

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

Селскостопанска[®]
техника

Agricultural
Engineering

3-4 1999



РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Ст. н.с. I ст. д-р инж. **ДИМИТЪР БАРЕВ**
отг. редактор

Ст. н.с. д-р инж. **НИКОЛАЙ МАРКОВ**
зам. отг. редактор

Проф. д-р инж. **АТАНАС МИТКОВ**

Проф. д-р инж. **ЙОРДАН ДИМИТРОВ**

Проф. д-р инж. **КОНДЮ АНДОНОВ**

Ст. н.с. д-р инж. **ПЛАМЕН ПЕТКОВ**

Доц. д-р инж. **БАНКО БАНЕВ**

Ст. н.с. д-р инж. **НИКОЛА ВИЧЕВ**, дсн

Ст. н.с. I ст. д-р инж. **ГЕОРГИ ПЕТРОВ**

Ст. н.с. д-р инж. **ПЕТЪР ПЕТРОВ**

Ст. н.с. д-р инж. **ВЛАДИМИР ВИТКОВ**

Ст. н.с. I ст. д-р инж. **ЗДРАВКО КУРДОВ**

EDITIONAL BOARD

Sen. Sci. Eng. **DIMITAR BAREV**, Ph. D
editor-in-charge

Sen. Sci. Eng. **NIKOLAY MARKOV**, Ph. D
deputy-editor-in-charge

Prof. Eng. **ATANAS MITKOV**, Ph. D

Prof. Eng. **JORDAN DIMITROV**, Ph. D

Prof. Eng. **KONDYU ANDONOV**, Ph. D

Sen. Sci. Hydr. Eng. **PLAMEN PETKOV**, Ph. D

Assoc. Prof. Eng. **BANKO BANEV**, Ph. D

Sen. Sci. Eng. **NIKOLA VICHEV**, Ph. D, Dr. Sci

Sen. Sci. Eng. **GEORGI PETROV**, Ph. D

Sen. Sci. Eng. **PETAR PETROV**, Ph. D

Sen. Sci. Eng. **VLADIMIR VITKOV**, Ph. D

Sen. Sci. Eng. **ZDRAVKO KURDOV**, Ph. D

1999, c/o Jusator

ISSN 0037-1718

Печатни коли: 9.5

Авторски коли: 10.3

Коректор: Е. Симеонова

Цена: 2 лв.



РИАРТ ООД

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА,
ТЕХНИЧЕСКА РЕДАКЦИЯ, РЕКЛАМА

София, ул. "Гео Милев" 30, тел.: 71-53-68

НОСИТЕЛ НА ОРДЕН „КИРИЛ И МЕТОДИЙ“ II СТЕПЕН

СЪДЪРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В РАСТЕНИЕВЪДСТВОТО

Влияние на параметрите на ВРОПС-30 върху динамичното състояние на частица върху сепариращата му повърхност <i>С. Ишпеков, Б. Бахнев</i>	5
Управление на зърносушилни <i>Г. Харизанов, Л. Иванова</i>	10
Система за автоматично управление на температурно-влажностния режим при съхранение на картофи <i>Г. Каташиков, Д. Томова</i>	15

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЖИВОТНОВЪДСТВОТО

Влияние на вакуумния режим в доилните апарати върху технологичните им показатели <i>А. А. Курочкин, В. М. Зимняков, А. Ю. Сергеев</i>	22
--	----

СЪЗДАВАНЕ, ИЗПИТВАНЕ И ВНЕДРЯВАНЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ТЕХНИКА

Изследване на възможностите за подобряване на качествените показатели на раздробител за трактори с малка мощност <i>Л. Асенов</i>	25
Изследване върху качествените и енергетични показатели на фуражомелки за концентрирани и груби фуражи <i>Л. Асенов, В. Стойчев</i>	29
За теглителен клас 4 kN при тракторите <i>Й. Димитров, Б. Гигов</i>	35
Изследване влиянието на отдалечеността на обработваемата площ при зърнените култури върху енергоразходите за механизирани операции <i>Д. Иванов</i>	40
Клапи за въздушен поток в биоклиматични съоръжения <i>Х. Стойков, М. Килифарска</i>	45

За теглителен клас 4 kN при тракторите

Йордан Димитров, Бойко Гизов
Технически Университет, София 1756

В нашата страна за основен класификационен показател на тракторите, предназначени за селското стопанство, е приета номиналната теглителна сила. Има два начина за определянето ѝ - опитно и по изчислителен път.

Номиналната теглителна сила (определена опитно) е тази сила, която тракторът може да развие върху стърнище със средна плътност и нормална влажност (15-18%) в зоната на най-високите стойности на коефициента на полезно действие при експлоатационна маса (с вода, масло, допълнителни тежести), предвидена в техническата документация. При определяне на номиналната теглителна сила боксуването не трябва да бъде повече от 18% за колесен трактор тип 4К2, 16% за колесен трактор тип 4К4 и 5% за верижен трактор, което съответствува на максималните стойности на к.п.д. [1].

Номиналната теглителна сила на трактора по изчислителен път се определя по зависимостта:

$$F_H = A \cdot m_e \text{ kN},$$

където:

A е коефициент, определен в зависимост от вида на трактора;

m_e - експлоатационната маса на трактора.

Коефициентът A се приема равен на:

За селскостопански трактори:

$3,24 \cdot 10^{-3}$ - за трактори с m_e до 2600 kg;

$3,73 \cdot 10^{-3}$ - за четири- и триколесни трактори с две задвижващи колела (4К2 и 3К2) с m_e над 2600 kg;

$3,92 \cdot 10^{-3}$ - за четириколесни трактори с четири задвижващи колела (4К4) и m_e над 2600 kg;

$4,9 \cdot 10^{-3}$ - за верижни трактори

За горскостопански трактори:

$3,4 \cdot 10^{-3}$ - за колесни трактори

$4,4 \cdot 10^{-3}$ - за верижни трактори.

При липса на данни за определяне на m_e тя се

приема равна на:

- 1,15 от конструктивната маса при колесните трактори;

- 1,08 от конструктивната маса при верижните трактори.

Експлоатационната маса на трактора m_e се състои от конструктивната маса на трактора с основното обзавеждане, масата на тракториста, масите при пълно зареждане на всички вместимости с гориво-смазочни материали и охлаждаща течност, масата на инструментите и масата на баластните тежести.

Класификацията на тракторите по номинална теглителна сила допуска разлика в теглителните възможности на трактори от един и същи клас, която в определени случаи е значителна. Това важи в по-голяма степен за малките трактори, където разликите между стандартните класове са съизмерими или даже по-големи от стандартната стойност на номиналната теглителна сила.

Например стандартни са класовете 2 kN и 6 kN и съгласно правилото за определяне на класа в клас 2 kN влизат всички трактори, чиято номинална теглителна сила е в границите между 1,8 kN и 5,4 kN. Това означава, че трактори от клас 2 kN могат да се различават в реалната номинална теглителна сила до три пъти.

Широко разпространен в нашата страна е китайският малък колесен трактор DFH 180 с колесна формула 4К2 и мощност на двигателя 13,2 kW (18 h.p.). Съгласно техническата му характеристика неговата конструктивна маса е 940 kg, а експлоатационната му маса е не по-малко от 1060 kg. При определяне на номиналната теглителна сила в общия случай ще получим стойност, която се намира между два стандартни класа. Ако се използва препоръките дадени по-горе за експлоатационната маса се получава:

$$m_e = 1,15 \cdot m_k = 1,15 \cdot 940 = 1081 \text{ kg},$$

Таблица 1.
Table 1.

Модел (фирма) Model (firm)	m_e	Гуми Rubbers	Налягане Pressure	Товароносимост Fonnage
Barbieri FURIA 2 RM	943 kg	4,00-12 7,50-18	125 kPa 150 kPa	150 kg 540 kg
Терем Т-18 (ВРЗ "Вола")	1430 kg	5-13 7,5-20	125 kPa 150 kPa	180 kg 625 kg
Kubota L 245 II 2 WD	995 kg	4,00-15 9,5-24	125 kPa 150 kPa	170 kg 705 kg

а за номиналната теглителна сила, определена по изчислителен път:

$$F_H = A \cdot m_e = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1081 = 3,5 \text{ kN.}$$

Ако се вземе предвид максималната товароносимост на използваните гуми, за максимално възможната експлоатационна маса на трактора и съответната ѝ номинална теглителна сила, определена по изчислителен път се получава следният резултат:

- товароносимост на предните колела, оборудвани с гуми за управляеми колела (тип АТ от каталог на фирмата Michelin) с размер 4,00-14-160 kg при вътрешно налягане 125 kPa.

- товароносимост на задните колела, оборудвани с гуми за задвижващи колела (тип Vibagrip) с размер 7,50-20-625 kg при 150 kPa

$$m_{e,max} = 2,160 + 2,625 = 1570 \text{ kg}$$

$$F_H = A \cdot m_{e,max} = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1570 = 5,09 \text{ kN.}$$

Тази проверка може да се извърши и за други подобни малогабаритни трактори, производство на различни фирми, чиито базови модели са с колесна формула 4К2. От проспектни материали на фирмите, произвеждащи такива трактори и тракторни гуми са отчетени следните параметри за някои от тях:

По тези параметри се определят следните номинални теглителни сили за двата варианта на изчисление - по зададената експлоатационна маса и по максималната товароносимост на гумите:

- за трактора на фирмата Barbieri

$$F_H = A \cdot m_e = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 943 = 3,06 \text{ kN}$$

Таблица 2. Групиране на данните от опитите
Table 2. Grouping of the data from the experiments

Група	F _T дел	F _T kN	t' s	t'' s	t _{CP} s	n _л об	n _д об	n _{CP} об	
13'	1,2	0,48	12,01	11,91	11,96	19	19	19	
9"	1,6	0,64	11,97	12,07	12,02	19	19	19	
11	2	0,80	12,12	11,92	12,02	19	19	19	
15'	2,1	0,84	12,41	11,75	12,08	20	18	19	
ср		0,69			12,02			19,00	
76"	15,2	6,08	17,85	17,59	17,72	22	22	22	
9"	15,9	6,36	17,89	17,85	17,87	23	23	23	
76"	10,1	4,04	17,94	17,82	17,88	20	20	20	*не
13'	15,9	6,36	17,96	18,06	18,01	24	25	24,5	
ср		6,27			17,87			23,17	
90'	14,7	5,88	18,82	18,58	18,7	22	22	22	*не
10"	16,7	6,68	18,98	18,94	18,96	27	28	27,5	
73	15,9	6,36	18,96	19,04	19	26	27	26,5	
90	17,7	7,08	18,56	19,48	19,02	25	24	24,5	
10"	15,9	6,36	19,31	19,33	19,32	28	27	27,5	
ср		6,62			19,08			26,50	
77	11	4,40	13,44	13,5	13,47	20	20	20	
73	5,6	2,24	13,51	13,49	13,5	20	20	20	*не
10"	12,2	4,88	13,52	13,54	13,53	20	20	20	
77	9,3	3,72	13,62	13,5	13,56	20	19	19,5	
10'	11	4,40	13,58	13,62	13,6	21	20	20,5	
ср		4,35			13,54			20,00	
Празен ход (F _T = 0) Idle running									
15'			11,46	11,54	11,5	19	19	19	
76"			11,62	11,42	11,52	18	19	18,5	
13"			11,61	11,65	11,63	19	19	19	
9"			11,96	11,92	11,94	19	19	19	
9"			12,03	11,97	12	19	18	18,5	
10"			12,06	11,94	12	18	19	18,5	
12			11,86	12,14	12	18	19	18,5	
75			12,52	12,34	12,43	19	20	19,5	
77			12,44	12,56	12,5	19	19	19	
ср					11,95			18,833	

$$m_{e,max} = 2,150 + 2,540 = 1380 \text{ kg}$$

$$F_H = A \cdot m_{e,max} = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1380 = 4,47 \text{ kN}$$

- за трактора на фирмата ВРЗ "Вола"

$$F_H = A \cdot m_e = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1430 = 4,63 \text{ kN}$$

$$m_{e,max} = 2.180 + 2.625 = 1610 \text{ kg}$$

$$F_H = A \cdot m_{e,max} = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1610 = 5,21 \text{ kN}$$

- за трактора на фирмата Kubota

$$F_H = A \cdot m_e = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 995 = 3,22 \text{ kN}$$

$$m_{e,max} = 2,150 + 2,705 = 1750 \text{ kg}$$

$$F_H = A \cdot m_{e,max} = 3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 1750 = 5,67 \text{ kN.}$$

Вижда се, че получената по този начин номинална теглителна сила се изменя в доста широки граници и се различава значително, както от стандартната теглителна сила за по-малкия клас -

2 kN, така и от стандартната теглителна сила - 6 kN за по-големия клас.

Тракторите с колесна формула 4К4, съгласно стандарта, не са базови модели, а модификации на тези с колесна формула 4К2 и се класифицират автоматично към класа на базовия модел, с което се получава още по-голяма разлика между реалната номинална теглителна сила и стандартната.

Представител на българските четириколесни трактори от клас 2 kN е ТК 225 У с колесна формула 4К4. За определяне на неговите теглителни възможности е проведено теглително изпитване и резултатите от него са обработени с помощта на компютър. Получените опитни точки на отделните предавки потвърждават вида на кривите на теглителната характеристика и дават възможност те да се представят аналитично.

Методиката на изпитването, както и използваната апаратура са известни [4]. Новост е само използването на верижен трактор, оборудван с безстепенна хидрообемна трансмисия, в качеството на натоварваща машина. Целта е да се регулира по-удобно големината на натоварването на изпитвания трактор чрез органите за управление на

Таблица 3. Обобщена таблица
Table 3. General table

FT kN	tcp s	пср об	V km/h	Модел А	Дов. ниво $t_r \cdot S_e \sqrt{f'f'c}$	NT kW	Модел D	Дов. ниво $t_r \cdot S_e \sqrt{f'f'c}$	δ %	Модел B	Дов. ниво $t_r \cdot S_e \sqrt{f'f'c}$
I-ва предавка 1st gear											
0	11,95	18,83	3,01	2,9986	0,0429	0	0,0204	0,0516	0,00	-0,033	1,9796
0,69	12,02	19,00	3,00	3,0002	0,0214	0,57	0,5244	0,0258	0,89	0,8837	0,9884
1,71	12,34	19,17	2,92	2,9558	0,0198	1,39	1,3964	0,0238	1,76	0,9783	0,9121
2,80	12,69	19,30	2,84	2,831	0,0148	2,21	2,2277	0,0178	2,44	2,4877	0,6839
3,25	12,77	19,67	2,82	2,7671	1,0129	2,54	2,5269	0,0155	4,25	3,4692	0,5943
3,88	13,29	19,88	2,71	2,6752	0,0117	2,92	2,9109	0,0140	5,28	4,9199	0,5390
4,35	13,54	20,00	2,66	2,6057	0,0123	3,21	3,1718	0,0148	5,85	6,0343	0,5663
5,22	14,68	20,88	2,45	2,4534	0,0154	3,56	3,5587	0,0186	9,82	8,9788	0,7125
5,77	15,79	22,00	2,28	2,3042	0,0169	3,65	3,6695	0,0203	14,41	12,86	0,7807
5,96	16,32	22,67	2,21	2,2337	0,0170	3,65	3,6652	0,0205	16,93	14,935	0,7851
6,27	17,87	23,17	2,01	2,088	0,0167	3,51	3,5918	0,0201	18,73	19,52	0,7701
6,39	18,32	24,17	1,96	2,0191	0,0165	3,49	3,5365	0,0199	22,08	21,786	0,7622
6,62	19,08	26,50	1,89	1,8631	0,0167	3,47	3,3796	0,0200	28,94	27,075	0,7687
II-ра предавка 2nd gear											
0	7,28	18,88	4,95	4,9233	0,335	0,00	-0,044	0,402	0,00	-0,033	1,980
0,6	7,31	19,25	4,92	4,9703	0,243	0,82	0,9155	0,292	0,63	0,8626	1,030
1,88	7,38	19	4,88	4,8425	0,172	2,55	2,4825	0,207	0,63	1,0983	0,887
2,58	7,53	19,13	4,78	4,8172	0,173	3,43	3,4325	0,207	1,31	2,0589	0,735
2,96	7,5	19,25	4,80	4,7982	0,169	3,95	3,9583	0,203	1,92	2,8245	0,649
3,44	7,56	19,5	4,76	4,7143	0,153	4,55	4,5457	0,183	3,18	3,9043	0,567
3,827	8,163	19,67	4,41	4,544	0,148	4,69	4,8671	0,178	4,00	4,7974	0,540
4,12	8,35	20	4,31	4,3159	0,154	4,93	4,9559	0,184	5,60	5,479	0,546
4,54	9,4	20,25	3,83	3,7736	0,148	4,83	4,7381	0,177	6,77	6,5266	0,592
5,08	18,55	2,05	1,94	2,5481	0,152	2,74	3,5941	0,182	7,90	8,3341	0,687
5,133	12,74	20,83	2,83	2,3873	0,172	4,03	3,4146	0,206	9,36	8,5664	0,697
5,173	16,39	21,08	2,20	2,2603	0,190	3,16	3,2701	0,228	10,44	8,751	0,704

трансмисията и двигателя с вътрешно горене на верижната машина. Необходимото теглително натоварване се установява чрез плавно понижаване на скоростта на движение на верижната машина, която е по-тежка от изпитвания трактор и определя неговия теглителен режим.

Теглителното изпитване е проведено на хоризонтален участък с наклон $i \leq 0.5\%$ и обща дължина около 25 m, покрит с бетонни плочи с размери 3 x 2 m.

Изпитваният трактор е окомплектован с дизелов ДВГ тип AD - 116, с номинална мощност 10 kW (13,6 к.с.) при 3000 мин⁻¹ и гуми за задвижващи колела тип TZ7 с размери 6,5-16 и вътрешно налягане на въздуха в тях 140 kPa. Пълното експлоатационно тегло на трактора е 9,1 kN. Проведени са над 100 опита с различно теглително натоварване. При всеки опит се работи с два включени задвижващи моста и номинален режим на ДВГ. За по-удобно нанасяне на опитните точки на съответната координатна система, те са групирани по време за преминаване през измервателния участък. Значителните отклонения се игнорират като груби грешки, а останалите се осредняват.

Така се получават обобщени таблици с опитни данни за I-ва и II-ра работни предавки, за които е проведен регресионен анализ.

Получените криви за боксуването, теглителната мощност и работната скорост на движение на трактора, като функции на теглителното натоварване, са обосновани чрез избор от няколко регресионни модела, които са сравнени по брой на значимите коефициенти на модела, адекватност (критерий на Фишер), значимост на коефициента на множествена корелация и др. [3].

Независимо от избора на модела, характерните участъци на кривите от теглителната характеристика не се различават съществено. От приведените обобщени таблици за първа и втора предавка и окончателно приетите модели се вижда, че при реализирана от трактора теглителна сила до 2 kN боксуването не надвишава 1,5 - 2%, до 3 kN - не надвишава 2,5 - 3%, до 4 kN - съответно 5,5 - 6% и до 5 kN - съответно 8,5 - 9%, както на I-ва, така и на II-ра предавка. При теглителни сили до 6 kN, които могат да се реализират само на I-ва предавка, боксуването е не повече от 17%, а до 6,5 kN - не повече от 27%. Като се има предвид връзката между боксуването на трактора на бетон и на стърнище, може да се каже, че изпитваният трактор реализира теглителни сили значително по-големи от 2 kN при боксуване в допустимите граници. Интересно е, че при тези условия се получава максимум на теглителната мощност на втора предавка около 4,9 kW, при теглително натоварване в зоната на 4 до 4,5 kN. Теглителното натоварване, при което имаме максимум на теглителната мощност на I-ва предавка е около 5,9 kN, но при по-малка стойност на максимум

ма - 3,7 kW. Боксуването в тези оптимални режими е съответно $\delta_2 \approx 6\%$ за II-ра предавка и $\delta_1 \approx 14\%$ за I-ва предавка. Ако се намалят предавателните числа или се използват гуми с по-голям радиус е възможно да се получи оптимален режим на I-ва предавка при още по-голяма теглителна сила.

Максимално допустимото теглително натоварване (ако приемем ограничение за боксуването $\delta \leq 25\%$) е около 6,5 kN. Теглителния диапазон в който тракторът може да работи без съществено влошаване на теглителния коефициент на полезно действие е най-малко от 2,6 до 6,5 kN.

Теоретичната скорост на движение на трактора на празен ход се получава съответно 3 km/h за I-ва предавка и 5 km/h - за II-ра. Работната скорост на движение при оптималната теглителна сила е около 4,3 km/h.

При анализ на оптималните режими на работа на трактора на бетон и на стърнище се установява, че съотношението между съответните теглителни усилия е от порядъка на 1,25 при оптимално боксуване от 6% и 16% [2]. Това означава, че реалната номинална теглителна сила на изпитвания трактор на стърнище е от порядъка на 3,4 до 3,6 kN, а ако се използва максималната товароносимост на гумите тя може би ще се получи още по-голяма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От анализа на колесните трактори с мощност на двигателя от 8 до 15 kW (11-20 к.с.), производство на различни страни и фирми, включително и в нашата страна, може да се отбележи, че базов се явява тракторът с колесна формула 4K2 и с номинална теглителна сила 4 kN. Тези трактори не могат да бъдат класифицирани към клас 2 kN, където базов се явява тракторът с колесна формула 2K2. Резултатите от проведеното изпитване на трактор с колесна формула 4K4 и мощност на двигателя 10 kW показват, че същият е модификация на колесния трактор 4K2 и следователно трябва да бъде класифициран като трактор от клас 4 kN.

Въз основа на това е целесъобразно въвеждането в системата трактори на нов теглителен клас, а именно клас 4 kN с базов модел колесен трактор с колесна формула 4K2 и негова основна модификация - колесен трактор с колесна формула 4K4.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС 14806-87. Трактори селскостопански и горскостопански. Теглителни класове. Комитет по качеството към МС, София, 1987 г.
2. Велев, Н. Теория и изчисление на трактора и автомобила. София, Земиздат, 1975, 415 стр.
3. Гигов, Б., Й. Димитров. Относно теглителната характеристика на трактора. сп. Селскостопанска техника, 1999, 3-4, 38-40.

панска техника, 1999, № 2.

4. Димитров, Й., Ст. Парлапанов. Ръководство за лабораторни упражнения по трактори. София,

Печатна база при ВМЕИ, 1979, 45 стр.

Статията е постъпила в редакцията на 16.04.1999 г.

О тяговом классе 4 кН тракторов

Й. Димитров, Б. Гигов

Технически университет, София 1756

РЕЗЮМЕ

В статье делается анализ малых колесных тракторов с колесной формулой 4К2 и мощностью двигателя от 8 до 15 kW. Их номинальная тяговая сила определена вычислительным путем в двух вариантах - по заданной эксплуатационной массе и по максимальной нагрузке на используемые шины. Анализируются также результаты проведенного тягового испытания подобного трактора с колесной формулой 4К4. На основании полученных величин номинальной тяговой силы предлагается введение в систему тракторов нового тягового класса 4 кН с базисной моделью колесным трактором 4К2 и основной модификацией колесным трактором 4К4.

On the traction class of 4 kN with the tractors

Y. Dimitrov, B. Gigov

Sofia Technical University, Sofia 1756

ABSTRACT

The paper offers an analysis of small wheeled tractors with the wheel formula 4K2 and engine power from 8 to 15 kW. Their rated tractive force was determined on a calculating way in two variants - by an established operating weight and by the maximum carrying capacity of the tires used. The results from a conducted traction test of a similar tractor with the wheel formula 4K4 were analyzed, too. On the basis of the obtained values for rated tractive force is proposed the introduction into the tractors system of a new traction class of 4 kN with basic model 4K2 and main wheeled tractor version 4K4.