

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Самусенко В. И., Сакович Н. Е.

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ.
ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
И ПОЧВОЗАЩИТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ**

Учебно-методическое пособие для выполнения
практической работы № 2
по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Брянск 2021

УДК 631.372 (076)
ББК 40.721
С 17

Самусенко, В. И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов. Обоснование энергосберегающих и почвозащитных режимов работы: учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 2 по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентам инженерно-технологического института по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. И. Самусенко, Н. Е. Сакович. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 20 с.

Методическое пособие предназначено для выполнения практической работы по выбору режимов высокоэффективного использования тракторов в зависимости от условий работы.

Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Лабух В.М.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 5 от 26 февраля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021
© Самусенко В.И., 2021
© Сакович Н.Е., 2021

Содержание

	стр.
ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	4
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	6
ОТЧЕТ	17
ЛИТЕРАТУРА.....	19

Цель задания – приобретение навыков самостоятельного выбора режимов высокоэффективного использования тракторов в зависимости от условий работы.

Трактор является промежуточным звеном при передаче энергии от двигателя к рабочим органам сельскохозяйственных машин. Поэтому одной из целей решения соответствующих задач является обоснование такого оптимального скоростного режима, при котором потери энергии при ее передаче к сельскохозяйственной машине будут минимальными с учетом допустимого буксования.

Таким образом, с позиций системного подхода полученный в первом задании оптимальный режим загрузки двигателя дополняется оптимизацией режима работы самого трактора.

Содержание задания

1. Выписать из таблицы 2.1 исходные данные по соответствующему варианту задания.

2. Определить номинальное тяговое усилие заданного трактора $P_{крн}$ и сравнить с значением, соответствующим его тяговому классу.

3. Определить оптимальный по максимуму тягового КПД энергосберегающий режим работы трактора и соответствующие значения тягового усилия $P_{кр0}$, рабочей скорости V_0 и коэффициента буксования δ_0 .

4. Сравнить δ_0 с допустимым по агротехническим требованиям буксованием δ_d и при $\delta_0 > \delta_d$ определить допустимые значения тягового усилия трактора $P_{крд}$ и рабочей скорости V_d .

5. Показать оптимальные и допустимые по буксованию значения тягового усилия и рабочей скорости (полученные диапазоны $P_{кр0}$ - $P_{крд}$ и V_0 - V_d) на тяговой характеристике трактора.

Таблица 2.1

Варианты заданий

№ варианта	Трактор	Колесная формула	Мощность, кВт	Эксплуатационная масса, кг	Тяговый класс, кН	Энергонасыщенность, кВт/т
1	Беларус-80	4К2	60	3345	14	18,0
2	Беларус-82	4К4	66	3780	14	17,5
3	Беларус-1025	4К2	77	4200	20	18,3
4	Беларус-1025	4К4	77	4345	20	17,7
5	Беларус-1221	4К4	96	5700	20	16,8
6	Беларус-1523	4К4	114	6000	20	19,0
7	Беларус-2102	4К4	156	10 800	40	14,4
8	JD-6620	4К4	65	4650	20	14,0
9	JD-6920SE	4К4	81,5	5900	20	13,8
10	JD-6920	4К4	99,5	6300	30	15,8
11	JD-77300	4К4	138	7770	30	17,7
12	JD-8400	4К4	170,2	8705	40	19,4
13	JD-8520	4К4	199	12 080	50	16,5
14	JD-9320	4К4	245	15 000	50	16,3
15	ХТЗ-150.05	4К4	121,5	8092	30	15,0
16	Т-4А.01	Гусеничный	99,3	9010	40	11,0
17	ДТ-175С	Гусеничный	116	7622	30	15,3
18	ЛТЗ-55А	4К4	39	3157	9	12,3
19	К-701М	4К4	246	12 900	50	19,1
20	ДТ-75Д	Гусеничный	66,3	6420	30	10,4

Продолжение таблицы

21	Т-150	Гусенич- ный	117,6	7460	30	15,8
22	ЛТЗ-60АВ	4К4	42,3	3490	14	12,1
23	ВТЗ-2032	4К2	18,4	1885	6	9,7
24	ВТЗ-2038	4К2	33	2370	6	13,9
25	Т-30А-80	4К4	33	2430	6	13,8
26	Т-40МС	4К2	36,4	2620	9	13,9
27	К-701М	4К4	221,0	13 800	50	16,0
28	ЛТЗ-155	4К4	110	5610	20	19,6
29	К-700М	4К4	246	12 200	50	20,2
30	ДТ-75М	Гусенич- ный	80,8	7205	30	11,2

Последовательность выполнения работы с примером расчета

Методические указания охватывают все основные типы используемых и перспективных тракторов.

Из таблицы 2.1 выписываем для расчета вариант задания №16.

№ варианта	Трактор	Колесная формула	Мощность, кВт	Эксплуатационная масса, кг	Тяговый класс, кН	Энергонасыщенность, кВт/т
16	Т-4А.01	Гусенич- ный	99,3	9010	40	11,0

При выполнении технологического процесса мощность от двигателя трактора передается к сельскохозяйственным машинам. В связи с этим одной из задач с позиций ресурсосбережения является обоснование такого скоростного режима, при котором потери мощности в самом тракторе будут минимальными с учетом агротехнических требований на буксование.

Таким образом, с позиций системного подхода полученный в задании 1 оптимальный режим загрузки двигателя дополняется оптимизацией режима работы трактора при ограничении вредного воздействия на почву, связанного с буксованием.

Номинальным тяговым усилием в соответствии с принятой в нашей

стране классификацией тракторов называют тяговое усилие трактора базового типа, реализуемое на стерне колосовых нормальной твердости и влажности на суглинистом черноземе при регламентируемом (допустимом по агротехническим требованиям) уровне буксования: **0,15** – для колесных **4К4**; **0,17-0,18** – для колесных **4К2** и **0,05** – для гусеничных тракторов при работе двигателя на регуляторной ветви характеристики.

По указанному показателю выделяют десять классов сельскохозяйственных тракторов: **0,2, 0,6, 0,9, 1,4, 2, 3, 4, 5, 6, 8**. Указанные цифры соответствуют значениям номинальных тяговых усилий тракторов (табл. 2). Для перехода к современной системе (СИ) значения тяговых классов тракторов переводят в килоньютоны (кН) путем умножения на 10. При этом в пределах каждого тягового класса оказываются тракторы определенного диапазона номинальных тяговых усилий $P_{крн}$. Соответствующие литературные данные приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Тяговые классы тракторов и соответствующие диапазоны номинальных тяговых усилий

Тяговый класс трактора	Диапазоны номинальных тяговых усилий $P_{крн}$, кН	Тяговый класс трактора	Диапазоны номинальных тяговых усилий $P_{крн}$, кН
2	1,8-5,4	30	27-36
6	5,4-8,1	40	36-45
9	8,1-12,6	50	45-54
14	12,6-18	60	57-72
20	18-27	80	72-108

Верхние границы каждого диапазона в таблице 2.2 также относятся к соответствующему классу тяги.

Согласно варианту задания №16 тяговому классу 40 соответствует диапазон номинальных тяговых усилий $P_{крн} = 36...45$ Кн.

Номинальное тяговое усилие заданного трактора $P_{крн}$ в указанных ранее условиях рассчитывается по формуле (кН)

$$P_{KPH} = 10^{-3} m g (\varphi_d \lambda - f),$$

где m – эксплуатационная масса трактора, кг;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

φ_d – коэффициент сцепления движителей трактора с почвой при допустимом буксовании;

λ – доля веса трактора, приходящаяся на движители (коэффициент нагрузки ведущих колес);

f – коэффициент сопротивления качению трактора.

При практических расчетах пользуются упрощенным равенством

$$P_{KPH} = G_H \Phi_{KPH} = 10^{-3} m g \Phi_{KPH} \quad , \quad (2.1)$$

$$P_{KPH} = 10^{-3} \cdot 9010 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 44,2 \text{ Кн}$$

где G_H – номинальный эксплуатационный вес трактора, соответствующий допустимому (номинальному) буксованию, кН;

Φ_{KPH} – коэффициент использования сцепного веса трактора при допустимом (номинальном) буксовании.

На основании обобщения результатов многочисленных тяговых испытаний тракторов по литературным данным рекомендуются следующие значения Φ_{KPH} для практических расчетов:

- $\Phi_{KPH} = 0,37-0,39$ – для колесных тракторов 4К2;
- $\Phi_{KPH} = 0,40-0,45$ – для колесных тракторов 4К4;
- $\Phi_{KPH} = 0,50-0,60$ – для гусеничных тракторов.

Подставив значение Φ_{KPH} в формулу (2.1), получим расчетное номинальное тяговое усилие трактора P_{KPH} , которое следует сопоставить с данными таблицы 2.2. Определенное расхождение, естественно, неизбежно, но в целом результаты должны быть близкими.

Энергосберегающий диапазон изменения тяговых усилий трактора находится в зоне $P_{кр} = P_{кр0} - P_{крд}$ между значениями $P_{кр0}$ при максимальном тяговом КПД $\eta_T = \eta_{Тм}$ и $P_{крд}$ при допустимом буксовании $\delta = \delta_d$ (значения δ_d приведены ранее).

Указанный диапазон изменения $P_{кр}$ обоснован по следующим соображениям. При максимуме тягового КПД $\eta_T = \eta_{Тм}$ суммарные непроизводительные потери мощности в самом тракторе на самопередвижение и на буксование будут наименьшими (потери мощности в трансмиссии при установившемся режиме работы можно принять постоянными). Однако трактор используется с сельскохозяйственными машинами, тяговое сопротивление большинства которых возрастает с увеличением скорости трактора и соответственно всего агрегата.

Энергосберегающий режим работы при этом смещается в сторону меньших значений рабочей скорости трактора и агрегата тем значительнее, чем больше влияние скорости на тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины. Такое уменьшение скорости возможно только до значений V_d и $P_{крд}$, соответствующих допустимому буксованию $\delta = \delta_d$. Как будет показано в последующих заданиях, в диапазоне $P_{кр} = P_{кр0} - P_{крд}$ трактор работает в энергосберегающем режиме с большинством сельскохозяйственных машин. Если тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины мало зависит от скорости, то энергосберегающие режимы трактора и всего агрегата совпадают при $P_{кр} = P_{кр0}$.

Необходимо для определения $P_{кр0}$ выразить тяговый КПД трактора η_T в функции $P_{кр}$ на основании известного из теории трактора исходного выражения.

$$\eta_T = \eta_{Тр} \eta_f \eta_\delta, \quad (2.2)$$

где η_T – тяговый КПД трактора;

$\eta_{Тр}$, η_f , η_δ – КПД, учитывающие потери мощности соответственно в трансмиссии, на самопередвижение трактора и на буксование.

Значение η_{TP} для установившегося режима рабочего хода трактора приближенно можно принять постоянным (в расчетах можно принять усредненное значение $\eta_{TP} = 0,88$). Для определения η_f воспользуемся равенством

$$\eta_f = \frac{P_{KР}}{P_K} = \frac{P_{KР}}{P_{KР} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\Phi_{KР}}{\Phi_{KР} + f}, \quad (2.3)$$

где $P_{KР}, P_K$ – значения тягового усилия и касательной силы трактора, кН;

$\Phi_{KР}$ – коэффициент использования эксплуатационного веса трактора,

$$\Phi_{KР} = P_{KР} / 10^{-3} mg;$$

P_f – сила сопротивления качению трактора, кН, $P_f = 10^{-3} mgf$.

$$\Phi_{KР} = 44,2 / 10^{-3} \cdot 9010 \cdot 9,81 = 44,2 / 88,4 = 0,5$$

Определяем значение η_f

$$\eta_f = 0,5 / (0,5 + 0,06) = 0,5 / 0,56 = 0,89$$

Значение η_δ зависит от самого буксования δ в виде

$$\eta_\delta = 1 - \delta \quad (2.4)$$

Буксование δ при этом также определяется в функции $\Phi_{KР}$ по эмпирической формуле:

$$\delta = \frac{a \cdot \Phi_{KР}}{b - \Phi_{KР}}, \quad (2.5)$$

где a, b – эмпирические коэффициенты, определяемые по результатам тяговых испытаний тракторов.

$$\delta = \frac{0,0089 \cdot 0,5}{0,777 - 0,5} = \frac{0,00445}{0,277} = 0,016$$

$$\eta_\delta = 1 - 0,016 = 0,98$$

При этом для всех однотипных тракторов на одном и том же почвенном

фоне значения a и b примерно одинаковые, что существенно упрощает практические расчеты.

На основании (2.2)-(2.5) получим значение тягового КПД трактора в функции $\Phi_{\text{КР}}$

$$\eta_T = \eta_{\text{ТР}} \cdot \left(\frac{\Phi_{\text{КР}}}{\Phi_{\text{КР}} + f} \right) \cdot \left(1 - \frac{a \cdot \Phi_{\text{КР}}}{b - \Phi_{\text{КР}}} \right). \quad (2.6)$$

В соответствии с формулой (2.2) получим

$$\eta_T = 0,88 \cdot 0,89 \cdot 0,98 = 0,77$$

По условию $d\eta_T/d\Phi_{\text{КР}} = 0$ получим оптимальное значение $\Phi_{\text{КРО}}$, обеспечивающее максимум тягового КПД трактора:

$$\Phi_{\text{КРО}} = \frac{P_{\text{КРО}}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = S \pm \sqrt{S^2 - d}, \quad (2.7)$$

где

$$S = \frac{b \cdot f \cdot (1+a)}{b - (1+a) \cdot (b-f)}; \quad d = \frac{b^2 \cdot f}{b - (1+a) \cdot (b-f)},$$

$$S = \frac{0,777 \cdot 0,06 \cdot (1+0,0089)}{0,777 - (1+0,0089) \cdot (0,777 - 0,06)} = \frac{0,047}{0,054} = 0,87; \quad d = \frac{0,777^2 \cdot 0,06}{0,054} = \frac{0,36}{0,054} = 0,66$$

Перед корнем берется знак «+» при $S < 0$ и $d < 0$, а в остальных случаях знак «-».

Так как у нас значения S и d больше 0 перед корнем берем «-». Тогда

$$\Phi_{\hat{E},i} = 0,87 - \sqrt{0,87^2 - 0,66} = 0,87 - \sqrt{0,7569 - 0,66} = 0,87 - \sqrt{0,0969} = 0,87 - 0,311 = 0,56$$

По значению Φ_{KPO} определим соответствующее оптимальное тяговое усилие трактора

$$P_{KPO} = 10^{-3} m g \Phi_{KPO}. \quad (2.8)$$

$$P_{KPO} = 10^{-3} \cdot 9010 \cdot 9,81 \cdot 0,56 = 49,5 \text{ Кн}$$

Численные значения a, b и f приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Значения a, b, f

Тип трактора	Стерня			Поле, подготовленное под посев		
	a	b	f	a	b	f
4К2 с колесами разного размера	0,141	0,615	0,08-0,10	0,248	0,712	0,16-0,20
4К4 с колесами разного размера	0,193	0,919	0,08-0,10	0,212	0,880	0,16-0,20
4К4 с колесами одинакового размера	0,110	0,773	0,08-0,10	0,0834	0,609	0,16-0,20
Гусеничные	0,0089	0,777	0,06-0,08	0,0441	0,869	0,09-0,12

Значение Φ_{KPD} при допустимом буксовании получим из формулы (2.5) при $\delta = \delta_D$:

$$\Phi_{KPD} = \frac{P_{KPD}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = \frac{b \cdot \delta_D}{a + \delta_D}. \quad (2.9)$$

$$\Phi_{ED.A} = \frac{0,777 \cdot 0,05}{0,0089 + 0,05} = \frac{0,039}{0,0589} = 0,66$$

Затем можно рассчитать соответствующее допустимое тяговое усилие трактора:

$$P_{\text{КРД}} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \left(\frac{b \cdot \delta_{\text{Д}}}{a + \delta_{\text{Д}}} \right). \quad (2.10)$$

$$P_{\text{КРД}} = 10^{-3} \cdot 9010 \cdot 9,81 \cdot 0,66 = 58,3 \text{ Кн}$$

На основании (2.8), (2.10) получим искомый энергосберегающий диапазон изменения тяговых усилий трактора:

$$P_{\text{КР}} = P_{\text{КР0}} \dots P_{\text{КРД}} \quad (2.11)$$

$$P_{\text{КР}} = 49,5 \dots 58,3 \text{ Кн}$$

в пределах которого в последующем должны рассчитываться соответствующие агрегаты.

Максимальное значение тягового КПД трактора $\eta_{\text{Т0}}$, соответствующее $P_{\text{КР0}}$, получим из формулы (2.6) при $\varphi_{\text{КР}} = \varphi_{\text{КР0}}$, определяемом из (2.7), а значение $\eta_{\text{ТД}}$ при допустимом буксовании из (2.6) при $\varphi_{\text{КР}} = \varphi_{\text{КРД}}$ из (2.9).

$$\eta_{\text{Т0м}} = 0,88 \cdot \left(\frac{0,56}{0,56 + 0,06} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,0089 \cdot 0,56}{0,777 - 0,56} \right) = 0,88 \cdot 0,90 \cdot 0,98 = 0,78$$

$$\eta_{\text{ТД}} = 0,88 \cdot \left(\frac{0,66}{0,66 + 0,06} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,0089 \cdot 0,66}{0,777 - 0,66} \right) = 0,88 \cdot 0,92 \cdot 0,95 = 0,76$$

При $\varphi_{\text{КР}} = \varphi_{\text{КР0}}$ можно определить также буксование δ_0 , соответствующее максимуму тягового КПД трактора:

$$\delta_0 = \frac{a \cdot \varphi_{\text{КР0}}}{b - \varphi_{\text{КР0}}}. \quad (2.12)$$

$$\delta_0 = \frac{0,0089 \cdot 0,56}{0,777 - 0,56} = \frac{0,004984}{0,217} = 0,023$$

Для определения энергосберегающего диапазона рабочих скоростей трактора V_O и V_D , соответствующих P_{KPO} и P_{KPD} , воспользуемся с учетом (2.3) равенством

$$P_{KP} = P_K - 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f = \frac{N_H \cdot \epsilon_N \cdot \eta_{TP}}{v_T} - 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f, \quad (2.13)$$

где N_H – номинальная мощность двигателя трактора (выбирается из табл. 2.1),

кВт; ϵ_N – коэффициент загрузки двигателя;

v_T – теоретическая скорость трактора, м/с.

Рабочая V и теоретическая v_T скорости связаны соотношением

$$V = v_T (1 - \delta). \quad (2.14)$$

Приближенно с учетом данных таблицы 1.2 из задания 1 для ϵ_N можно принять значение $\epsilon_N = 0,90$.

Значения скоростей V_O и V_D на основании формул (2.13), (2.14) определяются из равенств:

$$v_O = \frac{N_H \cdot \epsilon_N \cdot \eta_{TP} \cdot (1 - \delta_O)}{P_{KPO} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\Theta \cdot \epsilon_N \cdot \eta_{TP} \cdot (1 - \delta_O)}{g \cdot (\varphi_{KPO} + f)}; \quad (2.15)$$

$$V_O = \frac{11 \cdot 0,9 \cdot 0,88 \cdot (1 - 0,023)}{9,81 \cdot (0,56 + 0,06)} = \frac{8,51}{6,08} = 1,40 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{д}} = \frac{N_{\text{н}} \cdot \varepsilon_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{тп}} \cdot (1 - \delta_{\text{д}})}{P_{\text{крд}} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\mathcal{E} \cdot \varepsilon_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{тп}} \cdot (1 - \delta_{\text{д}})}{g \cdot (\varphi_{\text{крд}} + f)}, \quad (2.16)$$

$$V_{\text{д}} = \frac{11 \cdot 0,9 \cdot 0,88 \cdot (1 - 0,05)}{9,81 \cdot (0,66 + 0,06)} = \frac{8,23}{7,06} = 1,16 \text{ м/с}$$

где \mathcal{E} – энергонасыщенность трактора, $\mathcal{E} = N_{\text{н}} / (10^3 \text{ м})$, кВт/т.

Энергосберегающий диапазон скоростей при этом составит

$$V = V_{\text{д}} \dots V_{\text{о}}. \quad (2.17)$$

$$V = 1,16 \dots 1,40 \text{ м/с.}$$

Из полученных результатов следует, что энергосберегающий диапазон скоростей для однотипных тракторов на одинаковых почвенных фонах и при равных энергонасыщенностях будет один и тот же, что существенно облегчает практические расчеты.

Диапазоны энергосберегающих значений тяговых усилий $R_{\text{кр}} = R_{\text{кро}} - R_{\text{крд}}$ и рабочих скоростей $V = V_{\text{д}} - V_{\text{о}}$ показаны на рисунке 2.1 на примерной тяговой характеристике трактора.

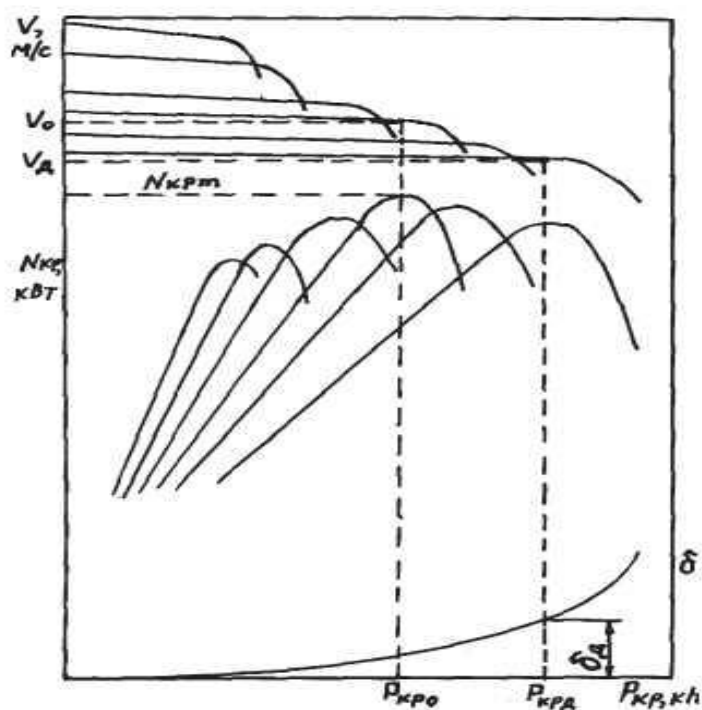


Рис. 2.1
Общий вид тяговой характеристики трактора

Значения $P_{кР0}$ и V_0 примерно соответствуют передаче, на которой тяговая мощность $N_{кР}$ имеет наибольшее значение $N_{кР} = N_{кРт}$, а значения $P_{кРд}$ и V_d определяются при $\delta = \delta_d$, как показано на рисунке.

Если имеется опытная тяговая характеристика трактора на данном почвенном фоне, то приближенные значения $P_{кР0}$, V_0 , δ_0 и $P_{кРд}$, V_d , δ_d выбираются непосредственно по тяговой характеристике, а значения $\eta_{ТО}$ и $\eta_{ТД}$ рассчитываются по формулам:

$$\eta_{ТО} \approx \frac{N_{кРт}}{N_H \cdot \epsilon_N}; \quad \eta_{ТД} \approx \frac{P_{кРд} \cdot V_d}{N_H \cdot \epsilon_H}. \quad (2.18)$$

Если описанный энергосберегающий режим работы трактора в диапазоне $P_{кР} = P_{кР0} - P_{кРд}$ не может быть реализован по агротехническим или другим причинам, то за пределы указанного диапазона можно переходить только при значениях $P_{кР} < P_{кР0}$ и соответственно $V > V_0$, т. е. в сторону повышенных ско-

ростей при обеспечении требуемого качества работы. При необходимости возможен и переход на частичный режим работы двигателя, описанный в предыдущем задании. Во всех указанных случаях удельный расход энергии и топлива на единицу объема выполненной работы будет больше по сравнению с оптимальным режимом работы двигателя и трактора.

При выполнении данного задания на компьютере в качестве исследовательской студенческой работы следует получить закономерности изменения определяемых параметров и показателей работы трактора для всего диапазона изменения действующих факторов с последующим научным анализом и практическими рекомендациями под руководством преподавателя.

Например, можно проанализировать влияние на показатели работы трактора массы балласта, а также дополнительной нагрузки на ходовую часть трактора, создаваемой устройствами типа гидроувеличителя сцепного веса (ГСВ).

Для этого в соответствующих равенствах эксплуатационный вес трактора $G=10^{-3}mg$ упрощенно следует представить в виде

$$G= 10^{-3}g(m_0+ m_\delta) + P_\Gamma, \quad (2.19)$$

где m_δ – общая масса балластных грузов, кг;

P_Γ – нормальная нагрузка на ходовую часть трактора, создаваемая ГСВ, кН;

m_0 – эксплуатационная масса трактора без балластных грузов, кг.

Изменяя m_δ и P_Γ в соответствующих пределах, можно обосновать желаемый энергосберегающий режим работы трактора.

При более точных расчетах, естественно, следует учитывать перераспределение веса трактора между осями и другие факторы, включая вопросы устойчивости и управляемости в соответствии с теорией трактора.

Отчет

Результаты расчетов по пунктам, включая исходные данные, представить в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4

Результаты расчетов

№ пункта	Наименование и обозначение показателя или параметра	Результат расчета с указанием размерности
1	Трактор	Т-4А.01
2	Мощность, N_H	99,3, кВт
3	Эксплуатационная масса, m	9010, кг
4	Тяговый класс	40, кН
5	Энергонасыщенность, Θ	11,0 кВт/т
6	Диапазон номинальных тяговых усилий, R_{KPH}	36...45 кН
7	Номинальное тяговое усилие, R_{KPH}	44,2 кН
8	Коэффициент использования эксплуатационного веса трактора, Φ_{KP}	0,5
9	КПД, учитывающий потери мощности на самоперемещение, η_f	0,89
10	Буксование движителей, δ	0,016
11	КПД, учитывающий потери мощности на буксование, η_δ	0,98
12	Тяговый КПД трактора, η_T	0,77
13	S	0,87
14	d	0,66
15	Оптимальное значение Φ_{KPO}	0,56
16	Оптимальное тяговое усилие, R_{KPO}	49,5 кН
17	Допускаемое значение Φ_{KPD}	0,66
18	Допускаемое тяговое усилие, R_{KPD}	58,3 кН
19	Энергосберегающий диапазон тяговых усилий, $R_{KPO} \dots R_{KPD}$	49,5...58,3 кН

Продолжение таблицы

20	Максимальное значение тягового КПД трактора, $\eta_{\text{Том}}$	0,78
21	Допускаемое значение тягового КПД трактора, $\eta_{\text{Тд}}$	0,76
22	Буксование, $\delta_{\text{О}}$	0,023
23	Оптимальная рабочая скорость, $V_{\text{О}}$	1,4 м/с
24	Допускаемая рабочая скорость, $V_{\text{д}}$	1,16 м/с
25	Энергосберегающий диапазон рабочих скоростей, $V_{\text{д}} - V_{\text{О}}$	1,16...1,4 м/с

Литература

1. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во «Лань», 2016. 464 с.
2. Зангиев А.А., Лышко Г.Д., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1996. 320 с.
3. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003 320 с.
4. Скороходов А.Н., Левшин А.Г. Выбор оптимальных параметров и режимов работы МТА: практикум. М.: Триада, 2012. Ч. 1. 75 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович
Сакович Наталия Евгениевна

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ.
ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
И ПОЧВОЗАЩИТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ**

Учебно-методическое пособие для выполнения
практической работы № 2
по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 22.03.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 6878.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ