

Селскостопанска®
техника

Agricultural
Engineering

4 – 5 2002

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

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

Главен редактор

Ст.н.с. д-р инж. **НИКОЛАЙ МАРКОВ**

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

Ст.н.с. д-р инж. **НИКОЛА ДОСЕВ**

Ст.н.с. д-р инж. **МИХО МИХОВ**

Ст.н.с. д-р инж. **ПЛАМЕН ПЕТКОВ**

Проф. д-р инж. **БОЯН БОЯНОВ**, дтн

Ст.н.с. д-р инж. **СИМЕОН ПОПОВ**

Проф. д-р инж. **АТАНАС МИТКОВ**

Проф. д-р инж. **КОНДЮ АНДОНОВ**

Доц. д-р инж. **САВА МАНДРАДЖИЕВ**

EDITIONAL BOARD

Prof..Eng. **DIMITAR BAREV** , Ph.D.

Editor-in-charge

Assos. Prof. Eng. **NIKOLAY MARKOV**, Ph.D.

Prof. Eng. **ZDRAVKO KURDOV**, Ph.D.

Assos. Prof. Eng. **NIKOLA DOSEV**, Ph.D.

Assos. Prof. Eng. **MIHO MIHOV**, Ph.D.

Assos. Prof. Eng. **PLAMEN PETKOV**, Ph.D

Prof. Eng. **BOYAN BOYANOV**, Dr.Sci.

Assos. Prof. Eng. **SIMEON POPOV**, Ph.D.

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

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

Assos. Prof. Eng. **SAVA MANDRADJIEV**, Ph.D.

Списание „Селскостопанска техника“

Journal „Agricultural Engineering“

Инж. Екатерина Петрова – зам. гл. редактор,
тел.: (+359 2) 70 91 64
1113 София, бул. „Цариградско шосе“ 125, бл. 1
E-mail: sstechnika@abv.bg

Eng. Ekaterina Petrova – Deputy-Editor-In-Chief,
Phone: (+359 2) 70 91 64
1113 Sofia, 125 Tsarigradsko shose Blvd, Block 1
E-mail: sstechnika@abv.bg

2001, с/о Jusautor
ISSN 0037-1718
Тираж: 150
Печатни коли: 5,5
Авторски коли: 6,5
Коректор: Е. Симеонова

Печат:
Печатница при ЦНТИ
бул. „Цариградско шосе“ 125, бл. 1

Предпечатна подготовка:
ФОТОНИКА
бул. „Цариградско шосе“ 83, бл. 107, вх. Б, тел. 971-95-62
e-mail: photonik@techno-link.com http://photonika.hit.bg

НАУЧНО СПИСАНИЕ НА:
ИНСТИТУТА ПО МЕЛИОРАЦИИ
И МЕХАНИЗАЦИЯ
И
ЦЕНТЪРА ПО НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКА
ИНФОРМАЦИЯ

SCIENTIFIC MAGAZINE OF:
INSTITUTE FOR LAND
RECLAMATION AND
AGRICULTURAL MECHANISATION
AND
CENTRE FOR SCIENTIFIC-
TECHNICAL INFORMATION

Година XXXIX, 4–5/2002, София

Volume XXXIX, 4–5/2002, Sofia

НОСИТЕЛ НА ОРДЕН „КИРИЛ И МЕТОДИЙ“ II СТЕПЕН

СЪДЪРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В РАСТЕНИЕВЪДСТВОТО

- Влияние на експлоатационните параметри на колесен трактор върху почвеното уплътнение
П. Петров, Р. Версихооре, С. Ишпеков..... 3
- Система за мониторинг и анализ на оранжерийния климат.
I. Описание на измервателната система
Н. Мицулов, Й. Димитров, И. Узунов.....9
- Изследване работата на агрегат за изваждане на овощен посадъчен материал
И. Брайков, З. Запрянов..... 20
- Палцев отражателно-фрикционен сепаратор за отделяне на картофените клубени от клубеноподобните примеси
С. Ишпеков, П. Йорданов, В. Николов..... 23

СЪЗДАВАНЕ, ИЗПИТВАНЕ И ВНЕДРЯВАНЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ТЕХНИКА

- Имитационен модел на палцев отражателно-фрикционен сепаратор за картофи
В. Николов, П. Йорданов, С. Ишпеков..... 27
- Оптимизиране параметрите на трактора
Д. Хлебарски, Б. Гигов..... 31

ПОЛИВЕН РЕЖИМ И АГРОТЕХНИКА НА НАПОЯВАНИТЕ КУЛТУРИ

- The nitrates nitrogen leaching and optimization of irrigated water distribution after liming on tobacco crop (*Nicotiana tabacum* cv Virginia) in the acidic soils of Central Greece
E. Stavrinos..... 35

НАПОИТЕЛНИ И ОТВОДНИТЕЛНИ СИСТЕМИ

- Оптимизационни изследвания и многокритериален модел при експлоатация на напоителните системи
Н. Г. Начков..... 40

CONTENTS

MECHANIZATION AND AUTOMATION IN PLANT GROWING

The effect of wheel tractor operating parameters on soil compacting

P. Petrov, R. Werschhoore, S. Ishpekov..... 3

Multi-channel system for monitoring and analysis of the greenhouse climate.

I. Description of the measuring system

N. Mitsulov, I. Dimitrov, I. Usunov..... 9

Examination of fruit prickling pick-out assembly operation

I. Braykov, Z. Zapryanov..... 20

DEVELOPMENT, TESTING AND INTRODUCTION OF AGRICULTURAL MASHINERY

Clutch Reflection Frictional Separator for potato clubs and club-like admixture separation

S. Ishpekov, P. Yordanov, V. Nikolov..... 23

Simulation model of Clutch Reflection Separator for potatoes

V. Nikolov, P. Yordanov, S. Ishpekov..... 27

Optimization of tractor parameters

D. Hlebarski, B. Gigov..... 31

IRRIGATION SCHEDULING AND AGRICULTURAL PRACTICES FOR IRRIGATED CROPS

Филтриране на нитратния азот и оптимизиране разпределението на поливната вода след варуване на тютюнева култура (*Nicotiana tabacum* cv Virginia) на кисели почви в Централна Гърция

E. Ставринос..... 35

IRRIGATION AND DRAINAGE SYSTEMS

Optimizational investigation and multicriterial model at the operation of the irrigational systems

N. G. Natchkov..... 40

Оптимизиране параметрите на трактора

Данаил Хлебарски, Бойко Гизов
Технически университет, София – 1756

При проектиране и конструиране на трактора се анализират възможностите за понижаване на загубите на мощност, измерител на които е теглителният коефициент на полезно действие (к.п.д.).

Целта на настоящата работа е, на базата на резултатите получени в [2], да се създаде метод за оптимизиране на параметрите на трактора от гледна точка на повишаване на теглителния му к.п.д. η_T .

Ако са известни стойностите на механичния к.п.д. на силовото предаване η_M , коефициента на буксуване δ , коефициента на съпротивление при търкаляне f , коефициента на преразпределение на теглото върху задвижващия мост λ , показващ каква част от общото тегло се пада на задвижващите колела и на теглителния фактор T , който представлява съотношение между силата приложена върху теглича и сцепното тегло на трактора, стойността на теглителния к.п.д. се определя по формулата

$$(1) \quad \eta_T = \eta_M(1 - \delta)\lambda T / (\lambda T + f).$$

При известни геометрични параметри: L – надлъжна база, a – надлъжно разстояние от оста на предния мост до масовия център на трактора и h_T – вертикална координата на теглича спрямо опорната повърхност, за определяне на коефициента λ може да се използва известната зависимост

$$(2) \quad \lambda = a / (L - h_T T).$$

След заместване на (2) в (1), за теглителния к.п.д. се получава

$$(3) \quad \eta_T = \eta_M(1 - \delta)aT / [aT + f(L - h_T T)].$$

От (3) се вижда, че теглителният к.п.д. представлява функция на няколко променливи величини: η_M , δ , a , T , f , L , h_T . Графически тя може да бъде представена като повърхнина в многомерно пространство. От теорията на трактора е известно, че механичният к.п.д. на силовото предаване η_M зависи от предаваната мощност, а коефициентът на буксуване δ – от теглителния фактор T . Следователно, η_M , δ и T може да бъдат считани за зависими, а f , L , a и h_T – за независими величини. Изследването на зависимостта на теглителния к.п.д. от f , L , a и h_T може да бъде проведено с по-

мощта например на използвания в [1] по отношение на функции от подобен вид метод, според който влиянието на отделните променливи величини може да бъде определено със задоволителна точност като се допусне, че останалите са постоянни. При това условие пространството се получава двумерно (равнина), пресичаща повърхнината от многомерното пространство в линия, по чийто характер се съди за зависимостта на теглителния к.п.д. от съответния параметър. Влиянието на определен параметър върху теглителния к.п.д. може да бъде оценено чрез големината на ъгъла между абсцисната ос и допирателната към съответната линия. Колкото повече се променя теглителният к.п.д. при определена промяна на някой параметър, толкова по-голяма е чувствителността на теглителния к.п.д. към този параметър. За измерител на това може да послужи величината [3]

$$(4) \quad \mu_X = \partial \eta_T / \partial X,$$

отчитаща изменението на функцията (в случая теглителния к.п.д.) вследствие изменението на съответната променлива X (т.е. съответния параметър). Величината μ_X може да бъде наречена „коефициент на чувствителност“. Колкото по-голяма е абсолютната му стойност, толкова по-голяма е чувствителността на теглителния к.п.д. към съответния параметър.

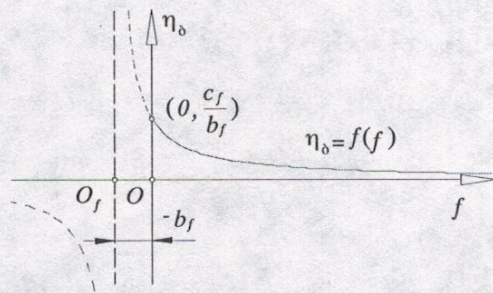
Зависимостта на теглителния к.п.д. от коефициента на съпротивление при търкаляне f може да бъде получена от (3) ако се приеме, че последният се променя, например чрез промяна на хистерезисните загуби в гумите, а всички останали параметри са постоянни. Зависимост (3) може да бъде записана в по-удобен вид

$$(5) \quad aT\eta_T - \eta_M(1 - \delta)aT + f(L - h_T T)\eta_T = 0.$$

Тя може да бъде представена във вида

$$(6) \quad f\eta_T + b_f\eta_T - c_f = 0,$$

където $b_f = aT / (L - h_T T)$, $c_f = \eta_M(1 - \delta)aT / (L - h_T T)$. Това е уравнението на равнораменна хипербола съгласно Фиг. 1 с център на симетрия в т. O_f с координати в координатната система $O_f\eta_T$ ($-b_f, 0$). Хиперболата пресича ординатната ос $O\eta_T$ в точка с координати $(0, \frac{c_f}{b_f})$.



Фиг. 1. Зависимост на теглителния к.п.д. от коефициента на съпротивление при търкаляне f
 Fig. 1. Dependence of the pulling efficiency on the coefficient of rolling resistance f

За коефициента на чувствителност $\mu f = \partial \eta_T / \partial f$ се получава $\mu f = -\eta_M(1-\delta)aT(L-h_T T) / [aT + f(L-h_T T)]^2$. С отчитане на b_f и c_f

$$(7) \quad \mu f = -c_f / (f + b_f)^2.$$

Зависимостта на теглителния к.п.д. от надлъжната база L се получава по (5) за различни стойности на L , при постоянни стойности на всички останали параметри

$$(8) \quad L\eta_T + b_L\eta_T - c_L = 0,$$

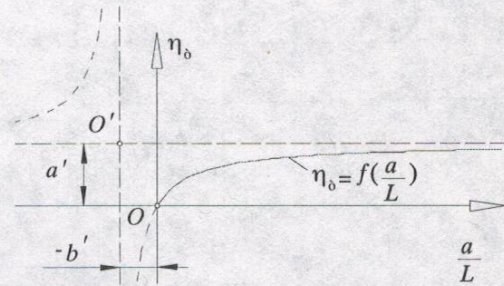
където $b_L = (aT - fh_T T) / f$, $c_L = \eta_M(1-\delta)aT / f$. Това е уравнението на равнораменна хипербола, която има същия вид, както и показаната на Фиг. 1 зависимост на теглителния к.п.д. от коефициента на съпротивление при търкаляне f . Хиперболата има център на симетрия в т. O_L с координати $(-b_L, 0)$ в координатната система $O_L\eta_T$. Горният клон на хиперболата пресича ординатната ос $O\eta_T$ в точка с координати $(0, c_L/b_L)$. Коефициентът на чувствителност $\mu_L = \partial \eta_T / \partial L$ е $\mu_L = -\eta_M(1-\delta)aTf / [aT + f(L-h_T T)]^2$ или, като се отчетат b_L и c_L ,

$$(9) \quad \mu_L = -c_L / (L + b_L)^2.$$

Зависимостта на теглителния к.п.д. от надлъжното разстояние a от оста на предния мост до масовия център на трактора се анализира при условието, че това разстояние приема различни стойности, а останалите параметри η_M, δ, T, f, L и h_T остават постоянни. За по-голямо удобство се разглежда зависимостта на теглителния к.п.д. от безразмерната величина (a/L) , която може да приема стойности от 0 до 1. От (5) при допускане, че (a/L) се променя чрез промяна на разстоянието a , при постоянна надлъжна база L , следва

$$(10) \quad (a/L)\eta_T - a'(a/L) + b'\eta_T = 0,$$

където $a' = \eta_M(1-\delta)$, $b' = f[(1/T) - (h_T/L)]$. Полученото представлява уравнение на равнораменна хипербола, която е показана на Фиг. 2.



Фиг. 2. Зависимост на теглителния к.п.д. от безразмерната величина (a/L)
 Fig. 2. Dependence of the pulling efficiency on the coefficient of dimensionless value (a/L)

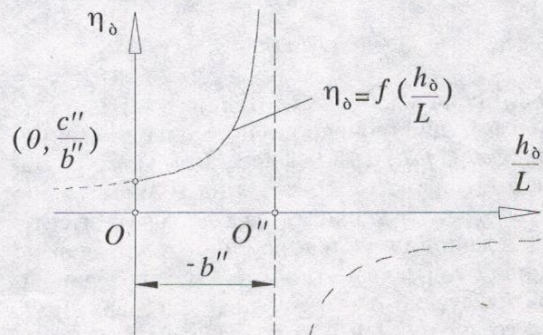
Центърът на симетрия на хиперболата е в т. O' с координати $(-b', a')$ в координатната система $O(a/L)\eta_T$. За коефициента на чувствителност се получава $\mu_{(a/L)} = \eta_M(1-\delta) \frac{(f/L)T(L-h_T T)}{[(a/L)T + (f/L)(L-h_T T)]^2}$, или като се знаят b' и c' ,

$$(11) \quad \mu_{(a/L)} = a'b' / [(a/L) + b']^2.$$

Зависимостта на теглителния к.п.д. от вертикалната координата на теглича спрямо опорната повърхност h_T може да бъде изследвана при условие, че тази координата се променя, а останалите параметри η_M, δ, a, T, f и L остават постоянни. Тъй като е по-удобно да се работи с безразмерни величини, се разглежда и зависимостта на теглителния к.п.д. от отношението (h_T/L) . Неговата промяна, съгласно казаното по-горе, може да се осъществи чрез изменение на вертикалната координата h_T при постоянна надлъжна база L . От (5) се получава

$$(12) \quad (h_T/L)\eta_T + b''\eta_T - c'' = 0,$$

където $b'' = -(aT + fL) / (LfT)$, $c'' = -\eta_M(1-\delta)\alpha / (Lf)$. Това е уравнението на показаната на Фиг. 3 равнораменна хипербола с център на симетрия т. O'' с координати $(-b'', 0)$ в координатната система $O(h_T/L)\eta_T$.



Фиг. 3. Зависимост на теглителния к.п.д. от отношението (h_T/L)
 Fig. 3. Dependence of the pulling efficiency on the coefficient of relation (h_T/L)

За изследваните части на зависимостите на теглителния к.п.д. от коефициента на съпротивление при търкаляне f , надлъжната база L и отношението (a/L) в първи квадрант на съответните координатни системи влиянието на изброените параметри върху теглителния к.п.д. е най-голямо при малките им стойности, а за по-големите влиянието им намалява. Съгласно Фиг. 3, за изследваната част в първи квадрант на координатната система $O(h_T/L)\eta_T$, при малките стойности на отношението (h_T/L) влиянието му върху теглителния к.п.д. е най-малко. При доближаването му до стойността на коефициента $(-b)$ влиянието му нараства значително.

Коефициентът на чувствителност се определя по формулата

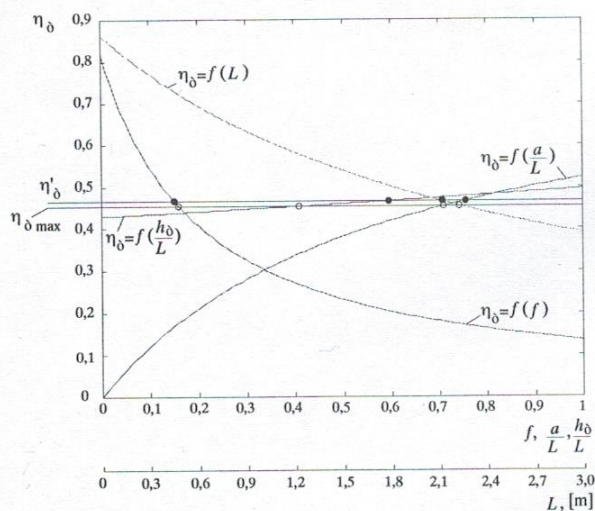
$$\mu_{(h_T/L)} = \eta_M(1-\delta)aT \frac{fLT}{\{aT + fL[1 - (h_T/L)T]\}^2},$$

а с отчитане на b'' и c'' ,

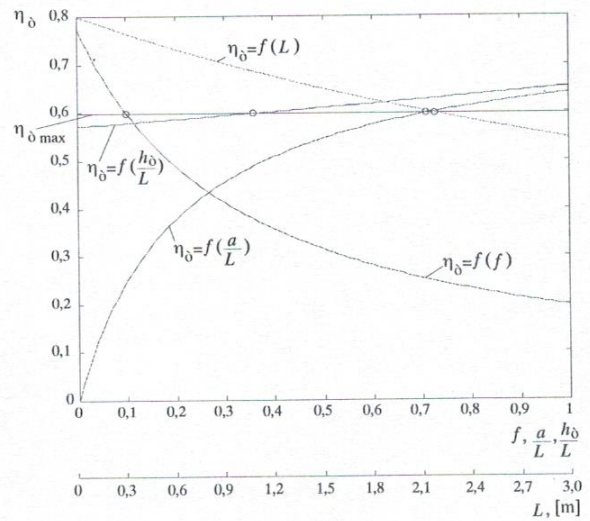
$$(13) \mu_{(h_T/L)} = -c''/[(h_T/L) + b'']^2.$$

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

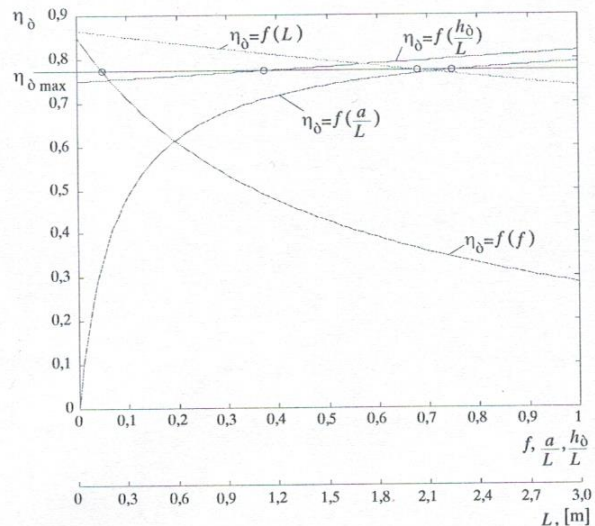
За проверка на получените зависимости е съставена програма за персонален компютър. С нейна помощ се изчисляват стойностите на теглителния к.п.д. и на коефициентите на чувствителност за различни параметри на трактора. Резултатите от анализа за различни видове работи: транспортни, основни и допълнителни за параметрите на трактора приведени в [2], са показани съответно на Фиг. 4, 5 и 6. За да бъде оценено количествено и качествено влиянието на параметрите на трактора върху теглителния к.п.д. и дадени препоръки за оптимизирането им с цел повишаването му, зависимостите са построени в общи координатни системи.



Фиг. 4. График на зависимостта на теглителния к.п.д. от параметрите на трактора за транспортни работи
Fig. 4. Graph of pulling efficiency factor in function of tractor parameters for haulage work



Фиг. 5. График на зависимостта на теглителния к.п.д. от параметрите на трактора за основни работи
Fig. 5. Graph of pulling efficiency factor in function of tractor parameters for for main work



Фиг. 6. График на зависимостта на теглителния к.п.д. от параметрите на трактора за допълнителни работи
Fig. 6. Graph of pulling efficiency factor in function of tractor parameters for for additional work

Съгласно показаното на Фиг. 4, 5 и 6, за да бъде увеличен теглителният к.п.д., например по Фиг. 4, от стойността η_{TMAX} до стойността η'_T трябва да се увеличи стойността: или на отношението (a/L) , или на отношението (h_T/L) , или пък да се намали: или надлъжната база L , или коефициентът на съпротивление при търкаляне f от стойностите, определени от пресечните точки на съответните им графики с линията до означените на Фиг. 4 с по-тъмни точки стойности, при които те се пресичат с успоредната на абсцисната ос линия на ниво η'_T , при условие че бъдат запа-

зени постоянни стойностите на останалите параметри.

При промените трябва да бъдат спазвани ограничителните условия, дефинирани в [2].

В таблица 1 са представени коефициентите на чувствителност на теглителния к.п.д. към промените на различни параметри в ред на намаляване на абсолютните им стойности. Различното им подреждане се дължи на различните експлоатационни условия на транспортните, основните и допълнителните работи. Положителните стойности на коефициентите в таблица 1 означават, че с нарастването на съответния параметър (a/L) или (h_T/L), нараства и теглителният к.п.д. Обратно, с нарастване на параметъра L или f теглителният к.п.д. намалява.

Таблица 1. Коефициенти на чувствителност на теглителния к.п.д. към промените на параметрите [2] на трактора
Table 1. Sensitivity coefficients of pulling efficiency factor in relation to tractor parameters [2]

Транспортни работи/ haulage work	Основни работи/ main work	Допълнителни работи/ additional work
$\mu_f = 1,1963$ $\mu_{(a/L)} = 0,3050$ $\mu_L = -0,091$ $\mu_{(h_T/L)} = 0,0606$	$\mu_f = 1,2963$ $\mu_{(a/L)} = 0,2194$ $\mu_{(h_T/L)} = 0,075$ $\mu_L = -0,0662$	$\mu_f = 1,3420$ $\mu_{(a/L)} = 0,1272$ $\mu_{(h_T/L)} = 0,0645$ $\mu_L = -0,0388$

От Фиг. 4, 5 и 6 и от таблица 1 се вижда, че например за приведените в [2] параметри най-голяма е чувствителността на теглителния к.п.д. към промени на коефициента на съпротивление при търкаляне f , значително по-малка – към промени на останалите параметри. На второ място е чувствителността му към промени на отношението (a/L), накрая – към промени на надлъжната база L и на отношението (h_T/L).

Използваният в настоящата работа метод позволява да се анализира зависимостта на теглителния к.п.д. от промените само на един от изследваните параметри на трактора и за постоянни стойности на останалите. Независимо от това, с

негова помощ се получава достатъчна яснота за поведението на конструктора при оптимизиране на параметрите на трактора.

ИЗВОДИ

- Предложен е метод за оптимизиране на параметрите на трактора и е показано как с негова помощ те може да се подбират така, че теглителният к.п.д. η_T на трактора да се повиши. Теглителният к.п.д. η_T може да бъде повишен чрез увеличаване на стойностите на отношенията (a/L) или (h_T/L), или чрез намаляване на стойностите на параметрите L и f .

- По предложениия метод може да бъде установена чувствителността на теглителния к.п.д. към промени на параметрите на трактора. Най-голямо за анализирания случай например е чувствителността на теглителния к.п.д. към промени на коефициента на съпротивление при търкаляне f , значително по-малка – към промени на останалите параметри. Следва чувствителността към промени на отношението (a/L) и накрая е чувствителността на теглителния к.п.д. към промени на надлъжната база L и на отношението (h_T/L). Знанието за това позволява на конструктора да приема ефективни решения при оптимизиране на параметрите на трактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вълев, В., Експлоатация на автомобила, София, Техника, 1963.
2. Гигов, Б. и Д. Хлебарски, Определяне теглото на трактора, Селскостопанска техника, 2001 г., № 5.
3. Смирнов, Г. А., Теория движения колесных машин, Москва, Машиностроение, 1990.

Статията е постъпила в редакцията на 4.07.2002 г.

Optimization of tractor parameters

*D. Hlebarski, B. Gigov
 Technical University, Sofia – 1756*

ABSTRACT

A method is proposed allowing quantitative and qualitative assessment of tractor parameter effects on the pulling efficiency factor η_T . A sensitivity coefficient is introduced to assist establishment of pulling efficiency factor sensitivity in respect of changes in influencing parameters. PC program was developed and, by using presented results, based on work outcome [2], the method is shown of tractor parameter optimization in order to increase its pulling efficiency factor.