

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Agricultural Engineering

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

2

VOLUME 45
PRAHA 1999
ISSN 0044-3883

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (Praha, ČR)

Členové – Members

Prof. RNDr. Ing. Jiří Blahovec, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Václav Blažek (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Doc. Ing. Karel Brzkovský, CSc. (České vysoké učení technické, Praha, ČR)

Univ.-Prof. Dr. habil. Manfred Estler (Technische Universität München, Institut für Landtechnik, Freising, BRD)

Prof. Ing. Ján Jech, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

Ing. Petr Jevič, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. Jan Mareček, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Richard Markovič, CSc. (Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky, Rovinka, SR)

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Ptáček, CSc. (AGROTEC, Hustopeče u Brna, ČR)

Prof. M. N. Rifai, Ph.D. (Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada)

Ing. Jan Šabatka, CSc. (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Jovanka Václavíková

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oboru zemědělská technika, zemědělské technologie a zpracování zemědělských produktů.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně (4x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Jovanka Václavíková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: +420 2 24 25 79 39, fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zasílány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 248 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study agricultural engineering, agricultural technologies and processing the agricultural products. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicity: The journal is published quarterly (4 issues per year), Volume 45 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Jovanka Václavíková, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Tel.: +420 2 24 25 79 39, Fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 62 USD (Europe), 64 USD (overseas).

30 ROKOV MECHANIZAČNEJ FAKULTY SLOVENSKEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ UNIVERZITY V NITRE

1. septembra 1969 bola Vládnym nariadením 79/1969 zb. Slovenskej republiky ustanovená Mechanizačná fakulta vtedajšej Vysokiej školy poľnohospodárskej v Nitre. Tomuto termínu predchádzalo otvorenie študijného odboru Mechanizácia poľnohospodárstva na Prevádzkovo-ekonomickej fakulte VŠP v Nitre v školskom roku 1962–63. A tak odbor má naozaj 37. výročie trvania.

Študijný odbor a neskôr fakulta sa začali tvoriť a rozvíjať z prvej Katedry poľnohospodárskej mechanizácie. Vznikla Katedra motorov a traktorov, Katedra vnútro podnikovej mechanizácie a elektrifikácie, vznikli oddelenia technológie a spoľahlivosti strojov, technickej mechaniky, Katedra fyziky, Katedra poľnohospodárskych stavieb, Katedra elektrotechniky a automatizácie. Z oddelení postupne vznikali samostatné katedry. Dnes je na fakulte osem katedier a dve oddelenia.

V uplynulom období sa pracovníci katedier a celej fakulty cieľavedome a systematicky podieľali na budovaní a rozvoji katedier, a tým aj fakulty. V počiatočnom období sa budovala materiálovo-technická základňa vedecko-pedagogického pracoviska a zároveň vedecko-pedagogicky rástli učitelia fakulty.

Pri ustanovení odboru v roku 1962 boli na pracoviskách dvaja docenti a jeden kandidát vied. Dnes na fakulte pôsobí deväť profesorov, 34 docentov a 33 odborných asistentov a asistentov. Celkovo na fakulte vyrástlo 15 profesorov (z toho štyria doktori vied), 52 docentov a 135 kandidátov vied a osem doktorov filozofie.

V histórii odboru a fakulty sme sa podieľali na riešení vedecko-výskumných úloh základného aj aplikovaného výskumu. Mnohé výsledky boli prínosom pre rozvoj vedy a spoločenskej praxe, vzniklo veľa vynálezov, zlepšovacích návrhov a nových technických riešení. Zároveň sme rozvíjali materiálno-technickú bázu vedy a výskumu. Systémová práca napomáhala k rozvoju metodických riešení a postupov, spôsobov vyhodnocovania a využívania počítačovej techniky.

Veľký počet vedeckých článkov publikovaných doma i v zahraničí, vypracované kandidátske dizertačné práce, habilitačné práce, učebnice, skriptá a textové publikácie, odborné publikácie a články tvoria bohatú knižnicu fakulty. V nej je možné nájsť veľmi veľa náučného aj poučného.

Na odbore a fakulte doposiaľ ukončilo štúdium 4700 absolventov, z toho 137 zahraničných. S našimi zahraničnými absolventami je možné sa stretnúť v Poľsku, Nemecku, v Českej republike aj v krajinách Ázie, Afriky a Ameriky.

Z našich absolventov sú významní vysokoškolskí učitelia, predstavitelia vedeckých pracovísk a škôl, vedúci hospodárskych pracovníci v poľnohospodárstve a v príbuzných odvetviach.

Výsledky, ktoré Mechanizačná fakulta Slovenskej poľnohospodárskej univerzity vytvorila, nás oprávňujú k hrdosti a určitému sebavedomiu. Potvrdili to aj závery akreditačného hodnotenia a zatriedenie fakulty do najvyššej kvalifikačnej triedy. V celoslovenskom meradle sú tieto výsledky porovnateľné aj so strojníckymi a strojárskymi fakultami, pretože sme na prvom mieste aj v tomto porovnávacom hodnotení.

Významná bola a zostáva aj spolupráca s vedeckým časopisom Zemědělská technika. Naši kolegovia boli a sú členmi redakčnej rady ZT a mnohí naši pracovníci počas celého obdobia existencie odboru a fakulty do tohoto významného vedeckého časopisu prispievali. A pretože je časopis šírený vo svete, mali sme aj my jeho zásluhou citácie a ohlasy z celého sveta. Vzájomná spolupráca je obojstranne prospešná a užitočná.

Využívam aj jubileum fakulty, aby som sa poďakoval vydavateľovi a redakčnej rade za veľmi účinnú spoluprácu. Želám do ďalších rokov obom partnerom dobrú spoluprácu, úspechy a mnoho dobrých vedeckých článkov.

Vivat facultas mechanizationis agriculturae!

*Prof. Ing. Jozef Lobotka, DrSc.
dekan MF SPU v Nitre*

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Životné jubileum prof. Ing. Jozefa Lobotku, DrSc.

31. januára 1999 sa dožil dekan Mechanizačnej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity prof. Ing. Jozef Lobotka, DrSc., významného životného jubilea – 60. narodenín.

Narodil sa v roku 1939 v malej dedinke Neporadza v okrese Trenčín. V rodnej obci absolvoval základné vzdelanie a potom Strednú priemyselnú školu strojníku v Bánovciach nad Bebravou. V roku 1957 bol prijatý na štúdium na Mechanizačnú fakultu Vysokej školy zemědělskej v Prahe, ktorú ukončil v roku 1962 štátnou záverečnou skúškou a obhajobou diplomovej práce.

Po ukončení štúdia pôsobil na Katedre poľnohospodárskej mechanizácie Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre ako asistent. V roku 1965 nastúpil ako odborný asistent na štúdium externej vedeckej aspirantúry a v decembri v roku 1969 obhájil v Prahe kandidátsku dizertačnú prácu. V januári 1970 mu Vedecká rada VŠP v Nitre túto vedeckú hodnosť udelila. V decembri roku 1972 sa pred Vedeckou radou Mechanizačnej fakulty VŠP v Nitre habilitoval za docenta. Vymenovaný za docenta bol v júli 1974.

Doktorskú dizertačnú prácu obhájil vo februári 1990 a Vedecká rada VŠP v Nitre mu udelila hodnosť doktora vied v marci 1990.

Za profesora v odbore Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby bol vymenovaný v októbri 1992.

Od nastúpenia do pracovného pomeru sa podieľal a podieľa na výchove vysokoškolsky vzdelaných poľnohospodárskych inžinierov, najmä v príprave z poľno-



hospodárskej techniky a v užšom zameraní mechanizácie živočíšnej a potravinárskej výroby. Podieľal a podieľa sa na výchove viac ako 5000 absolventov, pričom väčšina z nich bola študentami na Mechanizačnej fakulte. Skupina asi 150 absolventov boli zahraniční absolventi a určitý počet aj domácich a zahraničných postgraduálnych študentov.

Pre vyučované predmety pripravil samostatne alebo v spoluautorstve dve učebnice, monografie, učebné texty a návody na cvičenia. Publikoval celý rad vedeckých, odborných a iných článkov, podieľal sa na prednáškovej činnosti aj pre odborníkov zo spoločenskej praxe. Počas celého trvania pracovného pomeru na SPU v Nitre sa zapájal a zapája do vedecko-výskumnej činnosti. Bol spoluriešiteľom, zodpovedným riešiteľom výskumných úloh, grantov, etáp výskumných úloh a čiastkových úloh.

Pôsobil v rôznych odborných komisiách, pôsobil a pôsobí vo vedeckých radách fakúlt a univerzít. Je dlhoročným členom a predsedom komisie pre obhajoby kandidátskych a doktorandských dizertačných prác, ako aj Komisie pre obhajoby doktorských dizertačných prác pre získanie hodnosti DrSc.

Vypracoval značné množstvo oponentských posudkov na dizertačné práce, na habilitačné práce, ako aj pri vymenúvaní konaní na profesorov doma na Slovensku a v Českej republike.

Udržoval a udržiava kontakty s univerzitnými a vedecko-výskumnými pracoviskami doma i v zahraničí. Absolvoval celý rad pobytov na týchto pracoviskách, najmä v zahraničí.

Spolupracovníci, študenti a absolventi fakulty a univerzity želia prof. Ing. Jozefovi Lobotkovi, DrSc., do ďalších rokov veľa zdravia, tvorivých síl a vytrvavej práce na prospech fakulty a univerzity a celého poľnohospodárstva na Slovensku.

Prof. Ing. Ivan Petránský, DrSc.

VPLYV POLOHY MLIEKOVODNÉHO POTRUBIA A DĹŽKY CECKOV NA TLAKOVÉ POMERY A CHARAKTERISTIKU DOJACEJ JEDNOTKY

THE INFLUENCE OF THE POSITION OF THE MILK PIPELINE AND THE TEAT LENGTH OF COWS ON PRESSURE RATIOS AND CHARACTERISTICS OF THE MILKING UNIT

I. Karas, J. Lobotka

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In this article are published the laboratory results of the measuring of the pressure ratios in the suction chamber of teat cups by the simulation of the teat length 30, 60, 90 and 120 mm measured in three positions of the milk pipeline. The parameters of the milking unit were measured simultaneously. Measured and evaluated results showed influence of the high position of the milk pipeline and the length of the teat on pressure ratios in the suction chambers of teat cups. The minimum decreasing of the vacuum 5.2 kPa was obtained for the milk flow of $7.5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ and for the teat length of 60 mm and milk pipeline under the level of stall. The maximum decreasing of the vacuum 24.4 kPa was obtained for the position of the milk pipeline over the cow and for the teat length of 30 mm. The significant change of the characteristics of the milking unit by the parameters b and d were obtained when the milk pipeline was under the level of the milking stall and for every length of the teat. The b parameter increased by 10% and the d parameter decreased by 10% on the average for both values.

milking unit; milk pipeline; teat length; sensor

ABSTRAKT: V práci sú uvedené laboratórne výsledky meraní tlakových pomerov v podceckových komorách ceckových nástrčiek so simulovanou dĺžkou ceckov 30, 60, 90 a 120 mm, zisťovaných v troch polohách mliekovodného potrubia. Zároveň boli zisťované parametre charakteristiky dojacej jednotky. Z nameraných a vyhodnotených výsledkov je zrejmé, že na tlakové pomery v podceckových komorách ceckových nástrčiek má okrem iných faktorov významný vplyv výšková poloha mliekovodného potrubia a dĺžka ceckov vemena dojníc. S maximálnym prietokom $7,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ bol zaznamenaný najmenší pokles podtlaku pri polohe mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska s dĺžkou ceckov vemena dojnice 60 mm – o 5,2 kPa. Najväčší pokles podtlaku v podceckovej komore bol zistený pri polohe mliekovodného potrubia nad hlavami dojníc s dĺžkou ceckov vemena 30 mm – o 24,4 kPa. Preukazná zmena charakteristiky dojacej jednotky bola zistená u parametrov b a d s polohou mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska u všetkých dĺžok ceckov vemena. Parameter b sa tu zvýšil v priemere o 10 % a parameter d poklesol v priemere o 10 %.

dojacia jednotka; mliekovodné potrubie; dĺžka cecku; senzor

ÚVOD

Problematickou skutočnosťou tlakových pomerov na rôznych miestach dojacieho zariadenia, najmä v podceckovej komore ceckovej nástrčky, sa už zaoberal značný počet vedecko-výskumných pracovníkov (Worstorff, 1977; Mihina, 1987; Lobotka et al., 1992; Karas, 1996). Platí to i o charakteristike dojacej jednotky. Tento proces skúmania je permanentný najmä z toho dôvodu, že sústavne pribúda množstvo nových poznatkov zo všetkých vedných odborov, ktoré nachádzajú uplatnenie i v živočíšnej výrobe, konkrétne pri získavaní mlieka.

Dojacie zariadenia sú čoraz konštrukčne dokonalejšie, prevádzkovo spoľahlivejšie, zohľadňujú požiadavky človeka i zvierata. Najnovšie dojacie zariadenia sa

podstatne líšia od tých, ktoré boli prevádzkované pred dvadsiatimi a viac rokmi. Dokonalý dizajn, kvalitné materiály použité pri výrobe jednotlivých častí dojacích zariadení, ako i dobré prevádzkové parametre dnes už takmer všetkých výrobcov spôsobili, že v súčasnosti majú chovatelia problém vybrať si optimálne dojacie zariadenie.

Na druhej strane je pre objektívnosť potrebné uviesť, že v problematike získavania mlieka sú ešte tzv. biele miesta, s ktorými nie je úplná spokojnosť a ktoré treba riešiť. Je to napr. otázka kvality a s tým spojená životnosť ceckových gúm, výška pracovného podtlaku v dojacích zariadeniach, spätný tok mlieka, úbytok podtlaku v podceckových komorách ceckových nástrčiek atď. Tu vidíme priestor pre nezávislé inštitúcie, ktoré môžu

prostredníctvom špičkovej meracej techniky podať pravdivý obraz o technickej úrovni jednotlivých dojacích zariadení.

METÓDA

Cieľom práce bolo zistiť tlakové pomery v podcečkovej komore ceckovej nástrčky so simuláciou rôzne dlhých ceckov vemena dojníc a s rôznou polohou mliekovodného potrubia. Zároveň boli zisťované charakteristiky dojacej jednotky.

Na dosiahnutie uvedeného cieľa bolo použité laboratórne meracie zariadenie na simuláciu dojenia. Princíp práce zariadenia spočíva v tom, že do umelého vemena a ceckov bola kvapalina – destilovaná voda – privádzaná cez rozdeľovač a cez nádrž s presnou reguláciou prietoku. Na testovanie bola použitá kompletná dojacia jednotka s asynchrónnym elektronickým pulzátorom, počtom pulzov 60 min^{-1} a pulzačným pomerom 60 : 40. Objem zberača bol 330 ml, objem medzistenovej komory ceckovej nástrčky bol 92 ml.

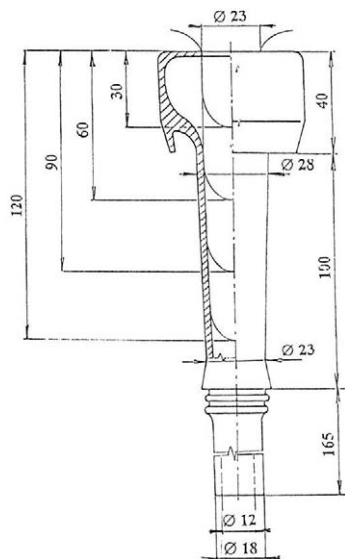
Tlak v podcečkovej komore bol snímaný tenzometrickým snímačom typu SITT 11447. Pred experimentálnymi meraniami bol snímač kalibrovaný a ďalej bola znázornená jeho prevádzková charakteristika. Snímač bol napojený na hardwarový systém MC-12 A postavený na sériovo vyrábanom počítači SHARP PC 1500 A s rozširujúcim modulom operačnej pamäte CE 161 o kapacity 16 kB, interfejsom so štvorfarebným plotterom CE-150, magnetickým záznamníkom údajov CE-152 využívajúcim štandardné kazety. Systém MC-12 umožňuje nasnímanie piatich kanálov a ich vykreslenie na plotter.

Charakteristika dojacej jednotky bola zisťovaná meracím prístrojom MK-II. Prístroj má dva vstupy, možno ním zisťovať hodnoty charakteristiky pri synchrónnom i asynchrónnom spôsobe dojenia. Vstavaný mikropočítač umožňuje v pamäti vyhodnotiť údaje posledných piatich pulzov, pričom výsledky možno zobrazovať na 16-miestnom displeji, resp. vytlačiť ich pomocou vstavanej termotlačiarne.

Meracím zariadením MC-12 a MK-II boli zisťované tlakové pomery a charakteristiky za týchto podmienok: – boli simulované dĺžky ceckov dojníc: 30, 60, 90 a 120 mm. Objem podceckových komôr po nasadení ceckových nástrčiek na simulované jednotlivé dĺžky ceckov dojníc znázorňuje obr. 1 a má takéto hodnoty:

dĺžka cecku mm	spôsobené zmenšenie podceckovej komory 0 ml	t.j. na ml	%
30	15	60	80,0
60	20	55	73,3
90	45	30	40,0
120	55	20	26,6

celkový objem skúmanej podceckovej komory ceckovej nástrčky $75 \text{ ml} = 100 \%$



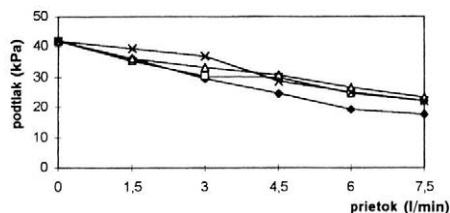
1. Zmena objemov v podcečkovej komore ceckovej nástrčky vplyvom 30, 60, 90 a 120 mm dlhých ceckov vemena dojníc – The change of volumes in the suction chamber of the tea cup for the teats length of 30, 60, 90 and 120 mm

- experimenty boli realizované za rovnakých podmienok s tromi výškovými polohami mliekovodného potrubia:
- 1. nad hlavami dojníc (vzdialenosť mliekovodného potrubia od hlavič ceckových gúm bola 1 300 mm),
- 2. na úrovni dojenia do kanvi,
- 3. pod úrovňou stojiska (vzdialenosť hlavič ceckových gúm od mliekovodného potrubia bola 700 mm),
- prietok mlieka cez dojaciú súpravu bol simulovaný vodou, boli zvolené takéto prietoky: 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$,
- súběžne s meraním tlakových pomerov v podceckových komorách s uvedenými prietokmi boli zisťované i parametre charakteristiky dojacej jednotky,
- všetky merania boli realizované s pracovným podtlakom 42 kPa.

VLASTNÁ PRÁCA

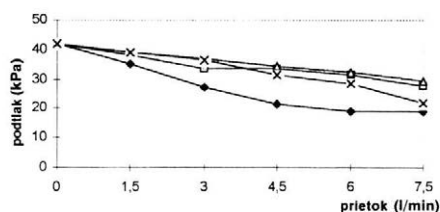
TLAKOVÉ POMERY

V tab. I sú súhrnne uvedené hodnoty tlakových pomerov namerané v podceckových komorách ceckových nástrčiek. Uvedené hodnoty platia pre maximálny nami zisťovaný prietok, t.j. $7,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, v troch polohách mliekovodného potrubia a štyroch dĺžkach ceckov vemena dojníc. Po porovnaní jednotlivých nameraných hodnôt v tab. I možno konštatovať, že pri značnom celkovom poklese podtlaku v podceckových komorách v polohe mliekovodného potrubia nad hlavami dojníc sa dosiah-

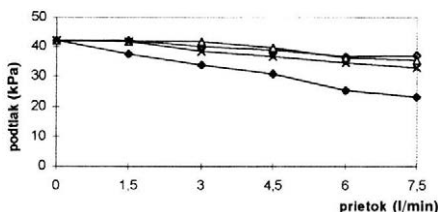


2. Stredné hodnoty podtlakov namerané v polohe mliekovodného potrubia nad hlavami dojnic – Average values of vacuum measured when the milk line is over the cow (high-level milking system)

● cecok 30mm podtlak – vacuum
○ cecok 60mm prietok – flow rate
▲ cecok 90mm cicok – teat
× cecok 120mm



3. Stredné hodnoty podtlakov namerané v polohe mliekovodného potrubia na úrovni dojacej kanvy – Average values of vacuum measured when the milk line is on the level of the bucket (mid-level milking system)



4. Stredné hodnoty podtlakov namerané v polohe mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska – Average values of vacuum measured when the milk line is under the level of the stalls (low-level milking system)

Io relatívne najpriaznivejších výsledkov s dĺžkou cecokov vemena 90 mm – 23,5 kPa, t.j. pokles o 18,5 kPa. Pri meraní v polohe mliekovodného potrubia na úrovni kanvy to bolo pri rovnakej dĺžke cecokov vemena dojnic 29,4 kPa, t.j. pokles o 12,6 kPa. S polohou mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska bol najpriaznivejší výsledok dosiahnutý s dĺžkou cecokov vemena dojnic 60 mm – 36,8 kPa, t.j. pokles o 5,2 kPa.

Závislosti podtlaku od dĺžky cecokov v podceckových komorách sú graficky znázornené na obr. 2 až 4.

I. Hodnoty tlaku namerané v podceckových komorách s maximálnym prietokom 7,5 l.min⁻¹ a pri podtlaku 42 kPa – Measured values of the pressure in the suction chambers at the maximum milking flow 7.5 l.min⁻¹ and the working vacuum 42 kPa

Poloha mliekovodného potrubia ¹	Dĺžka cecokov ² (mm)	Nameraný tlak ³ (kPa)
A	30	17,6
	60	18,6
	90	23,5
	120	22,0
B	30	19,1
	60	27,9
	90	29,4
	120	22,0
C	30	23,5
	60	36,8
	90	35,3
	120	33,0

A – nad hlavami dojnic – over the cows

B – na úrovni dojacej kanvy – on the level of the milking can

C – pod úrovňou stojiska – under the level of the stall

¹position of the milk pipeline, ²teat length, ³measured pressure

II. Namerané hodnoty parametrov charakteristik zistených pri maximálnom prietoku 7,5 l.min⁻¹ – The value of parameters of characteristics obtained for the maximum milk flow 7.5 l.min⁻¹

Poloha mliekovodného potrubia ¹	Dĺžka cecokov ² (mm)	Fáza podtlaku ³			
		a	b	c	d
A	30	18,58	31,42	24,92	25,08
	60	17,37	41,38	23,42	17,86
	90	17,13	32,52	21,17	29,25
	120	15,33	34,37	17,59	32,78
B	30	19,76	27,68	27,83	24,81
	60	19,35	39,56	24,98	16,17
	90	17,51	31,89	20,90	29,76
	120	15,48	33,79	18,30	32,49
C	30	21,00	21,60	17,28	15,04
	60	38,34	37,68	41,92	44,40
	90	26,21	23,80	20,30	18,11
	120	14,45	17,00	20,50	22,47

a – fáza narastajúceho podtlaku – fase of the increasing vacuum

b – fáza maximálneho podtlaku – fase of the maximum vacuum

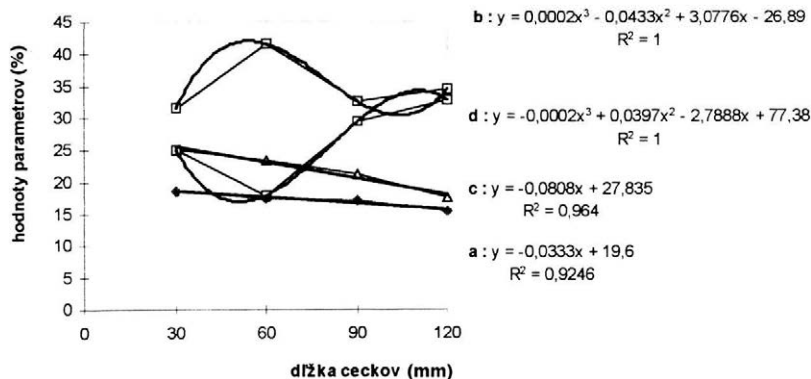
c – fáza klesajúceho podtlaku – fase of the decreasing vacuum

d – fáza minimálneho podtlaku – fase of the minimum vacuum

¹position of the milk pipeline, ²teat length, ³phase of vacuum

CHARAKTERISTIKY DOJACEJ JEDNOTKY

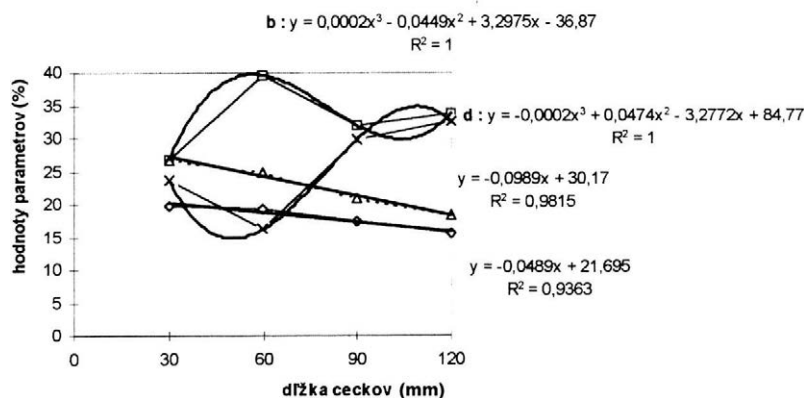
Hodnoty nameraných parametrov charakteristik zistených pri maximálnom prietoku 7,5 l.min⁻¹ sú uvedené v tab. II podľa jednotlivých polôh mliekovodného potrubia. V tabuľke sú uvedené najdôležitejšie parametre charakteristiky: a – fáza narastajúceho podtlaku, b –



5. Grafický priebeh parametrov charakteristik – poloha mliekovodného potrubia: nad hlavami dojníc – The grafical course of the parameters of the characteristics – the position of the milk pipeline: over the cows

a – fáza narastajúceho podtlaku – fase of the increasing vacuum
 b – fáza maximálneho podtlaku – fase of the maximum vacuum
 c – fáza klesajúceho podtlaku – fase of the decreasing vacuum

d – fáza minimálneho podtlaku – fase of the minimum vacuum
 hodnoty parametrov (%) – values of the parameters (%)
 dĺžka cečkov (mm) – the length of teat (mm)



6. Grafický priebeh parametrov charakteristik – poloha mliekovodného potrubia: na úrovni dojacej kanvy – The grafical course of the parameters of the characteristics – the position of the milk pipeline: on the level of the milking can

fáza maximálneho podtlaku, c – fáza klesajúceho podtlaku, d – fáza minimálneho podtlaku.

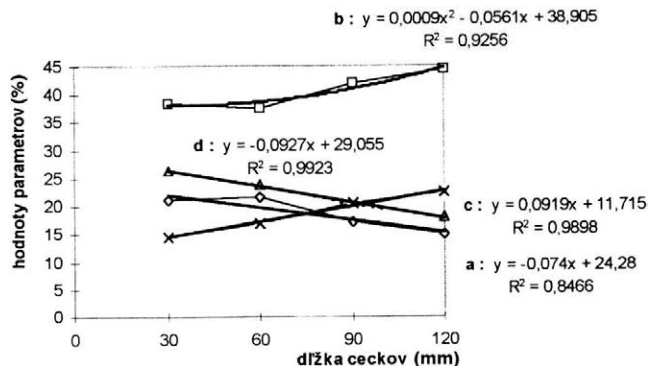
Fáza a – polohou mliekovodného potrubia sa mení o 2,5 % u cečkov dlhých 30 mm. Postupne sa hodnoty vo všetkých polohách mliekovodného potrubia vyrovnávali až na konečnú hodnotu 15,5 % s dĺžkami cečkov vemená 120 mm.

Fáza b – poloha mliekovodného potrubia ako i dĺžky cečkov dojníc majú vplyv na fázu b charakteristiky. V polohe potrubia nad hlavami dojníc je medzi cečkami dojníc dlhými 30 mm a 120 mm rozdiel 2,95 %, v polohe na úrovni kanvy je to 6,11 % a v polohe pod úrovňou stojiska 6,06 %.

Fáza c – poloha mliekovodného potrubia nad hlavami dojníc a dĺžky cečkov vemená dojníc zmenili parameter c o 7,33 %, poloha na úrovni dojacej kanvy o 9,53 % a poloha pod úrovňou stojiska o 8,1 %.

Fáza d – bola zaznamenaná vyrovnanosť nárastu hodnôt fázy d. V polohe mliekovodného potrubia nad hlavami dojníc bol medzi cečkami dojníc dlhými 30 mm a 120 mm zistený nárast o 7,7 %, v polohe na úrovni dojacej kanvy o 7,68 % a v polohe pod úrovňou stojiska o 8,02 %.

Grafické priebehy parametrov charakteristik s jednotlivými polohami mliekovodného potrubia sú uvedené na



7. Grafický priebeh parametrov charakteristik – poloha mliekovodného potrubia: pod úrovňou stojiska – The graphical course of the parameters of the characteristics – the position of the milk pipeline: under the level of the stall

obr. 5 až 7. Jednotlivé závislosti s dĺžkami ceckov vemená 30, 60, 90 a 120 mm s maximálnym prietokom $7,5 \text{ l min}^{-1}$ u jednotlivých fáz charakteristiky sú charakterizované polynómickými funkciami, napr. pre parameter b pre mliekovodné potrubie nad hlavami dojníc pre skúmané dĺžky ceckov platí:

$$b: y = 0,002 x^3 - 0,0433 x^2 + 3,0776 x - 26,89$$

$$R^2 = 1$$

Vysoké hodnoty koeficientov determinácie dokumentujú, že ide o veľmi silnú korelačnú závislosť s vysokou výstižnosťou, s ktorou zvolená regresná funkcia túto závislosť popisuje.

DISKUSIA A ZÁVER

Viacere experimenty potvrdili, že kolísanie podtlaku v podceckovej komore ceckovej nástrčky zvyšovalo predpoklad ochorenia dojníc na mastitídu. Zo zistených výsledkov je zjavné, že tento predpoklad je reálny v polohe mliekovodného potrubia nad hlavami dojníc a v polohe na úrovni dojacej kanvy, so všetkými simulovanými dĺžkami ceckov vemená dojníc. Priaznivejšie tlakové pomery v podceckovej komore ceckovej nástrčky boli zistené v polohe mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska a s dĺžkami ceckov vemená dojníc 60 a 90 mm, kde bol zaznamenaný najmenší úbytok podtlaku: 5,2 kPa, resp. 6,7 kPa. Worstorff (1977) vo svojej práci uviedol: „V modelových podmienkach bol plynule meraný prietok od 0 do 6 l min^{-1} v dvoch polohách mliekovodného potrubia. Bolo zistené zlepšenie tlakových pomerov v podceckovej komore o 5 až 19 kPa v prospech potrubia pod úrovňou stojiska.“ Mihina (1987) uvádza vplyv prietoku a konštrukčných parametrov na tlakové pomery v podceckovej komore. Ďalej

konštatuje, že jeho výsledky sa takmer zhodujú s výsledkami p. Worstorffa.

Norma ISO 3918 stanovuje, že fáza b nesmie mať hodnotu menšiu ako 30 % z pulzačného cyklu, hodnota d je 15 %. Parameter b nie je v súlade s normou ISO v jednom prípade: pri testovaní 30 mm dlhých ceckov dojníc v polohe mliekovodného potrubia na úrovni dojacej kanvy, kde bola zistená hodnota 27,83 %. Parameter d nedosahuje predpísanú hodnotu tiež len v jednom prípade: pri testovaní 30 mm dlhých ceckov dojníc v polohe mliekovodného potrubia pod úrovňou stojiska, so zistenou hodnotou 14,45 %. Všetky ostatné hodnoty parametrov charakteristiky spĺňajú normu ISO 3918.

Zmena objemov v podceckových komorách ceckových nástrčiek vplyvom 30, 60, 90 a 120 mm dlhých ceckov vemená dojníc a výšková poloha mliekovodného potrubia ovplyvňujú tlakové pomery v podceckových komorách ceckových nástrčiek i charakteristiku dojacej jednotky.

LITERATÚRA

- Karas I. (1996): Analýza tlakových pomerov kombinovaných dojacích jednotiek BOU MATIC, STRANGKO a SURGE. Acta technol. Agric., XXXVII, 169–175.
- Lobotka J. et al. (1992): Hodnotenie tlakových pomerov v dojacom zariadení s mliekovodným potrubím. Zeměd. Techn., 38, 197–202.
- Mihina Š. (1987): Hodnotenie podtlaku v podceckovej komore ceckovej nástrčky. Poľnohospod., 10, 969–975.
- Worstorff H. (1977): Vakuumtechnische Untersuchungen an konventionellen und neueren Melkssystemen. Probleme der modernen Melktechnik, 217, KTBL, Darmstadt.

ISO 3918

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Ivan Karas, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 77 22 189, fax: +421 87 41 70 03

ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O MECHANIZAČNEJ FAKULTE SLOVENSKEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ UNIVERZITY V NITRE

Mechanizačná fakulta Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre od svojho vzniku v roku 1969 pripravila pre prax 4 700 absolventov inžinierskeho štúdia, ktorí sa výrazne podpísali na technickom rozvoji nielen poľnohospodárskej prvovýroby, ale aj prevádzok a podnikov na spracovanie poľnohospodárskych produktov. V agrokomplexe je v súčasnosti výroba bez racionálneho využitia výrobných zariadení a celých výrobných liniek, často automatizovaných, prakticky nemožná. Mechanizačná fakulta sa preto presadzuje v existujúcom konkurenčnom univerzitnom prostredí ako vzdelávacia inštitúcia pripravujúca odborne zdatných prevádzkových inžinierov technického zamerania. V tejto svojej práci sa fakulta spolieha na svoje dlhoročné skúsenosti, predovšetkým na kolektív ôsmich desiatok pedagogických pracovníkov, z ktorých je viac ako polovica docentov a profesorov. Fakulta sa pritom opiera aj o spoluprácu s mnohými ďalšími vzdelávacími a vedecko-výskumnými inštitúciami na Slovensku a v zahraničí.

Najvyšším predstaviteľom fakulty je dekan prof. Ing. Jozef Lobotka, DrSc., právnu a hospodársku činnosť fakulty riadi tajomník Ing. Imrich Grman, systémovú a organizačnú prácu vykonávajú prodekan. Podľa obsahu ich činnosti má fakulta prodekanov:

- pre personálnu prácu prof. Ing. Jozef Šesták, CSc.,
- pre výchovno-vzdelávaciu činnosť doc. Ing. Rudolf Opáth, CSc.,
- pre rozvoj fakulty a zahraničné styky doc. Ing. Ladislav Nozdrovický, CSc.,
- pre vedecko-výskumnú činnosť prof. Ing. Ivan Petránský, DrSc.

Riadiacim pracoviskom fakulty je dekanát. Tu pôsobí dekan, prodekan a tajomník fakulty. Dekanát má sekretariát dekana, oddelenie pre vedecko-výskumnú činnosť a študijné oddelenie.

Základnými pracoviskami fakulty pre pedagogickú a vedecko-výskumnú činnosť sú katedry. V súčasnosti pôsobia na fakulte tieto katedry:

- Katedra mechaniky a strojnictva (KMaS) – vedúci doc. Ing. Ján Gaduš, CSc.,
- Katedra fyziky (KF) – vedúci doc. RNDr. Juraj Dunca, CSc.,
- Katedra strojov a výrobných systémov (KSaVS) – vedúci doc. Ing. Jozef Paulen, PhD.,
- Katedra spoľahlivosti strojov (KSpS) – vedúci doc. Ing. Vladimír Kročko, CSc.,
- Katedra mechanizácie živočíšnej a potravinárskej výroby (KMŽaPV) – vedúci doc. Ing. Lubomír Kubina, CSc.,
- Katedra stavieb (KS) – vedúci doc. Ing. Jozef Prieceľ, CSc.,
- Katedra vozidiel a tepelných zariadení (KVatZ) – vedúci prof. Ing. Anton Žikla, CSc.,
- Katedra elektroniky a automatizácie (KEaA) – vedúci doc. Ing. Ján Krčula, CSc.

Súčasťou fakulty je Oddelenie dopravnej výchovy a služieb a Fakultné výpočtové stredisko.

*Ing. Imrich Grman
tajomník MF SPU Nitra*

AN EFFECT OF ELASTIC PROPERTIES OF TIRES ON A LATERAL STABILITY OF VEHICLE

VPLYV PRUŽNÝCH VLASTNOSTÍ PNEUMATÍK NA BOČNÚ STABILITU VOZIDLA

J. Šesták, J. Rédl, J. Pršán

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In this paper is resolved the effect of elastic properties of tire on the lateral stability of a terrain, especially agricultural, vehicle. Basically the elastic suspension of body, which is at working agricultural vehicles singular, was not respected. The position of centre of gravity of the body is not changed. The vehicle was modeled as a simple 2D model in transverse disposition on tilted table. The boundary geometric stability was determined when wheels on the relieved side did not exert pressure on tilted table. Expected lateral gradient on loaded side is eliminated with determined lateral adhesion. Statical stability was described as classical. Wheels with tires were modeled for point contact with the ground. For definition of radial stiffness and lateral stiffness were used table parameters of tires and results of approximations from experiment. Equations of mathematical model were solved in the iterative way. Calculated results were verified by results obtained from experimental measuring from tilted table. Computation was applied for the self-propelled MT8-222 carrier with front mounted AM4-003 attachment. Important effects of tires on lateral stability of vehicle were recognized.

terrain vehicle; static stability; mathematical model

ABSTRAKT: Zistovali sme účinok pružných vlastností pneumatík na bočnú statickú stabilitu terénneho, najmä poľnohospodárskeho vozidla, ktorá je určená na naklápacej plošine. V zásade nie je rešpektované pružné zavesenie karosérie vozidla, ktoré je u poľnohospodárskych vozidiel ojedinelé. Poloha ťažiska vozidla sa nemení. Vozidlo bolo modelované jednoduchým 2D modelom v priečnej dispozícii na naklápacej plošine. Stanovili sme hraničnú geometrickú polohu, v ktorej kolesá na odľahčenej strane nevykazujú tlak na plošinu. Očakávaný bočný sklon na zaťaženej strane je eliminovaný stanovenou bočnou adhéziou. Statická rovnováha je opísaná klasicky. Kolesá s pneumatikami sú modelované pre bodový dotyk s podložkou. K popisu radiálnej tuhosti a bočnej tuhosti sme využili tabuľkové parametre pneumatík a výsledky aproximácií z experimentov. Rovnice matematického modelu sme riešili iteratčným postupom. Bola vykonaná verifikácia vypočítaných výsledkov s výsledkami zistenými na naklápacej plošine a výpočet pre systémový nosič náradia MT8-222 s vpredu neseným adaptérom AM4-003. Zistili sme významné účinky pneumatík na bočnú statickú stabilitu vozidla.

terénne vozidlo; statická stabilita; matematický model

INTRODUCTION

The lateral stability of a terrain vehicle is a determining parameter for its safe working on the slope. Lateral overturning of vehicle required that the centre of gravity is above the contact line, which is the connecting line of contact points of wheels with the ground on one side of the vehicle. Statistical analysis, which was published by Crolla, Hales (1979) and Horton, Crolla (1984), are mostly established on geometric stability which is defined as ratio of half of wheel track to the height of centre of gravity above the ground and which is the first approximate coefficient of lateral stability. The real working stability of vehicle however must also respect the effects of kinematics and character of design (suspension of body, etc.) but especially the effect of tires. Some results published by Šesták et al. (1987),

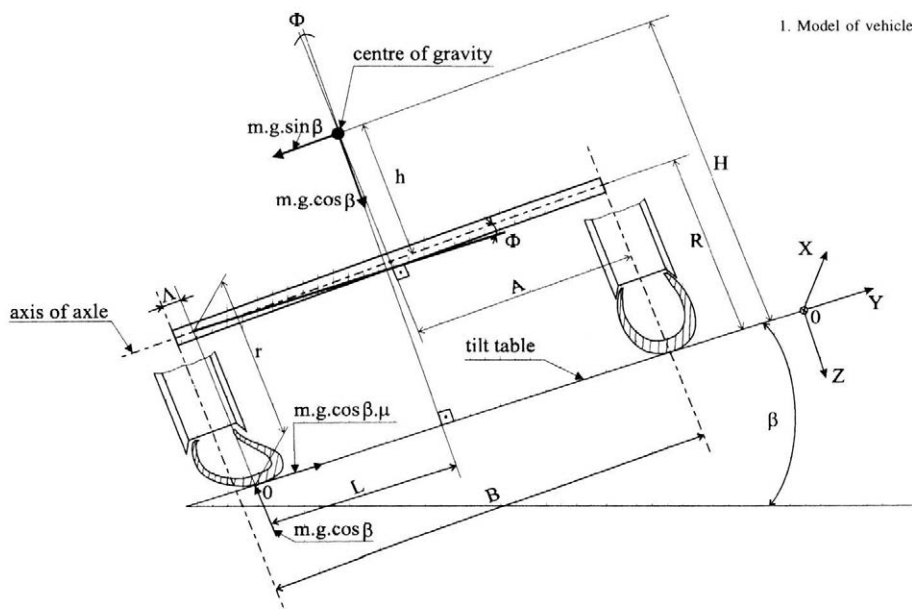
Grečenko (1987), showed that typical working lateral stability of agricultural terrain vehicles is around 85% from geometric stability. In this paper we are presenting a typical agricultural vehicle assigned for operating on slope in which the effect of tires in lateral overturning phase is respected. Terrain vehicle which is operating on slope must respect these parameters:

- working characteristic which is indicating loss of control,
- overturning stability,
- technical ability of vehicle to return to stable position in overturning process.

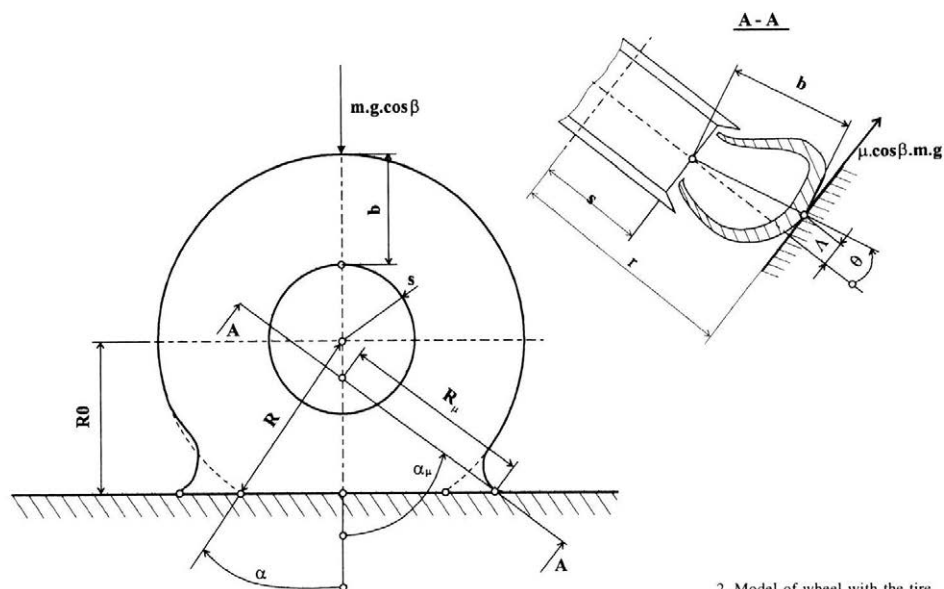
Mechanism of overturning of terrain vehicles is in most cases established on principles of classical dynamics of vehicles and terramechanics till this moment while lateral reaction between terrain and tires does not go over of friction force, vehicle will overturn or in

other case will be skidding, like was published by Tammy (1993). Limit stability (lateral stability) is also defined with loss of contact of relieved tires with ground. The moment of loss of the contact of front and rear wheels with ground is not the same. The difference is very small and is neglected in analytical studies. In the limit

moment of tilting, vehicle will pass to overturning. This situation will occur if the centre of gravity will have place in a vertical plane in which a contact point of idle wheel with ground will be also placed. The area between tilting and overturning of the vehicle is called as unstable area.



1. Model of vehicle



2. Model of wheel with the tire

METHOD

THE MODEL OF VEHICLE

The model is described in Fig. 1. We are assuming that the mass of vehicle is centered in the centre of gravity. The immediate position of the center of gravity is described with L and H coordinates with respect to the overturning axis O which is the shown flowline of contact points of tires with the ground. Spring mounting is dismissed because eventual relative motion against axles is small and the change of location of center of gravity against L and H values is negligible. The axle has a wheel track $-2A \equiv B$ and is supported by tires with a vertical rate K , a lateral rate BT and an unloaded radius R . The applicable geometry and forces applied to the vehicle at lift-off are in Fig. 1.

The geometric relationships at lift-off are given by:

$$L = (A - \Lambda) \cdot \cos \phi - r \cdot \sin \phi - h \cdot \sin \phi$$

$$H = (A - \Lambda) \cdot \sin \phi + r \cdot \cos \phi + h \cdot \cos \phi$$

$$\tan \phi = \frac{R - r}{2 \cdot A - \Lambda}$$

The equilibrium relationships at lift-off are given by:

$$m \cdot g \cdot \sin \beta = m \cdot g \cdot \cos \beta \cdot \mu \quad (1)$$

The (μ) term is the ratio of lateral load to normal load.

$$\mu = \tan \beta$$

$$\beta = \arctan \mu$$

$$m \cdot g \cdot \sin \beta \cdot H = m \cdot g \cdot \cos \beta \cdot L$$

$$H \cdot \mu = L$$

The roll angle (ϕ) is small, leading to the following restatements of the above relationships.

$$L = (A - \Lambda) - r \cdot \phi - h \cdot \phi$$

$$H = (A - \Lambda) \cdot \phi + r + h \quad (2)$$

$$\phi = \frac{R - r}{2 \cdot A - \Lambda} \quad (3)$$

Next will be

$$H \cdot \phi = (A - \Lambda) \cdot \phi^2 + r \cdot \phi + h \cdot \phi$$

With next editing we get:

$$L + H \cdot \phi = (A - \Lambda) \cdot (1 + \phi^2)$$

if $\phi^2 \ll 1$, then

$$L = A - \Lambda - H \cdot \phi$$

The tire lateral deflection on the loaded side is:

$$\Lambda = \frac{m \cdot g \cdot \cos \beta \cdot \mu}{BT} \quad (4)$$

With respect that $\frac{\Lambda}{H} \ll 1$ and finally getting:

$$\mu = \frac{A}{H + \frac{m \cdot g \cdot \cos \beta}{BT}} - \phi \quad (5)$$

Model of tire is described in Fig. 2.

The radial stiffness on loaded side of vehicle is:

$$K = n \cdot \frac{w}{R - RS} \quad (6)$$

The radius of radially loaded tire is:

$$RO = R - \frac{m \cdot g \cdot \cos \beta}{K} \quad (7)$$

The contact angle is:

$$\alpha = \arccos \frac{RO}{R} \quad (8)$$

Applying of Clark's (1982) results and adhesion changing the lateral stiffness of vehicle will be:

$$BT = \frac{(4 - \mu) \cdot R \cdot \alpha \cdot (\pi - \alpha)}{16 - b} \cdot K \quad (9)$$

Yaw angle of tire on loaded side is:

$$\theta = \arcsin \frac{\Lambda}{b} \quad (10)$$

Radius of loaded tire:

$$r = RO \left(\frac{s + b \cdot \cos \theta}{R} \right) \left\{ 1 - \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{R}{s + b \cdot \cos \theta} \right)^2 - 1 \right] \cdot \alpha \right\} \quad (11)$$

With iterative solving of equations 1 till 11 we are solved the boundary angle of tilt table in which is respect an effect of elastic properties of tire (radial and lateral stiffness).

RESULTS

VERIFICATION OF RESULTS OBTAINED FROM THE TILT TABLE

To object on solving was used a self-propelled MT8-222 carrier with front AM4-003 attachment. Technical parameters of the carrier are given in Tab. I.

For initial option of adhesion coefficient $\mu = \tan(\beta) = 0.6$, was solved results described in Tab. II.

CONCLUSION

Verification of found yaw angle of tilt table $\beta = 48.64^\circ$ against yaw angle of tilt table which was obtained from experiment with value 50° is highly documentary. The center of gravity obtained from experiment has the value of 620 mm in wheel track of 1600 mm and confirms that the lateral angle of geometric stability has the value of 52.2° . An effect of elastic properties of tire on a lateral stability of vehicle was confirmed. The difference between geometric stability which is represented by the value of 52.2° and solved angle $\beta = 48.64^\circ$ is 3.6° which has effect on the labile position of vehicle.

I. Technical parameters of systemic machine

Parameter	Notation	Value	Unit
Gross mass	m	1000	kg
Wheel track	B	1600	mm
Height of centre of gravity above axle	h	320	mm
Tires type	–	26 x 12.00-24/L1-profile 539	–
Radius of unloaded tire	R	331	mm
Static radius of tire	RS	297.5	mm
Admissible load of tire	W	7300	N
Radius of wheel disk	s	133.4	mm
Tire section height	b	198	mm
Tire width	d	318	mm
Number of wheels on loaded side	n	2	–
Working pressure of tire	p	4	kPa

II. The results

Variable	Value	Unit	Solved from equation
H	639.8	mm	2
ϕ	0.8	Deg	3
Λ	34	mm	4
μ	1.135	–	5
K	435.8	N.mm ⁻¹	6
RO	311.7	mm	7
α	19.65	Deg	8
BT	148.6	N.mm ⁻¹	9
θ	9.85	Deg	10
R	309	mm	11
β	48.64	Deg	–

NOTATION

A – 1/2 wheel track
 H – vehicle CG height above surface
 h – vehicle CG height above axle center line
 m – mass
 W – weight
 n – numbers of tires, on the loaded side
 R – unloaded tire radius
 RS – static tire radius

K – stiffness (radial)
 BT – stiffness (lateral)
 α – polar tire angle from contact centre
 β – surface inclination
 ϕ – axle roll angle
 s – rim radius
 b – tire section height
 Λ – tire lateral deflection

REFERENCES

- Clark S. K. (1982): Mechanics of pneumatic tires. GPO.
 Crolla D. A., Hales F. D. (1979): The lateral stability of tractor and trailer combinations. *J. Terramech.*, 16 (1), 1–22.
 Grečenko A. (1987): Pohyb zemědělských vozidel na příkrych travnatých svazích. *Zeměd. Techn.*, 30 (6), 331–332.
 Horton D. N. L., Crolla D. A. (1984): The handling behavior of off-road vehicles. *Int. J. Vehic. Des.*, 5 (1–2), 197–218.
 Šesták J., Sklenka P., Škulavík L., Markovič R. (1987): Statická stabilita a svahová dostupnosť horskej kosačky MT8 6-063 ASN-055. *Zeměd. Techn.*, 33 (2), 105–122.
 Tammy S. (1993): Operating vehicle roll stability, heavy vehicle dynamics and stability. SAE Intern. SP-1002, PA 15096-0001, 51–56.

Received on December 29, 1998

Contact Address:

Prof. Ing. Jozef Šesták, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika,
 tel.: +421 87 360 73, fax: +421 87 360 73, e-mail: redl@pobox.sk

THE METHOD OF DETERMINATION OF DRYING ABILITY BY MEAN OF i - x - w DIAGRAM OF WET AIR AND WET MATERIAL

METÓDA URČENIA POTENCIÁLU SUŠENIA POMOCOU i - x - w DIAGRAMU VLHKÉHO VZDUCHU A VLHKÉHO MATERIÁLU

I. Vitáček

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: A new i - x - w diagram for wet air and moist material was applied into research and operation work. The method for determining state parameters of moist material in a given medium is presented in this i - x - w diagram. The new characteristic parameter, potential of drying Δx_p , is proposed, and it is calculated by state values extracted of this i - x - w diagram. The characteristic model of course of drying process for maize seed by means of i - x - w diagram with medium temperature of 40 °C and for cyclic drying medium flow direction changes. New methods, proposed in this work, enables perfect modelling of various drying methods and also perfect evaluation of test measurements on dryers.

drying in agriculture; drying ability; modelling of a drying process

ABSTRAKT: Do výskumnej a prevádzkovej práce na SPU v Nitre bol zavedený nový i - x - w diagram pre vlhký vzduch a vlhký materiál. Uvádžame metódu znázornenia okamžitého stavu vlhkého materiálu v danom prostredí v tomto i - x - w diagrame. Bol navrhnutý nový charakteristický ukazovateľ, potenciál sušenia Δx_p , odvodený z hodnôt odčítaných z i - x - w diagramu. V príspevku sú ďalej uvedené vzorové znázornenia priebehu procesu sušenia osiva kukurice pomocou i - x - w diagramu pre sušiace prostredie s teplotou 40 °C a pre proces s cyklickou zmenou smeru prúdenia sušiacieho prostredia. Tieto nové metódy umožnia podstatne dokonalejšie modelovanie rôznych režimov sušenia a vyhodnocovanie kontrolných meraní na sušiarňach.

sušenie v poľnohospodárstve; potenciál sušenia; model procesu sušenia

INTRODUCTION

Agricultural products are complicated hygroscopic capillar-porous materials. Their thermal and sorption characteristics are so confused that we find them out only by experiments.

As drying medium we use atmospheric air. State characteristics of atmospheric air are represented in i - x diagram of wet air.

One of the authors (Havelka, 1973) published an i - x diagram of wet air, in which are also drawn equilibrium moisture contents of given material, with a title „ i - x - w diagram“. This new i - x - w diagram enables us a better study of drying process.

In this paper the author presents a model of maize drying process, erected with help of this new i - x - w diagram of wet air.

MATERIALS AND METHODS

MATERIAL STATE CHARACTERISTICS IN i - x - w DIAGRAM OF WET AIR

In the Fig. 1 author present method for destination of present state characteristics of moist maize grains in

i - x - w diagram, for grains in a stream of given drying medium, point 1. Drying medium temperature is $t_1 = 40$ °C, maize grains moisture content is $w_M = 16\%$.

Maize grain is a moist material in which we consider moisture as free water level. We draw in i - x - w diagram material state characteristic, point M , by help of the method for destination of limit adiabatic evaporation temperature. In i - x - w diagram we read state characteristics: $\phi_{Mr} = 0.76$, $t_{Mr} = 22.4$ °C, $x_{Mr} = 13.4$ g.kg⁻¹.

DRYING ABILITY

Specific moisture of inlet, outlet, drying medium is given by x_1 , x_2 .

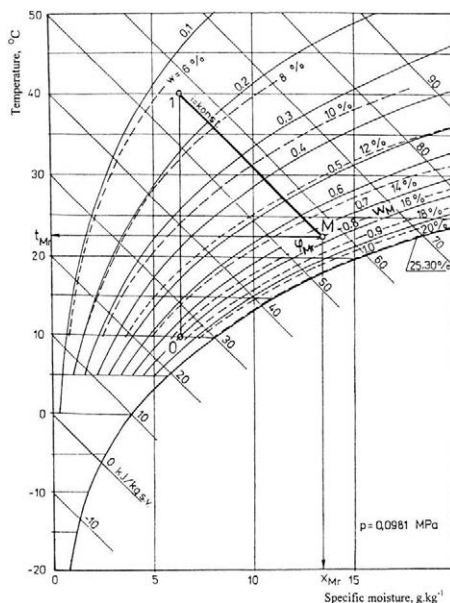
Specific equilibrium moisture of drying medium for given dried material state, inlet, outlet, is given by x_{M1} , x_{M2} . Differences between this values represent us drying ability in a given moment. The author presents this characteristics as drying ability x_p .

For inlet drying medium is:

$$\Delta x_{p1} = x_{M1} - x_1 \quad (1)$$

For outlet drying medium is:

$$\Delta x_{p2} = x_{M2} - x_2 \quad (2)$$



1. Present state of given moist maize grain in i - x - w diagram

RESULTS AND DISCUSSION

MODELLING OF DRYING PROCESS IN i - x - w DIAGRAM OF WET AIR

The author presents a model of drying process course for moist maize grains dried with drying medium with cyclic stream direction changes. In Fig. 2 are presented state characteristics of drying medium and dried material in the first drying section with constant drying speed: ($\phi_{Mr} = 1$).

Drying medium state characteristics are:

- inlet, point 1: $t_1 = 40$ °C, $\phi_1 = 0.14$, $x_1 = 5.9$ g.kg⁻¹
- outlet, point 2: $t_2 = 23.5$ °C, $\phi_2 = 0.66$, $x_2 = 12.5$ g.kg⁻¹

Dried material, state characteristics:

- inlet, point M_1 : $w_{M1} > 25\%$, $\phi_{M1} = 1.0$, $t_{M1} = 19.3$ °C, $x_{M1} = 14.8$ g.kg⁻¹
- outlet, point M_2 : $w_{M2} > 25\%$, $\phi_{M2} = 1.0$, $t_{M2} = 18.9$ °C, $x_{M2} = 14.4$ g.kg⁻¹

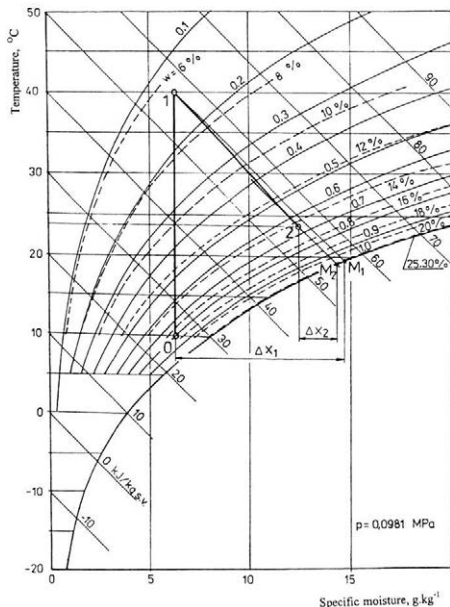
Drying ability at the given moment:

- inlet: $\Delta x_{p1} = x_{M1} - x_1 = 14.8 - 5.9 = 8.9$ g.kg⁻¹ (3)
- outlet: $\Delta x_{p2} = x_{M2} - x_2 = 14.4 - 12.5 = 1.9$ g.kg⁻¹ (4)

In Fig. 3 are presented state characteristics of drying medium and dried material in the second drying section with falling drying speed ($\phi_{Mr} < 1$).

Drying medium state characteristics are:

- inlet, point 1: $t_1 = 40$ °C, $\phi_1 = 0.14$, $x_1 = 5.9$ g.kg⁻¹



2. Model of a drying process. Drying medium and dried moist maize grain in constant drying speed section

- outlet, point 2: $t_2 = 26.8$ °C, $\phi_2 = 0.48$, $x_2 = 10.8$ g.kg⁻¹

Dried material state characteristics are:

- inlet, point M_1 : $w_{M1} = 16\%$, $\phi_{M1} = 0.76$, $t_{M1} = 22.4$ °C, $x_{M1} = 13.4$ g.kg⁻¹
- outlet, point M_2 : $w_{M2} = 16\%$, $\phi_{M2} = 0.76$, $t_{M2} = 21.8$ °C, $x_{M2} = 12.8$ g.kg⁻¹

Drying ability at the given moment:

- inlet: $\Delta x_{p1} = x_{M1} - x_1 = 13.4 - 5.9 = 7.5$ g.kg⁻¹ (5)
- outlet: $\Delta x_{p2} = x_{M2} - x_2 = 12.8 - 10.8 = 2.0$ g.kg⁻¹ (6)

In Fig. 4 are presented state characteristics of drying medium and dried material at the end of drying process ($w_M = 14\%$).

Drying medium state characteristics are:

- inlet, point 1: $t_1 = 40$ °C, $\phi_1 = 0.14$, $x_1 = 5.9$ g.kg⁻¹
- outlet, point 2: $t_2 = 31$ °C, $\phi_2 = 0.32$, $x_2 = 9.3$ g.kg⁻¹

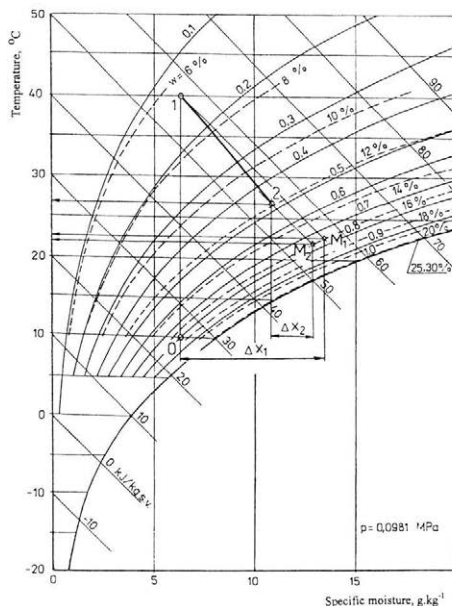
Dried material state characteristics are:

- inlet, point M_1 : $w_{M1} = 14\%$, $\phi_{M1} = 0.63$, $t_{M1} = 24.6$ °C, $x_{M1} = 12.6$ g.kg⁻¹
- outlet, point M_2 : $w_{M2} = 14\%$, $\phi_{M2} = 0.63$, $t_{M2} = 24$ °C, $x_{M2} = 12.2$ g.kg⁻¹

Drying ability at the given moment:

- inlet: $\Delta x_{p1} = x_{M1} - x_1 = 12.6 - 5.9 = 6.7$ g.kg⁻¹ (7)
- outlet: $\Delta x_{p2} = x_{M2} - x_2 = 12.2 - 9.3 = 2.9$ g.kg⁻¹ (8)

The mentioned method of representation of drying course in i - x - w diagram of wet air and wet material and determination of immediate state parameters of dried



3. Model of a drying process. Drying medium and dried moist maize grain in falling drying speed section

material and drying ability by means of this diagram represents a new method, not known up to now from available literature. The advantage of use of i - x - w diagram mentioned for example Vitáček, Havelka (1996). The work of Vitáček (1992) was evaluated very positive in State Research Institute for Machine Construction (SVÜSS), division Technics of Drying, in Praha-Běchovice.

CONCLUSION

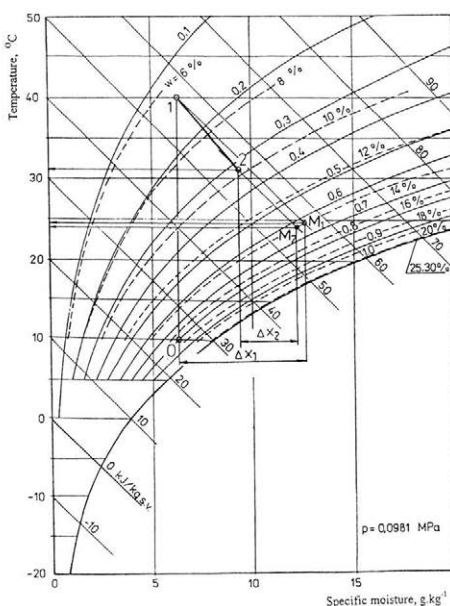
The new state characteristics, proposed by authors of this paper, „drying ability Δx_p “ enables in a new i - x - w diagram of wet air and moist material, also proposed by authors of this paper, perfect modelling of various drying methods and also perfect evaluation of test measurement on dryers.

USED DESCRIPTION

i – specific enthalpy of drying medium (kJ.kg^{-1})
 $t_1, t_2, t_{M1}, t_{M2}, t_{Mr}$ – drying medium temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 $x_1, x_2, x_{M1}, x_{M2}, x_{Mr}$ – specific moisture of drying medium (g.kg^{-1})
 $\Delta x_p, \Delta x_{p1}, \Delta x_{p2}$ – drying ability (g.kg^{-1})

Contact Address:

Doc. Ing. Ivan Vitáček, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 77 22 188, fax: +421 87 41 70 03, e-mail: vitacek@mech.uniag.sk



4. Model of a drying process. Drying medium and dried moist maize grain at the end of drying section

w, w_{M1}, w_{M2} – moisture content wet basis (%)
 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{Mr}$ – relative moisture of drying medium (%)

Inferior index

M – related to material state
 M_r – related to equilibrium state
 1 – state at dryer input
 2 – state at dryer output

REFERENCES

- Havelka J. (1973): Optimalizácia sušenia sena s prihrievaním vzduchu. In: Súčasná teória a prax sušenia zrnovín a krmovín. Bratislava, DT SVTS, 229–238.
 Vitáček I. (1992): Modifikovaný i - x diagram pri navrhovaní poľnohospodárskych sušiarňí. [Pisomná práca k odbornej kandidátskej skúške.] Praha, SVÜSS/Nitra, VŠP. 83 s.
 Vitáček I., Havelka J. (1996): Ekonomicky optimálny režim sušenia osív. Mechaniz. Poľnohosp. (Špeciál č. 5/96). Praha, Nakladateľství MH, 48–49.

Received on December 29, 1998

INFORMÁCIE O ŠTÚDIU NA MECHANIZAČNEJ FAKULTE SLOVENSKEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ UNIVERZITY V NITRE

Mechanizačná fakulta pripravuje pre prax odborníkov v študijných odboroch:

- Poľnohospodárska technika
- Technika a mechanizácia potravinárskej výroby
- Spoľahlivosť techniky

Uchádzači o štúdium na MF SPU sú povinní uviesť zvolený študijný odbor na tlačive prihlášky na štúdium.

Absolventi fakulty sú schopní uplatniť sa na trhu práce nielen v poľnohospodárskej a potravinárskej výrobe, ale aj v ďalších odvetviach hospodárstva na rôznych stupňoch ich riadenia. Umožňuje to ponuka predmetov, ktoré zo študenta vytvárajú absolventa s hlbokými technickými poznatkami a so znalosťou aj biologických základov výroby v agrokomplexe.

Profil absolventa

Absolvent Mechanizačnej fakulty je prevádzkový inžinier technického zamerania pripravovaný tak, aby bol schopný:

- riadiť a organizovať výrobné procesy,
- projektovať mechanizované výrobné systémy,
- zabezpečovať spoľahlivý chod výrobných zariadení a udržiavať kvalitatívne parametre strojov na požadovanej úrovni počas celej ich prevádzky,
- vytvárať a riadiť systém obnovy technického života strojov a udržiavať energetické systémy výrobných prevádzok,
- projektovať a riadiť technický rozvoj výrobných subjektov za využitia elektrotechniky, výpočtovej techniky a robotizácie,
- uplatniť sa vo vývoji, výrobe a skúšobníctve, vo vede a výskume, kde má schopnosť syntetizovať poznatky konštruktéra stroja, výrobného technológa a užívateľa,
- zabezpečovať komerčné služby pre výrobcov strojov.

Systém štúdia

Mechanizačná fakulta zabezpečuje päťročné inžinierske štúdium so špecializáciou v posledných dvoch ročníkoch štúdia v nasledovných študijných zameraniach:

1. v odbore **Poľnohospodárska technika:**

Potravinárska technika	Vývoj a skúšanie techniky
Doprava a manipulácia	Komunálne technické služby
Servis a oprava techniky	Komerčné služby
Automatizácia a informatika	Investičná činnosť
Vidiecke inžinierstvo	

2. v odbore **Technika a mechanizácia potravinárskej výroby:**

bez študijných zameraní

3. v odbore **Spoľahlivosť techniky:**

Spoľahlivosť strojov a konštrukcií Prevádzková spoľahlivosť strojov

Príprava absolventa začína matematicko-fyzikálnym základom. Štúdium pokračuje základmi konštrukcie a technológie výroby strojov prostredníctvom technických, teoretických disciplín ako napr. Technická mechanika, Pružnosť a pevnosť, Náuka o materiáloch, Strojárska technológia, Konštrukčné prvky strojov a iných. Študent získava poznatky o organizácii riadenia a o ekonomike výroby. Príprava absolventa vyúsťuje poznávaním mechanizovaných a automatizovaných výrobných systémov v poľnohospodárstve a v ďalších odvetviach podľa zvolených študijných odborov a zameraní.

Odborný profil sa dotvára v oblasti riadenia techniky a výrobných procesov, projektovania mechanizovaných systémov a zabezpečovania prevádzkyschopnosti strojov. Absolvent má potrebné znalosti v oblasti elektrotechniky a automatizácie, poznatky o regulačných, kontrolných a riadiacich systémoch výrobných zariadení. Študent sa zoznámí so spôsobmi hospodárenia s materiálom a energiou vo výrobe.

Štúdium končí štátnou skúškou zo štyroch profilových predmetov a obhajobou diplomovej práce. Absolventi získajú titul „inžinier“, v skratke „Ing.“, čo zodpovedá charakteru hodnosti Master of Science udeľovanej na zahraničných vysokých školách. Absolventi môžu pokračovať v štúdiu formou doktorandského štúdia.

Uplatnenie absolventa

Profil absolventa vytvára dobré predpoklady pre jeho široké uplatnenie v praxi. Absolvent Mechanizačnej fakulty môže nájsť uplatnenie ako:

- technický riadiaci pracovník, resp. prevádzkový inžinier riadiaci výrobné procesy v poľnohospodárstve, potravinárstve, stavebníctve, doprave, technických službách miest a obcí a v podnikoch s podobným technickým vybavením,
- technický riadiaci pracovník firiem zabezpečujúcich servis a opravy techniky,
- pracovník obchodných stredísk firiem predávajúcich výrobné zariadenia,
- projektant-technolog v špecializovaných projektovo-inžinierskych organizáciách,
- pracovník výskumno-vývojových pracovísk a skúšobní strojov,
- učiteľ v odbornom školstve,
- absolvent špecializácie Vidiecke inžinierstvo nájde uplatnenie ako pracovník obecných úradov vidieckych obcí, ako aj agroturistických centier,
- pracovník rôznych organizácií agrokomplexu, zaoberajúci sa investičnou činnosťou.

Sociálne podmienky

Študenti Mechanizačnej fakulty sú ubytovaní v študentskom domove Pribina v Jesenského ulici č. 5 a stravujú sa v ŠD Mladosť.

Informácie o prijímacích skúškach

Na štúdium môžu byť prijatí absolventi gymnázií, stredných odborných škôl a stredných odborných učilišť s maturitou. Prijímacie skúšky vykonávajú všetci uchádzači o štúdium na Mechanizačnej fakulte, a to z predmetov matematika a fyzika. Obsah a rozsah vedomostí vyžadovaných na prijímacích skúškach vychádza z učebných osnov gymnázií.

Doc. Ing. Rudolf Opáth, CSc.
prodekan MF SPU Nitra

VZŤAH DRSNOSTI ABRAZÍVNE OPOTREBENÝCH POVRCHOV K OTERUVZDORNOSTI KOVOVÝCH MATERIÁLOV

RELATIONSHIP OF ROUGHNESS OF ABRASIVELY WORN OUT SURFACES TO ABRASIVE RESISTANCE OF METAL MATERIALS

R. Tolnai, P. Čičo

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The mechanism of wear processes studied by degrading processes of abrasively degraded surfaces proves itself to be dependent on the structure of metal materials. The abrasive environment impacts on the metallic surface by mechanical effects of commonly deforming the surface layer by rusting, scratching, and plastic deformations and consequent fatigue processes. In moist abrasive environment even chemical processes can be a corroborating factor. The above mentioned impacts alter the surface morphology in dependence on mechanical properties and on the structural composition of materials. The evaluation of surface morphology enabled to explain the mechanism of degrading processes under defined conditions and helped at the selection of abrasion resistant materials. A practical solution of a specific tribological problem requires the most suitable material to be selected operatively on the basis of tribometrical tests and their evaluation. When studying the surface morphology the authors also devoted their attention to the roughness of abrasively worn out surfaces and pronounced the hypothesis concerning the possibility to utilize the roughness of the worn out surface as comparative criterion for the assessment of material resistance against wear. Laboratory wear tests of steels with austenitic, ferritic-perlitic, ferritic-sorbite and martensitic structures and of alloyed white cast iron were performed to prove the validity of the hypothesis. Wear was evaluated on the basis of the mass decrease. The relative resistance against wear was related to steel with ferritic-perlitic structure. Roughness was measured on worn out surfaces and macrohardness of samples was measured complementarily. The measuring results are presented in Table I and graphically evaluated in Fig. 6 and Fig. 7. It is substantially possible to state on the basis of the result evaluation that the hypothesis was proved and to accept the roughness of worn out surfaces as the criterion of wear resistance. The schematically visualized graphical result evaluation (Fig. 7) of the surface roughness measurements, mass decrease as result of wear, and similarly that of hardness and relative wear resistance are corresponding (Fig. 6). The pressure increase on a surface undergoing abrasive degrading increases the surface roughness. Chemical influences during the abrasive wear process decrease the surface roughness. The extent of experiments and modifications of the tested material structures enabled to pronounce potentially useful conclusions for the tribological practice.

abrasive wear; roughness of the worn surface; abrasive resistance criteria; material structures

ABSTRAKT: Odolnosť materiálov proti abrazívnemu opotrebeniu je nielen v prevádzkovej a technickej praxi, ale i vo výskume vyhodnocovaná meraním rozmerov opotrebených súčiastok, hmotnostných úbytkov, rezných odporov a podobne. V súvislosti s mechanizmom degradačných procesov kovových materiálov pri abrazívnom opotrebení sa autori zamerali na posúdenie drsnosti opotrebených povrchov vo vzťahu k oteruvzdornosti materiálov. Pomernú odolnosť proti opotrebeniu (Ψ), tvrdosť a drsnosť povrchov merali v definovaných podmienkach na vzorkách materiálov feriticko-perlitickej, feriticko-sorbiteickej, martenzitickej a austenitickej štruktúry a štruktúry legovanej bielej liatiny. Získané výsledky hmotnostných úbytkov pri abrazívnom opotrebení korešpondujú s tvrdosťou skúšaných materiálov a hlavne s drsnosťou opotrebených povrchov, čo umožňuje vysloviť záver, že drsnosť opotrebených povrchov môže byť i ukazovateľom oteruvzdornosti skúšaných materiálov v definovaných podmienkach opotrebenia.

abrazívne opotrebenie; drsnosť; tvrdosť; hmotnostný úbytok; štruktúry: feriticko-perlitická, feriticko-sorbiteická, austenitická, martenzitická, legovaná biela liatina

ÚVOD

Výber oteruvzdorných materiálov do definovaných podmienok vyžaduje vykonať skúšky a následné mera-

nie veľkosti opotrebenia. Abrazívne opotrebenie meriame kvantitatívnymi metódami, najčastejšie zmenou hmotnosti, objemu, profilu nástroja, lineárnych rozmerov a ďalšími metódami.

Abrázivný opotrebovávaci proces je charakteristický i tým, že abrazívne častice mechanicky pôsobia na opotrebovaný povrch kovového materiálu a vytvárajú typickú morfológiu povrchu. Mechanizmus deštruktívnych procesov povrchovej vrstvy pri abrazívnom opotrebení je špecifický pre jednotlivé abrazívne prostredia a súvisí so štrukturálnou skladbou materiálov. V každom prípade ale zostáva povrch zdrsnený abrazívnymi časticami.

Zámerom autorov bolo posúdiť drsnosť opotrebovaných povrchov vybraných štruktúr materiálov pri abrazívnom opotrebení a drsnosť oteruvzdorného povrchu ako potenciálne kritérium odolnosti proti opotrebeniu.

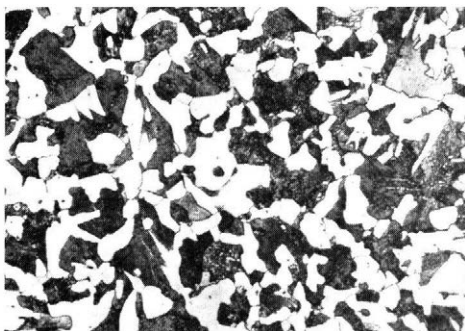
MATERIÁL A METÓDA

Skúšky opotrebenia boli vykonané na materiáloch týchto štruktúr:

1. austenitická (A) – s výraznými hranicami zŕn (ocel 17 348), obr. 1,
2. feriticko-perlitická (FP) – s feritom ohraničujúcim zná jemného lamelárneho perlitu (ocel 12 060), obr. 2,
3. feriticko-sorbitická (FS) – homogénna štruktúra (ocel 17 027), obr. 3,

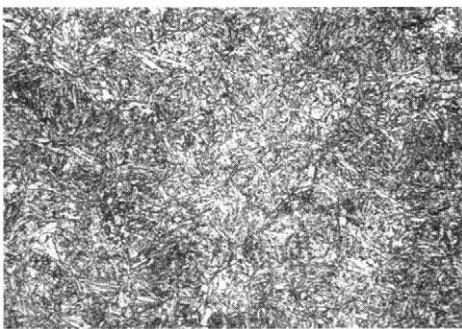


1. Mikroštruktúra austenitickej ocele (zv. 400x) – Microstructure of austenitic steel (400x magn.)

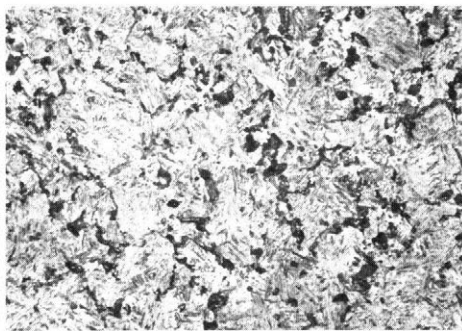


2. Mikroštruktúra feriticko-perlitickej ocele (zv. 400x) – Microstructure of ferritic-perlitic steel (magn. 400x)

4. martenzitická (M) – heterogénna štruktúra (ocel 12 060 v kalenom stave), obr. 4,
5. ledeburitická (BL) – tvorená primárnymi kryštálmi ledeburitického cementitu uloženého v pretransformovanom ledeburite (nadeutektická biela liatina legovaná Cr, Mo, Ni v stave po odliati), obr. 5.



3. Mikroštruktúra feriticko-sorbitickej ocele (zv. 400x) – Microstructure of ferritic-sorbite steel (magn. 400x)



4. Mikroštruktúra martenzitickej ocele (zv. 400x) – Microstructure of martensitic steel (magn. 400x)



5. Mikroštruktúra bielej liatiny (zv. 400x) – Microstructure of white cast iron (magn. 400x)

Skúšky opotrebenia boli vykonané na laboratórnom zariadení – pôdnom kanáli PK 2000 (Tolnai et al., 1978).

Opotrebovacie prostredie bolo tvorené hnedozemou a kremičitým pieskom v pomere 3 : 1, zvlhčované H₂O na vlhkosť $W = 14\%$. Tlak abrazívneho prostredia na vzorku bol 0,1 MPa. Relatívna rýchlosť pohybu vzoriek bola 3 km.h⁻¹. Vzorky vykonali relatívnu dráhu 1000 m.

Po ukončení skúšok odolnosti proti opotrebeniu boli zmerané úbytky hmotnosti vzoriek (ΔG), vypočítaná pomerná odolnosť proti opotrebeniu (Ψ), zmeraná tvrdosť vzoriek (HV 30) a drsnosť opotrebeného povrchu (R_a – stredná aritmetická odchýlka).

Pomerná odolnosť proti opotrebeniu (Ψ) bola vypočítaná podľa vzťahu:

$$\Psi = \frac{\Delta G_e}{\Delta G_v}$$

kde: ΔG_e – úbytok hmotnosti porovnávacieho etalónu (oceľ 12 060 s feriticko-perlitickou štruktúrou)

ΔG_v – úbytok hmotnosti skúšaného materiálu

Drsnosť bola meraná na prístroji HOMMEL TES-TER T 1000 fy Hommelwerke.

VÝSLEDKY

Laboratórne skúšky a merania boli vykonané opakovane v záujme získania preukaznosti výsledkov. Matematicky spracované výsledky meraní a vypočítané hodnoty sú uvedené v tab. I, graficky sú výsledky meraní schematicky znázornené na obr. 6 a 7.

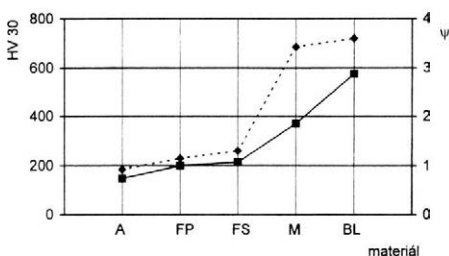
I. Výsledky skúšok odolnosti proti opotrebeniu a vypočítané hodnoty priemernej odolnosti proti opotrebeniu – Results of the wear resistance test and calculated values of mean wear resistance

Materiál	ΔG (g)	Ψ	HV 30	R_a (μ m)
A (17 348)	0,380	0,72	185	0,55
FP (12 060)	0,275	1,00	230	0,53
FS (17 027)	0,266	1,03	260	0,68
M (12 060 – kal.)	0,149	1,85	685	0,42
BL (legovaná Cr, Mo, Ni)	0,097	2,83	720	0,20

DISKUSIA

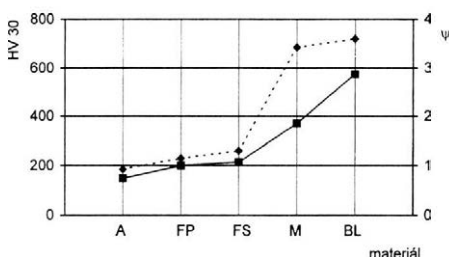
Výsledky skúšok odolnosti proti opotrebeniu a vypočítané hodnoty pomernej odolnosti proti opotrebeniu Ψ stanovili poradie skúšaných materiálov z hľadiska hodnotenej vlastnosti v definovaných podmienkach. Schematicky znázornené hodnoty tvrdosti a Ψ na obr. 6 vzajomne korešponujú, čo môžeme považovať za obvyklé pri intenzívnych abrazívnych degraďačných procesoch.

K samotnému problému – vzťahu drsnosti opotrebeného povrchu k odolnosti proti opotrebeniu – sa môžeme vyjadriť na základe schematického znázornenia vý-



6. Schematické znázornenie tvrdosti H a pomernej odolnosti proti opotrebeniu Ψ skúšaných materiálov – Schematical visualization of hardness H and of relative wear resistance Ψ of tested materials

---♦--- tvrdosť – hardness (HV)
—■— pomerňá odolnosť proti opotrebeniu – relative wear resistance



7. Schematické znázornenie priemerneho hmotnostného úbytku ΔG a drsnosti povrchov vzoriek R_a skúšaných materiálov – Schematical visualization of the mean mass decrease ΔG and of the sample surface roughness R_a of tested materials

---♦--- úbytok hmotnosti – mass decrease
—■— stredná aritmetická odchýlka – mean arithmetic deviation

sledkov hmotnostných úbytkov vzoriek materiálov a drsnosti povrchov R_a opotrebených vzoriek na obr. 7.

Zo získaných výsledkov môžeme vysloviť skutočnosť, že drsnosť vyjadrená R_a môže byť kritériom odolnosti proti opotrebeniu. Znižovaním hodnoty R_a rastie odolnosť proti opotrebeniu. Výnimkou je štruktúra feriticko-sorbitická, ktorá i keď má tvrdosť a Ψ vyššiu ako štruktúra austenitická a feriticko-perlitická, má drsnosť R_a vyššiu.

Pri abrazívnom opotrebení zdršňujú častice abrazíva opotrebovaný povrch. Vyššia tvrdosť materiálov je vyjadrením vyššieho odporu materiálu voči vnikaniu, resp. zdršňovaniu povrchu opotrebovaného abrazívom.

Vysvetlením zvláštnosti feriticko-sorbitickej štruktúry z hľadiska vyššej drsnosti pri opotrebovacom procese môžu byť i nízke mechanické vlastnosti feritu a jeho intenzívnejšie ubúdanie v abrazívnom procese.

Z ďalších poznatkov získaných v experimentálnom programe boli evidované tieto:

– zvýšením opotrebovacieho tlaku (z 0,05 na 0,15 MPa) sa zvyšovala i drsnosť R_a opotrebených povrchov,

- reaktivita opotrebovacieho prostredia spôsobovala len malé zvýšenie drsnosti R_a opotrebených povrchov.

Poznatky získané o vzťahu drsnosti abrazívne opotrebených povrchov k odolnosti kovových materiálov proti opotrebeniu môžu byť využité pri operatívnom výbere oteruvzdorných materiálov do podmienok abrazívneho opotrebenia.

LITERATÚRA

Tolnai R. et al. (1978): Zariadenie na skúšanie opotrebenia funkčných častí pôduspracujúcich strojov. Praha, Úřad pro vynálezy a objevy, AO č. 185 740.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Rudolf Tolnai, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovenská republika,
e-mail: Peter.Cico@uniag.sk

OVLÁDANIE A RIADENIE DYNAMOMETRICKÉHO VOZIDLA

DYNAMOMETRIC VEHICLE MANAGEMENT

J. Semetko¹, I. Janoško¹, L. Barda², P. Pernis²

¹*Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic*

²*State Testing Station of Farm, Forestry and Food Machinery, Praha, Czech Republic*

ABSTRACT: A modern dynamometric vehicle was used to facilitate a speedy and exact determination of traction properties of tractors and mobile machinery under field conditions. The State Testing Station of Farm, Forestry and Food Machinery found as economically beneficent to let build a special dynamometric vehicle the wheels of which are driven by hydrogenerators via gears. The various loading forces required by tests are supplied through a computer controlled servohydraulic braking system of the vehicle. An alternative hydrostatic drive of the dynamometric vehicle enables to load the tested machine with small or even zero traction forces. Thus a single vehicle can help to measure big as well as very small tractors and also to measure not only relative but also absolute tractor slippage. The solution of the instrumentation of the dynamometric vehicle has proved well as an open and permanently innovation friendly hardware and software system. Preparing of a special computer software required to define the relationships of failure, measured, and registered variables (relationships 1 to 12) as well as the verification process of the same with respect to the precision and reliability of both measurements and expressions. The usefulness has been confirmed of developing control programs of traction tests of tractors by this vehicle specifically for each standard (OECD, ISO or as the case might be ČSN, STN). The dialogue software form is guiding the measuring specialist in accordance to the requirements of the standard selected (OECD, ISO etc.) following a menu consisting of four principal parts like calibration, measuring, monitoring/evaluation, documentation. These are further purposefully classified according to individual activities and functions. The dynamometric vehicle management, viz. its computer controlled on-board measuring, evaluating and controlling system measures automatically selected parameters of the operation, registers and evaluates the values measured and enters them in the measuring log. The measuring log form is defined by the standard, the language of its execution can be chosen alternatively. The hardware and software equipment of the vehicle also enables to load the tested vehicle with defined dynamic loads. The loading simulation performed according to a selected time dependence (found by experiment or mathematically defined) can be exactly replicated with space and time shifting which offers fundamental preconditions of replicability of tests using this dynamometric and braking vehicle.

tractor; tests of tractors; dynamometric vehicle – management system

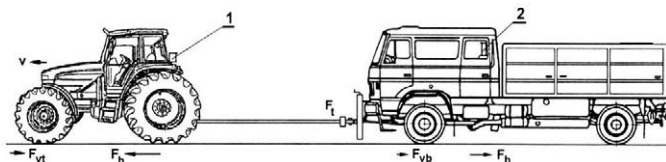
ABSTRAKT: Moderné dynamometrické vozidlo má umožniť rýchle a presné určenie ťahových vlastností traktorov a výkonných mobilných strojov v reálnych podmienkach ich činnosti. Skúšaný stroj ťažnou tyčou ťahá dynamometrické vozidlo, ktorého kolesá v našom prípade cez prevodový systém poháňajú hydrogenerátory. Ku skúškam potrebné rôzne zaťažujúce sily zabezpečuje počítačom riadené elektrohydraulické brzdné zariadenie. Palubný merací, vyhodnocovací a riadiaci systém dynamometrického vozidla automaticky meria zvolené parametre prevádzky, zaznamenáva a vyhodnocuje merané veličiny a tieto dokumentačne spracováva do meracieho protokolu. Podľa zvolenej časovej závislosti realizovaná zaťažovacia simulácia je presne zopakovateľná s priestorovým i časovým posunutím, čo vytvára základné podmienky reprodukovateľnosti skúšok s takýmto dynamometrickým – brzdým vozidlom.

traktor; skúšky traktorov; dynamometrické vozidlo – riadiaci systém

ÚVOD

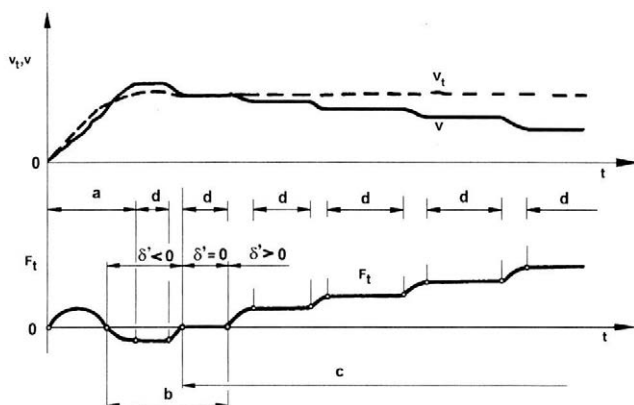
Ucelený prehľad o úžitkových vlastnostiach traktorov a terénnych vozidiel dávajú ich ťahové ukazovatele. Zisťovanie ťahových ukazovateľov je významnou súčasťou noriem a predpisov pre skúšanie traktorov (OECD kód I/3, II/3 a V, ISO 789-9, STN ISO 789-9 ap.).

Uvedené normy požadujú zisťovať závislosti základných ťahových ukazovateľov medzi zložkou zaťažujúcej sily (rovnobežnej s povrchom dráhy – obr. 1), ťahovou silou a ostatnými parametrami: jazdnou rýchlosťou, preklzom, ťahovým výkonom, hodinovou či mernou spotrebou paliva a pod. Tieto závislosti sa zisťujú pri rôznom ťahovom zaťažení, ktoré vymedzujú



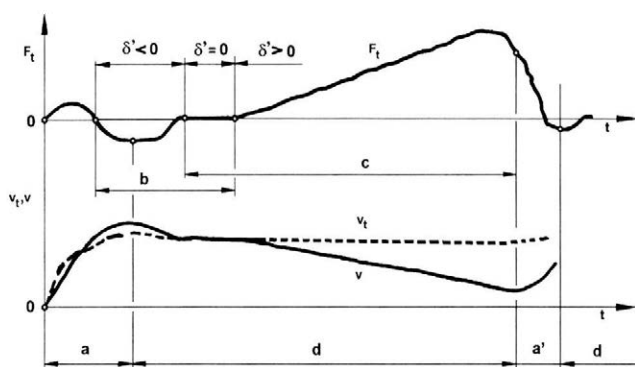
1. Skúšaný traktor s dynamometrickým vozidlom – Tested tractor with dynamometric vehicle

1 – centrálna zbernica snímačov – central sensors busbar
2 – riadiaca jednotka – control unit



2. Časový priebeh brzdenia dynamometrickým vozidlom pri stupňovitom zaťažovaní skúšaného traktora – Time dependence of the braking by dynamometric vehicle on the graduated loading of the tested tractor

a – rozbeh – start of movement
b – tlačenie – pressing
c – zaťažovanie – load
d – meranie – measurement



3. Časový priebeh brzdenia dynamometrickým vozidlom pri plynulom zaťažovaní skúšaného traktora – Time dependence of the braking by dynamometric vehicle on the fluent loading of the tested tractor

a – rozbeh – start of movement
b – tlačenie – pressing
c – zaťažovanie – load
d – meranie – measurement

normy a predpisy, štandardne na rovnej betónovej dráhe. Je to komplex náročných požiadaviek na zaťaženie (obr. 2 a 3), meranie a spracovanie výsledkov, a preto sa pre tento účel konštruujú špeciálne mobilné brzdy – dynamometrické vozidlá.

TEORETICKÝ ROZBOR

Do meracieho protokolu zo skúšok je potrebné zahrnúť s požadovanou presnosťou namerané alebo vypočítané ukazovatele v zmysle citovaných noriem. Pri vymedzení požiadaviek na meranie, vyhodnocovanie a riadenie skúšok vychádzame zo známych vzťahov pre základné ťahové ukazovatele traktora uvedené

v úvode. Tvar týchto vzťahov volíme podľa princípov spracovania elektrických signálov meraných veličín (Grečenko, 1978).

Základným ťahovým ukazovateľom traktora je ťahová sila, ktorú získame integrovaním premenlivej zaťažujúcej sily ako priemernú hodnotu ťahovej sily F_t podľa vzťahu:

$$F_t = \frac{\int_0^{t_{sk}} F_{to} \cdot dt}{t_{sk}} \quad (\text{N}) \quad (1)$$

kde: F_{to} – okamžitá ťahová sila, N
 t_{sk} – čas trvania skúšky (čas merania), s

Ťahovú silu vyjadrujeme štandardne s presnosťou na jedno, príp. na dve desatinné miesta.

Rýchlosť jazdy traktorom výsledne hodnotíme ako priemernú jazdnú rýchlosť v , ktorú určíme z prejdenej dráhy za čas merania, obvykle integráciou okamžitých hodnôt:

$$v = \frac{s}{t_{sk}} \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (2)$$

$$v = \frac{\int_0^s ds}{\int_0^t dt} \quad (\text{m.s}^{-1})$$

kde: s – traktorom prejdená dráha v priebehu merania, m
 t_{sk} – čas trvania skúšky (čas merania), s

V prípade použitia pomocného (piateho) kolesa na meranie priemernej jazdnej rýchlosti vyjadríme túto rýchlosť v zmysle vzťahu (4):

$$v = r_{sk} \cdot \frac{\int_0^{t_{sk}} \omega_{sk} \cdot dt}{t_{sk}} \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (4)$$

kde: r_{sk} – dynamický polomer pomocného (5.) kolesa, m
 ω_{sk} – uhlová rýchlosť pomocného (5.) kolesa, rad.s^{-1}
 t_{sk} – čas trvania skúšky (čas merania), s

Jazdnú rýchlosť vyjadrujeme štandardne s presnosťou na jedno, príp. na dve desatinné miesta.

Priemerný ťahový výkon P_t traktora získavame z priemernej hodnoty ťahovej sily F_t a z priemernej hodnoty jazdnej rýchlosti v , obvykle ako násobok základnej veličiny:

$$P_t = 10^3 F_t \cdot v \quad (\text{kW}) \quad (5)$$

Ťahový výkon vyjadrujeme štandardne s presnosťou na dve, príp. na jedno desatinné miesta.

Priemerný preklz hnacích kolies δ' do meracieho protokolu zisťujeme ako tzv. relatívny preklz (pre $F_t = 0$ aj $\delta' = 0$) a z rovnakých predpokladov vyjadrujeme aj okamžitý preklz δ'_o :

$$\delta' = \left(1 - \frac{s_{h0}}{s_h} \right) \cdot 100 \quad (\%) \quad (6)$$

$$\delta'_o = \left(1 - \frac{\omega_{hp}}{\omega_h} \right) \cdot 100 \quad (\%) \quad (7)$$

kde: i_{h0} – počet otočení hnacieho kolesa pri ťahovej sile $F_t = 0$ na dráhe s_0 , 1
 i_h – počet otočení hnacieho kolesa pri ťahovej sile $F_t > 0$ na dráhe s_h , 1
 ω_{hp} – priemerná uhlová rýchlosť hnacieho kolesa pri jazde malou rýchlosťou ($3,5 \text{ km.h}^{-1}$) pri ťahovej sile $F_t = 0$, rad.s^{-1}
 ω_h – meraná uhlová rýchlosť hnacieho kolesa pri ťahovej sile $F_t > 0$, rad.s^{-1}

Preklz hnacích kolies vyjadrujeme štandardne s presnosťou na jedno, príp. na dve desatinné miesta.

Hodinovú spotrebu paliva pri ťahových skúškach traktorov meriame obvykle ako objemovú hodinovú spotrebu paliva Q_t , z ktorej určíme hmotnostnú hodinovú spotrebu paliva M_p pre skutočnú mernú hmotnosť paliva ρ_p pri skúškach:

$$Q_t = \frac{3,6 \cdot V_p}{t_{sk}} \quad (\text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (8)$$

$$M_p = Q_t \cdot \rho_p = \frac{3,6 \cdot \rho_p \cdot V_p}{t_{sk}} \quad (\text{kg.h}^{-1}) \quad (9)$$

kde: V_p – objem spotrebovaného paliva za čas merania t_{sk} , dm^3
 t_{sk} – čas trvania skúšky (čas merania), s
 ρ_p – merná hmotnosť paliva, kg.dm^{-3}

Nameranú objemovú hodinovú spotrebu paliva Q_t treba prepočítať na objemovú hodinovú spotrebu paliva pri teplote 15°C , podľa zaužívaných postupov.

Hodinovú spotrebu paliva vyjadrujeme štandardne s presnosťou na tri, príp. na dve desatinné miesta.

Mernú spotrebu paliva traktora m_p určíme z jeho hmotnostnej hodinovej spotreby M_p z priemerných hodnôt ťahového výkonu P_t :

$$m_p = 10^3 \frac{M_p}{P_t} \quad (\text{g.kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (10)$$

Mernú spotrebu paliva vyjadrujeme štandardne celými číslami, príp. s presnosťou na jedno desatinné miesto.

Do meracieho protokolu ťahových skúšok traktora zisťujeme aj ťahovú mernú energiu a_{η} , ktorú vyjadrujeme z priemerného ťahového výkonu P_t a z objemovej hodinovej spotreby paliva Q_{t15} pri teplote 15°C :

$$a_{\eta} = \frac{P_t}{Q_{t15}} \quad (\text{kWh.dm}^{-3}) \quad (11)$$

Ťahovú mernú energiu vyjadrujeme štandardne na jedno, príp. na dve desatinné miesta.

Súčasťou protokolov o skúškach traktorov býva aj ťahová účinnosť traktora η_t , ktorá je prepočítaná pre najvyššie zistené ťahové výkony na jednotlivých prevodových stupňoch:

$$\eta_t = \frac{P_{t \max}}{P_m} \quad (I) \quad (12)$$

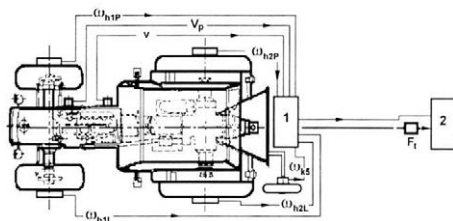
kde: $P_{t \max}$ – maximálny ťahový výkon zistený na danom prevodovom stupni, kW

P_m – maximálny výkon motora traktora stanovený ako aritmetický priemer maximálnych hodnôt výkonov počas dvojhodinovej skúšky traktora cez vývodový hriadeľ, kW

Ťahovú účinnosť traktora vyjadrujeme štandardne s presnosťou na dve, prípadne na tri desatinné miesta.

MATERIÁL A METÓDA

Predpokladom splnenia požiadaviek noriem na zisťovanie základných ťahových ukazovateľov traktora,



4. Schéma rozmiestenia snímačov na skúšanom traktore – Scheme sensors location on the tested tractor

v zmysle vzťahov vymedzených teoretickým rozborom, je technická úroveň prístrojovej nadstavby dynamometrického vozidla pre meranie (obr. 4), vyhodnocovanie i automatické riadenie tohto procesu. Mechanickú i elektrohydraulickú časť dynamometrického vozidla LIAZ pre štátnu skúšobňu poľnohospodárskych, lesníckych a potravinárskych strojov Praha sme riešili ako otvorený systém pre pravidelnú inováciu jeho hardwarového a softwarového vybavenia (Semetko et al., 1996).

Metodický prístup súčasného stavu riešenia celého ovládania a riadenia dynamometrického vozidla LIAZ sme volili z pohľadu maximálneho odbremenenia obsluhujúceho personálu vrátane meracieho inžiniera. Špeciálny software PC dynamometrického vozidla má umožniť samostatne automaticky riadiť zaťažovacie režimy, dráhové či časové úseky ťahových skúšok traktora podľa jednotlivých druhov skúšok, resp. skúšok podľa jednotlivých noriem a ich ďalších prepracovaní. Pre požadované ukazovatele skúšaného traktora má prístrojová nadstavba v predvolených rozsahoch samočinne zmerať vybrané veličiny a podľa preddefinovaných závislostí ich monitorovať v priebehu skúšky pre meracieho inžiniera, ako aj spracovať do meracieho protokolu. Spätnoväzobný systém prístrojovej nadstavby proporcionálne eliminuje nežiaduce vplyvy celej sústavy pri urýchlených ťahových skúškach traktora a reguluje preddefinované režimy skúšania traktora s voliteľnou citlivosťou regulácie.

VÝSLEDKY

Oficiálne ťahové skúšky traktorov sú v súčasnosti požadované podľa predpisov OECD (kód I/3, II/3 a V). Pri základnej ponuke softwarového vybavenia dynamometrického vozidla LIAZ sme vychádzali z týchto predpisov, ako aj z požiadaviek kalibrácie pred meraniami (vnútropodniková) i kalibrácie normalizačným úradom (mimopodniková). Dialógová forma softwaru vedie meracieho inžiniera podľa požiadaviek predpisov OECD nasledujúcou ponukou:

Kalibrácia

1. zadávanie kalibračných údajov,

2. kalibrácia snímača sily,
3. kalibrácia snímačov dráhy, rýchlosti a preklzu,
4. kalibrácia spotrebomera,
5. kalibrácia teplomerov, paliva, olejov a chladiacej kvapaliny.

Meranie

1. vstupné údaje (traktora a podmienok merania),
2. meranie po bodoch – ručný režim,
3. meranie stupňovitým zaťažením,
4. meranie plynulým zaťažením,
5. programované zaťažovanie,
6. dlhodobá skúška na konštantný preklz,
7. dlhodobá skúška na ťahovú silu,
8. meranie odporu valenia traktora.

Monitorovanie a vyhodnocovanie

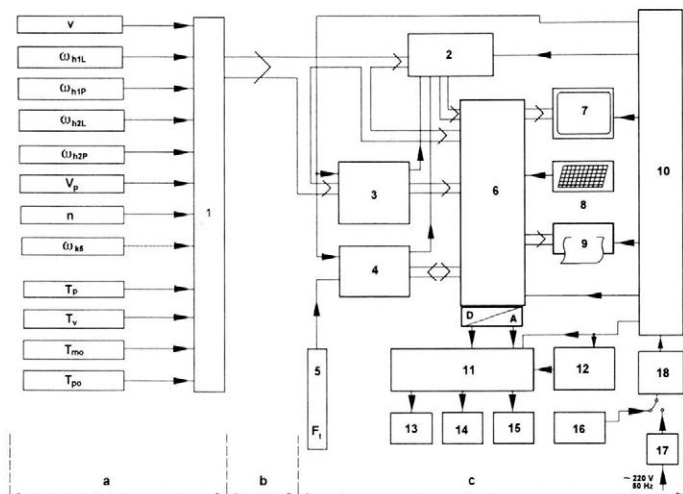
1. monitorovanie merania
 - číselné hodnoty predvolených veličín,
 - časovej závislosti troch predvolených veličín,
2. tabuľka maximálnych ťahových výkonov,
3. ťahová charakteristika traktora,
4. kalibračné tabuľky a závislosti.

Dokumentovanie

1. vytlačenie nameraných údajov,
2. vytlačenie tabuľky maximálnych ťahových výkonov,
3. vytlačenie ťahovej charakteristiky traktora,
4. vytlačenie kalibračných tabuliek a závislostí.

Dynamometrické vozidlo je realizované na báze elektrohydraulickej výkonovej brzdy (Semetko et al., 1996). Riadiaci a brzdný systém dynamometrického vozidla LIAZ zaťažuje skúšaný traktor brzdnými silami v spätnej väzbe meranej hodnoty vybranej veličiny a jej predvolenej hodnoty (napr. ťahovej sily, jazdnej rýchlosti otáčok motora, preklzu hnacích kolies, teploty chladiacej kvapaliny, spotreby paliva a pod.). Signály veličín rozmiestnených na traktore (v až T_{p0}) zo zbernice (1 – obr. 5) a zo snímača ťahovej sily uchyteného na dynamometrickom vozidle sú privedené na zosilňovače, prevodníky (2, 3, 4). Upravené signály vstupujú cez vhodnú meraciu kartu do počítača (6), ktorý podľa jednotlivých častí špeciálneho programu nielen spracováva merané údaje, ale aj riadi vybrané činnosti súvisiace s ťahovými skúškami traktora (od kalibrácie až po merací protokol). Počítač (6) porovnáva merané a zadávané hodnoty veličín a cez riadiacu jednotku (11) ovláda elektrohydraulickú reguláciu pohonu vozidla (13), brzdy vozidla (14), ako aj teleskopické ťažnej tyče (15). Elektrohydraulická regulácia tlaku oleja v ťažnej tyči umožňuje eliminovať zotrvačné účinky dynamometrického vozidla, ktoré je rádovo ťažšie ako skúšané malé traktory.

Riadiaci systém vozidla realizuje „meranie stupňovitým zaťažovaním“, ktoré je metodicky najbližšie k štandardným ťahovým skúškam („meranie po bodoch“) – v podstate podľa priebehov veličín na obr. 3. Pred meraním riadiaci program realizuje rozbeh súpra-



5. Schéma meracieho a riadiaceho systému dynamometrického vozidla – Scheme measurement and control system

- v – rýchlosť pohybu – velocity of movement
- ω_{h1L} – uhlová rýchlosť – angular speed
- ω_{h1P} – uhlová rýchlosť – angular speed
- ω_{h2L} – uhlová rýchlosť – angular speed
- ω_{h2P} – uhlová rýchlosť – angular speed
- V_p – spotreba paliva – consumption fuel
- n – otáčky motora – engine speed
- ω_{k5} – uhlová rýchlosť piateho kolesa – angular speed of fifth wheel
- T_p – teplota paliva – fuel temperature
- T_v – teplota chladickej kvapaliny – cooling water temperature
- T_{mo} – teplota motorového oleja – motor oil temperature
- T_{po} – teplota prevodového oleja – gear oil temperature
- 1 – zbernica snímačov – central bus of sensors
- 2 – correvit
- 3 – zosilňovač teplomerov – analog amplifier of thermometers
- 4 – zosilňovač a prevodník MGC 30 – amplifier and signal converter MGC 30
- 5 – tenzometrický silomer – load cell
- 6 – osobný počítač – personal computer
- 7 – monitor
- 8 – klávesnica – keyboard
- 9 – tlačiareň – printer
- 10 – napájací zdroj – power source
- 11 – riadiaca jednotka – control unit
- 12 – ručná predvolba – manual adjustment
- 13 – EHR pohonu – EHR actuator of traction
- 14 – EHR brzdy – EHR actuator of brake
- 15 – EHR ťažnej tyče – EHR actuator of pull bar
- 16 – alternátor – alternator
- 17 – akumulátor – battery
- 18 – nabíjačka – battery charging
- a – skúšaný traktor – tested tractor
- b – ťažná tyč – pull bar
- c – dynamometrické vozidlo – dynamometric vehicle

vy pozostávajúci najprv z ťahania traktorom, čo následne vystrieda tlačenie traktora brzdiacim vozidlom až do ustálenia tlačnej sily. Program umožňuje merať relatívny preklz δ' alebo absolútny preklz δ . Ak nulovej ťahovej sile priradíme nulovú hodnotu preklzu, meriame relatívny preklz δ' (obr. 2 – prelína sa regulácia tlačenia

a zaťažovania). Ak odpor valenia skúšaného traktora prekonáme tlačnou silou vozidla a tomuto stavu priradíme nulovú hodnotu preklzu, môžeme merať absolútny preklz δ (v činnosti len regulácia tlačenia). Riadiaci systém realizuje samotný záznam meraných veličín po ustálení predvolených zaťažovacích hladín. Stupeň

ustálenosti zaťažovania je taktiež predvoliteľný citlivosťou regulácie. Zvyšovaniu zaťažovania zodpovedá mierny pokles teoretickej rýchlosti v_t a stupňovitý pokles skutočnej rýchlosti v . Stupňovite narastá aj relatívny preklz δ' , príp. δ .

Pri plynulom zaťažovaní (obr. 4) pred meraním riadiaci program taktiež realizuje rozbeh súpravy pozostávajúci najprv z ťahania traktorom, čo vystrieda tlačenie traktora brzdiacim vozidlom až do ustálenia tlačnej sily. Podľa vzájomného priradenia zaťažujúcej, resp. tlačnej sily a preklzu umožňuje program merať relatívny δ' alebo absolútny preklz δ (ako pri stupňovitom zaťažovaní). V tomto prípade riadiaci systém realizuje samotný záznam meraných veličín od ustálenia tlačenia až po predvolenú hodnotu zaťažovania. Plynulé zvyšovanie zaťažovania je predvoliteľné v závislosti od času. Zvyšovaním zaťažovania traktora dochádza k miernemu poklesu teoretickej rýchlosti v_t a výraznejšiemu poklesu skutočnej rýchlosti v . Relatívnou zmenou týchto veličín narastá preklz hnacích kolies skúšaného traktora.

ZÁVER

Programové i prístrojové vybavenie dynamometrického vozidla LIAZ umožňuje pravidelnú inováciu vďaka

ka jeho univerzálnosti. Programy počítača ponúkajú prípravu vstupných údajov a prípravu merania. Umožňujú pravidelnú i jednorázovú kalibráciu, riadia samotné merania (vrátane zaťažovania), spracovávajú namerané údaje (takmer 50), v rôznych formách ich monitorujú a vyhotovujú priamo protokoly zo skúšok. U takto riešeného dynamometrického vozidla je v porovnaní s klasickým dynamometrickým vozidlom (bez riadenia počítačom) produktivita merania o rád vyššia.

LITERATÚRA

- Grečenko A. (1978): Měření tahových vlastností terénních vozidel – měřené veličiny. *Zeměd. Techn.*, 24 (11), 643–660.
- Semetko J., Janoško I., Barda L., Pernis P. (1996): Dynamometrické vozidlo pre skúšanie traktorov. *Zeměd. Techn.*, 42 (4), 127–130.
- Norma STN ISO 789-9, Poľnohospodárske traktory – skúšanie. 1996.
- Normalizačný predpis OECD pre úradné skúšky poľnohospodárskych traktorov. Preklad SZZPLS. Praha, 1986.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Jozef Semetko, DrSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421 87 51 30 63, fax: +421 87 41 70 03, e-mail: semetko@uniag.sk

TEMPERATURE REGIMES IN THE TRANSMISSION AND HYDRAULIC SYSTEMS OF THE ZTS 161 45 TRACTOR FROM THE POINT OF VIEW OF THE POSSIBILITY OF BIODEGRADABLE OIL APPLICATION

TEPLOTNÉ REŽIMY V PREVODOVOM A HYDRAULICKOM SYSTÉME TRAKTORA ZTS 161 45 Z POHLADU POUŽITIA BIOLOGICKY ODBÚRATELNÝCH KVAPALÍN NA BÁZE RASTLINNÝCH OLEJOV

I. Petranský, Š. Drabant, Z. Tkáč, M. Ďurák, V. Kročko

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak republic

ABSTRACT: This work is oriented toward the measurement of temperature regimes in the hydraulic and transmission systems of the ZTS 161 45 tractor with the application of biologically degradable liquids from the base of plant oil. Within the framework of the problem the oil temperature at the input and output of the cooler, the oil temperature in the transmission box, the oil temperature at the pump output, the ambient air temperature and the pump surface temperature were measured. From the measurements, it was observed that in some cases the temperature overreached the value of 70 °C. The oil temperature at the cooler input was 72.01 °C, the oil temperature in the transmission box reached 77.54 °C, the oil temperature at the pump output was 76.89 °C and the pump surface temperature was 78.5 °C. From this observed facts, there is a demand to expand the measurements with the possibility of adjusting the ZTS 161 45 tractor.

temperature regime; hydraulic and transmission system; pump; temperature; biologically degradable liquid

ABSTRAKT: Práca je zameraná na meranie teplotných režimov v prevodovom a hydraulickom systéme traktora ZTS 161 45 vzhľadom na použitie biologicky odbúrateľných kvapalín na báze rastlinných olejov. Pri aplikácii týchto olejov teplota nemôže trvale prekročiť 70 °C. Krátkodobu môže dosiahnuť hodnotu 80 °C. V rámci úlohy sme merali teplotu oleja na vstupe a výstupe olejového chladiča, v skriní prevodovky traktora a na výstupe čerpadla hydraulického systému traktora, teplotu povrchu čerpadla a teplotu okolitého vzduchu. Teploty sme merali pri jednotlivých poľnohospodárskych prácach snímačmi Pt 1000 prevedenia TR-17, TR-045 a TG-4 od firmy MARET, s.r.o., Nové Mesto nad Váhom. Na meranie teplôt sme použili digitálnu záznamovú jednotku MS 1. Vyhodnotenie údajov zaznamenaných digitálnou záznamovou jednotkou MS 1 sme uskutočnili počítačom. Vybrané priebehy meraných teplôt sú zobrazené na obr. 1 až 5, maximálne teploty teplotného režimu na obr. 6. Z meraní vyplynulo, že v niektorých prípadoch teploty oleja presiahli hodnotu 70 °C. Teplota oleja na vstupe do chladiča dosiahla 72,01 °C, v skriní prevodovky 77,54 °C a na výstupe čerpadla 76,89 °C. Z meraní vyplýva, že pre aplikáciu biologicky odbúrateľného oleja na báze rastlinného oleja je potrebné zvýšiť účinnosť chladenia.

teplotný režim; hydraulický a prevodový systém; čerpadlo; teplota; biologicky odbúrateľná kvapalina

INTRODUCTION

Environmental pollution by various contaminants forces the society to develop products which to a lesser degree pollute the environment. It is the effort of producers to adapt the next group of products to economic and technical demands, as well as to the demand for products which to have meet environmental standards.

Petroleum and products made from petroleum including mineral lubricants and fuels are among contaminants which threaten the environment (Podolák, Fintorová, 1997). Its production tends to ecological-toxic innocuousness and quick biological degradabil-

ity. It is necessary to use biologically degradable lubricants in areas of water resources, in waterborne transport, to preserve land, in forestry, in agriculture and other fields.

For the production of base oil components for use as lubricants with respect to environment, three groups of products were showed as especially desirable:

- plant oils,
- synthetic esters,
- polyglycols (Petranský et al., 1998).

The different chemical structures of various biologically degradable hydraulic liquids determines the limits of their thermic, oxidative and hydrolytic loading. Be-

cause of the deficiency in durability of lubricants from plant oils obtained from rape, a relatively low limit of maximum temperature for their use is determined. Hydraulic liquids on rape oil base are universally determined for use at medium demand conditions: temperatures from -15°C to $+70^{\circ}\text{C}$ with the possibility of short-term use at temperatures up to 80°C . Therefore it is necessary from the point of view of using biological degradable liquid from rape oil base in the tractor hydraulic and transmission systems (because majority of world tractors producers and ZTS Martin too use common oil fill for gearbox and working hydraulics – Žikla, 1997) to know the temperature regimes in this system.

MATERIALS AND METHODS

The problem object was evaluating of the transmission and hydraulic systems of the ZTS UR II tractor from point of the view of ecological agriculture. The main question is the application of biologically degradable oils. Their application is to a considerable extent dependent on temperature regimes. Measurements of temperature regimes in the hydraulic and transmission systems of a tractor of class UR II from the point of view of using biologically degradable liquid was carried out on the ZTS 161 45 farm tractor. Adjustment of the ZTS 162 45 tractor was carried out at Department of Vehicles and Heat Devices, Slovak University of Agriculture. The temperatures measured at the test were:

- oil temperature at the cooler input,
- oil temperature at the cooler output,
- oil temperature in the transmission box,
- oil temperature at the pump output,
- pump surface temperature,
- ambient air temperature.

The pressures measured at the test were:

- vacuum at pumps suction pipeline,
- pressure at cooler input,
- pressure at cooler output,
- pressure at input of transmission cylinder.

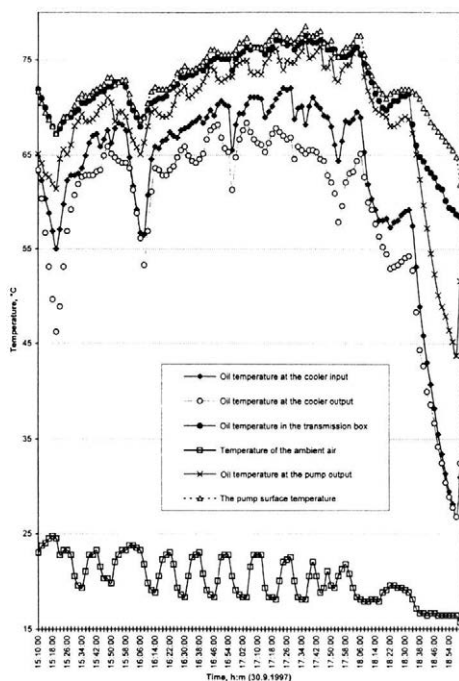
The flow measured at the test:

- oil flow at cooler output.

The measurements were carried out at following regimes:

- in place with engaged pump of the hydraulics,
- in place with detached pump of the hydraulics,
- at transport with engaged pump of the hydraulic,
- at transport with detached pump of the hydraulics,
- at ploughing – 6PHX, 5PHX plough,
- at hay collection – NTVS semi-trailer,
- at seed transport – trailer with useful load 7 tons,
- at harrowing – light harrow with engagement 8 m.

Before carrying out of presented measurements the pumps flow characteristics were measured at testing stand, at quick-clutch and pumps surfaces temperatures were measured.



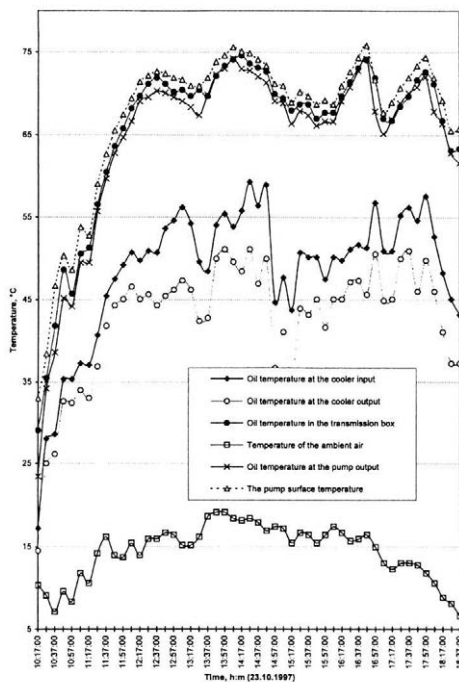
1. Ploughing with the ZTS 161 45 tractor aggregated with 6 PHX plough

For data logging of temperatures, the Digital MS 1 logging unit was used. This unit is used for measuring active electrical parameters and resistance in real time and then recorded into an electronic memory with the possibility of transferring into a computer via a serial port with the RS 232 interface. The unit is controlled by computer on-a-chip and comprises circuits for analogue signal conditioning, their conversion into digital form, indication memory, constants memory, optically separate serial port and real time clock. Besides logging of measured values, the information about the measured results which steamed for example from the disconnection of unit feeding were evaluated. Evaluation of the recorded temperature data by the Digital MS 1 logging unit was carried out by a PC.

The Pt 1000 sensors of class TR-17, TR-045 and TG-4 from firm MARET, s.r.o., Nové Mesto nad Váhom, were used to measure liquid temperatures, body surface temperatures and air temperature.

The pressures measurements were carried out by mechanic pressure gauge with flexible tube. The oil flow was measured by:

- FE-S15 turbine counter with extended measuring range $0.8-22\text{ dm}^3\cdot\text{min}^{-1}$, producer Orbit Controls, Germany,
- measurement device OWATONA, USA.



2. Ploughing with the ZTS 161 45 tractor aggregated with 5 PHX plough



3. Hay collection with the ZTS 161 45 tractor aggregated with NTVS semi-trailer

For the tests, the PP 90 transmission motor oil was used. The oil was used both for the mechanical transmission system and the hydraulic system of the tractor. The oil densities and oil specific thermal capacities at various temperatures t_0 are:

$t_0 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\rho = 858\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$c = 1.922\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$t_0 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\rho = 845\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$c = 2.005\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$t_0 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\rho = 832\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$c = 2.089\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$t_0 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\rho = 820\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$c = 2.177\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

The relation for supplied or abstracted thermal flux Q in system where liquid is energy medium is:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = \rho \cdot V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad (\text{W}) \quad (1)$$

where: m – mass flow ($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$)
 V – bulk flow ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)
 t_1 – input temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 t_2 – output temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 ρ – density ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
 c – specific thermal capacity ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

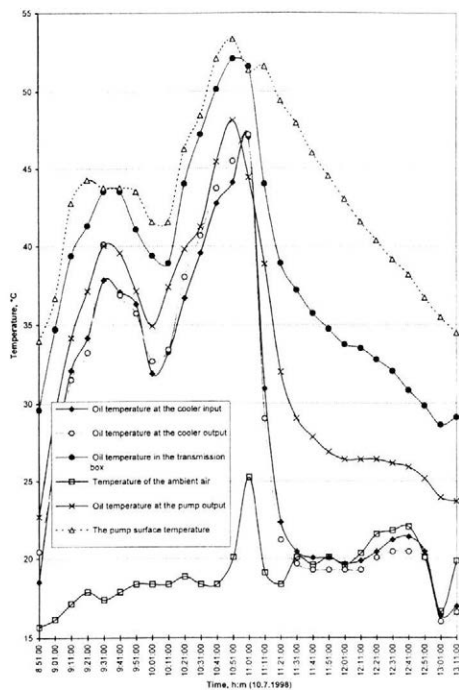
At practical calculation in technical practice the average values – average specific thermal capacity $\bar{c}$ is used. For our case the average specific thermal capacity is determined from specific thermal capacities at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Then $\bar{c} = 2.04825\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Alike the density $\rho = 838.75\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

RESULTS AND DISCUSSION

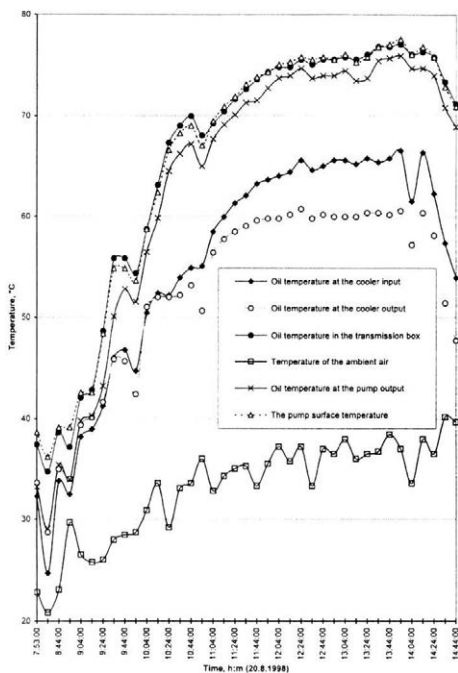
Before operational tests the hydraulic pumps were tested according to technical specifications directly on tractor. The measurement was carried out on the tractor through external hydraulic circuit by measurement device OWATONA with working liquid PP 90 at temperature $40 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and at ambient temperature $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. The used measurement device allowed to measure and simultaneously adjust the working pressure, to measure the temperature and working liquid flow with accuracy 1%. The measured flow parameters of the hydraulic pump PZ 2-19-KS of the tested tractor was up to technical specifications. Oil flow at cooler output was $V_{\text{max}} = 15\text{ dm}^3\cdot\text{min}^{-1}$.

Temperature regimes measured in the transmission and hydraulic systems of the ZTS 161 45 tractor aggregated with ploughs, 6 PHX and 5 PHX, with a collecting semi-trailer, with a trailer and with a light harrows is shown in Figs 1 to 5. The maximum temperatures of the temperature regime are shown in Fig. 6.

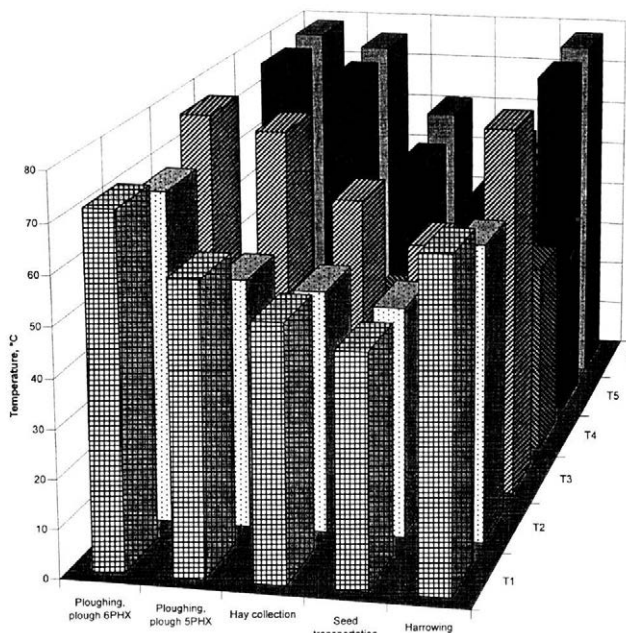
The temperature of the pump surface reached the highest temperature value. The temperature at the cooler output reached the lowest temperature value besides the ambient temperature. The highest tempera-



4. Seed transportation with the ZTS 161 45 tractor aggregated with trailer with useful load 7 tons



5. Harrowing with the ZTS 161 45 tractor aggregated with light harrow with engagement 8 m



6. The maximum measured temperatures of the ZTS 161 45 tractor at ploughing, hay collection, seed transportation and harrowing

T1 – oil temperature at the cooler input
T2 – oil temperature at the cooler output
T3 – oil temperature in the transmission box
T4 – temperature of the ambient air
T5 – oil temperature in the pump output
T6 – the pump surface temperature

tures were reached when aggregated with the 6 PHX plough and the lowest temperature with the trailer.

The maximum value of the pump surface temperature was $T_{6 \text{ max}} = 78.52 \text{ }^{\circ}\text{C}$, oil temperature in the transmission box was $T_{3 \text{ max}} = 77.54 \text{ }^{\circ}\text{C}$, at the cooler output $T_{2 \text{ max}} = 68.38 \text{ }^{\circ}\text{C}$, and at the pump output $T_{5 \text{ max}} = 76.89 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

The obtained results suggest the following facts:

- natural course of temperatures,
- temperature values above $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$,
- deficient performance of the oil cooler.

For the above mentioned reasons, we recommend the increase of the oil cooling performance in the ZTS 161 45 tractor for use by biooil.

CONCLUSION

From the obtained results it follows that in some cases the temperatures overreached the value of $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$. According to the observed facts, is necessary to adjust the oil cooling of system so that the oil temperatures in the entire system did not reach the value of $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$. It is necessary to increase cooling performance to 9 kW. After this adjustment of the ZTS 161 45 tractor, it will be necessary to realise extended measurements with using of biologically degradable liquid in its hydraulic

and transmission system. We suggest the first stage of test with operational time of tractor 1000 motor-hours and sampling after every 200 motor-hours. From samples it is necessary to realise the analysis of abrasion particles and evaluate the following physical-chemical parameters:

- kinematic viscosity at $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$,
- viscosity index,
- congelation point,
- ignition point,
- acid number,
- mechanical tramps,
- water content.

REFERENCES

- Petranský I., Drabant Š., Žikla A., Podolák A. (1998): Prevodový a hydraulický systém traktorov ZTS UR IV z pohľadu ekologického poľnohospodárstva. *Acta technol. Agric.* 1. Nitra, SPU, 12–16.
- Podolák A., Fintorová J. (1997): Vlastnosti zmesných biopalív používaných vo vznietových motoroch. In: Zbor. Ref. I. Medzinarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna MOTROL 97. Lublin, 237–242.
- Žikla A. (1997): Analýza regulačných systémov trojbodového závesu traktorov (monografia). Nitra, SPU. 56 p.

Contact Adress:

Prof. Ing. Ivan Petranský, DrSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Mechanizačná fakulta, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +0421 87 51 30 63, fax: +0421 87 41 70 03

PREHLAD RIEŠENÝCH VÝSKUMNÝCH PROJEKTOV NA MECHANIZAČNEJ FAKULTE SLOVENSKEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ UNIVERZITY V NITRE

Na Mechanizačnej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v súčasnosti riešime výskumné projekty s grantovou preferenciou (VEGA), univerzitné grantové projekty a výskumné projekty riešené v medzinárodnej spolupráci.

A. PROJEKTY S GRANTOVOU PREFERENCIOU (VEGA)

Názov: **M-16 Technologické obrábania pôdy a ich technické zabezpečenie v podmienkach proekologicky orientovaného poľnohospodárstva**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Ján Jech, PhD.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR a SAV

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1999

Názov: **M-90 Fyzikálno-mechanické technológie a vhodná technika na účinné ekologické znížovanie populácie pásavky zemiakovej**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Jozef Paulen, PhD.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR a SAV

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1999

Názov: **M-18 Technicko-technologická racionalizácia výroby a spracovania vybraných poľnohospodárskych produktov**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Jozef Lobotka, DrSc.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR

Predpokladaný termín ukončenia projektu: október 1999

Názov: **M-17 Interakcia techniky a životného prostredia vo výrobných procesoch v poľnohospodárstve**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Ivan Petránský, DrSc.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR a SAV

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1999

Názov: **M-19 Modelovanie spoľahlivosti poľnohospodárskych strojov so zreteľom na ekologizáciu a bezpečnosť prevádzky**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Rudolf Tolnai, CSc.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR a SAV

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1999

Názov: **M-14 Vypracovanie matematického modelu dynamickej stability strojov a návrh celoštátnej normy stanovenia svahovej dostupnosti**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Jozef Šesták, CSc.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1998

Názov: **M-20 Vývoj metód pre hodnotenie poľnohospodárskych materiálov a ich interakcie s technickými prostriedkami**

Zodpovedný riešiteľ: doc. RNDr. Dušan Brozman

Inštitúcia: VEGA MŠ SR

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 1999

Názov: **M-89 Výskum fyzikálnych vlastností stebiel obilnín**

Zodpovedný riešiteľ: doc. RNDr. Juraj Dunca, CSc.

Inštitúcia: VEGA MŠ SR

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 2000

B. UNIVERZITNÉ GRANTOVÉ PROJEKTY

Názov: **M-21 Výmlat amarantusu obilným kombajnom**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Ján Piszczalka, PhD.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 1999

Názov: **M-29 Ekologické aspekty prevádzky poľnohospodárskych sušiarňí**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: december 2000

Názov: **M-25 Výskum a vývoj strojov pre ošetrovanie a zber porastov v horských a podhorských oblastiach Slovenska**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Jozef Šesták, CSc.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 2000

Názov: **M-22 Vývoj špecializovaných nadstavieb pre pôdohospodárstvo**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Ján Gaduš, CSc.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 1999

Názov: **M-30 Energetické a ekologické aspekty interakcie medzi pôdou (podložkou) a kolesami mobilných energetických prostriedkov**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Jozef Prieceľ, CSc.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 2000

Názov: **M-24 Aplikácia jednočipových mikropočítačov na automatizáciu merania**

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Dušan Hrubý, PhD.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 1999

Názov: **M-28 Meranie a simulácia vplyvu fyzikálnych podmienok na biologický materiál a techniku**

Zodpovedný riešiteľ: doc. RNDr. Dušan Brozman

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 2000

Názov: **M-23 Agrofyzikálne vlastnosti biologických materiálov**

Zodpovedný riešiteľ: doc. RNDr. Juraj Dunca, CSc.

Predpokladaný termín ukončenia projektu: 2000

C. MEDZINÁRODNÉ PROJEKTY

Názov: **PL962023, M-15 Bioplynové technológie pre regeneratívnu dodávku energie vo východnej Európe**

Zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Peter Sklenka, CSc.

Inštitúcia: Európska únia, projekt INCO-COPERNICUS

Termín ukončenia projektu: 1999

Názov: **JEP 11011-96 Management of Higher Education Institution**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Jozef Balla, CSc.

Inštitúcia: University of Sirling, Veľká Británia, University of Granada, Španielsko, Milano University, Taliansko

Termín ukončenia projektu: 1999

Názov: **TEMPUS S JEP 11530 Education Quality Assessment of Technical Universities**

Zodpovedný riešiteľ: prof. Ing. Jozef Balla, CSc.

Inštitúcia: University of Twente, Holandsko, Technical University, Darmstadt, SRN, University of Calabria, Taliansko

Termín ukončenia projektu: 1999-03

*Prof. Ing. Ivan Petránský, DrSc.
prodekan MF SPU v Nitre*

POROVNANIE METÓD MERANIA INFILTRAČNEJ SCHOPNOSTI PÔDY A ANALÝZA ICH VZÁJOMNÉHO VZŤAHU

COMPARISON OF METHODS FOR MEASURING OF SOIL INFILTRATION AND ANALYSIS OF THEIR RELATION

L. Nozdrovický, P. Halaj

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In order to evaluate the water flow in soil two methods of measuring of infiltration have been used. Experiments were conducted on two sites within the research project at the Swiss Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering in Tänikon, Switzerland. Following methods of infiltration measuring were used – measurement of infiltration by using double-ring infiltrometers and measurement of so called „blue infiltration“ with a visualization of spatial distribution of water infiltrated into soil. A set of three double-ring infiltrometers with ultrasound measuring device was used to measure and record the soil infiltration rate. Measured values were statistically tested. Measuring infiltration rate through the use of a double-ring infiltrometers gives an information on how soil will accept the rainfall. In the case of „blue infiltration“, colour solution (food colour Vitasynblau) was used with the aim of visualising a penetration of coloured water into soil layers. In order to evaluate the character of the coloured solution penetration into soil, a method of quantitative image analysis was used. The second method is based on visualization of the flow of water in soil from the point of view of effects of tillage practice. As each tillage tool has a different effect on soil layers, the method of blue infiltration allows us to characterise the effectiveness of soil tillage technologies to establish the structural state of the soil. Visualisation of flow patterns in vertical cross sections provides a real image of soil capacity to distribute water. The method of „blue infiltration“ allows to characterise the effectiveness of soil tillage technologies. The combination of both methods provides complex information concerning changes of infiltration characteristics in relation to tillage practices. Results obtained allow comparison of both methods regarding their ability to express structural state of the soil and infiltration capacity. Mutual relation between both methods was studied by means of correlation analysis. Average values of correlation coefficient ranged from 0,7 to 0,8.

soil; tillage; infiltration; infiltrometer; visualisation; correlation

ABSTRAKT: Pre objektívne meranie účinkov pôdochranných technológií obrábania pôdy bola použitá metóda integrujúca dve dielčie metódy: meranie infiltračnej schopnosti pomocou dvojprstencových infiltrometrov (rýchlosť infiltrácie definovaná na základe poklesu hladiny vody v prstenci infiltrometra) a meranie infiltračnej schopnosti prostredníctvom metódy „modrej infiltrácie“ umožňujúcej vizualizáciu priesaku modrej značkovacej kvapaliny vo vertikálnom pôdnom profile. Experimenty sa uskutočnili vo Federálnom výskumnom ústave pre poľnohospodársku techniku a ekonomiku (FAT) v Tänikone vo Švajčiarsku. Na meranie bola použitá súprava troch dvojprstencových infiltrometrov ELE-Eijkelpark spolu s ultrazvukovým prístrojom IN 20. V prípade metódy modrej infiltrácie sa využíva sfarbený vodný roztok značkovacej kvapaliny (modrá potravinárska farba Vitasynblau). Cieľom použitia značkovacej kvapaliny je vizualizovať priesak vo vertikálnom smere pôdneho profilu. Jednotlivé technológie spracovania pôdy pri pestovaní ozimnej pšenice (konvenčná, redukovaná, priama sejbá) boli v systéme deleneho maloparcelkového pokusu so štyrmi opakovaniami aplikované bez prerušenia už 13 rokov. Každá z uvedených metód poskytuje špecifický druh výsledkov. Pri hľadaní vzájomného vzťahu medzi obidvoma skúmanými metódami bola použitá korelačná analýza a bola zistená v priemere 70% až 80% závislosť.

ÚVOD

V súvislosti s rozsiahlym nástupom redukovaných technológií obrábania pôdy vzniká potreba objektívne vyjadrovať účinky týchto technológií na celkový stav pôdy. Pre doterajší prístup hodnotenia efektov rôznych technológií obrábania pôdy je príznačné uprednostňovanie sledovania zmien fyzikálnych vlastností pôdy,

ako napríklad štruktúrnosti, objemovej hmotnosti, mernej hmotnosti, pórovitosti ap. (Schjonning et al., 1997; Budoj, Marin, 1997; Fotyma et al., 1997). Tento prístup, založený na skúmaní dielčích fyzikálnych vlastností pôdy, neumožňuje v plnom rozsahu definovať a objasňovať zmeny spôsobované odlišnou technológiou obrábania pôdy. Dexter (1997) pri podrobnom skúmaní fyzikálnych vlastností pôdy vyzdvihuje dyna-

mický charakter pôdnej štruktúry. Zdôrazňuje význam používania takých metód, ktoré umožňujú vyjadrovať a skúmať energetický stav rôznych fáz pôdneho systému. Keďže pohyb vody v pôde predurčuje celkový stav pôdneho systému, využívanie a meranie infiltrácie umožňuje identifikovať tie zmeny, ktoré sú spôsobované mechanickými zásahmi pri obrábaní pôdy. Intenzitu infiltrácie možno merať rôznymi metódami, ako napríklad s použitím blokového brázdrového infiltrometra, prstencového infiltrometra, s prístrojmi založenými na meraní prítoku a odtoku, prípadne pomocou rovníc objemovej rovnováhy (Davis, Frey, 1963). Najviac sa rozšíril používanie prstencových infiltrometrov (Fattah, Upadhyaya, 1996). Miyazaki (1993) vysvetľuje teoretické zákony infiltrácie v laboratórnych a poľných podmienkach. Definuje základné faktory ovplyvňujúce priebeh infiltrácie. Za dôležitý nástroj umožňujúci skúmanie charakteru infiltrácie považuje vizualizáciu tohto javu. Jensen et al. (1997) využili značkovaciu kvapalinu pre skúmanie stavu pôdy po predsejbovom spracovaní. Na základe digitalizácie snímok vertikálneho profilu vrstvy sejbového lôžka skúmali účinok použitej technológie spracovania pôdy. Metóda vizualizácie najlepšie umožňuje vyjadriť štruktúrny stav pôdných vrstiev a charakter priesaku vody.

METÓDA

Hlavným cieľom tohto príspevku je zhodnotiť varianty technológií spracovania pôdy z pohľadu ich vplyvu na infiltráciu schopnosť pôdy. Porovnávanie sa týka troch technológií – konvenčného spracovania pôdy, redukovaného spracovania pôdy a priamej sejby. Efekt technológie sa hodnotil prostredníctvom dvoch variantov merania infiltrácie schopnosti pôdy:

1. meranie infiltrácie schopnosti pomocou dvojprstencových infiltrometrov (meranie rýchlosti infiltrácie definovanej na základe poklesu hladiny vody v prstenci infiltrometra),

2. meranie infiltrácie schopnosti prostredníctvom metódy „modrej infiltrácie“ umožňujúcej vizualizáciu priesaku modrej značkovacej kvapaliny vo vertikálnom pôdnom profile.

Merania sa uskutočnili vo Federálnom výskumnom ústave pre poľnohospodársku techniku a ekonomiku v Tānikone vo Švajčiarsku (FAT).

METÓDA MERANIA S DVOJPRSTENCOVÝM INFILTROMETROM

Keďže merania infiltrácie schopnosti pôdy v poľných podmienkach je sprevádzané pôsobením náhodných faktorov, dochádza v priebehu poľných meraní k určitým nepresnostiam a chybám. Pre elimináciu vzniknutých chýb sa využíva aproximácia nameraných hodnôt.

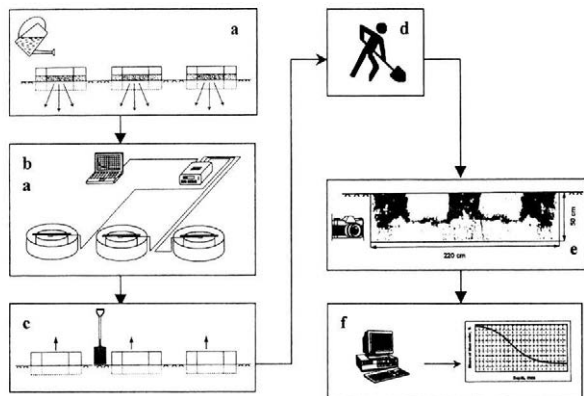
Na meranie bola použitá súprava troch dvojprstencových infiltrometrov ELE-Eijkelp kamp spolu s ultrazvukovým prístrojom IN 20. Súprava je doplnená tromi ultrazvukovými snímačmi. Hlavné časti elektronického zariadenia IN 20 sú: mikroprocesor 89C52, pamäť CMO RAM, 8x16 displej 8x16 a 5-prvková klávesnica. Mikroprocesor v pravidelných časových intervaloch generuje a vysiela ultrazvukové signály smerom k hladine vody. Signál odrazený od vodnej hladiny sa zachytáva prijímacou časťou ultrazvukovej jednotky a následne je spracovaný a konvertovaný v závislosti od výšky hladiny vody. Údaje sú ukladané do pamäte s kapacitou 32 kB. Zariadenie ďalej umožňuje namerané údaje preniesť do osobného počítača. Spracovanie nameraných údajov zabezpečuje aplikačný program zhotovený v programovacom jazyku Visual Basic – VBA97. Namerané hodnoty infiltrácie slúžia pre zostavenie infiltrácie krivky, aproximovanej podľa Hortovej infiltrácie rovnice.

METÓDA MODREJ INFILTRÁCIE

V prípade metódy modrej infiltrácie sa využíva sfarbený vodný roztok značkovacej kvapaliny (modrá potravínarska farba Vitasynblau). Cieľom použitia značkovacej kvapaliny je vizualizovať priesak vo vertikálnom smere pôdneho profilu. Na obr. 1 je schematicky znázornený metodický postup merania a vyhodnocovania metódy modrej infiltrácie.

Tri dvojprstencové infiltrometre sa paralelne osadia do pôdy tak, aby vzdialenosť medzi vonkajšími prstencami bola 20 cm. Meranie sa začína naplnením vonkajšieho prstenca vodou a vnútorného prstenca modrým farebným roztokom (obr. 1a). Pokles hladiny vody je zaznamenávaný ultrazvukovým prístrojom IN 20 (obr. 1b). Meranie ukončíme po dosiahnutí ustálenej hodnoty infiltrácie, kedy sa už nemení veľkosť poklesu hladiny vody za určitú časovú jednotku. Po vsiaknutí vodného roztoku sa vykope sondážna jama s rozmermi 2,2 x 0,5 x 0,5 m (obr. 1c, d). Následne sa pomocou fotografického prístroja upevneného do špeciálneho rámu zosnímkuje celý vertikálny prierez pôdy pomocou troch navzájom nadväzujúcich záberov (obr. 1e). Získané farebné fotografie sú zosnímané pomocou skenera Hewlett Packard ScanJet 4c v rozlíšení 300 dpi (dots per inch). Výsledné binárne súbory sú spracované prostredníctvom počítačového programu Bmptool, vyvinutého vo Federálnom výskumnom ústave pre poľnohospodársku techniku a ekonomiku v Tānikone (Anken, Hilfiker, 1996). Po odobrati pôdy o hrúbke 20 cm v celom profile pôdy sa postup fotografovania zopakuje. Z vytvorených fotografií sa pomocou príslušného programu stanoví percentuálny podiel pôdy zafarbenej vplyvom prítoku farbiacej látky v jednotlivých vrstvách vertikálneho profilu pôdy (obr. 1f).

Použitím metódy modrej infiltrácie je možné skúmať stav pôdy vo vertikálnom profile, orientáciu a charakter makropórov, polohu a rozsah zhutenej podorničnej vrstvy.



1. Metodický postup merania infiltrácie – Methodical procedure of infiltration measurement

a – osadenie a naplnenie infiltr metrov značkovacou kvapalinou – implanting and filling of infiltr meters with colour solution

b – meranie intenzity infiltrácie so súpravou IN 20 – measuring infiltration intensity by IN 20 set

c – vytiahnutie prstencov – pulling up the rings

d – vykopanie sondážnej jamy – probe digging

e – fotografovanie vertikálneho profilu – photographing the vertical profile

f – spracovanie nameraných údajov – processing of measured data

Podmieta ¹		
Základné spracovanie ²		
Predsejbové spracovanie ³		
Sejba ⁴		
	Konvenčná technológia ⁵	Redukovaná technológia ⁶ Priama sejba ⁷

2. Prehľad porovnávaných technológií a použitých strojov – List of tillage practices and tools used

¹skimming, ²basic tillage, ³seedbed preparation, ⁴drilling, ⁵conventional tillage, ⁶reduced tillage, ⁷no-till sowing

POROVNÁVANÉ TECHNOLOGIE SPRACOVANIA PÓDY

Pozornosť bola zameraná na nasledujúce technológie obrábania pôdy pri pestovaní ozimnej pšenice. Na pozemku bola slama pozberaná zberacím lisom. Pri konvenčnej technológii sa hned po zbere predplodiny strnisko spracovalo diskovým podmietačom RABE Merlin 32. Nasledovala orba do hĺbky 20 až 25 cm a predsejbová príprava pôdy s rotačnými bránami s vodotorvnou osou rotácie. Výsev sa uskutočnil sejačkou AMAZONE D8 Speciál. Pri redukovanej technológii bola orba a predsejbová príprava pôdy nahradená kyprením s plochorezným kypričom v hĺbke 25 až 30 cm. Priama sejba bola vykonaná sejačkou pre priamu sejbu AMAZONE NT 250. Prehľad porovnávaných technológií a použitých strojov vyjadruje obr. 2.

Jednotlivé technológie spracovania pôdy boli v systéme deleného maloparcelkového pokusu so štyrmi

opakovaniami aplikované bez prerušenia už 13 rokov. Plodiny sa striedali podľa osevného postupu: ozimná pšenica – kukurica – ozimná pšenica – repka olejná.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

CHARAKTERISTIKA STANOVIŠŤNÝCH PODMIENOK

Poľné experimenty sa uskutočnili na dvoch rozdielnych stanovištiach. Údaje charakterizujúce pôdne a zrážkové podmienky sú uvedené v tab. I.

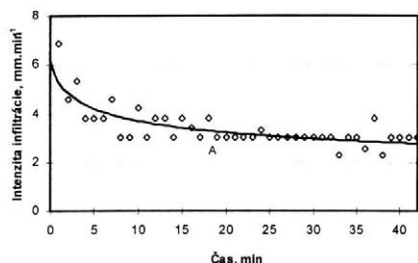
I. Pôdne a zrážkové podmienky stanovišťa – Soil and precipitation conditions of the site

Parameter ¹	Stanovište ² Hausweid	Stanovište ² Langwiese
Pôdny druh ³	piesočnato-hlinný ⁴	fluvio-hlinný ⁵
Pôdny typ ⁶	hnedá pôda ⁷	parahnedá pôda ⁸
Podiel ílu ⁹	16 %	35 %
Podiel prachu ¹⁰	31 %	35 %
Podiel piesku ¹¹	48 %	25 %
Obsah humusu ¹²	5,0 %	5,0 %
Skelet ¹³	dostatočný ¹⁴	chudobný ¹⁵
Zrážky ¹⁶ (1997)	1 076 mm	1 105 mm

¹parameter, ²site, ³soil category, ⁴sandy loam, ⁵clay loam, ⁶soil type, ⁷brown soil, ⁸para-brown soil, ⁹clay part, ¹⁰dust part, ¹¹sand part, ¹²humus part, ¹³soil skeleton, ¹⁴sufficient, ¹⁵poor, ¹⁶precipitation

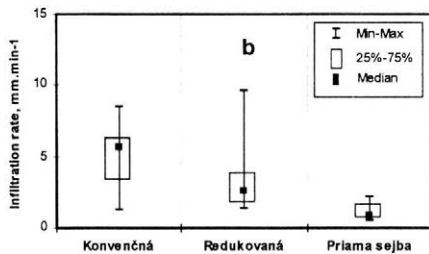
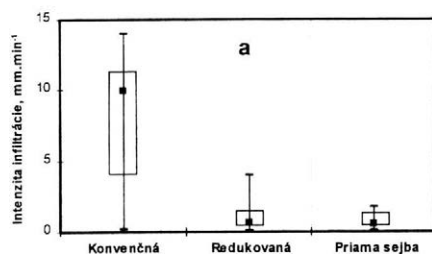
INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV POUŽITIA METÓDY MERANIA INTENZITY INFILTRÁCIE

V zmysle stanovenej metodiky sa pre meranie infiltrácie použila súprava troch dvojprstencových infiltr metrov doplnená elektronickým zariadením IN 20. Týmto meracím zariadením bolo možné stanoviť priebeh rýchlosti infiltrácie v závislosti od času. Príklad typického priebehu tejto závislosti, vzťahovanej na redukovanú technológiu, vyjadruje obr. 3.



3. Časový priebeh intenzity infiltrácie – Time course of infiltration intensity

intenzita infiltrácie – infiltration intensity
čas – time



4. Porovnanie intenzity infiltrácie (a – stanovište Langwiese, b – stanovište Hauswiese) – Comparison of infiltration intensity (a – Langwiese site, b – Hauswiese site)

konvenčná technológia – conventional tillage; redukovaná technológia – reduced tillage; priama sejba – no-till sowing

Z obr. 3 vidíme, že počiatočná hodnota intenzity infiltrácie je 6 mm.min^{-1} , do desiatej minúty postupne prudko klesá a neskôr sa ušľahuje na $2,8 \text{ mm.min}^{-1}$, čo zodpovedá hodnote ustálenej infiltrácie. Práve táto hodnota predstavuje porovnávaciu kritérium pre rôzne varianty obrábania pôdy.

Porovnanie hodnôt ustálenej infiltrácie pre jednotlivé technológie obrábania pôdy vyjadruje obr. 4. Z tohto obrázku možno odčítať premenlivosť meraných údajov, rozsah hodnôt v intervale 25 až 75 % základného súboru nameraných údajov (rozsah medzi prvým a tretím kvartilom) a hodnotu mediánu. Ako je znázornené na obr. 4, konvenčný spôsob obrábania na stanovišti Langwiese (pôda s vysokým obsahom ilovitých častíc a prachu) umožňuje dosiahnuť vyššie hodnoty intenzity infiltrácie v porovnaní s redukovaným obrábaním a priamou sejbou. Pre druhé stanovište, pre ktoré je príznačný nižší obsah ilovitých častíc a prachu a vyšší podiel piesku a hlinítych častíc, možno zaznamenať menšie rozdiely medzi porovnávanými technológiami. Možno tiež konštatovať, že v prípade redukovanej technológie a technológie priamej sejby je rozptýlen nameraných údajov podstatne menší.

Táto metóda však neumožňuje poznať skutočný priesak vody v pôdnom profile. Na jednej strane síce pres-

ne poznáme intenzitu vsakovania vody do pôdy, avšak na druhej strane nie sú známe príčinné súvislosti tohto javu. Meranie poskytuje predovšetkým obraz o schopnosti pôdy prijímať zrážkovú, resp. závlahovú vodu.

VIZUALIZÁCIA PRIESAKU ZNAČKOVACEJ KVAPALINY DO PÔDY (METÓDA MODREJ INFILTRÁCIE)

Meranie s použitím metódy modrej infiltrácie umožňuje vizualizovať priesak modrej značkovacej kvapaliny vo vertikálnej rovine pôdneho profilu, a tak názorne zobraziť skúmaný jav. Na základe zobrazenia možno následne analyzovať príčinné súvislosti, čiže vplyv štruktúry pôdy, lokálneho zhutnenia, výskytu podorničnej vrstvy ap. na efekt infiltrácie. Na obr. 5a, b, c sú

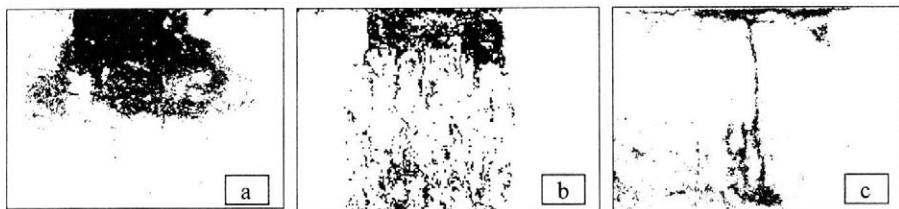
znázornené príklady rozloženia značkovacej kvapaliny v pôdnom profile, typické pre porovnávané technológie spracovania pôdy.

Samotné zobrazenie rozloženia značkovacej kvapaliny poskytuje síce predstavu o charaktere infiltrácie, avšak z hľadiska objektívnej analýzy je potrebné kvantifikovať priesak v rámci jednotlivých vrstiev pôdneho profilu. Na tento účel bolo použité grafické vyjadrenie percentuálneho zastúpenia značkovacej modrej kvapaliny v jednotlivých vrstvách pôdneho horizontu, znázornené na obr. 6.

Z tohto obrázku vidieť rozdiely medzi jednotlivými technológiami, a to v prospech konvenčnej technológie v hĺbke orby. Obr. 5a tiež dokumentuje, že nezávisle od druhu použitej technológie v hĺbke od 25 cm došlo k značnému úbytku pórov umožňujúcich priesak vody. Použitie metódy modrej infiltrácie potvrdilo, že obrábanie pôdy ovplyvnilo priesak značkovacej kvapaliny iba v hĺbke orníchej vrstvy.

KORELAČNÁ ZÁVISLOSŤ POROVNÁVANÝCH VÝSLEDKOV MERANIA INFILTRÁCIE

Každá z uvedených metód poskytuje špecifický druh výsledkov. Na základe týchto výsledkov možno

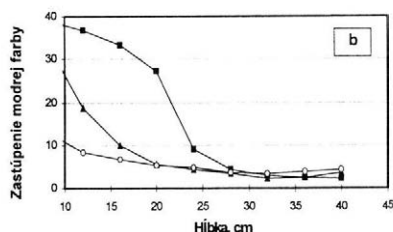
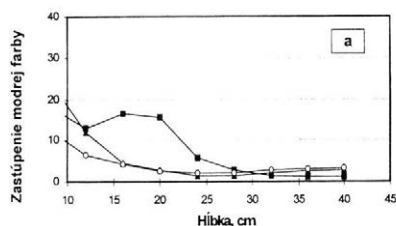


5. Rozloženie značkovacej kvapaliny v pôdnom profile, stanovište Langwiese – Colour solution distribution in the soil profile, Langwiese site

a – konvenčná technológia – conventional tillage

b – redukovaná technológia – reduced tillage

c – priama sejba – no-till sowing



6. Percentuálne zastúpenie modrej značkovacej kvapaliny v závislosti od hĺbky pôdného profilu – Percentage of blue infiltration as related to the soil profile depth

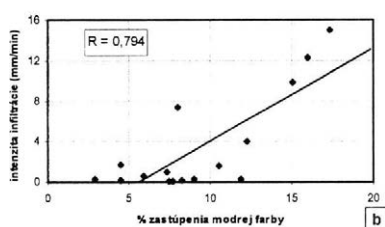
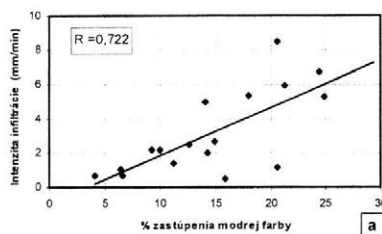
zastúpenie modrej farby – presence of blue infiltration

hĺbka – depth

■ konvenčná – conventional

▲ redukovaná – reduced

○ priama sejba – no-till sowing



7. Korelácia medzi intenzitou infiltrácie a modrou infiltráciou (a – stanovište Langwiese, b – stanovište Hausweid) – Correlation between infiltration intensity and blue infiltration (a – Langwiese site, b – Hausweid site)

intenzita infiltrácie – infiltration intensity

% zastúpenia modrej farby – % presence of blue infiltration

vysloviť domnienku o ich vzájomnom vzťahu a o prípadnej možnosti nahradiť metódu modrej infiltrácie metódou s použitím dvojprstencových infiltratormetrov. Pri hľadaní vzájomného vzťahu medzi obidvoma skúmanými metódami sme použili korelačnú analýzu. Na obr. 7 je znázornená grafická závislosť s udaním koeficientu korelácie.

Zistené výsledné hodnoty koeficientu korelácie, diferencované pre obe lokality, sú dôkazom pomerne vysokého stupňa vzájomného vzťahu. Pre zistenie kon-

krétnej hodnoty vzájomného vzťahu bola uskutočnená podrobnejšia analýza vzťahovaná na jednotlivé hĺbky pôdného profilu. Výsledky analýzy sú vyjadrené v tab. II a III.

Vzájomná závislosť medzi výsledkami získanými metódou modrej infiltrácie a výsledkami merania infiltrácie pomocou dvojprstencových infiltratormetrov vykazuje v priemere 70% až 80% koreláciu (index korelácie 0,794 na stanovišti Hausweid, 0,722 na stanovišti Langwiese). Zvyšný rozptyl v rozsahu 20 až 30 % nie

II. Korelácia medzi intenzitou infiltrácie a modrou infiltráciou v rôznych hĺbkach pôdneho profilu a pri rôznych spôsoboch spracovania pôdy (stanovište Hausweid) – Correlation between infiltration intensity and blue infiltration at various soil profile depths and at various tillage practices (Hausweid site)

Technológia ¹	Meranie ²	Intenzita infiltrácie ³ (mm.min ⁻¹)	Zastúpenie modrej farby ⁴ (%) hĺbka ⁵ (cm)									
			4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Konvenčná ⁶	1	5,98	48,17	38,88	29,63	29,83	27,46	13,46	1,87	1,08	0,85	0,73
	2	5,38	40,30	32,09	34,93	27,81	21,71	4,20	1,15	1,20	0,90	0,76
	3	6,74	44,10	40,77	37,78	35,40	30,39	10,13	7,77	8,47	8,38	7,18
	4	8,51	41,56	38,99	40,59	35,90	23,68	4,26	3,34	2,21	1,19	1,45
	5	5,28	40,67	39,59	35,85	38,09	31,59	17,72	11,32	6,67	5,49	5,60
Redukovaná ⁷	1	2,65	43,94	40,70	15,15	4,53	6,96	8,88	8,08	4,23	3,31	5,11
	2	2,50	43,06	30,23	9,29	10,47	5,53	4,61	5,16	4,29	2,89	3,89
	3	2,00	46,24	36,34	17,83	9,72	4,79	3,88	3,01	2,82	5,15	6,16
	4	5,02	42,71	35,21	29,03	11,79	7,39	3,02	1,46	0,68	0,74	0,72
	5	1,36	45,31	26,88	16,72	8,16	2,47	2,25	1,15	0,67	1,30	3,81
Priama sejba ⁸	1	2,17	34,81	19,27	7,17	6,10	5,78	6,75	4,49	4,42	3,71	2,37
	2	2,14	24,84	13,04	11,25	9,54	7,23	6,62	3,86	2,44	3,78	10,00
	3	1,00	32,66	8,11	2,96	2,66	2,46	2,12	3,48	4,91	5,40	6,20
	4	0,66	26,44	2,97	1,01	0,78	0,94	3,06	1,71	2,98	4,90	2,35
	5	0,66	18,34	3,89	1,48	2,32	0,59	0,79	1,34	2,37	4,21	5,24
Koeficient korelácie ⁹			53,9	74,7	94,1	91,3	87,9	47,9	24,3	9,8	-21,3	-34,6

¹technology, ²measurement, ³infiltration intensity, ⁴proportion of blue colour, ⁵depth, ⁶conventional, ⁷reduced, ⁸no-till sowing, ⁹correlation coefficient

III. Korelácia medzi intenzitou infiltrácie a modrou infiltráciou v rôznych hĺbkach pôdneho profilu a pri rôznych spôsoboch spracovania pôdy (stanovište Langwiese) – Correlation between infiltration intensity and blue infiltration at various soil profile depths and at various tillage practices (Langwiese site)

Technológia ¹	Meranie ²	Intenzita infiltrácie ³ (mm.min ⁻¹)	Zastúpenie modrej farby ⁴ (%) hĺbka ⁵ (cm)									
			4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Konvenčná ⁶	1	0,15	25,66	14,83	0,80	4,69	12,67	1,88	0,41	0,47	0,45	0,35
	2	15,00	34,56	30,93	18,53	23,55	26,07	8,01	0,69	0,78	1,13	1,34
	3	12,28	32,08	28,22	25,59	28,40	27,75	6,06	1,96	1,26	0,82	0,66
	4	9,87	39,62	21,38	14,84	26,68	14,05	10,52	10,25	2,70	2,58	2,61
	5	7,43	30,33	8,04	8,60	9,12	9,03	4,92	2,68	1,74	1,15	1,06
Redukovaná ⁷	1	0,26	41,02	22,62	7,60	2,49	1,87	1,63	1,10	1,58	2,18	8,47
	2	0,08	38,67	18,40	3,18	2,06	1,56	1,20	0,93	2,38	2,57	3,50
	3	1,63	42,09	33,99	15,99	2,08	1,88	1,07	0,64	1,13	0,85	1,07
	4	3,99	40,85	22,89	16,22	6,88	8,64	2,97	3,54	5,14	7,87	5,78
	5	0,95	38,35	13,44	10,94	2,29	0,94	0,65	1,27	0,70	0,98	1,40
Priama sejba ⁸	1	1,72	21,70	8,44	3,94	3,15	2,04	1,30	0,64	0,62	0,47	0,71
	2	0,64	27,93	14,58	3,31	2,42	1,84	0,85	0,84	0,80	1,20	1,04
	3	0,32	11,29	4,90	2,50	2,04	1,45	1,21	0,82	0,78	1,00	1,15
	4	0,11	34,35	17,39	7,07	3,91	2,06	1,61	1,06	0,98	0,87	1,91
	5	0,21	29,48	16,54	6,78	3,75	3,07	3,50	4,21	5,31	3,65	4,93
Koeficient korelácie ⁹			0,15	0,45	0,77	0,93	0,90	0,87	0,35	-0,02	-0,02	-0,22

For 1–9 see Tab. II

je možné jednoznačne vysvetliť. Tento jav je ovplyvňovaný predovšetkým preferenčným prienikom kvapaliny počas infiltrácie. Najvýraznejšie sa to prejavilo pri technológii s priamou sejbou. Preferenčný prienik kvapaliny zohráva podstatnú úlohu aj pri ostatných technológiách spracovania pôdy. Tak ako znázorňuje obr. 5c, značkovacia kvapalina nepreniká rovnomerne cez pôdny profil, ale prostredníctvom makropórov spôsobujúcich spomínaný preferenčný tok. Napríklad nekapilárne póry vytvorené činnosťou dážďoviek podstatne zvyšujú intenzitu infiltrácie, avšak iba nepatrne zafarbiajú profil pôdy.

Pre rýchlosť infiltrácie je najdôležitejšia horná vrstva do 20 až 25 cm. Naopak podorničná oblasť sa vyznačuje iba nepatrným zastúpením modrej značkovej farby (priemerne 5–10 % z celkového vertikálneho profilu pôdy). Vrstva 3 a 4 na stanovišti Hausweid, ktorej prislúcha hĺbka 12 až 16 cm, dosahuje veľmi vysokú koreláciu (nad 90 %) v porovnaní s priemerom hodnôt všetkých vrstiev. Na stanovišti Langwiese tomu zodpovedá vrstva 4 a 5. To poukazuje na skutočnosť, že horizonty, ktoré sú tesne pod úrovňou zatlačenia infiltrčných prstencov, najviac vplyvajú na intenzitu infiltrácie.

Podorničná vrstva na stanovišti Langwiese zabráňuje vertikálnemu prietoku infiltrujúcej vody a spôsobuje horizontálny podorničný odtok, čím výrazne narastá zastúpenie modrej farby v tejto vrstve. Napriek tomu konvenčná technológia vykazuje najvyššie hodnoty intenzity infiltrácie. To poukazuje na fakt, že spracovanie ťažkej pôdy orbou výrazne zvyšuje infiltráciu. Percentuálne zastúpenie modrej farby v podorničnej oblasti v prípade konvenčnej technológie aj pri ostatných technológiách je pomerne nízke. Z uvedeného vyplýva, že výsledky získané meraniami pomocou dvojprstencových infiltrmetrov nezohľadňujú vplyv hlbších horizontálnych vrstiev a štruktúry pôdy v podorničnej oblasti. Naproti tomu metóda modrej infiltrácie na túto skutočnosť citlivo reaguje.

ZÁVER

Infiltračnú schopnosť pôdy možno merať viacerými metódami. Vypovedacia schopnosť každej použitej metódy má svoje hranice, a preto je výhodnejšie využívať metódu integrujúcu prednosti použitých metód. Metóda založená na používaní sústavy dvojprstencových infiltrmetrov spolu s metódou modrej infiltrácie umožňuje získať objektívny obraz o účinkoch použitých techno-

lógii obrábania pôdy. Vzájomný vzťah medzi oboma metódami bol štatisticky testovaný pomocou korelačnej analýzy, a to pre rôzne hĺbky pôdneho profilu. Uvedené výsledky sa vzťahujú na konkrétne pôdne podmienky a ich zovšeobecnenie vyžaduje verifikáciu v širšom spektre pôdnych podmienok.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the support of Swiss Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering, CH-8356 Tänikon, Switzerland, without which the field experiments mentioned in this paper would not have been possible.

LITERATÚRA

- Anken T., Hilfiker T. (1996): BmpTool, Version 1.0, FAT. 46 p.
- Budoi Gh., Marin D. (1997): Research on conservation soil tillage in corn wheat crop rotation. In: Agroecological and economical aspects of soil tillage. Bibl. Fragm. Agron. Proc. 14th ISTRO Conf., Tom 2A/97, Pulawy, 115–118.
- Davis J. R., Frey A. W. (1993): Measurement of infiltration rates in irrigated furrows. Trans. ASAE, 6, 318–319.
- Fattah H. A., Upadhyaya S. K. (1996): Effect of soil crust and soil compaction on infiltration in a yolo loam soil. Trans. ASAE, 39, 79–84.
- Fotyma M., Lipiec J., Naglik E. (1997): The impact of soil tillage methods on crops yield and soil density. In: Agroecological and economical aspects of soil tillage. Bibl. Fragm. Agron. Proc. 14th ISTRO Conf., Tom 2A/97, Pulawy, 227–229.
- Jensen H. E., Petersen C., Hansen S. (1997): Tillage induced effects on preferential flows in soils. In: Agroecological and economical aspects of soil tillage. Bibl. Fragm. Agron. Proc. 14th ISTRO Conf., Tom 2A/97, Pulawy, 303–306.
- Miyazaki T. (1993): Water flow in soils. New York, Marcel Dekker, Inc. 296 p.
- Schjonning P., Thomsen H., Olesen J. E. (1997): Effects of secondary tillage strategy on soil and crop characteristics. In: Agroecological and economical aspects of soil tillage. Bibl. Fragm. Agron. Proc. 14th ISTRO Conf., Tom 2B/97, Pulawy, 579–582.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Ladislav Nozdrovický, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 60 13 56, fax: +421 87 41 70 03, e-mail: nozdrovi@uniag.sk

INFORMÁCIA O VYDANÝCH MONOGRAFIÁCH MECHANIZAČNEJ FAKULTY SLOVENSKEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ UNIVERZITY V NITRE V ŠKOLSKOM ROKU 1997–1998

Prof. Ing. Jozef Lobotka, DrSc., a kolektív: REKONŠTRUKCIA FARIEM DOJNÍC

V publikácii sú uvedené výsledky dlhoročnej práce vedecko-pedagogických pracovníkov katedier SPU v oblasti stavebno-dispozičného a technicko-technologického riešenia fariem pre dojnice. Rekonštrukcia fariem na moderné výrobné podniky predpokladá zmenu systému ustajnenia dojníc a na nadväzujúcich technológií spojených s kŕmením, dojením, odstraňovaním maštalného hnoja a podstielaním. Táto publikácia má za úlohu pomôcť odborníkom v rozhodovacom procese o spôsobe ustajnenia pri riešení strojno-technologických systémov v chove dojníc.

Prof. Ing. Anton Žikla, CSc.: ANALÝZA REGULAČNÝCH SYSTÉMOV TROJBODOVÉHO ZÁVESU TRAKTOROV

Technický pokrok, ktorého sprievodným znakom je vysoká technická úroveň výrobkov, sa svojím spôsobom premieta i do výroby traktorov a poľnohospodárskych strojov. Z praktických dôvodov vyplýva, že zahraniční výrobcovia v rámci modernizácie traktorov začínajú zavádzať do výroby rôzne elektronické prvky. Zatiaľ najširšie uplatnenie nachádza elektronika v regulačných systémoch a pri regulácii trojbodových závesov traktorov. Predložená monografia je vyvrcholením 30-ročnej práce autora a okruhu jeho spolupracovníkov v oblasti regulačných systémov trojbodového závesu traktorov.

Doc. Ing. Jozef Bajla, PhD.: PENETRONICKÉ MERANIA PÔDNÝCH VLASTNOSTÍ

Pôda je ťažko obnoviteľný prírodný zdroj a vzhľadom na jej vlastnosti ju musíme považovať za významnú súčasť národného bohatstva, ktoré treba zachovať budúcim generáciám. Skúmanie vlastností pôdy môžeme posudzovať z rôznych hľadísk. Monografia je zameraná na prehľad penetračných metód a prístrojov z historického pohľadu, popisuje súčasný rozvoj tejto metódy u nás a vo svetovom meradle. V ďalšej časti upozorňuje na rôzne prístupy pri interpretácii výsledkov, ich možné úpravy a korekcie. V poslednej časti sú uvedené niektoré výsledky dosiahnuté pri aplikácii vlastných prístrojov v rôznych oblastiach agronomického a environmentálneho výskumu a závery pre praktické využitia.

Doc. Ing. Ladislav Nozdrovický, CSc., doc. Ing. Vladimír Rataj, CSc., Ing. Peter Mihál: **MECHANIZÁCIA RASTLINNEJ VÝROBY A JEJ HOSPODÁRNE VYUŽÍVANIE**

Slovenské poľnohospodárstvo prechádza v súčasnej dobe zložitou etapou. Z hľadiska koncentrácie pôdy má jednoznačne predstih pred najvyšpelejšími poľnohospodárskymi krajinami Európy. Z hľadiska dosahovaných parametrov výroby a najmä jej efektívnosti však za posledných päť či šesť rokov ešte viac zaostalo, ako sa priblížilo k špičkovej úrovni západoeurópskeho poľnohospodárstva. Súčasný stav slovenského poľnohospodárstva sa jednoznačne vyznačuje značným zastarávaním technickej základne. Zámerom autorov bolo dať do rúk manažérov a pracovníkov pôsobiacich v oblasti poľnohospodárskej mechanizácie pomôcku, ktorá napomôže hľadať východiská pri riešení problémov efektívnosti techniky v rastlinnej výrobe.

Doc. Ing. Bohumil Bátor, CSc.: FORMOVANIE SPOLAHLIVOSTI STROJOV VO VÝROBNEJ ETAPE

Spofahlivosť strojov, ako jeden z najdôležitejších ukazovateľov akosti, sa stáva rozhodujúcim činiteľom pri hodnotení strojových zariadení a mierou ich uplatnenia v prevádzke. Formuje sa vo výrobných etapách a v prevádzke je závislá od radu konštrukčných, technologických a prevádzkových faktorov. Podrobné znalosti stavu obrobenej povrchov a ich tribologických charakteristík predpokladajú definovať obrobenej povrch vo vzťahu k jeho budúcej funkcii. To je cieľom výskumu prezentovaného v predloženej práci.

Prof. Ing. Jozef Šesták, CSc., doc. Ing. Peter Sklenka, CSc., doc. Ing. Ladislav Škulavík, CSc.: **MATEMATICKÉ MODELY TERÉNNYCH VOZIDIEL URČENÉ NA POPIS ICH SPRÁVANIA PRI PRÁCI NA SVAHU**

Stanovenie prípustného sklonu svahu, na ktorom môže terénne technologické vozidlo bezpečne výkonovo a ekologicky pracovať, bola a je vážna otázka vo vývojových prácach nových vozidiel. Doteraz platné a používané štandardy viazané veľkým množstvom doplňujúcich a dodatočných vykonávacích nariadení, postupov a metód, otázky stanovenia dovoleného sklonu svahu, na ktorom môžu byť univerzálne, alebo jednoducho konštruované systémy bezpečne pracovať, skôr komplikujú než vyjasňujú. Po súbornom rozbere dostupných svetových poznatkov je jadrom monografie zostavenie a simulácia matematických modelov terénnych vozidiel vo fáze vývoju-konštrukčných prác a tiež identifikácia relevantných parametrov získaných meraniami na reálnych systémoch. Osobitnú pozornosť autori venujú overeniu platnosti modelu v porovnaní s reálnym vozidlom. Teoreticky spracovaná a v praxi overená metóda k určeniu dynamickej stability terénneho nosiča je originálnym postupom autorov.

Monografie vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, edícia ACTA.

Monografie si možno zakúpiť v predajni SPU, prípadne objednať na adrese:

Vydavateľské a edičné stredisko SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

*Prof. Ing. Ivan Petranský, DrSc.
prodekan MF SPU Nitra*

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 15 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtituly článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledek – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakci přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

CONTENT

Karas I., Lobotka J.: The influence of the position of the milk pipeline and the teat length of cows on pressure ratios and characteristics of the milking unit	43
Šesták J., Rědl J., Pršan J.: An effect of elastic properties of tires on a lateral stability of vehicle.....	49
Vitáček I.: The method of determination of drying ability by mean of <i>i-x-w</i> diagram of wet air and wet material	53
Tolnai R., Čičo P.: Relationship of roughness of abrasively worn out surfaces to abrasive resistance of metal materials.....	57
Semetko J., Janoško I., Barda L., Pernis P.: Dynamometric vehicle management	61
Petranský I., Drabant Š., Tkáč Z., Ďurák M., Kročko V.: Temperature regimes in the transmission and hydraulic systems of the ZTS 161 45 tractor from the point of view of the possibility of biodegradable oil application.....	67
Nozdrovický L., Halaj P.: Comparison of methods for measuring of soil infiltration and analysis of their relation.....	73

OBSAH

ÚVODNÍK

Lobotka J.: 30. rokov Mechanizačnej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre	41
Karas I., Lobotka J.: Vplyv polohy mliekovodného potrubia a dĺžky ceckov na tlakové pomery a charakteristiku dojacej jednotky.....	43
Šesták J., Rědl J., Pršan J.: Vplyv pružných vlastností pneumatík na bočnú stabilitu vozidla	49
Vitáček I.: Metóda určenia potenciálu sušenia pomocou <i>i-x-w</i> diagramu vlhkého vzduchu a vlhkého materiálu.....	53
Tolnai R., Čičo P.: Vzťah drsnosti abrazívne opotrebených povrchov k oteruvzdornosti kovových materiálov.....	57
Semetko J., Janoško I., Barda L., Pernis P.: Ovládanie a riadenie dynamometrického vozidla....	61
Petranský I., Drabant Š., Tkáč Z., Ďurák M., Kročko V.: Teplotné režimy v prevodovom a hydraulickom systéme traktora ZTS 161 45 z pohľadu použitia biologicky odbúrateľných kvapalín na báze rastlinných olejov	67
Nozdrovický L., Halaj P.: Porovnanie metód merania infiltračnej schopnosti pôdy a analýza ich vzájomného vzťahu.....	73
Grman I.: Základné informácie o Mechanizačnej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre	48
Opáth R.: Informácie o štúdiu na Mechanizačnej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre	56
Petranský I.: Prehľad riešených výskumných projektov na Mechanizačnej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre	72
Petranský I.: Informácia o vydaných monografiách Mechanizačnej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre	80

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Prof. Ing. Ivan Petranský, DrSc.: Životné jubileum prof. Ing. Jozefa Lobotku, DrSc.	42
--	----

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38 ● Sazba: Studio DOMINO – ing. Jakub Černý, Plzeňská 145, 266 01 Beroun, tel.: 0311/22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1999