = 2 \text{ м/с}$$

Полезная мощность на крюке: $N_{\text{кр}} = P_{\text{крх}} \cdot V_{\text{х}} = 13{,}6 \cdot 2 = 27{,}2$ кВт

Полезная мощность тракторного агрегата возросла, но нарушены технологические требования, исходя из которых была назначена меньшая скорость $V_{\text{т}} = 1{,}8$ м/с.

Часовой расход топлива по внешней характеристике $G_{\text{т}} = 11{,}5$ кг/ч

Удельный расход топлива: $g_{\text{тх}} = \frac{G_{\text{т}} \cdot 1000}{N_{\text{кр}}} = \frac{11{,}5 \cdot 1000}{27{,}2} = 422{,}8 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$

Удельный расход топлива на единицу обрабатываемой поверхности:

$$g_{\text{тпр}} = \frac{G_{\text{т}}}{\text{П}_{\text{р}}} = \frac{11{,}5}{1} = 11{,}5 \text{ кг/га}$$

Мощность двигателя $N_{\text{дх}} = 40$ кВт.

КПД трактора: $\eta_{\text{т}} = \frac{N_{\text{кр}}}{N_{\text{д}}} = \frac{27{,}2}{40} = 0{,}68$

Производительность тракторного агрегата:

$$\text{П}_{\text{р}} = 0{,}36 \cdot b_p \cdot V = 0{,}36 \cdot 1{,}4 \cdot 2 = 1 \text{ га/час}$$

Результаты расчётов сведены в таблицу 5.

Таблица 5

Результаты расчёта

Передача	$M_{\text{д}}$, кН · м	$V_{\text{т}}$, м/с	$N_{\text{кр}}$, кВт	$g_{\text{т}}$, $\frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$	$\eta_{\text{т}}$	$\text{П}_{\text{р}}$, га/ч	$G_{\text{т}}$, кг/ч	$g_{\text{т пр}}$, кг/га
VI	0,145	1,8	22,4	580,35	0,45	0,9	13	14,5
V I по внешней характеристике	0,145	2,2	27,2	422,8	0,68	1	11,5	11,5

Выводы:

При заданной скорости $V_{\text{т}} = 1{,}8$ м/с работа трактора на шестой передаче возможно только на частичной регуляторной характеристике. При работе двигателя по внешней регуляторной характеристике нарушается условие заданной скорости. Хотя, несмотря на большую полезную мощность тракторного агрегата и большую производительность, при работе по внешней регуляторной характеристике гораздо меньше удельный расход топлива и выше КПД, чем при

работе на частичных регуляторных характеристиках. Поэтому в целом можно производить работы двигателя на внешней регуляторной ветви характеристики.

Рисунки приведены в приложениях. Приложение 1 – Тягово-экономическая характеристика трактора. Пример построения на пятой передаче. Приложение 2 – решение конкретной практической задачи.

Литература

1. Тягово-экономический расчет трактора: Методические указания/ Сост. Н.А.Носов, В.Ю Павлов, А.Д.Самойлов; СПб. Гос.техн. ун-т, СПб, 1995. 30 с.

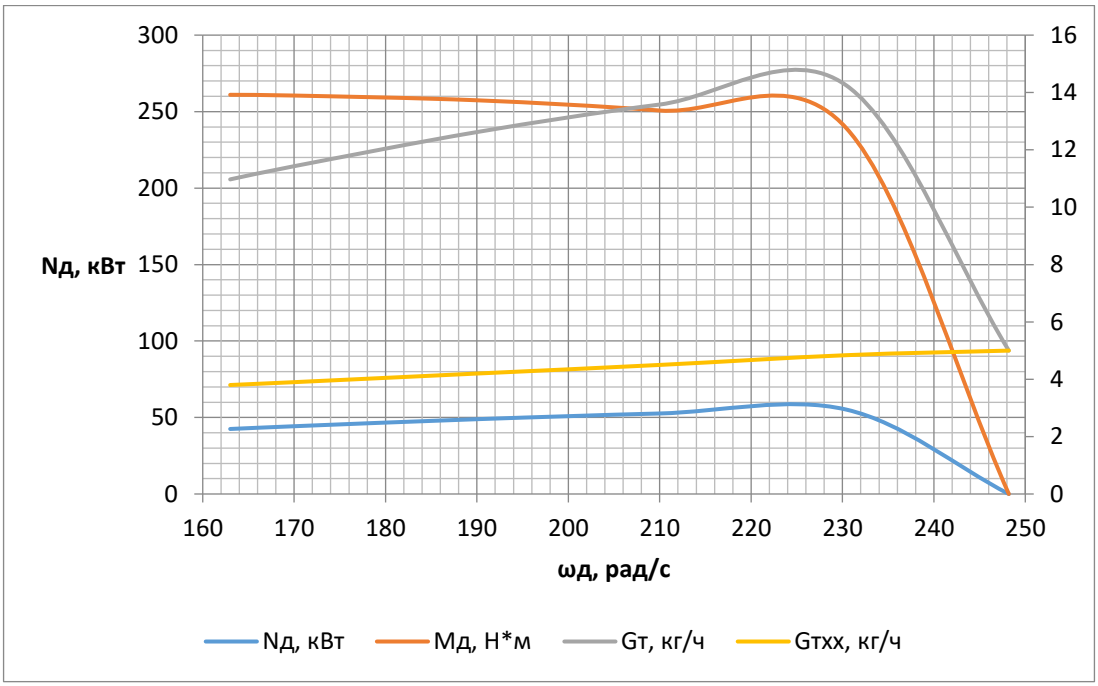


Рис.1 Графики характеристик двигателя $N_д(\omega_д), M_д(\omega_д), G_т(\omega_д), G_{тхх}(\omega_д)$

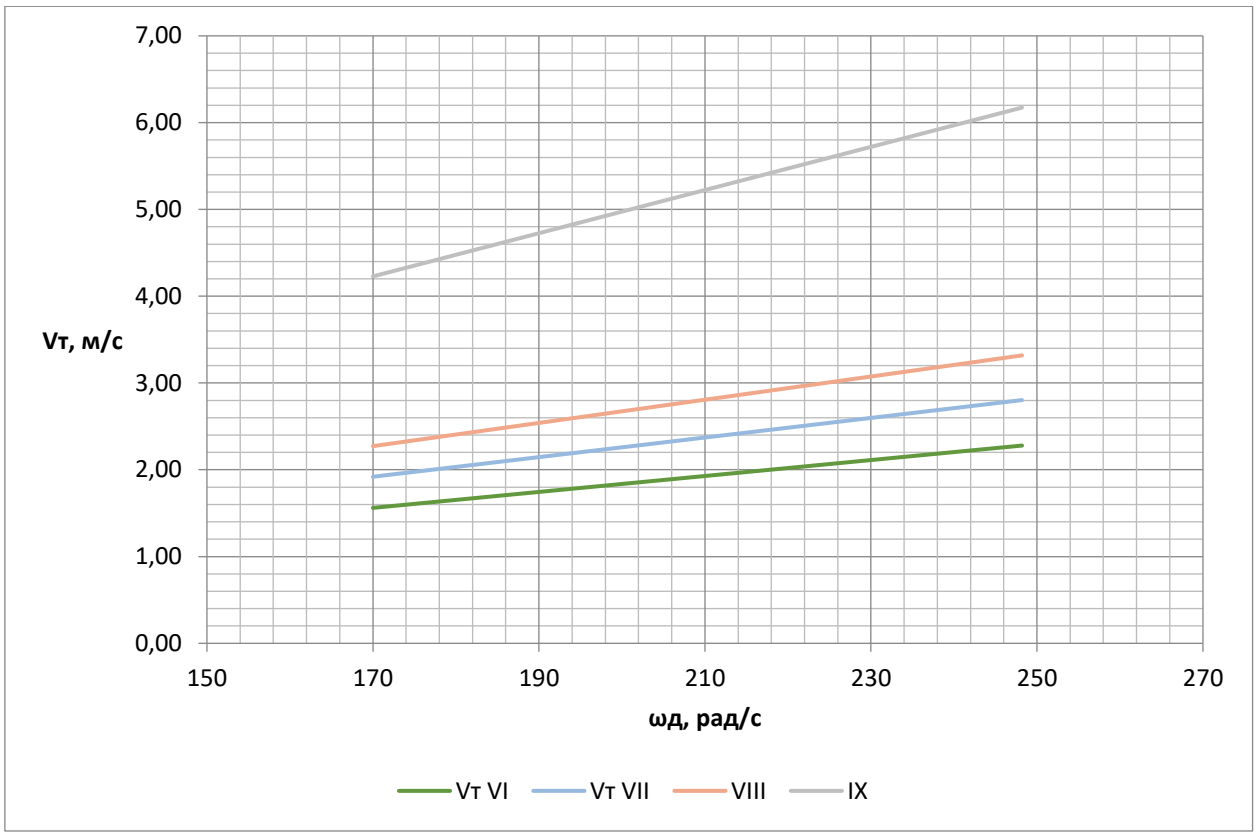


Рис.2. План теоретических скоростей движения трактора

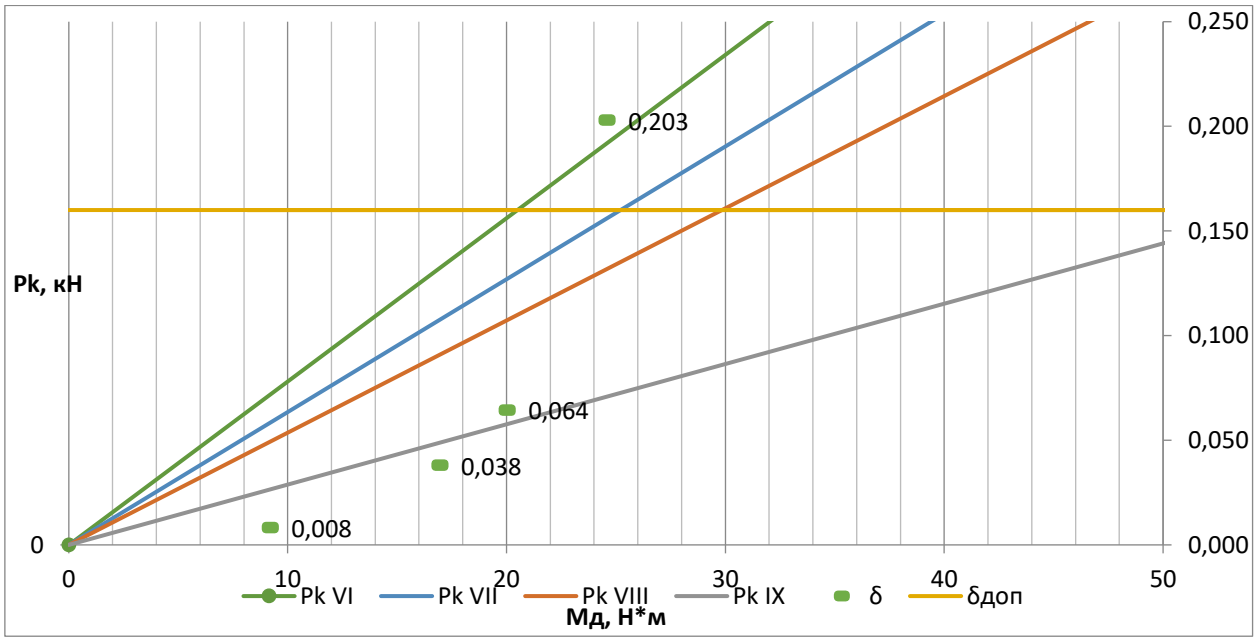


Рис.3. Зависимости Pk(Mд) и δ(Pk)

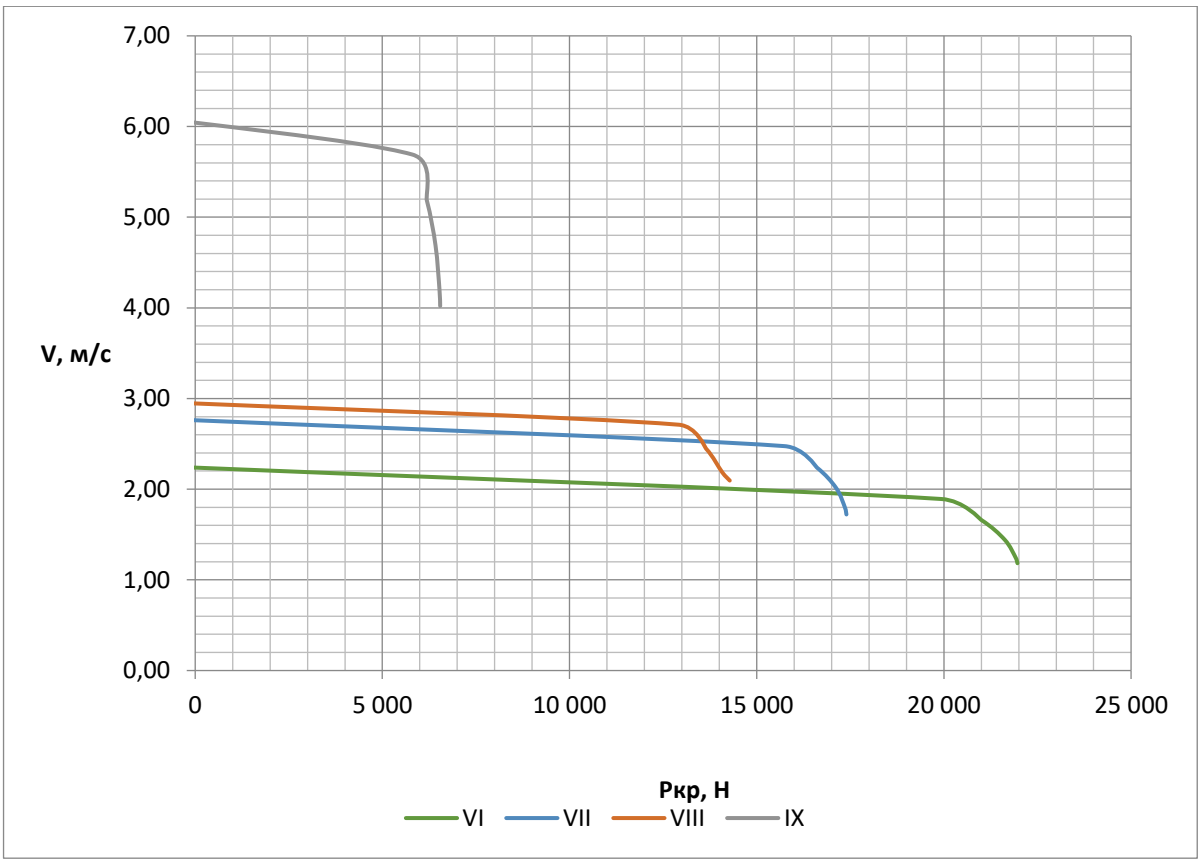


Рис.4. Зависимость V(Ркр)

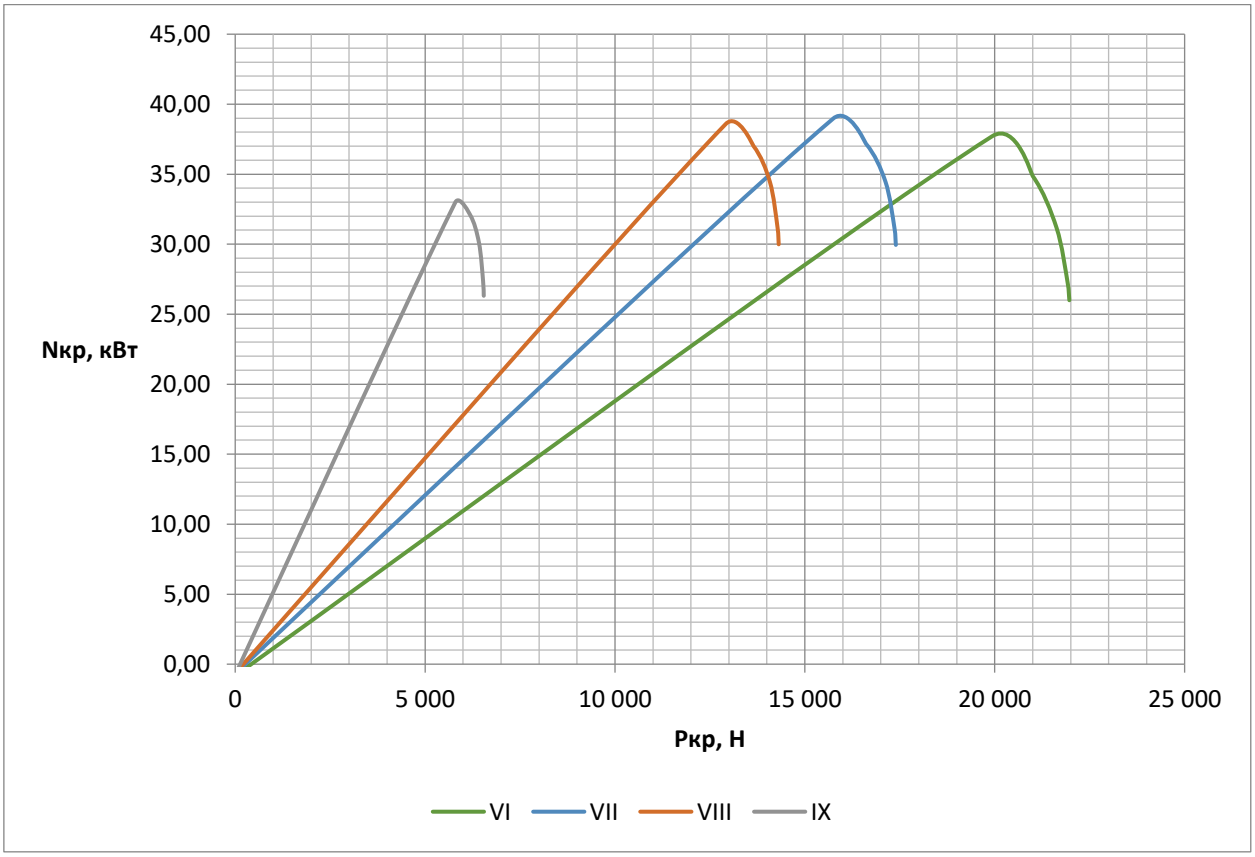


Рис.5. Зависимость Nкр(Ркр)

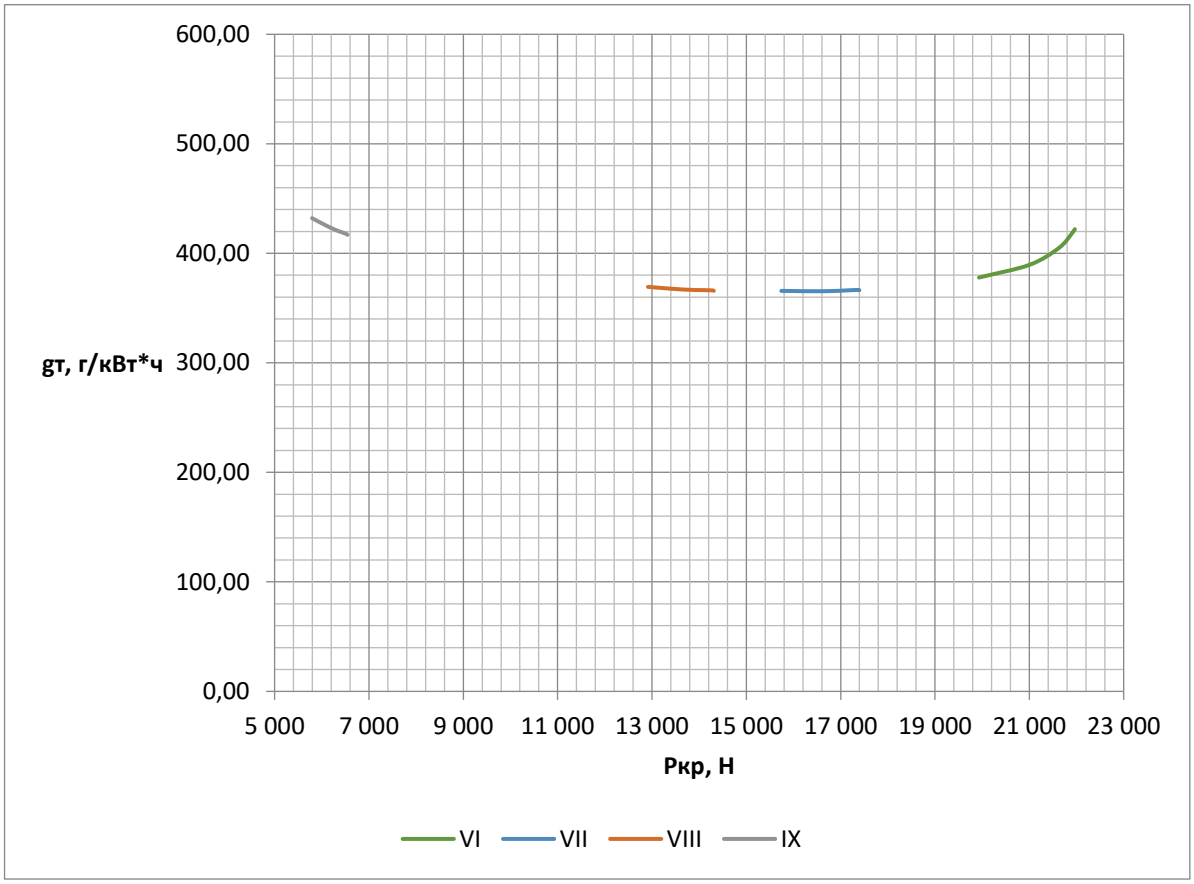


Рис.6. Зависимость gт(Ркр)

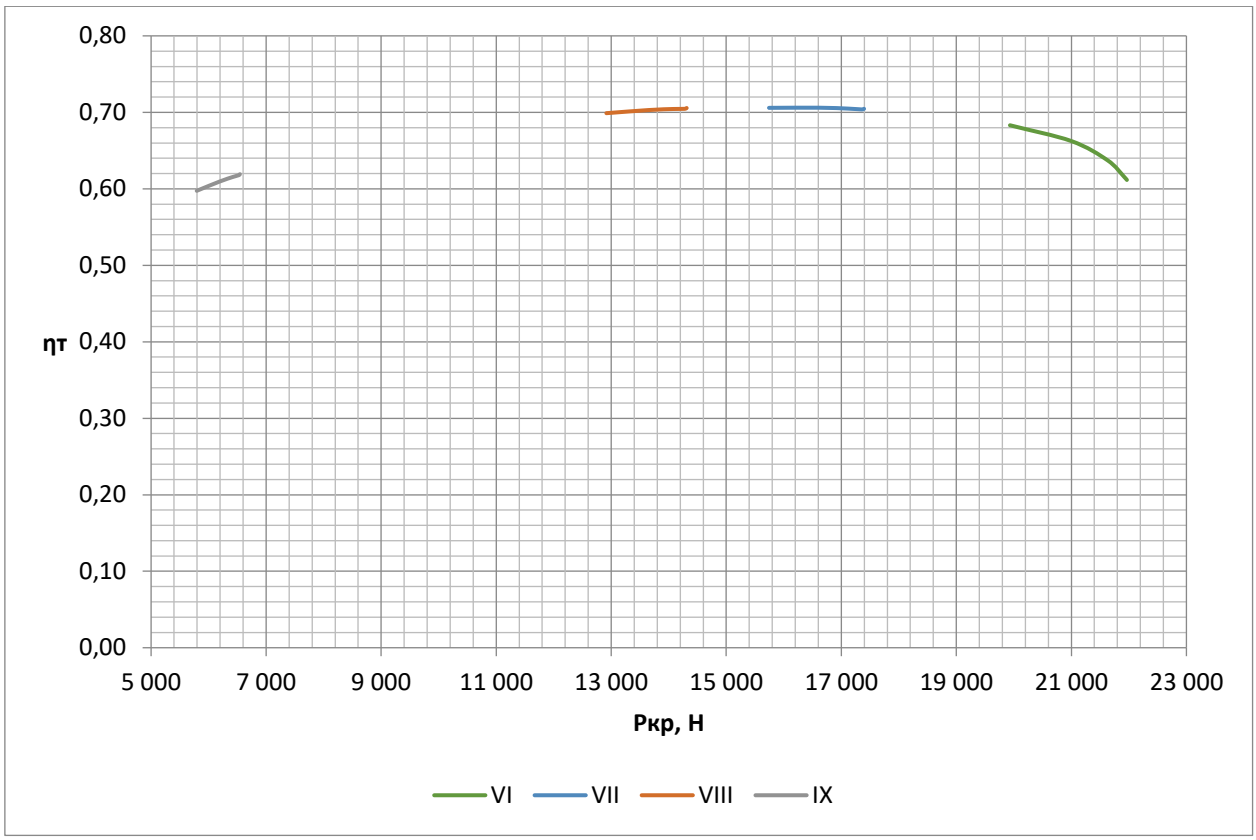


Рис.7. Зависимость η(Ркр)