

VĚDECKÝ ČASOPIS

NK

1074/88



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA



356708

P_{II} 93

11 - srpna 1988

1

ROČNÍK 33 (LX)
PRAHA
LEDEN 1987
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Miroslav Posekaný, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíková

OBSAH

Haš S., Hutla P.: Určení potřeby paliva pro skleníky LUR I s tepelně izolačními kryty	1
Bauer F.: Vliv počtu orebních těles neseného pluhu na změnu impulsních sil v táhlech tříbodového závěsu traktoru	17
Kupr J.: Snímač rozdílu tlaků v hydraulice zemědělských strojů	25
Kovář J., Otto K., Fáber Z.: Tribotechnická diagnostika — základ pro efektivní počítačem kontrolovaný systém údržby zemědělských strojů	35
Opáth R.: Analýza potreby času pri kŕmení hovädzieho dobytku mobilnou kŕmnou linkou	47
Juríček J.: Reologické vlastnosti výkalov dojníc	55

СОДЕРЖАНИЕ

Гаш С., Гутла П.: Определение потребности в топливе для теплиц ЛУР I с теплоизоляционным покрытием	15
Бауэр Ф.: Влияние количества пахотных органов прицепного плуга на изменение импульсных усилий в тяге 3-точечной подвески трактора	24
Купр Я.: Датчик разницы в давлении в гидравлике сельхозмашин	33
Коварж Й., Отто К., Фабер З.: Триботехническая диагностика — основа эффективной и контролируемой на ЭВМ системы теххода за сельхозмашинами	45
Опат Р.: Анализ затраты времени на кормление крупного рогатого скота с помощью передвижной кормовой линии	52
Юричек Я.: Реологические свойства навоза коров	63

CONTENTS

Haš S., Hutla P.: Determination of Heat Requirement in the LUR I Greenhouses with Thermal-Insulation Covers	16
Bauer F.: Influence of the Number of Plough Bodies of a Mounted Plough on the Change of Impulse Forces in Draw Rods of a Three-point Suspension of Tractor	24
Kupr J.: Pickup of Pressure Differences in Hydraulic Systems of Agricultural Machines	33
Kovář J., Otto K., Fáber Z.: Tribotechnical Diagnostics — Basis for Effective Computer-controlled System of Maintenance of Agricultural Machines	45
Opáth R.: Analysis of Time Requirements for Cattle Feeding with a Mobile Feeding Line	52
Juríček J.: Rheological Characteristics of Dairy Cows Excrements	63

URČENÍ POTŘEBY PALIVA PRO SKLENÍKY LUR I S TEPELNĚ IZOLAČNÍMI KRYTY

S. Haš, P. Hutla

HAŠ, S. — HUTLA, P. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Určení potřeby paliva pro skleníky LUR I s tepelně izolačními kryty*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1): 1–16.

V práci jsou uvedeny obecné výpočtové vzorce a metody pro určení potřeby paliva ve sklenících s tepelně izolačními kryty i bez nich. Podrobně jsou rozebrány účinky tepelně izolačních clon a izolačních fólií na stěnách. Byly proměřeny světelné a tepelné propustnosti skla opatřeného jednoduchou a bublinkovou fólií. Použití tepelně izolačních krytů je rovněž posouzeno z hlediska úspory vlastních nákladů a ekonomické efektivity. Pro typizovaný skleník československé výroby LUR I jsou v závislosti na jeho stavebním provedení, tj. na délce a počtu lodí, určeny potřeby tepla a ekonomické ukazatele při použití tepelně izolačních zařízení a bez nich. Velikost skleníku význačně ovlivňuje tepelné ztráty i úsporu paliva při použití tepelně izolačních zařízení.

tepelně izolační clona; tepelně izolační fólie

Náklady na paliva pro vytápění skleníků jsou významnou složkou vlastních nákladů skleníkové produkce. S ohledem na potřebu snižovat vlastní náklady i na nutnost úspor paliv a energie je třeba vytvářet nejen organizační podmínky, ale také technické podmínky pro to, aby bylo dosaženo očekávaných účinků.

Nejreálnějšími technickými opatřeními snižujícími spotřebu paliva je snížení tepelných ztrát konstrukcí skleníku. Tepelné ztráty vznikají především prostupem stěnami, střechou, podezdívkou, vraty a pak provzdušňováním skleníku vlivem jeho nedostatečné těsnosti. Součinitel prostupu tepla běžnou betonovou podezdívkou je $2,6$ až $2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Obloží-li se podezdávka omítnutou deskou z pěnového polystyrénu o tloušťce 20 mm , sníží se součinitel prostupu tepla na $1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Prostup tepla plechovou částí vrat je při bezvětrí $4,0$ až $4,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Desky pěnového polystyrénu o tloušťce 40 mm sníží součinitel prostupu tepla na $0,85 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Podstatně větší plochy než podezdávka a vrata má zasklená konstrukce skleníku. Ke snížení tepelných ztrát slouží pohyblivé tepelně izolační clony, dvojité zasklení nebo opatření jednoduchých skel fóliovým zakrytím.

V minulém období byla u nás vyvinuta tepelně izolační clona pro skleníky LUR I. Její vlastnosti a účinky na snížení ztrát tepla prostupem i provzdušňováním publikovali Jelínková aj. (1986). Dále byl měřen prostup tepla u skleníku s fóliovými kryty na svislých stěnách. Na základě těchto prací lze stanovit potřebu tepla pro tepelně izolované skleníky různých velikostí i úsporu paliva ve srovnání s běžnými skleníky LUR I.

METODA

V pokusném stolovém skleníku LUR I 2/48 (dvouloďový skleník o délce 48 m, šířka jedné lodě 6 m) SZTŠ Děčín-Libverda byly části bočních stěn opatřeny fixační dvouvrstvou fólií s bublinkami o průměru 9 mm, jiné části byly opatřeny jednoduchou PE-fólií o tloušťce 0,1 mm. Fixační fólie byla upevněna přímo na sklo, jednoduchá fólie byla upevněna ve vzdálenosti 25 mm od skla a její okraje byly přitisknuty k rámové konstrukci tak, aby do prostoru mezi sklem a fólií nemohl proudit vzduch ze skleníku. Na takto upravených stěnách byl měřen termočlávkovým čidlem a přístrojem THERM 2273 měrný tepelný tok. Měřil se suchý povrch skla. Zároveň byla měřena teplota uvnitř skleníku ve vzdálenosti 0,5 m od stěn a ve výšce pěstebních stolů a teplota venkovního vzduchu ve vzdálenosti 2,5 m od stěny a ve výšce 2 m nad zemí.

Na stěnách opatřených fóliemi byl dvěma párovými selénovými fotočlávkami měřen také součinitel propustnosti světla. Jeden článek byl položen na venkovní stranu skla, druhý byl těsně přitisknut na vnitřní stranu fólií tak, aby zachytil veškeré přímé i difúzní záření procházející sklem a fólií do skleníku. Měřilo se při zatažené obloze. Součinitel propustnosti byl vypočítáván jako poměr fotoproudů vnitřního a vnějšího fotočlávků, jejichž hodnoty se odečítaly mikroampérmetrem ve stejnou dobu.

Pro stanovení tepelných ztrát skleníku v denní době je nutné znát teplotu, na kterou se ohřeje vzduch v uzavřeném skleníku bez vytápění při ozáření sluncem nebo oblohou. Teplotu nazýváme sluneční teplotou skleníku; závisí na tepelných ztrátách skleníku a na podílu citelného tepla ze slunečního záření. Tento podíl ovlivňuje intenzita evapotranspirace ve skleníku.

Tepelná rovnováha nevytápěného skleníku v denní době je

$$Q_E = Q'_p + Q'_s + Q'_B + Q'_i \quad (1)$$

$$Q'_p = k_p \cdot P \cdot (t_G - t_p) \quad (1a)$$

$$Q'_s = k_s \cdot S \cdot (t_G - t_e) \quad (1b)$$

$$Q'_B = k_B \cdot B \cdot (t_G - t_e) \quad (1c)$$

$$Q'_i = q \cdot (S + B) \cdot (t_G - t_e) \quad (1d)$$

kde: Q_E — citelná složka tepelného výkonu transformovaného ze slunečního záření prošlého do skleníku (W)

Q'_p — ztráta tepla do půdy (W)

Q'_s — ztráta tepla prostupem střechou (W)

Q'_B — ztráta tepla prostupem obvodovými stěnami (W)

Q'_i — ztráta tepla provzdušňováním skleníku (W)

k_p — součinitel prostupu tepla půdou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

k_s — součinitel prostupu tepla střechou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

k_B — součinitel prostupu obvodovými stěnami ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

q — měrná tepelná ztráta provzdušňováním ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

P — plocha půdorysu skleníku (m^2)

S — plocha střechy (m^2)

B — plocha obvodových stěn (m^2)

t_G — sluneční teplota ve skleníku ($^{\circ}\text{C}$)

t_p — teplota spodní vody pod skleníkem ($^{\circ}\text{C}$)

t_e — teplota venkovního vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)

Z bilanční rovnice můžeme určit teplotu t_G , pokud známe citelnou složku slunečního záření ve skleníku Q_E :

$$t_G = \frac{Q_E + k_p P t_p + A t_e}{k_p P + A} \quad (2)$$

$$A = k_s \cdot S + k_B \cdot B + q \cdot (S + B) \quad (2a)$$

Známe-li teplotu uvnitř skleníku t_G , můžeme naopak určit velikost citelné složky slunečního záření Q_E :

$$Q_E = t_G (k_p P + A) - k_p P t_p - A t_e \quad (2b)$$

Známe-li zároveň intenzitu globálního záření vně skleníku E_{GH} a propustnost slunečního záření skleníkovým krytem τ , můžeme určit záření, které je ve skleníku transformováno v teplo, i podíl tohoto tepla (X), který způsobuje, že se teplota vzduchu ve skleníku zvyšuje (to je citelná složka tepla, ostatní teplo se spotřebuje pro vypařování vody z půdy a z rostlin). Podíl citelné složky je:

$$X = \frac{Q_E}{\tau \cdot E_{GH} \cdot P} \quad (3)$$

kde: τ — součinitel propustnosti slunečního záření skleníkovým krytem (—)
 E_{GH} — intenzita globálního záření ($W \cdot m^{-2}$)

Na základě literárních podkladů (např. Morris aj., 1967) a našich dřívějších měření (dosud nepublikovaných) je možné hodnotu X nebo Q_E určit v závislosti na intenzitě záření dopadajícího na rostliny podle vztahu:

$$Q_E = \frac{1,68 \cdot E_R \cdot P}{(2L + 1)^{0,4}} \cdot \exp(-0,0016 E_R) \quad (4)$$

$$E_R = \xi_K \cdot E_{GH} \quad (4a)$$

kde: E_R — intenzita záření dopadajícího na rostliny ($W \cdot m^{-2}$)
 ξ_K — činitel prostupu slunečního záření konstrukcí (—)
 L — pokryvnost listů (—)

Pokryvnost listů je poměr plochy všech listů rostlin a pěstitelské plochy. Je závislá na vegetačním období a na druhu rostlin.

Výpočet spotřeby tepla pro vytápění skleníků opět vychází z bilanční rovnice skleníku. Topný výkon v denním období se volí takový, aby se vzduch ve skleníku oteplil o rozdíl teploty požadované (t_D) a teploty sluneční (t_G). V nočním období je pak třeba ohřívat vzduch nad hodnotu venkovní teploty (t_e).

Je-li den ($E_{GH} > 0$) a je-li požadovaná denní teplota t_D vyšší než teplota sluneční, skleník se vytápí topným výkonem N_D (W):

$$N_D = k_p P (t_D - t_p) + A (t_D - t_G) \quad (5)$$

Pro skleník LUR I bez izolačních krytů je $N_D = N_{DO}$

$$A = A_O = k_{SO} \cdot S + k_B \cdot B + q_O (S + B) \quad (5a)$$

Pro skleník s izolačními fóliemi na obvodových stěnách skleníku je $N_D = N_{DF}$

$$A = A_F = k_{SO} \cdot S + k_{BF} \cdot B + q_O (S + B) \quad (5b)$$

Pro noční období ($E_{GH} = 0$) a pro případy, kdy požadovaná noční teplota t_N je vyšší než venkovní teplota t_e , je noční topný výkon N_N (W):

$$N_N = k_p P (t_N - t_p) + A (t_N - t_e) \quad (6)$$

Pro skleník LUR I bez izolačních krytů je $N_N = N_{NO}$, $A = A_O$. Pro skleník s izolačními fóliemi na obvodových stěnách je $N_N = N_{NF}$, $A = A_F$.

Pro skleník s jednoduchým zasklením obvodových stěn a s tepelně izolační clonou je $N_N = N_{NC}$

$$A = A_C = k_{SC} \cdot S + k_B \cdot B + q_C (S + B) \quad (6a)$$

Pro skleník s fóliovými kryty obvodových stěn s tepelně izolační clonou je $N_N = N_{FC}$

$$A = A_{FC} = k_{SC} \cdot S + k_{BF} \cdot B + q_C (S + B) \quad (6b)$$

Při výpočtu topných výkonů je třeba znát hodnoty součinitelů prostupu tepla, které jsou závislé na rychlosti větru, a průběh venkovních a vnitřních slunečních teplot.

Průměrná rychlost větru w se stanoví podle údajů uváděných Cihelkou aj. (1985) a Rychetníkem a Sládkem (1985) pro oblasti Čech a Moravy do nadmořské výšky 500 m, pro místní výpočtové venkovní teploty t_{evyp} ($-12^\circ C$, $-15^\circ C$) a pro jednotlivé měsíce (i) podle vztahu

$$w = 0,55 \sin [30 (5 - i)] + 0,742 (-t_{evyp})^{0,5} \quad (7)$$

Při podrobných výpočtech počítáme s denním průběhem teplot v jasných a zatažených dnech. Vztahy používané pro výpočet těchto hodnot uvádí např. Stranofská (1982). Průběh intenzit slunečního záření pro výpočet slunečních teplot lze získat např. metodou, kterou publikoval Haš (1981).

Pro orientační výpočty, které jsou dále uvedeny, lze použít průměrných hodnot venkovních teplot v denní době a v noci, průměrné denní hodnoty slunečního ozáření (průměr z jasných i zatažených dnů). Takové hodnoty jsou uvedeny v tab. I. S použitím průměrných hodnot je celodenní potřeba tepelné energie pro vytápění W (Wh):

I. Průměrné hodnoty meteorologických veličin pro oblasti Čech a Moravy do nadmořské výšky 500 m n. m. s výpočtovou teplotou -12°C — The average values of meteorological factors for the regions of Bohemia and Moravia up to the altitude of 500 m above sea, with calculated temperature of -12°C

Měsíc	Rychlost větru	Intenzita globálního záření	Teploty vzduchu		Trvání dne
			ve dne	v noci	
	m.s^{-1}	W.m^{-2}	$^{\circ}\text{C}$		h
Leden	3,0	86	-1,1	-1,7	8,3
Únor	3,1	125	0,2	-0,7	9,9
Březen	3,0	231	4,6	2,7	11,7
Duben	2,8	299	9,8	7,4	13,6
Květen	2,6	328	14,9	10,0	15,2
Červen	2,3	363	18,0	15,0	16,1
Červenec	2,1	350	19,8	17,3	15,7
Srpen	2,0	304	19,7	16,5	14,3
Září	2,1	249	16,2	13,2	12,5
Říjen	2,3	160	10,0	8,2	10,6
Listopad	2,6	85	4,7	3,7	8,9
Prosinec	2,8	66	0,7	0,0	7,9

$$W = N_D \cdot d + N_N (24 - d) \quad (8)$$

kde: d — doba trvání dne (h)

Měsíční potřeba tepla W_M (Wh) je závislá na počtu pěstebních dnů n_i :

$$W_M = n_i \cdot W \quad (9)$$

Roční potřeba tepla W_R (Wh) je součet měsíčních potřeb:

$$W_R = \sum_{i=1}^{12} W_M \quad (10)$$

Roční měrná potřeba tepla w_t ($\text{GJ.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$) je

$$w_t = \frac{3600 \cdot W_R}{10^6 \cdot P} \quad (11)$$

Na základě měrné potřeby tepla a energetické účinnosti zdroje tepla zjistíme skutečnou roční spotřebu paliva. Pro kotelny na lehký topný olej lze počítat s účinností výroby tepla 71 % a měrná spotřeba LTO (m_L) je

$$m_L = \frac{10^3 \cdot w_t}{0,71 \cdot 42,3} \quad (\text{t.m}^{-2}.\text{r}^{-1}) \quad (12a)$$

Pro kotelny na zemní plyn je účinnost 81 % a měrná spotřeba plynu (m_Z) je

$$m_Z = \frac{10^3 \cdot w_t}{0,81 \cdot 33,4} \quad (10^3 \text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{r}^{-1}) \quad (12b)$$

Pro kotelny na hnědé uhlí je účinnost zdroje a rozvodu tepla 65 % a měrná spotřeba uhlí (m_U) je

$$m_U = \frac{10^3 \cdot w_t}{0,65 \cdot 14,6} \quad (\text{t.m}^{-2}.\text{r}^{-1}) \quad (12c)$$

Pro ekonomické hodnocení opatření vedoucích ke snížení spotřeby paliv při vytápění se zjišťují roční měrné úspory vlastních nákladů u_v (Kčs.m⁻².r⁻¹) na jednotku půdorysné plochy skleníků:

$$u_v = \Delta N - U \quad (13a)$$

úspory převedených nákladů u_p (Kčs.m⁻².r⁻¹)

$$u_p = \Delta N - U - \frac{(1 + k_f)I}{\bar{Z}} \quad (13b)$$

kde: ΔN — měrná roční úspora nákladů na palivo pro vytápění 1 m² půdorysné plochy skleníku (Kčs.m⁻².r⁻¹)

U — měrné roční náklady na údržbu a opravy zařízení pro snížení spotřeby paliva (Kčs.m⁻².r⁻¹)

I — měrné pořizovací náklady na zařízení (Kčs.m⁻²)

$\bar{Z}$ — životnost základního zařízení (roky)

k_f — koeficient ekonomické efektivity investice, stanovený podle životnosti z normativního činitele času r (podle směrnice FMTIR č. 16/82 je $r = 1,05$) vzorcem:

$$k_f = r\bar{Z} \frac{r-1}{r\bar{Z}-1} \quad (13c)$$

Souhrnnými ukazateli ekonomické efektivity jsou lhůta splacení jednorázových nákladů (návratnost investice) T_s (roky) a souhrnná efektivnost E (Kčs.Kčs⁻¹) vyjadřující přínos tepelně izolačních opatření za dobu jejich života, vztažený na jednorázové náklady. Obě hodnoty se stanoví podle

$$T_s = \frac{-\log \left[1 - (r-1) \frac{I}{u_v} \right]}{\log r} \quad (14)$$

$$E = \frac{\bar{Z} \cdot u_p}{I} \quad (15)$$

VÝSLEDKY

PROSTUP SVĚTLA DO SKLENÍKU SKLEM S JEDNODUCHOU A BUBLINKOVOU FÓLIÍ

Při difúzním záření oblohy a oblaků je součinitel prostupnosti světla:

- normálním taženým sklem o tloušťce 4 mm 0,88,
- sklem s jednoduchou PE fólií o tloušťce 0,1 mm 0,78,
- sklem s fixační fólií s bublinkami o průměru 9 mm 0,75.

Snížení prostupu světla do skleníku ovšem není v poměru zjištěných součinitelů prostupnosti, protože fólie se napínají jen na boční a čelní stěny a záření z oblohy prochází do skleníku především střechou. Přímé sluneční záření je při nízkém postavení slunce stíněno víc. To ovšem není podstatné, protože v zimním období, kdy se používají tepelné kryty, je více než 85 % záření difúzního.

PROSTUP TEPLA SKLEM S JEDNODUCHOU A BUBLINKOVOU FÓLIÍ

Z naměřených hodnot tepelných toků, teplot vzduchu ve skleníku a v jeho okolí a rychlostí větru byl stanoven vztah pro součinitel prostupu tepla boční stěnou opatřenou jednoduchou nebo bublinkovou fólií. Z hlediska prostupu tepla byly obě fólie rovnocenné, nebyl mezi nimi zjištěn statisticky významný rozdíl, a proto byla všechna měření pojata do jednoho souboru hodnot. Výsledkem je vztah pro závislost součinitele prostupu tepla na rychlosti větru. Pro úplnost je tento vztah uveden spolu se vztahy, které

byly dříve zjištěny pro skleník s jednoduchým zasklením a s tepelně izolační clonou (Jelínková aj., 1986). Je uveden i vztah pro dvojsklo, zjištěný výpočtem na základě literárních údajů (Tantau, 1978).

Všechny dále uvedené vztahy platí pro suché povrchy skla a fólií:

$$k_B = 4,15 + 0,31 \cdot w \quad (16)$$

$$k_{BF} = 3,30 + 0,22 \cdot w \quad (17)$$

$$k_{BD} = 2,90 + 0,125 \cdot w \quad (18)$$

$$k_{SO} = 3,80 + 0,28 \cdot w \quad (19)$$

$$k_{SC} = 2,87 + 0,12 \cdot w \quad (20)$$

$$q_O = 0,216 \cdot w^{1,33} \quad (21)$$

$$q_C = 0,112 \cdot w^{1,33} \quad (22)$$

kde: k_B — součinitel prostupu tepla bočním sklem skleníku LUR I ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 k_{BF} — součinitel prostupu tepla bočním sklem krytým fólií ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 k_{BD} — součinitel prostupu tepla boční stěnou s dvojsklem ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 k_{SO} — součinitel prostupu tepla střechou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 k_{SC} — součinitel prostupu tepla střechou s tepelně izolační clonou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 q_O — měrná tepelná ztráta skleníku LUR I provzdušňováním ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 q_C — měrná tepelná ztráta provzdušňováním skleníku s roztaženou tepelně izolační clonou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou vztaženy k jednotkové ploše bočních stěn nebo střechy, hodnoty měrné tepelné ztráty provzdušňováním platí pro jednotkovou plochu celé zasklené plochy skleníku.

SLUNEČNÍ TEPLoty VZDUCHU VE SKLENÍKU

Jak je zřejmé ze vztahu (2), je sluneční teplota závislá na velikosti tepelných ztrát pláštěm a podlahou (půdou) skleníku, na venkovní teplotě a složce slunečního záření, která se ve skleníku transformuje v citelné teplo. Cílem práce bylo stanovit sluneční teploty ve sklenících LUR I při průměrných povětrnostních podmínkách v jednotlivých měsících roku pro případ průměrného osazení skleníků rostlinami. Průměrné osazení je charakterizováno pokryvností listů s hodnotou $L = 1,5$.

Aby mohly být zjištěny průměrné hodnoty podílu citelného a celkového tepla vznikajícího na skleníkové konstrukci transformací slunečního záření, které projde sklem do skleníku, byla měření uskutečněna v uzavřeném skleníku LUR I 2/45. Vybrané hodnoty, naměřené a vypočtené podle rovnic (2b) a (3), jsou shrnuty v tab. II. Výpočet je proveden pro zjištěný součinitel propustnosti slunečního záření sklem 0,88. Informativně byla pro naměřené hodnoty globálních intenzit slunečního záření E_{GH} vypočtena velikost citelné složky slunečního záření Q_E podle rovnice (4). Při zjištěné pokryvnosti listů 1,4 činí hodnoty Q_E 150 až 185 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. To je dobrá shoda s výsledky v tab. II. Získané hodnoty podílu citelného tepla X v rozmezí 0,36 až 0,41 jsou zcela v souladu i s hodnotami, které jsou udávány v literárních pracích. Pro výpočet slunečních teplot bylo použito hodnoty $X = 0,38$.

Vypočtené hodnoty průměrných slunečních teplot, vycházející z průměrných meteorologických hodnot v tab. I, jsou pro jednotlivé typy skleníků LUR I shrnuty v tab. III.

II. Hodnoty pro určení podílu slunečního záření transformovaného ve skleníku na teplo (měřeno v 13.30 hodin SEC) — Values for the determination of the proportion of solar radiation transformed into heat in the greenhouse (measured at 13.30 h Central European Time /CET/)

Den	Venkovní teplota vzduchu t_e	Celková sluneční teplota $t_G = t_i$	Rychlost větru w	Sluneční záření		
				globální intenzita E_{GH}	trans- formované na citelné teplo Q_E	podíl citelného tepla X
	°C		m.s ⁻¹	W.m ⁻²		%
3. 4.	22	38	0,3	440	139	36
4. 4.	30	45	2,4	522	172	38
5. 4.	33	44	7,0	552	192	41
6. 4.	29	42	7,0	565	223	42

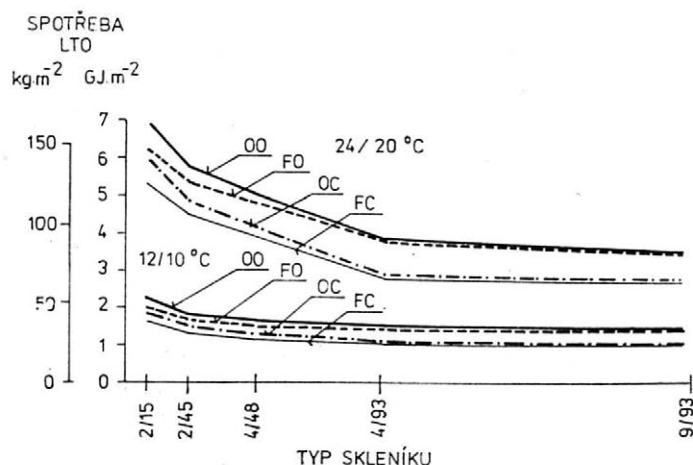
III. Průměrné denní hodnoty slunečních teplot ve sklenících LUR I různých velikostí s jednoduchým zasklením; oblasti Čech a Moravy do 500 m n. m. s výpočtovou teplotou -12 °C — The average daily values of temperatures in the LUR I greenhouses of different sizes with single glazing; regions of Bohemia and Moravia up to the altitude of 500 m above sea, with calculated temperature of -12 °C

Měsíc	Teplota venkovního vzduchu °C	Skleník LUR I (typ, půdorysná plocha)				
		2/15 189 m ²	2/45 567 m ²	4/48 1181 m ²	4/93 2288 m ²	9/93 5078 m ²
Leden	-1,1	2,4	3,0	3,8	4,3	4,4
Únor	0,2	4,6	5,3	6,3	7,0	7,0
Březen	4,6	11,4	12,5	14,2	15,1	15,2
Duben	9,8	18,1	19,4	21,4	22,5	22,6
Květen	14,9	23,6	25,0	27,0	28,2	28,3
Červen	18,0	27,7	29,2	31,4	32,6	32,7
Červenec	19,8	29,1	30,5	32,6	33,8	33,9
Srpen	19,7	27,7	28,9	30,8	31,7	31,8
Září	16,2	22,9	23,9	25,5	26,3	26,3
Říjen	10,0	14,7	15,4	16,5	17,1	17,1
Listopad	4,7	7,7	8,2	8,9	9,3	9,3
Prosinec	0,7	3,5	4,0	4,7	5,0	5,1

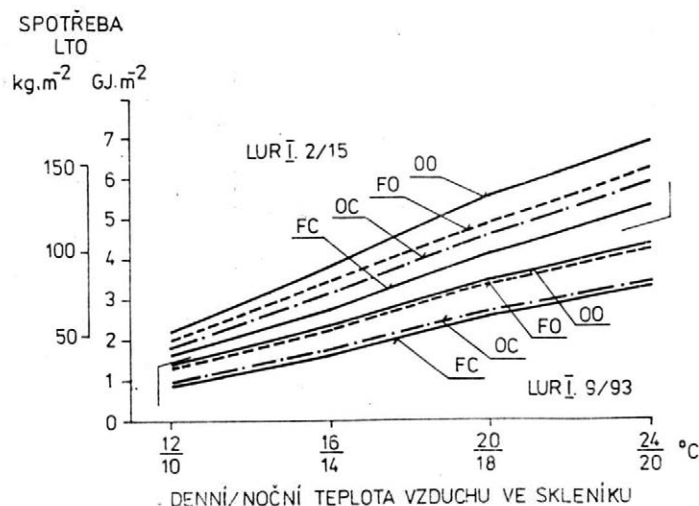
Platí při teplotě spodní vody 10 °C a součiniteli prostupu tepla půdou $k = 1,31 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Pro jednotlivé velikostní typy skleníků LUR I byly na základě naměřených hodnot tepelných ztrát a pro průměrné meteorologické podmínky vypočteny měrné potřeby tepla v jednotlivých měsících. V tab. IV jsou tyto hodnoty pro skleník LUR I 2/15. Pro skleníky jiných velikostí se měsíční potřeby tepla vypočtou násobením hodnot z tab. IV hodnotami činitelů z tab. V. Za předpokladu, že by požadované teploty byly po celý rok stejné, jsou měrné roční potřeby tepla a spotřeby různých druhů paliv uvedeny v tab. VI. V této tabulce i na obr. 1 a 2 jsou shrnuty hodnoty nejen pro běžné skleníky, ale i pro skleníky opatřené tepelně izolační clonou a tepelně izolační fólií na stěnách skleníků.

Pro názornost vlivu velikosti skleníků, výše požadované denní a noční teploty a různých tepelně izolačních opatření na velikost měrné spotřeby lehkého topného oleje jsou některé údaje z tab. VI graficky znázorněny na obr. 1 a 2.



-insulation screen, O — no additional insulation) at all-year indoor day/night air temperatures of 24/20 °C and 12/10 °C



FO — with film lining of side and front walls; CC — with thermal insulation screen; FC — with film lining and insulation screen

1. Roční měrná spotřeba lehkého topného oleje pro skleníky LUR I různých velikostí s tepelně izolačními kryty (F — fólie na stěnách, C — tepelně izolační clona, O — bez doplňkových krytů) při celoroční teplotě vzduchu ve skleníku (den/noc) 24/20 °C a 12/10 °C — The annual specific consumption of light fuel oil for the LUR I greenhouses of different sizes with thermal-insulation covers (F — sheet lining on walls, C — thermal-

2. Roční měrná spotřeba lehkého topného oleje pro skleníky LUR I 2/15 (189 m² půdorysné plochy) a LUR I 9/93 (7078 m²) s tepelně izolačními kryty (OO — jednoduché zasklení, bez krytů; FO — s fóliovým krytem bočních a čelních stěn; OC — s tepelně izolační clonou; FC — s fóliovým krytem a izolační clonou) — The annual specific consumption of light fuel oil for the LUR I 2/15 greenhouse (floor space 189 m²) and the LUR I 9/93 greenhouse (7078 m²) with thermal-insulation covers (OO — bare glass, no cover; with thermal insulation

IV. Průměrná měsíční potřeba tepla pro skleníky LUR I 2/15 v oblasti s výpočtovou teplotou -12°C (GJ) (OO — bez tepelné izolačních prvků; OC — s tepelně izolační clonou; FO — s izolačními fóliemi na stěnách; FC — s fóliemi a tepelnou clonou)
 — The average monthly requirement for heat in the LUR I 2/15 greenhouses in the region with the calculated temperature of -12°C (GJ) (OO — no thermal insulation; OC — with thermal-insulation screen; FO — with insulation film on walls; FC — with film lining and insulation screen)

Denní/noční teplota	12/10 $^{\circ}\text{C}$				16/14 $^{\circ}\text{C}$				20/18 $^{\circ}\text{C}$				24/20 $^{\circ}\text{C}$			
	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC
Leden (K)	84	69	74	60	117	97	104	86	149	125	134	109	171	145	152	127
Únor (K)	65	54	58	47	95	80	85	71	126	106	112	93	146	125	131	110
Březen	32	26	28	21	65	54	57	47	98	83	88	73	123	105	110	93
Buben	6	6	5	4	16	13	15	11	35	30	33	28	54	47	50	44
Květen	0	0	0	0	9	7	8	6	17	14	16	13	29	25	28	24
Červen	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	6	5	10	8	9	8
Červenec	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	7	6	6	5
Srpen	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	4	9	8	9	7
Září	0	0	0	0	3	3	3	2	13	11	12	10	26	23	25	22
Říjen	5	4	5	4	22	19	21	18	45	39	42	36	61	55	57	50
Listopad	29	24	26	22	51	44	47	40	74	64	68	59	89	78	82	71
Prosinec (K)	71	58	63	51	104	86	92	75	135	114	121	99	157	132	140	116
Rok	292	241	259	209	482	403	432	356	706	598	640	532	882	757	799	677

(K) — Potřeba tepla při kondenzaci vodní páry na sklech skleníku

V. Činitele pro výpočet průměrné měsíční a roční potřeby tepla (GJ) pro skleníky
Factors for the calculation of the monthly and annual requirement for heat (GJ)
LUR I 2/15 greenhouse (Tab. IV)

Skleník	Denní/noční teplota						
	12/10 °C				16/14 °C		
	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO
2/45	2,48	2,38	2,56	2,44	2,50	2,43	2,57
4/48	4,58	4,26	4,86	4,55	4,68	4,44	4,95
4/93	8,09	7,34	8,67	7,90	8,21	7,58	8,75
9/93	16,67	14,73	18,21	16,26	17,22	15,57	18,67

Měsíční nebo roční potřeba tepla se získá násobením hodnot z tabulky IV výše uvedenými čini-

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST TEPELNĚ IZOLAČNÍCH ZAŘÍZENÍ VE SKLENÍCÍCH LUR I

Pro ekonomické hodnocení jsme použili těchto vstupních údajů:

— cena lehkého topného oleje	3,35 Kčs.kg ⁻¹
— cena zemního plynu	2,13 Kčs.m ⁻³
— cena tříděného hnědého uhlí	0,38 Kčs.kg ⁻¹
— jednorázové náklady na vybavení skleníku clonou	200 Kčs.m ⁻²
— životnost základního vybavení	20 let
— životnost textlie	10 let
— roční náklady na údržbu a opravy	2 Kčs.r ⁻¹ .m ⁻²
— jednorázové náklady na vybavení skleníku fóliemi	10,8 Kčs.m ⁻²
— životnost fixačního zařízení	20 let
— životnost fólie	2 roky
— roční náklady na údržbu a opravy	4,8 Kčs.r ⁻¹ .m ⁻²

Ekonomické ukazatele skleníků LUR I 2/15, 2/45 a 4/48 s tepelně izolačním zařízením jsou uvedeny v tab. VII. Jsou zapsány pouze hodnoty, v nichž souhrnná efektivnost je vyšší než 1, takže zařízení je efektivní. Ekonomické ukazatele pro skleníky 4/93 a 9/93 jsou jen málo odlišné od ukazatelů pro skleník 4/48, a proto již nejsou uvedeny. Úplný soubor je zřejmý z obr. 3, na němž je znázorněna závislost úspory vlastních nákladů na požadovaných denních a nočních teplotách a na velikosti skleníků. Úspory vlastních a převedených nákladů jsou opět uváděny jako měrné, vztažené na 1 m² půdorysné plochy skleníků.

DISKUSE

Studium energetických poměrů ve sklenících LUR I přináší četné poznatky o možnostech úspor paliv. Zároveň dává podklady pro zdokonalování projektování skleníků, pro výpočty tepelných ztrát a spotřeby energie na vytápění. V neposlední řadě přináší i novou metodu pro zjišťování podílu citelného tepla získávaného ze slunečního záření pro ohřev vzduchu ve skleníku. Tuto metodu bude vhodné aplikovat při studiu evapo-

LUR I 2/45, 4/48, 4/93 na základě hodnot pro skleník LUR I 2/15 (tab. IV) — in the LUR I 2/45, 4/78, 4/93 greenhouses on the basis of the values for the

Denní/noční teplota									
20/18 °C					24/20 °C				
FC	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC	
2,50	2,52	2,46	2,59	2,54	2,52	2,46	2,60	2,53	
4,68	4,71	4,48	4,96	4,74	4,68	4,45	4,91	4,69	
8,09	8,39	7,83	8,90	8,37	8,38	7,84	8,86	8,35	
16,96	17,54	16,06	18,91	17,51	17,44	16,05	18,74	17,40	

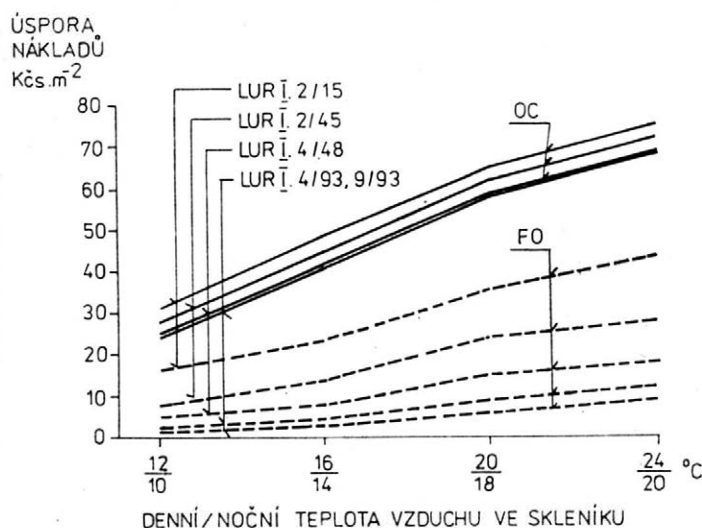
teli (každá hodnota platí pro všechny měsíce i celý rok)

transpirace ve sklenících z hlediska získávání podkladů pro algoritmy řízení skleníkového prostředí.

Výsledky práce ukazují značnou závislost tepelných ztrát na velikosti skleníků. U typů 4/93 a 9/93 je měrná spotřeba paliva více než o 40 % nižší než u typu 2/15. Velikost skleníku ovlivňuje i úspory tepla při používání tepelné izolační zařízení. Tepelná clona vykazuje relativně větší úspory tepla u větších skleníků (až 27 % při požadovaných nízkých teplotách). U skleníků 2/15 činí relativní úspora méně, jen 17 %. Izolační fólie na bočních a čelních stěnách mají naopak větší účinek u nejmenších skleníků (až 11 % při nízkých teplotách), u velkých skleníků je jejich účinek malý (u skleníku 9/93 snižují spotřebu paliv jen o 3 %). Při současné aplikaci tepelné izolační clony (výrobce Sempra Děčín) a izolačních fólií je možné ve sklenících LUR I dosáhnout při nízkých vnitřních teplotách 28 až 30 % úspor tepla, při teplotách vzduchu ve skleníku nad 20 °C činí úspory tepla 23 % až 25 %.

Úspory nákladů jsou opět závislé na požadované vnitřní teplotě. Na velikosti skleníků závisí především úspory vlastních nákladů při používání fóliových krytů stěn.

3. Měrná roční úspora vlastních nákladů na vytápění skleníků LUR I lehkým topným olejem při použití tepelné izolační clony (OC) a fóliových krytů stěn (FO) — The specific annual saving of the prime costs of the heating of the LUR greenhouses with light fuel oil with the use of a thermal-insulation screen (OC) and film lining of the walls (FO)



VI. Měrné roční potřeby tepla a spotřeba paliva pro skleníky LUR I s tepelně izolačními kryty v oblastech s výpočtovou teplotou -12°C , při požadovaných denních/nočních teplotách $12/10^{\circ}\text{C}$, $16/14^{\circ}\text{C}$, $20/18^{\circ}\text{C}$, $24/20^{\circ}\text{C}$ [OO — skleníky bez izolačních krytů; OC — s tepelně izolační clonou; FO — s fólií na svislých stěnách; FC — s fólií a tepelně izolační clonou; w_t — měrná roční potřeba tepla $\text{GJ} \cdot \text{m}^{-2}$ podlahové plochy; u_t — úspora tepla $\%$; $a_{L,Z,U}$ — měrná roční spotřeba topného oleje (L), zemního plynu (Z) a uhlí (U) v energetických jednotkách $\text{GJ} \cdot \text{m}^{-2}$; $m_{L,Z,U}$ — měrná roční spotřeba topného oleje (L, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), zemního plynu (Z, $\text{Nm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$) a uhlí (U, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)] — The average annual heat requirement and fuel consumption for LUR I greenhouses with thermal-insulation covers in areas with calculated temperature of -12°C , the required day/night temperatures being $12/10^{\circ}\text{C}$, $16/14^{\circ}\text{C}$, $20/18^{\circ}\text{C}$, $24/20^{\circ}\text{C}$. OO — greenhouses with no insulation cover; OC — with thermal-insulation screen; FO — with film lining on vertical walls; FC — with film and thermal-insulation screen; w_t — specific annual heat requirement $\text{GJ} \cdot \text{m}^{-2}$ of floor area; u_t — heat saving $\%$; $a_{L,Z,U}$ — specific annual consumption of fuel oil (L, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), natural gas (Z) and coal (U) in power units $\text{GJ} \cdot \text{m}^{-2}$; $m_{L,Z,U}$ — specific annual consumption of fuel oil (L, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), natural gas (Z, $\text{Nm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$) and coal (U, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)

Typová velikost	Hodnoty	12/10				16/14				20/18				24/20			
		OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC	OO	OC	FO	FC
2/15	w_t	1,62	1,34	1,44	1,16	2,68	2,24	2,40	1,98	3,92	3,32	3,54	2,94	4,90	4,22	4,44	3,76
	u_t	—	17	11	28	—	16	10	26	—	15	10	25	—	14	9	23
	a_L	2,28	1,89	2,03	1,63	3,77	3,15	3,38	2,79	5,52	4,68	4,99	4,14	6,90	5,94	6,25	5,29
	m_L	54	44	48	38	89	74	80	66	130	110	118	98	163	140	148	125
	a_Z	2,00	1,65	1,78	1,43	3,31	2,77	2,96	2,44	4,84	4,10	4,37	3,63	6,05	5,21	5,48	4,64
	m_Z	60	49	53	43	99	83	89	73	145	123	131	109	181	156	164	139
	a_U	2,49	2,06	2,22	1,78	4,12	3,45	3,69	3,05	6,03	5,11	5,45	4,52	7,54	6,49	6,83	5,78
	m_U	178	147	158	127	294	246	264	218	430	365	389	323	538	464	488	413
2/45	w_t	1,33	1,05	1,23	0,95	2,23	1,81	2,06	1,65	3,30	2,73	3,06	2,49	4,12	3,46	3,83	3,17
	u_t	—	21	8	29	—	19	8	27	—	17	7	24	—	16	7	23
	a_L	1,87	1,48	1,73	1,34	3,14	2,55	2,90	2,32	4,65	3,85	4,31	3,51	5,80	4,87	5,39	4,46
	m_L	44	35	41	31	74	60	69	55	110	91	102	83	137	115	128	106
	a_Z	1,64	1,30	1,52	1,17	2,75	2,23	2,54	2,04	4,07	3,37	3,78	3,07	5,09	4,27	4,73	3,91
	m_Z	49	39	45	35	82	67	76	61	122	101	113	92	152	128	142	117
	a_U	2,05	1,62	1,89	1,46	3,43	2,78	3,17	2,54	5,08	4,20	4,71	3,83	6,34	5,32	5,89	4,88
	m_U	146	115	135	104	245	199	226	181	363	300	336	274	453	380	421	348

4/48	w_t	1,16	0,89	1,09	0,82	1,96	1,55	1,86	1,45	2,89	2,32	2,74	2,18	3,58	2,93	3,40	2,76
	u_t	—	23	6	29	—	21	5	26	—	19	5	24	—	18	5	23
	a_L	1,63	1,25	1,36	1,15	2,76	2,18	2,62	2,04	4,07	3,27	3,86	3,07	5,04	4,13	4,79	3,89
	m_L	38	30	36	27	65	52	62	48	96	77	91	73	119	98	113	92
	a_z	1,43	1,10	1,35	1,01	2,42	1,91	2,30	1,79	3,57	2,86	3,38	2,69	4,42	3,62	4,20	3,41
	m_z	43	33	40	30	72	57	69	54	107	86	101	81	132	108	126	102
4/93	a_U	1,78	1,37	1,68	1,26	3,02	2,38	2,86	2,23	4,45	3,57	4,22	3,35	5,51	4,51	5,23	4,25
	m_U	127	98	120	90	215	170	204	159	318	255	301	240	393	322	374	303
	w_t	1,06	0,79	1,01	0,74	1,77	1,37	1,69	1,29	2,65	2,10	2,54	1,98	3,31	2,67	3,17	2,53
	u_t	—	25	5	30	—	23	4	27	—	21	4	25	—	19	4	23
	a_L	1,49	1,11	1,42	1,04	2,49	1,93	2,38	1,82	3,73	2,96	3,58	2,79	4,66	3,76	4,46	3,56
	m_L	35	26	34	25	59	46	56	43	88	70	85	66	110	89	106	84
9/93	a_z	1,31	0,98	1,25	0,91	2,19	1,69	2,09	1,59	3,27	2,59	3,14	2,44	4,09	3,30	3,91	3,12
	m_z	39	29	37	27	65	51	62	48	98	78	94	74	122	99	117	94
	a_U	1,63	1,22	1,55	1,14	2,72	2,11	2,60	1,98	4,08	3,23	3,91	3,05	5,09	4,11	4,88	3,89
	m_U	116	87	111	81	195	151	186	142	291	231	279	218	364	293	348	278
	w_t	0,97	0,71	0,94	0,68	1,65	1,25	1,61	1,20	2,47	1,91	2,40	1,84	3,06	2,43	2,98	2,35
	u_t	—	27	3	30	—	24	3	27	—	22	3	25	—	20	3	23
9/93	a_L	1,37	1,00	1,32	0,96	2,32	1,76	2,27	1,69	3,48	2,69	3,38	2,59	4,31	3,42	4,20	3,31
	m_L	32	24	31	23	55	42	54	40	82	64	80	61	102	81	99	78
	a_z	1,20	0,88	1,16	0,84	2,04	1,54	1,99	1,48	3,05	2,36	2,96	2,27	3,78	3,00	3,68	2,90
	m_z	36	26	35	25	61	46	60	44	91	71	89	68	113	90	110	87
	a_U	1,49	1,09	1,45	1,05	2,54	1,92	2,48	1,85	3,80	2,94	3,69	2,83	4,71	3,74	4,58	3,62
	m_U	107	78	103	75	181	137	177	132	271	210	264	202	336	267	327	258

VII. Úspora nákladů a energetická efektivnost tepelně izolačních prvků ve sklenících LUR I v oblastech s výpočtovou teplotou -12°C [L — lehký topný olej; Z — zemní plyn; U — tříděné uhlí; u_v — úspora vlastních nákladů Kčs. m^{-2} ; u_p — úspora převedených (provozních) nákladů Kčs. m^{-2} ; T — lhůta splacení jednorázových nákladů (návratnost investic), roky; E — souhrnná efektivnost Kčs. Kčs^{-1}] — The cost saving and the energy effectiveness of the thermal-insulation elements in the LUR I greenhouses in areas with calculated temperature of -12°C (L — light fuel oil; Z — natural gas; U — sorted coal; u_v — saving of prime costs, Kčs. m^{-2} ; u_p — saving of transferred /operation/ costs, Kčs. m^{-2} ; T — term of maturity of investment costs /return rate of investments/, years; E — over-all effectiveness Kčs. Kčs^{-1})

Typová velikost	Palivo	Hodnoty	12/10 $^{\circ}\text{C}$			16/14 $^{\circ}\text{C}$			20/18 $^{\circ}\text{C}$			24/20 $^{\circ}\text{C}$		
			OC	FO	FC	OC	FO	FC	OC	FO	FC	OC	FO	FC
2/15	L	u_v	31,5	16,1	47,6	48,3	26,2	74,5	65,0	36,2	101,2	75,1	46,3	121,4
		u_p	20,7	15,6	36,3	37,5	25,7	63,2	54,2	35,7	89,9	64,3	45,8	110,1
		T	6,3	0,6	4,3	4,1	0,3	2,8	3,1	0,2	2,0	2,7	0,2	1,7
		E	2,1	34,8	3,5	3,7	57,2	6,2	5,4	79,6	8,8	6,4	102,1	10,7
	Z	u_v	21,4	10,9	32,3	32,1	17,3	49,4	44,9	25,8	69,9	51,3	32,2	83,5
		u_p	10,6	10,4	21,0	21,3	16,8	38,1	34,1	25,4	59,5	40,5	31,7	72,2
		T	9,3	0,8	6,3	6,2	0,5	4,1	4,5	0,3	2,9	3,9	0,3	2,5
		E	1,1	23,3	2,0	2,1	37,5	3,7	3,4	56,5	5,8	4,0	70,8	7,0
	U	u_v		3,6			7,4		22,7	11,6	34,3	26,1	15,0	41,1
		u_p		3,1			6,9		11,9	11,1	23,0	15,3	14,5	29,8
		T		2,5			1,2		8,8	0,8	6,0	7,7	0,6	5,0
		E		7,0			15,5		1,2	24,8	2,2	1,5	32,4	2,9

U skleníků s tepelně izolační stěnou není závislost úspor nákladů tak výrazná, u skleníků 4/48, 4/93, 9/93 jsou měrné úspory vlastních nákladů téměř stejné. Dochází zde ke zdánlivě paradoxní situaci, kdy u velkých skleníků jsou relativně nejvyšší úspory tepla, ale nejnižší úspory měrných nákladů. To je samozřejmě proto, že velké skleníky mají vždy nižší měrnou spotřebu tepla než skleníky malé.

Úspory převedených (provozních) nákladů, lhůta splacení jednorázových nákladů a celková efektivnost jsou závislé na jednorázových (investičních) nákladech na pořízení tepelně izolačního zařízení. V uvedených úvahách je za základ vzata vysoká cena tepelně izolační clony, jak byla vykalkulována pro její prototyp v o. z. Sempra Děčín. Cena v sériové výrobě bude nižší, což příznivě ovlivní uváděné ekonomické ukazatele.

ZÁVĚR

Na základě měření optických a tepelných vlastností skleníku LUR I byly navrženy metody výpočtu tepelných ztrát a potřeby tepla pro zajišťování požadovaných teplot vzduchu ve sklenících všech používaných typových velikostí. Hodnot zpracovaných graficky i tabelárně lze používat pro stanovení spotřeby různých druhů paliv při pěstování rostlin s různými nároky na výši teploty vzduchu. Lze jich rovněž využít pro výpočty úspor a ekonomické efektivnosti tepelně izolačních opatření pro snížení spotřeby paliv. Údaje platí pro skleníky LUR I posledního provedení, s elektromechanickým otevíráním střešních a bočních větráků. Pro starší skleníky s hydraulickými pohony větráků jsou potřeby tepla o 8 až 15 % vyšší (podle těsnosti větráků).

Literatura

- CIHELKA, J. et al.: Vytápění, větrání a klimatizace. Praha 1985.
HAŠ, S.: Energie dopadajícího slunečního záření. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 12, s. 703-714.
JELÍNKOVÁ, H. — HAŠ, S. — JELÍNEK, O.: Vliv tepelně izolační clony na ztráty tepla ve sklenících LUR I. Zeměd. Techn., 32, 1986, č. 4, s. 233-244.
MORRIS, L. G. et al.: The control of temperature and humidity in glasshouses by heating and ventilation. Paper of the Symposium of the Institute of Agricultural Engineers, Silsoe 1967.
RYCHETNIK, V. — SLÁDEK, I.: Větrná situace na území ČSR. Praha, MLVH ČSR 1985.
STRANOFSKÁ, M.: Porovnání energetické náročnosti při vytápění stájových prostorů v zimním období bez rekuperace a s rekuperací. In: Větrání a vytápění zemědělských objektů. Praha, Dům techniky 1982.
TANTAU, H. J.: The influence of single and double shelters on the climate and heat consumption of greenhouses. Acta hort., 87, 1978.

Došlo dne 3. 7. 1983

ГАШ, С. — ГУТЛА, П. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Определение потребности в топливе для теплиц ЛУР I с теплоизоляционным покрытием. Земед. Techn., 33, 1987 (1) : 1-16.

В статье приводятся общие расчетные формулы и методы определения расхода топлива в теплицах с теплоизоляционным покрытием и без него. Подробно описываются действия теплоизоляционных экранов и изоляционной пленки на стенках. Измерялись свето- и термopоницаемость стекла, покрытого простой и пузыристой пленкой. Применение теплоизоляционного покрытия также определялось с точки зрения экономии себестоимости и экономической эффективности. Для типизированной теплицы чехословацкого производства ЛУР I — согласно ее конструктивному исполнению, т. е. длине и числу нефов — определены потребность тепла и экономические показатели с применением теплоизоляционных оборудования и без них. Размер теплицы значительно обуславливает тепловые потери и экономию топлива с применением теплоизоляционных устройств.

теплоизоляционный экран; теплоизоляционная пленка

HÁŠ, S. — HUTLA, P. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Determination of Heat Requirement in the LUR I Greenhouses with Thermal-Insulation Covers*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 1-16.

The general formulae and methods for the determination of the need for fuels in greenhouses with and without thermal-insulation covers are shown in the paper. The effects of thermal-insulation screens and insulation sheets on the walls are described in detail. The light and heat permeability of glass lined with simple and bubble film was measured. The use of thermal-insulation covers is also evaluated from the point of view of prime cost savings and economic effectiveness. The requirement for heat and the economic parameters with and without the use of additional thermal insulation are determined for the Czechoslovak greenhouse unit block system LUR I with respect to the variants of construction (number and length of aisles). Greenhouse size significantly influences heat losses and the saving of fuel when additional thermal insulation is used.

thermal-insulation screen; thermal-insulation sheet

HÁŠ, S. — HUTLA, P. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Bestimmung des Brennstoffbedarfs für Gewächshäuser des Typs LUR I mit thermisch-isolierender Verkleidung*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 1-16.

In der Arbeit werden allgemeine Berechnungsformeln und -methoden zur Bestimmung des Brennstoffbedarfs in Gewächshäusern mit und ohne thermisch-isolierender Abdeckung angeführt. Eingehend werden die Auswirkungen der wärmeisolierenden Schirme und Isolierfolien an den Wänden beschrieben. Es wurde die Licht- und Wärmedurchlässigkeit des mit einfacher oder Bläschenfolie versehenen Glases gemessen. Der Einsatz der thermisch-isolierenden Abdeckung wird ebenfalls vom Gesichtspunkt der Einsparung von Selbstkosten und der ökonomischen Effektivität bewertet. Für das typisierte Gewächshaus tschechoslowakischer Produktion LUR I werden in Abhängigkeit von seiner Bauweise, d. h. seiner Länge und der Zahl seiner Schiffe, der Wärmebedarf und die ökonomischen Parameter sowohl mit als auch ohne Anwendung der wärmeisolierenden Vorrichtungen, bestimmt. Die Größe des Gewächshauses hat beträchtlichen Einfluß auf die Wärmeverluste und auch auf die Brennstoffeinsparungen bei der Anwendung von thermisch-isolierenden Abdeckungen.

thermisch-isolierendes Schirm; thermisch-isolierende Folie

Adresa autorů:

Ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Petr Hutla, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

VLIV POČTU OREBNÍCH TĚLES NESENÉHO PLUHU NA ZMĚNU IMPULSNÍCH SIL V TÁHLECH TŘÍBODOVÉHO ZÁVĚSU TRAKTORU

F. Bauer

BAUER, F. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv počtu orebních těles neseného pluhu na změnu impulsních sil v táhlech tříbodového závěsu traktoru*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 17-24.

Technická i ekonomická úroveň zemědělské výroby je přímo závislá na moderních, vysoce výkonných zemědělských strojích. Stále ještě platí, že nejrozšířenějším energetickým prostředkem, který se v současné době používá v zemědělské mechanizaci, je traktor. Jedním ze znaků současných traktorů je jejich vybavenost regulační hydraulikou, která zvyšuje širokou využitelnost těchto mobilních energetických prostředků v zemědělské praxi. Regulační hydraulika traktorů — silová regulace — značně přispívá ke snížení spotřeby paliva při základním zpracování půdy, při orbě, za současného zvýšení pracovního výkonu. Kvalita regulace značně závisí na vstupním silovém impulsu do automatického systému, který ovlivňuje práci orebního agregátu.

silová regulace; nositelka celkového odporu; tříradličný nesený pluh

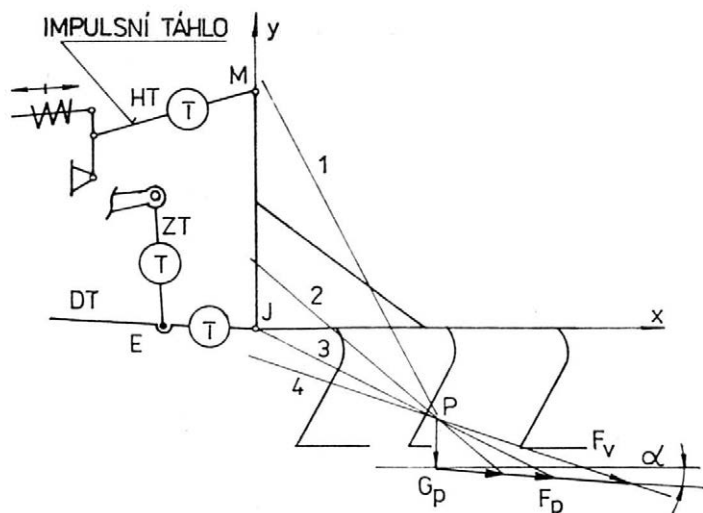
Nejrozšířenějším energetickým prostředkem, který se v současné době používá v zemědělství, je traktor. Je využíván v základním zpracování půdy, které v rostlinné výrobě tvoří asi 30 % veškerých polních prací, u obilnin to představuje až 60 %. Při zpracování půdy se spotřebuje nejvíce energie — nafty.

Z normativů spotřeby paliv vycházejících z československých i zahraničních zkušeností vyplývá, že orba se řadí na první místo pracovních operací v zemědělství ve spotřebě tzv. přímé energie — nafty. Na jeden hektar střední orby se spotřebuje průměrně 18 až 22 litry nafty [Š t a s t n ý, 1984].

Traktory Zetor jsou vybaveny regulační hydraulikou, která přispívá ke snížení spotřeby paliva o 11 %, ale současně zvyšuje výkonnost orebního agregátu o 8 % [B a u e r, 1985].

Princip silové regulace spočívá v tom, že reguluje zatížení — pracovní odpor, vyhlubuje pluh, takže spalovací motor pracuje s konstantním zatížením. Vyhlubování pluhu se děje pomocí automatického mechanicko-hydraulického systému, který reaguje na změnu zatížení pracovního odporu pluhu tak, aby udržel zatížení spalovacího motoru na konstantní hodnotě.

Kvalita regulace značně závisí na vstupním impulsu do automatického regulačního systému. Vstupním impulsem je změna síly v táhlech tříbodového závěsu traktoru. U traktorů nižších výkonových tříd je vstupní impuls zpravidla přenášen horním táhlem tříbodového závěsu traktoru, u traktorů vyšších výkonů jsou to obvykle dolní táhla.



1. Schéma závěsu traktoru agregovaného s neseným pluhem —
Scheme of the suspension of tractor aggregated with a mounted plough

Regulace pomocí horního táhla (obr. 1) se v praxi může vyskytnout v nevýhodné situaci v takovém případě, kdy nositelka celkového odporu F_v prochází dolními závěsnými klouby (bod J — obr. 1), takže v horním — impulsním — táhle je síla rovna nule, nebo nositelka síly F_v kolísá v blízkosti bodu J, což se prakticky projeví jako změna směru sil, při níž se tahové síly mění na síly tlakové a naopak. V tomto případě se projevují vůle jednak v kloubech tříbodového závěsu, jednak v čepích mechanického regulačního systému. Síly v horním — impulsním táhle (nositelka celkového odporu F_v je v těsné blízkosti dolních závěsných kloubů) jsou relativně malé, takže čepové tření a hystereze torzní pružiny způsobují, že výsledek impulsní síly, která je přiváděna na šoupátko hydraulického okruhu ovládajícího spouštění nebo vyhlubování pluhu, je nulový. V případech, kdy nositelka celkového odporu F_v prochází dolními závěsnými klouby nebo kolísá v jeho těsné blízkosti, je regulace pomocí horního táhla **nevýhodná**.

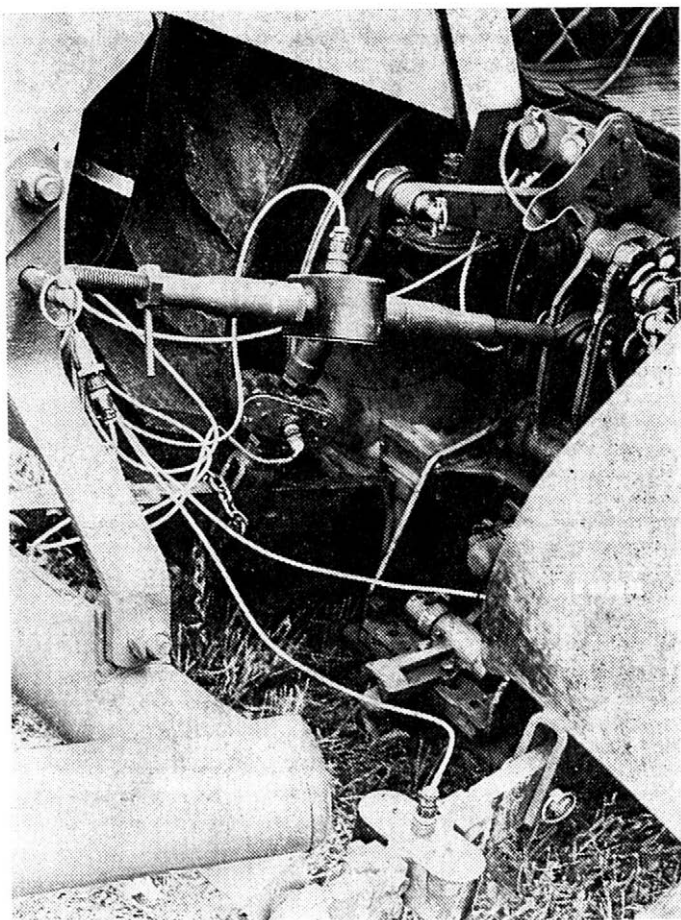
Téměř stejná situace může nastat i u regulace dolními táhly. I zde se dostáváme do určité „zóny necitlivosti“. To se projeví tehdy, bude-li nositelka celkového odporu F_v procházet horním závěsným kloubem (bod M — obr. 1) nebo bude-li kolísat v jeho těsné blízkosti. V praxi se tato situace může vyskytnout při orbě s nesenými pluhy v lehké půdě nebo při mělké orbě.

METODIKA

Ke zjištění vlivu počtu ořebních těles neseného pluhu na změnu sil v impulsním táhle regulační hydrauliky traktorů byly při orbě použity pluhy 4 PN 35 a 3 PN 35, agregované s traktorem Zetor 7245.

Sílové impulsy v táhlech tříbodového závěsu traktoru se mění v závislosti se změnou celkového odporu nářadí, v našem případě pluhu. Abychom mohli během orby považovat sílové impulsy za důsledek změn celkového odporu, bylo třeba orbu provádět na polohovou regulaci. Polohová regulace spojí traktor s pluhem v jeden celek — poloha ramen zvedacího ústrojí je neměnná. Při funkci tohoto druhu regulace přivádíme do zvedacích táhel tříbodového závěsu traktoru sílu způsobenou tlakem oleje na píst hydrauliky. Případ, kdy se šoupátko hlavního okruhu hydrauliky přestaví na zvedání, může při tomto druhu regulace nastat tehdy, jestliže olej uzavřený pod pístem vlivem netěsnosti unikl, a tím ramena zvedacího ústrojí částeč-

2. Třibodový závěs traktoru opatřený tenzometrickými snímači sil — Three-point suspension of tractor equipped with tensometric pickups of forces



ně klesla. V tomto případě polohová vačka přestaví šoupátko na zvedání a do táhel závěsu traktoru se zavádí síla, která působí současně se silami odporu nářadí, čímž tyto síly zkresluje. Abychom tuto možnost vyloučili, bylo nutné průběžně měřit polohu ramen zvedacího ústrojí, a to odporovým snímačem ARIPOT.

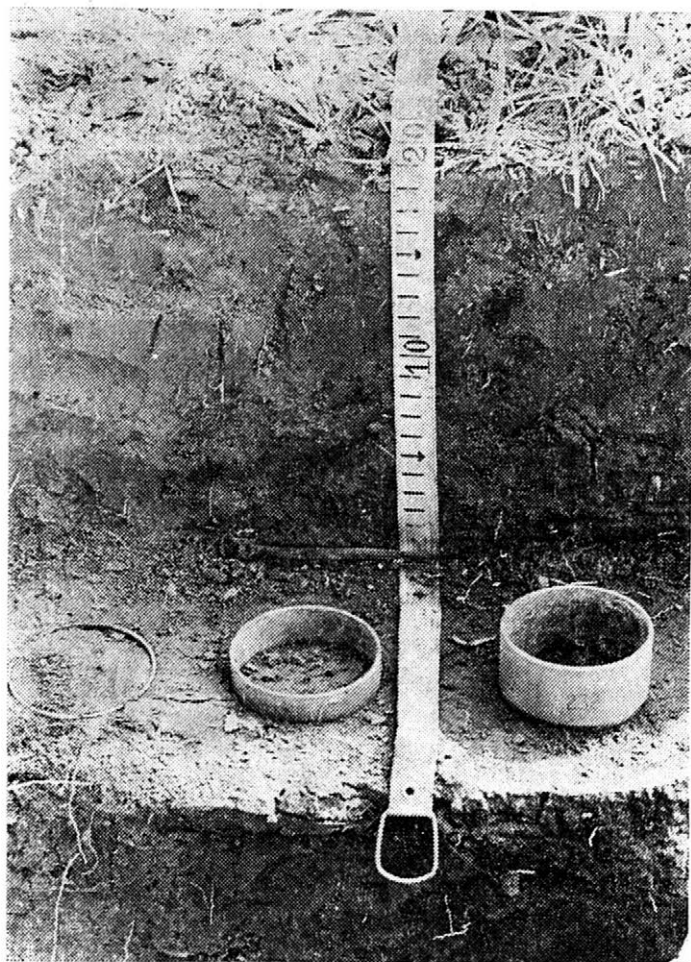
Síly v táhlech třibodového závěsu traktoru byly měřeny tenzometrickými snímači (obr. 2).

Na pozemku určeném pro měření byl vybrán úsek vhodný z hlediska minimální svazitosti. Úsek byl rozčleněn na tři dvacetimetrové měřicí úseky, mezi kterými byla padesátimetrová vzdálenost sloužící na případné seřízení pluhu a na ustálení zatížení před vlastním měřením. Měřili jsme na třech druzích půd. Z měřicích úseků jsme odebírali každý den vzorky (obr. 3) pro stanovení fyzikálních vlastností půdy. Hloubka orby se měřila mechanickými hloubkoměry po jednom metru, takže jsme z dvacetimetrového měřicího úseku získali 21 hodnot.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z naměřených hodnot získaných při měření v terénu (tab. I a II) vyplývá, že ve všech třech táhlech dochází ke změně smyslu sil. To znamená, že se jak u čtyřradličného neseného pluhu, tak u tříradličného pluhu smysl sil mění v závislosti na hloubce orby.

U čtyřradličného pluhu se mění smysl sil v dolních táhlech při mělké orbě, jak vyplývá z tab. I (0,14—0,19 m). Dále můžeme konsta-



tovat, že při mělké orbě jsou síly v dolních táhlech relativně malé, zatímco u horního táhla zůstávají výrazné síly tahové (tab. I).

Se zvětšujícím se odporem, daným hloubkou orby, se zvyšují tahové síly v dolních táhlech, ale tahová síla v horním táhle klesá. Ve vybraném vzorku měření, uvedeném v tomto příspěvku, nejsou obsažena měření, která dokumentují, že v horním táhle jsou intervaly s maximálním výskytem četností záporných sil (tlakových sil) připadajících pro hloubku orby 0,25 až 0,3 m. V celkovém počtu 150 terénních měření na třech druzích půd se intervaly s maximálním výskytem záporných (tlakových) sil vyskytovaly jen u orby hluboké a velmi hluboké a jen v těžkých půdách (Bauer, 1983).

Jak vyplývá z hodnot sil uvedených v tab. II, je u tříradličného neseného pluhu v horním táhle trvale dosahováno tlakové síly již při mělké orbě 0,13 až 0,17 m. Rozdělení souboru silových hodnot do intervalů absolutní a relativní četnosti v jednotlivých táhlech tříbodového závěsu traktoru je uvedeno na obr. 4.

Z rozboru sil v jednotlivých táhlech tříbodového závěsu traktoru vyplývá, že při orbě s víceradličnými nesenými pluky (pětiradličnými

I. Hodnoty naměřené při orbě se čtyřradličným neseným pluhem — Values measured during ploughing with a four-share mounted plough

Číslo měření	Síly v tříbodovém závěsu	Rozsah sil [kN]	Interval sil s max. výskytem četnosti [kN]	Hloubka orby [m]
8	F_{DTL}	$\langle -5,97; 14,26 \rangle$	$\langle -0,40; 1,45 \rangle$	0,190
	F_{DTP}	$\langle -1,36; 20,53 \rangle$	$\langle 8,68; 10,70 \rangle$	
	F_{LZT}	$\langle 7,70; 14,76 \rangle$	$\langle 10,94; 11,59 \rangle$	
	F_{PZT}	$\langle 3,22; 16,66 \rangle$	$\langle 10,62; 11,86 \rangle$	
	F_{HT}	$\langle 1,78; 16,88 \rangle$	$\langle 6,29; 8,10 \rangle$	
29	F_{DTL}	$\langle 0,017; 10,80 \rangle$	$\langle 5,94; 6,94 \rangle$	0,24
	F_{DTP}	$\langle 3,78; 15,44 \rangle$	$\langle 10,21; 11,28 \rangle$	
	F_{LZT}	$\langle 5,37; 11,42 \rangle$	$\langle 8,70; 9,26 \rangle$	
	F_{PZT}	$\langle 4,84; 14,19 \rangle$	$\langle 9,13; 9,99 \rangle$	
	F_{HT}	$\langle -1,70; 10,11 \rangle$	$\langle 1,55; 2,63 \rangle$	
31	F_{DTL}	$\langle -8,89; 3,57 \rangle$	$\langle -0,87; 0,26 \rangle$	0,145
	F_{DTP}	$\langle -4,62; 7,03 \rangle$	$\langle 1,80; 2,87 \rangle$	
	F_{LZT}	$\langle 7,93; 12,97 \rangle$	$\langle 11,17; 11,64 \rangle$	
	F_{PZT}	$\langle 6,67; 15,05 \rangle$	$\langle 10,52; 11,29 \rangle$	
	F_{HT}	$\langle 4,80; 19,88 \rangle$	$\langle 7,57; 8,96 \rangle$	
39	F_{DTL}	$\langle 5,58; 14,05 \rangle$	$\langle 7,91; 8,69 \rangle$	0,23
	F_{DTP}	$\langle 5,12; 13,93 \rangle$	$\langle 9,16; 9,97 \rangle$	
	F_{LZT}	$\langle 7,96; 14,01 \rangle$	$\langle 10,74; 11,29 \rangle$	
	F_{PZT}	$\langle 0,526; 7,34 \rangle$	$\langle 3,65; 4,28 \rangle$	
	F_{HT}	$\langle -7,44; 4,16 \rangle$	$\langle 0,017; 1,08 \rangle$	

a šestiradličnými] se smysl sil v horním táhle nebude měnit. Při hluboké orbě v těžkých půdách bude v horním táhle trvale tahová síla.

Z obr. 1 plyne, že u víceradličných nesených pluhů se působíště P posouvá ve směru osy x . Předpokládáme-li, že úhel α bude konstantní a odpor na orební tělesa F_p bereme maximální, odpovídající těžké půdě, docházíme k závěrům, že případ, při kterém by nositelka celkového odporu F_v byla v oblasti dolních závěsných kloubů (případ 3 — obr. 1), v praxi nenastane.

Stejná situace, tzn., že se v horním táhle nebude měnit smysl sil, bude platit i pro orbu s otočnými nesenými pluhy, u kterých zvětšená hmotnost pluhu způsobí zvětšení síly G_p , a tím výskyt trvalého tahu v horním táhle.

Pro víceradličné nesené pluhy a otočné pluhy se oblast výskytu nositelky výslednice celkového odporu F_v , kterou nacházíme kolem horního závěsného kloubu (bod M — obr. 1), posune do hloubek orby střední a hluboké a v těchto případech je silový impuls pomocí dolních táhel problematický.

Číslo měření	Síly v třibodovém závěsu	Rozsah sil [kN]	Interval sil s max. výskytem četností [kN]	Hloubka orby [m]
111	F_{DTL}	< 3,36; 20,25>	< 11,39; 13,00>	0,170
	F_{DTP}	< 5,82; 22,30>	< 11,87; 13,50>	
	F_{LZT}	< - 3,69; 2,27>	< 0,07; 0,63>	
	F_{PZT}	< - 2,49; 3,88>	< - 0,73; 0,15>	
	F_{HT}	< -21,97; -10,50>	< -16,71; -15,65>	
112	F_{DTL}	< 10,09; 22,44>	< 15,76; 16,90>	0,145
	F_{DTP}	< 5,69; 15,51>	< 11,65; 12,65>	
	F_{LZT}	< 0,92; 6,97>	< 1,47; 2,03>	
	F_{PZT}	< - 1,93; 3,74>	< 0,15; 0,67>	
	F_{HT}	< -15,44; - 6,88>	< -12,30; -11,51>	
113	F_{DTL}	< 8,62; 18,86>	< 13,32; 14,26>	0,13
	F_{DTP}	< 2,94; 12,81>	< 7,47; 8,38>	
	F_{LZT}	< 0,122; 5,88>	< 1,71; 2,24>	
	F_{PZT}	< - 0,33; 5,13>	< 1,17; 1,67>	
	F_{HT}	< -14,26; - 3,97>	< - 9,53; - 8,59>	

ZÁVĚR

Ukázali jsme na problematiku vstupního impulsu do automatického systému regulační hydrauliky traktorů.

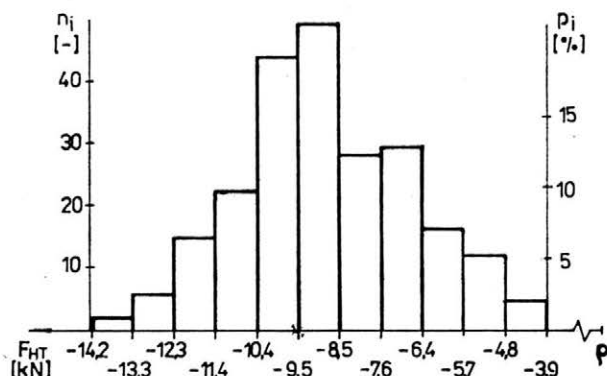
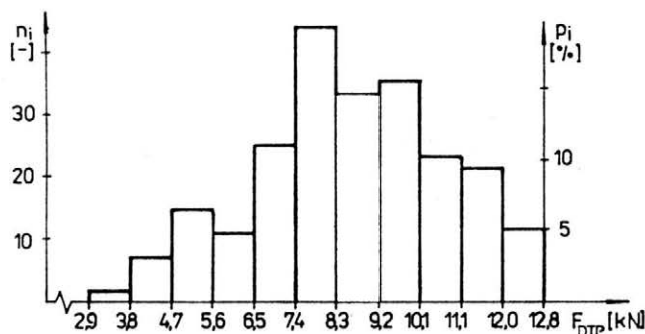
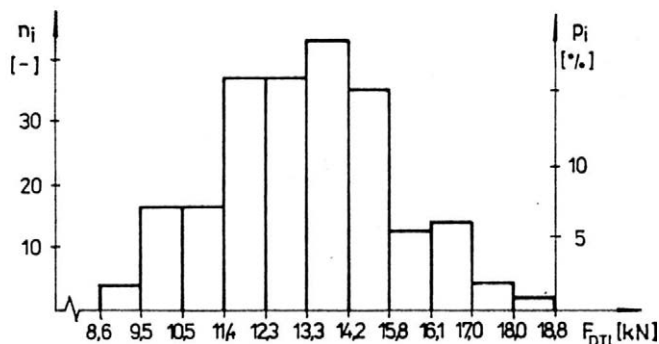
Z uvedených skutečností vyplývá, že změna smyslu sil v impulsních táhlech nebo výskyt relativně malých sil se u současného mechanického systému regulace projeví jako ztráta citlivosti. Tato ztráta je způsobena nutnou vůlí v kloubech třibodového závěsu traktoru, vůlí v čepech mechanického regulačního systému, třením a hysterezí tlumicí pružiny.

Nové elektrohydraulické regulační systémy určené pro ovládání třibodového závěsu traktoru, které v současnosti někteří výrobci na traktory již zavádějí, tyto nevýhody do značné míry odstraňují. Znalost silových poměrů v závěsu traktoru bude důležitá i pro moderní regulační systémy, poněvadž změna zatížení nadále zůstane základní informací i pro elektrohydraulickou regulaci.

Použité symboly

x, y — souřadnice
 HT — horní táhlo
 ZT — zvedací táhlo, L — levé, P — pravé
 DT — dolní táhlo
 DTL — dolní táhlo levé

4. Intervaly absolutních (n_i) a relativních (p_i) četností intervalů sil dolního táhla levého (DTL), dolního táhla pravého (DTP) a horního táhla (HT) tříbodového závěsu traktoru u měření č. 113 — Intervals of absolute (n_i) and relative (p_i) frequencies of force intervals of the left lower draw rod (DTL), right lower draw rod (DTP) and upper draw rod (HT) of the three-point suspension of tractor for measuring no. 113



- DTP — dolní táhlo pravé
 P — působiště celkového odporu
 F_V — síla celkového odporu
 G_p — tíha pluhu
 F_p — síla působící na orební tělesa
 T — tenzometrický snímač síly

Literatura

- BAUER, F.: Teorie výpočtu sil a problematika silových poměrů v tříbodovém závěsu traktoru. [Dílčí zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1983.
 BAUER, F.: Vliv regulační hydrauliky traktoru na vybrané parametry motoru. Konference kateder a pracovišť spalovacích motorů. In: Sbor. VŠZ v Praze. Praha 1985, s. 8-16.
 ŠTASTNÝ, M.: Zahraníční zkušenosti z racionálního využívání paliv a energie v zemědělství. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1984, č. 1.

Došlo dne 27. 2. 1986

БАУЭР, Ф. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние количества пахотных органов прицепного плуга на изменение импульсных усилий в тяге 3-точечной подвески трактора. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 17-24.

Технический и экономический уровень с/х производства непосредственно связан с новыми, высокопроизводительными машинами. Трактор остается, однако, все еще самым распространенным энергосредством, причем современные типы снабжены регулирующей гидравликой, которая расширяет поле применения этих средств в сельском хозяйстве. Эта гидравлика — регуляция усилий — значительно способствует экономии горючего на вспашку и основную почвообработку и в то же время повышению выработки. Качество регулирования значительно зависит от входного импульса усилий в автоматической системе, который обуславливает работу пахотного агрегата. регулировка усилий; носитель общего сопротивления; трехлемешный прицепной плуг

BAUER, F. (University of Agriculture, Brno): *Influence of the Number of Plough Bodies of a Mounted Plough on the Change of Impulse Forces in Draw Rods of a Three-point Suspension of Tractor*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 17-24.

The technical and economical level of agriculture is dependent on modern agricultural machines with high performance. It is generally accepted truth that the most wide-spread means of energy used in agricultural mechanization is a tractor. One of the characteristic features of modern tractors is that they are equipped with regulating hydraulics, which extends utilization of these mobile energetic means in agriculture. Tractor regulating hydraulics — force regulation — contributes to a considerable reduction of fuel consumption during tillage, the basic cultivation of soil. At the same time, it helps to increase tractor performance. The quality of regulation depends on an inlet force impulse to the automatic system which influences the work of a ploughing set.

force regulation; carrier of total resistance; three-share mounted plough

BAUER, F. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Einfluss der Anzahl der Pflugkörper eines Anbaupfluges auf die Änderung der Impulsionskräfte in den Zugstangen der Dreipunkthanlagevorrichtung des Traktors*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 17-24.

Sowohl das technische als auch das ökonomische Niveau der landwirtschaftlichen Produktion sind von modernen, leistungsfähigen Landmaschinen direkt abhängig. Es gilt nach wie vor, dass der Traktor das meistbenutzte energetische Mittel ist, das gegenwärtig in der landwirtschaftlichen Mechanisierung genutzt wird. Eines der Merkmale der gegenwärtigen Traktoren ist ihre Ausstattung mit der Regelhydraulik, die die breite Anwendbarkeit dieser mobilen energetischen Mittel in der landwirtschaftlichen Praxis noch weiter erhöht. Die Regelhydraulik der Traktoren — die Kraftregelung — trägt wesentlich zur Senkung des Kraftstoffverbrauches beim Pflügen bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitsleistung bei. Die Qualität des Regelprozesses hängt in grossem Masse vom Eintrittskraftimpuls in das automatische System ab, das die Arbeit des Pflugaggregates beeinflusst.

Kraftregelung; Träger des Gesamtwiderstandes; Dreischaranbaupflug

Adresa autora:

Doc. ing. František Bauer, CSc., Vysoká škola zemědělská, 613 00 Brno

SNÍMAČ ROZDÍLU TLAKŮ V HYDRAULICE ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

J. Kupr

KUPR, J. (Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha - Chodov): *Snímač rozdílu tlaků v hydraulice zemědělských strojů*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1): 25–33.

Práce se zabývá konstrukcí snímače rozdílu tlaků s odporovými tenzometry pro měření rozdílu tlaků v hydraulických systémech zemědělských strojů. Při návrhu snímače jsme vycházeli z požadavku vysoké citlivosti a přetížitelnosti měřicího členu. Respektovali jsme také specifické požadavky, které vyplývají z činnosti v polních podmínkách. Výsledky laboratorních měření a hodnocení v polních podmínkách potvrdily vhodnost konstrukce a její odolnost vůči vlivům prostředí.

měřicí člen; odporové tenzometry

Stěžejním požadavkem při vyšetřování poměrů v hydraulických systémech zemědělských strojů je znalost rozdílu tlaků. Tento údaj se převážně zjišťuje měřením tlaku ve vstupní a výstupní větvi hydrostatického prvku a stanovením rozdílu ze zjištěných hodnot. Způsob měření dvěma snímači tlaku sice umožňuje komplexně hodnotit tlakové poměry hydraulického prvku, ovšem za cenu rozsáhlejšího měřicího řetězce (dva snímače potřebné k určení jedné veličiny) a zdoluhavějšího zpracování.

Pro energetické analýzy, u nichž převažuje požadavek pouze na rychlé určení rozdílu tlaků, je výhodnější speciální měřicí zařízení — snímač rozdílu tlaků.

Tyto skutečnosti vedly ke konstrukci snímače vhodného především pro použití na zemědělských strojích při polní laboratorních měřeních.

Od snímače rozdílu tlaků se požadovala především možnost měřit tlaky do jmenovité hodnoty 30 MPa bez ohledu na místo vstupu tlakového média. Ostatní požadavky jsou shodné s požadavky na snímače tlaku, které uvedl Kupr (1985).

TEORETICKÝ ROZBOR

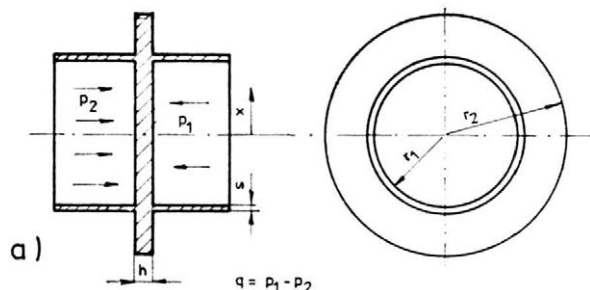
Pro měření rozdílu tlaků je nejjednodušším řešením snímač tlaku, u něhož oba tlaky p_1 a p_2 působí na stejný měřicí prvek — měřicí desku (membránu), jejíž deformace je úměrná rozdílu q působících tlaků $p_1 - p_2 = q$ (obr. 1a).

Pro odporové tenzometry, které představují elektrický převodník mezi deformací měřicího prvku a změnou odporu, je nutné hledat umístění mimo vlastní měřicí prostředí, kde by nepřišly do styku s tlakovým médiem (olejem). Tím odpadne nutnost řešit otázku krytí a těsnění tenzometrů s vodiči při vysokých tlacích a teplotách.

Proto bylo navrženo řešení s přechýlujícím okrajem měřicího členu, na němž byla umístěna tenzometrická čidla.

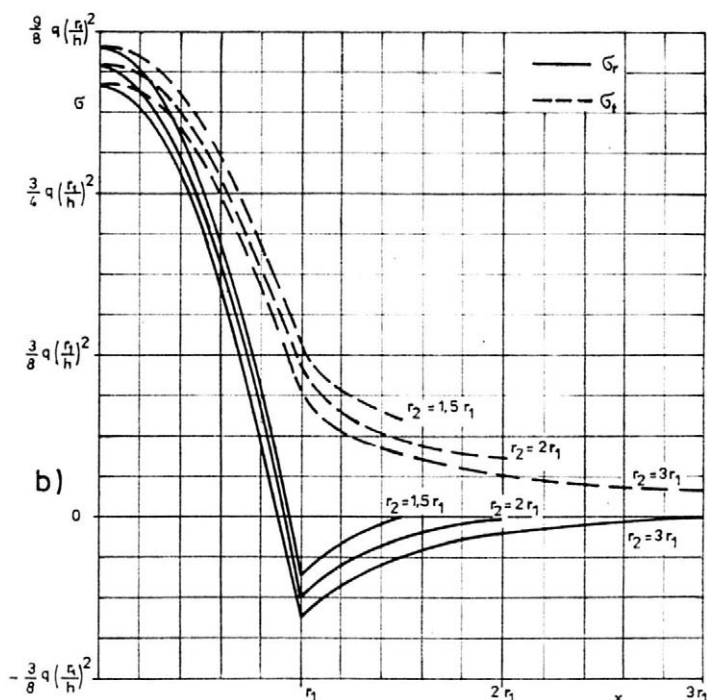
Pro umístění měřicích čidel je tedy nutná znalost průběhu deformace (napětí) na měřicím členu.

Na měřicí člen (obr. 1a) pohlížíme jako na tenkou kruhovou desku zatíženou rozdílem tlaků q . Rozdíl tlaků q působí rovnoměrně na vnitřní desku o poloměru r_1 . Vnější desku tvoří mezikruží



1. a) Schéma snímače rozdílů tlaků; b) průběhem ohybových napětí (tečného σ_t a radiálního σ_r) podél měřicí desky v závislosti na vzdálenosti x od osy snímače a na poloměru

$\frac{r_1}{r_2}$ — a) Scheme of the pickup of pressure differences; b) bending stresses pattern (tangential stress σ_t and radial stress σ_r) along a measuring board in dependence on distance x from the axis of the pickup and on the ratio $\frac{r_1}{r_2}$



o poloměrech r_1 a r_2 . Tloušťku stěny s obou měřicích komor (trubek) pokládáme pro zjednodušení za zanedbatelnou vzhledem k rozměrům desky (r_1 , r_2 , h) a s jejím vlivem při řešení nepočítáme.

Za těchto podmínek lze měřicí člen řešit jako dvě soustředné desky, z nichž vnitřní deska (o poloměru r_1) je na okrajích podepřena a zatížena rovnoměrným zatížením q a obvodovým momentem m . Vnější deska tvaru mezikruží je na vnitřním obvodu zatížena momentem $-m$.

Obecné řešení daného problému uvedl např. Timošenko (1951). Při řešení mezikružové desky se vychází z definice úhlu ohnutí φ :

$$\varphi = C_1 \cdot x + C_2 \cdot x^{-1} \quad (1)$$

$$\varphi' = C_1 - C_2 \cdot x^{-2} \quad (2)$$

Obecné vztahy pro stanovení tečného a radiálního ohybového namáhání jsou:

$$\sigma_t = \frac{E' \cdot h}{2} \left(\frac{\varphi}{x} + \mu \varphi' \right) \quad (3)$$

$$\sigma_r = \frac{E' \cdot h}{2} \left(\varphi' + \mu \frac{\varphi}{x} \right) \quad (4)$$

Průhyb desky y je uváděn ve tvaru:

$$y = C_3 - \int_0^x q dx \quad (5)$$

Okrajové podmínky mezikruhové desky zatížené obvodovým momentem m na poloměru r_1 jsou:

$$\text{pro } x = r_1 \quad \text{je: } \sigma_{r1} = \frac{6m}{h^2}; \gamma_{r1} = 0$$

$$x = r_2 \quad \text{je: } \sigma_{r2} = 0$$

Pro vnitřní desku je úhel ohnutí φ definován vztahem:

$$\varphi = C_4 x + C_5 x^{-1} - \frac{3}{4} \cdot \frac{q}{E'h^3} \cdot x^3 \quad (6)$$

Okrajové podmínky vnitřní desky jsou:

$$\text{pro } x = 0 \quad \text{je } \varphi = 0,$$

$$\text{pro } x = r_1 \quad \text{je úhel ohnutí } \varphi \text{ obou desek stejný.}$$

Řešení vztahů (1) až (6) s uvedenými okrajovými podmínkami uvedl Kupr (1984). Ohybová napětí na poloměru x jsou potom definována ve tvaru:

vnitřní deska

$$\sigma_t = \frac{3}{8} q \left(\frac{r_1}{h} \right)^2 \left[(1 + \mu) + \frac{r_1^2 + r_2^2 + \mu(r_2^2 - r_1^2)}{r_2^2} - \left(\frac{x}{r_1} \right)^2 \cdot (1 + 3\mu) \right] \quad (7)$$

$$\sigma_r = \frac{3}{8} q \left(\frac{r_1}{h} \right)^2 \left[(1 + \mu) + \frac{r_1^2 + r_2^2 + \mu(r_2^2 - r_1^2)}{r_2^2} - \left(\frac{x}{r_1} \right)^2 (3 + \mu) \right] \quad (8)$$

vnější deska

$$\sigma_t = \frac{3}{8} q \left(\frac{r_1}{h} \right)^2 \cdot (1 - \mu) \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \cdot \left[1 + \left(\frac{r_2}{x} \right)^2 \right] \quad (9)$$

$$\sigma_r = \frac{3}{8} q \left(\frac{r_1}{h} \right)^2 \cdot (1 - \mu) \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{r_2}{x} \right)^2 \right] \quad (10)$$

Rovněž průhyb i úhel ohnutí lze vyjádřit podobnou soustavou rovnic.

Ze vztahů (7) až (10) vyplývá, že průběh ohybových napětí je pouze funkcí rozměrů obou desek, a to především poměru r_2/r_1 . Na obr. 1b je zobrazen průběh obou napětí pro různé hodnoty poměru r_2/r_1 . Z grafu zřetelně vyplývají hodnoty tečných ohybových napětí vyšší než u napětí radiálních. Aby bylo pro snímače umístěné na vnější desce dosaženo velkého výstupního signálu (velké deformace měřicího členu), je třeba, aby poměr r_2/r_1 byl co nejmenší.

Šířka vnější desky nemůže být libovolně malá, svými rozměry musí umožnit umístění odporových snímačů.

KONSTRUKCE A HODNOCENÍ FUNKČNÍHO MODELU

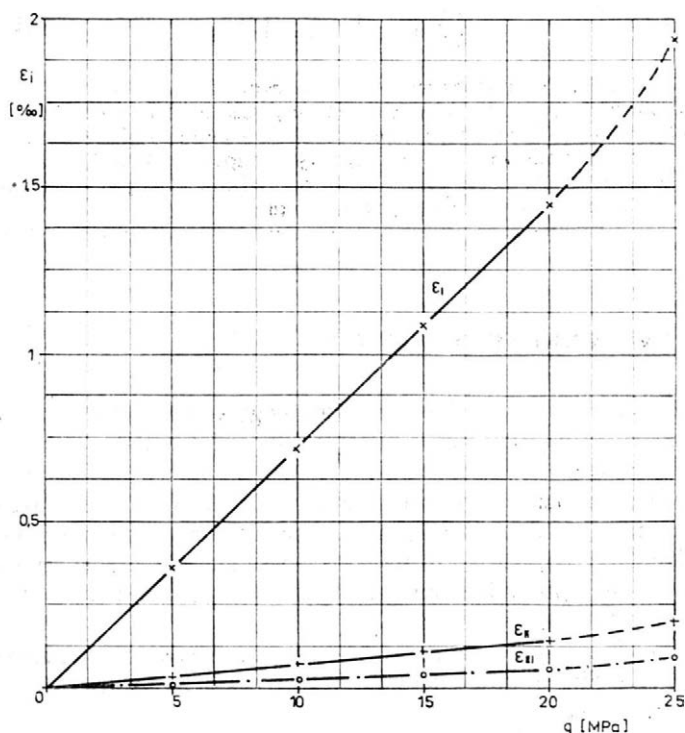
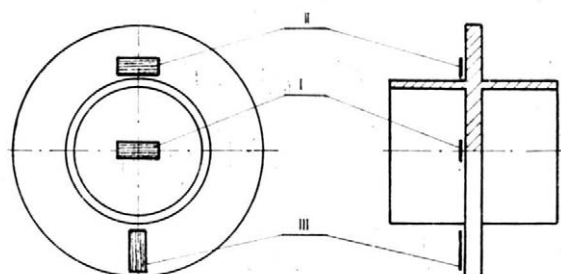
Na základě předchozího rozboru a s ohledem na technologické možnosti výroby snímače a dostupnosti tenzometrických čidel byly navrženy základní rozměry snímačů.

Výchozím rozměrem všech provedení funkčního modelu byl poloměr $r_1 = 10$ mm. Po vyrobení a laboratorním prověření pak byly na základě dosažených výsledků upravovány jak základní rozměry snímače s cílem dosáhnout co největší citlivosti měřicího členu, tak i spoje měřicího členu s připojovacím šroubením s ohledem na těsnost spoje, ochranu snímačů a vodičů. Jednotlivá provedení snímačů byla označena písmeny TDM a číslicí.

Přehled o rozměrech členu je uveden v tab. I, v níž jsou také uvedeny poměrné veličiny základních rozměrů jednotlivých provedení funkčního modelu. Měřicí členy funkčního modelu byly vyrobeny z materiálu 11600.

I. Charakteristiky funkčních modelů snímače rozdílů tlaků — Characteristics of the functional models of the pressure difference pickup

Snímač	Poměrné veličiny				Poměrná deformace ε [‰] při rozdílu tlaků 10 MPa v místě		
	$\frac{r_2}{r_1}$	$\frac{r_1}{h}$	$\frac{r_1}{s}$	$\frac{h}{s}$	I	II	III
TDM I	2,3	10	10	1	0,722	0,071	0,032
TDM II	1,9	12,5	12,5	1	—	0,092	0,044
TDM IV	1,75	5	11,1	2,22	0,650	0,095	—



2. Poměrná prodloužení ε_i měřicí desky funkčního modelu snímače rozdílů tlaku v závislosti na rozdílu tlaku q — Relative elongation ε_i of the measuring board of a functional model of the pressure difference pickup in relation to pressure difference q

U každého provedení měřicího tělesa bylo tenzometricky proměřeno namáhání (poměrné prodloužení) desky ve třech místech (obr. 2):

- místo I — v ose desky,
- místo II — tečné namáhání (prodloužení) vnější desky,
- místo III — radiální namáhání (prodloužení) vnější desky.

Na obr. 2 jsou zobrazeny naměřené hodnoty deformací v závislosti na rozměrech snímačů.

Z výsledků laboratorních měření jednotlivých provedení funkčních modelů vyplynuly tyto závěry:

- deformace vnitřní desky (místo I) je asi desetkrát vyšší než deformace vnější desky (místo II), což je ve velmi dobrém souladu s teoretickým řešením (obr. 1b), kdy pro $r_2 = 2 r_1$ vychází poměr prodloužení v ose a na obvodu vnější desky asi 7,5;

- deformace vnější desky v radiálním směru (místo III) je téměř poloviční než ve směru tečném (místo II), což opět velmi dobře souhlasí s výpočtem;

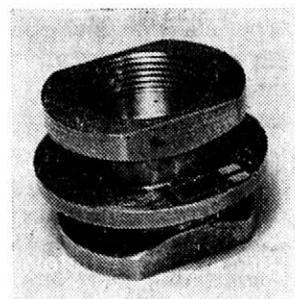
- rozhodující vliv na citlivost snímače má veličina r_1/h , která sama o sobě určuje deformaci vnitřní desky z 26 % a vnější desky z 21 % (koeficienty determinace);

- vliv parametru r_1/s , tj. vliv tloušťky stěny přípojovací trubky (který byl při teoretickém řešení zanedbán), na citlivost měřicího členu je cca z 10 % vzhledem k vlivu ostatních parametrů;

- pro materiál 11600 byla závislost $\varepsilon_i = f(q)$ lineární až do hodnoty $\varepsilon_I \doteq 1,44 \cdot 10^{-3}$, což odpovídá mezi kluzu v tahu 340 MPa (pro „zpevněný“ modul pružnosti v tahu); to je v dobré relaci s horní hranicí meze kluzu materiálu 11600.

SNÍMAČ ROZDÍLU TLAKU

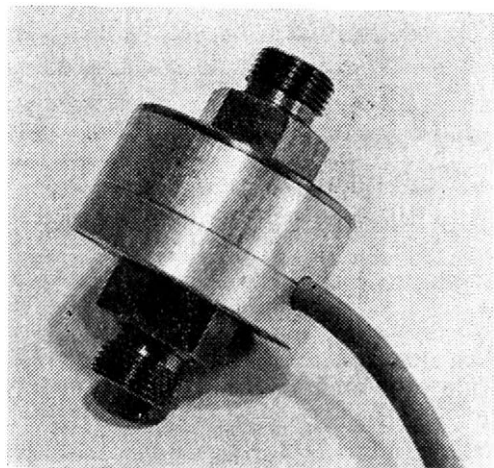
3. Měřicí člen snímače rozdílů tlaků s nalepenými odporovými tenzometry — Measuring element of the pressure difference pickup with sticked-on strain gauges



Začátkem roku 1984 byla vyrobena sada snímačů rozdílů tlaku pro použití na zemědělských strojích. Výchozí rozměry měřicího členu (obr. 3) byly shodné s rozměry snímače TDM IV. S ohledem na požadavek měřit rozdílů tlaku do 30 MPa s možností přetížení až na dvojnásobek jmenovité hodnoty vyplynula nutnost pro výrobce použít měřicího členu materiál 15260, jehož minimální mez kluzu je 750 MPa.

Pro desku o tloušťce 2 mm vychází jmenovitý rozdíl tlaků namáhání v ose desky cca 510 MPa, což značí, že při přetížení na dvojnásobek jmenovité hodnoty dojde k trvalé deformaci snímače. Požadavek na dvojnásobné přetížení vyplynul především z hlediska perspektivního použití, neboť v současnosti se měřené rozdíly pohybují pod stanovenou jmenovitou hodnotu 30 MPa. Proto bylo rozhodnuto vyrobit dvě skupiny snímačů, a to s tloušťkou desky 2 mm a 3 mm. Snímače pro měření rozdílů tlaku byly pro další evidenci označeny PD a pořadovým číslem.

Měřicí těleso a tenzometry Vishay 125 UW je na obr. 3. Vývody tenzometrů byly připojeny k svorkovnicím upevněným na seříznutých okrajích přírub. Od svorkovnic pak vedl čtyřžilový kabel (cca 1 m dlouhý), zakončený zásuvkou. Měřicí člen s tenzometry

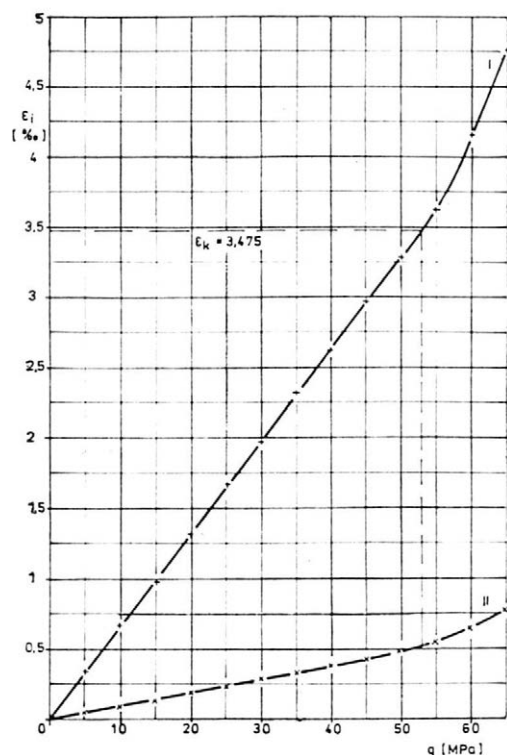


4. Snímač rozdílů tlaků PD — The pickup of pressure differences PD

a svorkovnice byly zakryty dvojdielným hliníkovým krytem, který zároveň zajišťuje kabel před vytržením. Šroubení jsou niklovaná. Kompletní snímač je na obr. 4. Rozměry snímače jsou:

délka 86 mm
vnější průměr 57 mm
hmotnost (bez kabelu) cca 0,45 kg

Před kompletací sady snímačů byl jeden měřicí člen s měřicí deskou $h = 2$ mm podroben destruktivní zkoušce. Z průběhu poměrné deformace desky (obr. 5) v místech



5. Poměrné prodloužení ϵ_i měřicí desky snímače rozdílů tlaků PD v závislosti na rozdílu tlaků q (místo I — tečné — radiální — napětí v ose desky, místo II — tečné napětí na vnější desce) — Relative elongation ϵ_i of the measuring board of the pressure difference pickup PD in relation to pressure difference q (spot I tangential — radial — stress along the axis of the board, spot II — tangential stress on the outer board)

II. Charakteristiky snímačů rozdílu tlaků PD — Characteristics of pressure difference pickups PD

Datum cejchování	Snímač PD-4			Snímač PD-6		
	cejch [MPa] pro $\varepsilon = 1 \text{ ‰}$	linearita [%]	přesnost [%]	cejch [MPa] pro $\varepsilon = 1 \text{ ‰}$	linearita [%]	přesnost [%]
červen 1984	29,0	0,3	0,5	44,5	0,2	0,7
leden 1986	29,3	0,2	0,5	47,0	0,3	1,2

I a II (označení míst je shodné s obr. 2) vyplývá pružná deformace měřicího členu do tlaku cca 53 MPa. Zatěžování probíhalo na zařízení 3/PD 600 pro maximální tlak 60 MPa.

K plastické deformaci snímače tedy dochází při poměrné deformaci $\varepsilon_k = 3,475 \text{ ‰}$. Tomu odpovídá mez kluzu $\sigma_k = 820 \text{ MPa}$, tedy o 10 % vyšší než mez předpokládaná.

Po ověření těsnosti spojů byly snímače zkompletovány a cejchovány stupňovaným tlakem do jmenovité hodnoty a jejich parametry byly hodnoceny postupem, který uvedl Rybář (1981).

Citlivost snímačů A s deskou o tloušťce 2 mm je v průměru $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ V/MPa}$ a citlivost snímačů s deskou 3 mm silnou $5 \cdot 10^{-3} \text{ V/MPa}$.

Cejchovací zařízení 3/PD 600 bylo opatřeno speciálním nástavcem, který umožňuje jak střídavé, tak i současné zatěžování měřicího členu. V tab. II jsou uvedeny charakteristické hodnoty dvou snímačů: PD-4 s deskou $h = 2 \text{ mm}$ a PD-6 s deskou $h = 3 \text{ mm}$.

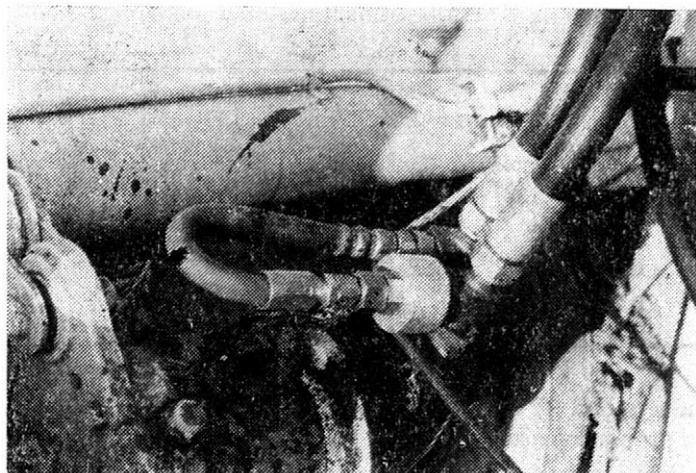
Podstatnou vlastností snímačů je teplotní stabilita nuly, tzn. stabilita signálu vyváženého a nezatíženého snímače, a stabilita citlivosti, tj. stabilita výstupního signálu snímače zatíženého na změnu teploty. Obě veličiny byly u snímačů sledovány v rozmezí teplot 20 až 80 °C na speciálním zařízení pro cejchování do vyšších teplot, které bylo k tomuto účelu sestaveno.

Citlivost nuly, daná poměrnou změnou signálu na změnu teploty o 10 °C, byla v průměru nižší než 0,3 %/10 °C při rychlosti ohřevu 10 °C asi za 15 minut.

Změna citlivosti snímačů vlivem teploty vyplývá z údajů v tab. III, v níž jsou uvedeny hodnoty směrnice A (V/MPa) závislosti $u_i = f(q)$. S rostoucí teplotou roste citlivost snímačů, což opět vystihuje procentuální změna vztažená na změnu teploty o 10 °C. Změnu citlivosti snímačů vlivem teploty vystihuje poměrná hodnota 0,4 %/10 °C.

III. Směrnice A (v/MPa) snímačů rozdílu tlaků PD (teplotní závislost) — Gradients A (v/MPa) of pressure difference pickups PD (temperature dependences)

Teplota [°C]	Snímač	
	PD-4	PD-6
20	$8,611 \cdot 10^{-3}$	$5,339 \cdot 10^{-3}$
40	$8,646 \cdot 10^{-3}$	$5,357 \cdot 10^{-3}$
60	$8,742 \cdot 10^{-3}$	$5,401 \cdot 10^{-3}$
80	$8,734 \cdot 10^{-3}$	$5,464 \cdot 10^{-3}$



6. Hydromotor OMT 200 se snímačem rozdílu tlaku PD-1 připojeným mezi vstupní a výstupní potrubí hydromotoru — Hydraulic motor OMT 200 with the pressure difference pickup PD-1 attached between the inlet and outlet piping of the hydraulic motor

ZHODNOCENÍ

Po laboratorním ověření snímačů rozdílu tlaků PD-1 až PD-10 byly dosažené parametry porovnány s parametry podobného snímače, uvedeného v prospektu firmy Hottinger (jednalo se o snímač indukční).

Z porovnání odpovídajících parametrů vyplývá:

- vzhledem k jmenovitému rozsahu měřené veličiny vycházejí rozměry i hmotnost snímačů PD příznivěji, a to rozměry menší o 22 % a hmotnost nižší o 32 %;

- linearita snímačů PD je do 0,5 %, u porovnávaného indukčního snímače je uváděna linearita do 1 %;

- rovněž teplotní stabilita nuly a citlivosti snímačů PD je srovnatelná s údaji pro snímač Hottinger;

- snímače mají stálé parametry, jak vyplývá z opakovaných cejchování v rozmezí 1,5 roku, kdy u většiny snímačů byla změna citlivosti menší než 2 %;

- bezprostředně po ukončení laboratorních ověřování byly snímače použity při měření na zemědělských strojích, na kterých se plně osvědčily. Na obr. 6 je pohled na snímač PD-1 při měření tlakového spádu hydromotoru kukuřičného adaptéru sklízecí řezačky SP8-049;

- původnost řešení snímače rozdílu tlaků byla ohodnocena udělením autorského osvědčení č. 233788.

Použité symboly

A — směrnice přímky závislosti $u_i = f(q_i)$ (V/MPa)

C — integrační konstanta

$E' = \frac{E}{1 - \mu^2}$ — „zpevněný“ modul pružnosti (MPa)

h — tloušťka desky (m)

m — jednotkový radiální moment (Nm)

p_i — měrný tlak (MPa)

q — rozdíl tlaků působících na vnitřní desku (MPa)

r_i — poloměr desky (m)

s — tloušťka stěny trubky (m)

x — vzdálenost od osy snímače (m)

ε — poměrné prodloužení (1)

ε_L — poměrné prodloužení na mezi kluzu (1)
 μ — Poissonova konstanta (1)
 σ_i — ohybové namáhání (MPa)
 φ — úhel natočení (rad)

Literatura

- KUPR, J.: Snímače rozdílů tlaku v hydraulice zemědělských strojů. [Výzkumná zpráva.] Praha, Agrozet k. VÚZS 1984. 31 s.
 KUPR, J.: Tlakové snímače pro měření tlaku na zemědělských strojích. Zeměd. Techn., 31, 1985, č. 11, s. 685-693.
 RYBÁŘ, J.: Přesné měření tlaků při zkouškách turbokompresorů. Strojírenství, 31, 1981, č. 5.
 TIMOŠENKO, Š.: Pružnost a pevnost, II. díl. Praha, TVV 1951.

Došlo dne 4. 6. 1986

КУПР, Я (Агрозет, Концерновый научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов): Датчик разницы в давлении в гидравлике сельхозмашин. Земед. Techn., 33, 1987 (1) : 25-33.

V работе рассматривается конструкция такого датчика с тензometрами сопротивления, предназначенного для определения различий давления в гидравлических системах сельскохозяйственных машин. Проектируя датчик мы исходили из требования обеспечить высокую чувствительность и способность выдерживать перегрузки у измерительного элемента. Мы учитывали специфические требования, вытекающие из работы в полевых условиях. Результаты лабораторных измерений и оценка в полевых условиях подтвердили пригодность конструкции и ее устойчивость к влияниям среды.

измерительный элемент; тензометры сопротивления

KUPR, J. (Agrozet, Concern Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Chodov): Pickup of Pressure Differences in Hydraulic Systems of Agricultural Machines. Zeméd. Techn., 33, 1987 (1) : 25-33.

There is a description of the construction of a pickup of pressure differences with strain gauges for measuring pressure differences in the hydraulic systems of agricultural machines. When designing the pickup, the requirement of high sensitivity and overload capacity of the measuring element was respected as well as other specific requirements consequent to operation in the field. The results of laboratory measurements and evaluation under field conditions confirmed applicability of the construction and its resistance to environmental effects.

measuring element; strain gauges

KUPR, J. (Agrozet, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov): Druckunterschiedsempfänger in der Hydraulik der Landmaschinen. Zeméd. Techn., 33, 1987 (1) : 25-33.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Konstruktion des Druckunterschiedsempfängers mit Widerstandstensometern für die Messung der Druckunterschiede in hydraulischen Systemen der Landmaschinen. Beim Projekt des Druckunterschiedsempfängers gingen wir von der Anforderung einer hohen Empfindlichkeit und der Überlastungsfähigkeit des Messelementes aus. Wir respektierten auch die einzelnen spezifischen Anforderungen, die aus der Tätigkeit unter Feldbedingungen resultieren. Die Messergebnisse unter Labor- und Feldbedingungen bestätigten vollkommen die Eignung der Konstruktion und ihre Resistenz den Umwelteinflüssen gegenüber.

Messelement; Widerstandstensometer

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Kupr, CSc., Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, 140 03 Praha-Chodov

Vybrané nejnovější tituly z oboru zemědělská technika ve fondu ÚZLK a tituly vybrané z produkce zahraničních nakladatelských firem, které budou zařazeny do objednávek pro rok 1987

Application of geothermal energy and industrial thermal effluents in agriculture. Bulletin CNRE 6. Řím 1985.

C 28.451/6

Biogas. Bibliographie. Braunschweig-Volkenrode 1985.

C 28.020

Bodenverdichtungen beim Schlepper- und Maschineneinsatz und Möglichkeiten zu ihrer Verminderung. Münster-Hiltrup 1986.

D 62.309/308

BUREŠ, O.: Traktory a automobily. Praha 1986.

C 29.678

Elektronische Autogen in der Landwirtschaft. Berlin 1986.

D 78.165

Elektronizace a automatizace. Sborník ČSAZ č. 103. Praha 1986.

E 42.803/103

Energy from Biomass. 3rd E. C. Conference Italy 1985.

D 77.862

Getreidekonservierung und —lagerung. Beiträge des KZBL-Fachgespräches am 10.—11. 7. 1986 in Borken (Westfalen). Münster-Hiltrup 1986.

D 62.309/312

GELFENBEJN, S. P.: Elektronika i avtomatika v mobilnych selchozmašinach. Moskva 1986.

D 78.537

TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA – ZÁKLAD PRO EFEKTIVNÍ POČÍTAČEM KONTROLOVANÝ SYSTÉM ÚDRŽBY ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

J. Kovář, K. Otto, Z. Fáber

KOVÁŘ, J. — OTTO, K. — FÁBER, Z. (Vysoká škola zemědělská, Praha; Jednotné zemědělské družstvo Rudá hvězda, Modletice): *Tribotechnická diagnostika — základ pro efektivní počítačem kontrolovaný systém údržby zemědělských strojů*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 35-46.

Moderní pojetí zajišťování provozní spolehlivosti strojů je stále větším technicko-ekonomickým problémem. Preventivní péče o stroje vyžaduje i v zemědělství nové přístupy, a to takové, které by zajistily i jejich efektivní využití. V této oblasti sehrává důležitou roli bezdemontážní diagnostika. Tribotechnická diagnostika v návaznosti na ostatní zjištěné parametry technického stavu prvku, stroje s napojením na výpočetní techniku splňuje i náročné požadavky moderního pečovatelského systému o stroje. Zvláště pak se jedná o průběžné sledování kvantity i kvality otěrových částic v exploatovaném mazivu. K tomu účelu byly na Vysoké škole zemědělské v Praze vyvinuty tzv. magnetické analyzátoři částic v kapalinách a byl vypracován hardware i software pro výpočetní techniku. Bylo také použito diskriminační analýzy a stanovena tzv. základní linie. Podle těchto kritérií jsou sledované stroje tříděny do oblasti provozuschopných, do oblasti provozní nejistoty a do oblasti stopstavu. Byla vypracována metodika tribotechnické diagnostiky pro její provozní i laboratorní využití, aby bylo možné stanovit režim opotřebení prvku či stroje a prognózu jejich životnosti, potřeby náhradních dílů, opravářských kapacit apod.

preventivní péče; tribotechnická diagnostika; průběžné sledování opotřebení; částicová analýza; ferrografie; přímočtoucí kapilární magnetický analyzátor částic v kapalinách; diskriminační analýza; výpočetní technika

V zemědělských závodech každoročně vzrůstá počet nové techniky: traktorů, samojízdných strojů, speciálních nákladních automobilů aj. Společným znakem této nové techniky je především vyšší výkon, který je ovšem vykoupen zavedením vyšších technických parametrů: rostou otáčky strojů, zvyšuje se rychlost, tlak a teplota zejména u spalovacích motorů, stupňují se materiálové nároky a na druhé straně je náročnější uložení součástí a zhoršuje se přístupnost k třecím uzlům. To vše vytváří náročnější podmínky pro údržbu a provozuschopnost strojů.

Dosud jsou intervaly údržeb určovány především výrobcí strojů a respektují předem určené termíny pro údržby (např. TÚ-1 nebo TÚ-2 aj.). Tyto intervaly jsou velmi konzervativní a do značné míry alibistické, neboť respektují především zájmy výrobců a méně zájmy uživatelů techniky, zejména údržby. Naše i zahraniční zkušenosti ukazují, že takto pojatá koncepce údržby — preventivní údržby — je drahá, personálně náročná a celkem neefektivní, vytváří se nezdravá a nespolehlivá závislost na záznamech jako prostředku vykonané údržby. Navím tímto způ-

sobem nelze dělat trendovou analýzu, která by umožnila vyhnout se nákladným a drahým, často i zbytečným opravám.

Proto se zdá být účelnější zavést jiný, pokrokovější a hlavně organizačně účelnější a ekonomicky výhodnější systém údržby, založený na zjišťování momentálního technického stavu. Je to tzv. „kondiční monitorování“, což je v podstatě systém sledující průběžně a soustavně technický stav stroje na základě bezdemontážní diagnostiky technické či tribotechnické. Cílem kondičního monitorování je sledování změn opotřebení některých součástí, včasná předpověď poruchy, určení naléhavosti opravy a k tomu plánovitě zajištění náhradních dílů, opravárenských kapacit apod. Monitorovací technika je dnes již velmi obsáhlá a nákladná a zodpovědný pracovník mechanizátor si nemůže dovolit sledovat např. všechny parametry technického stavu (teplotu, tlaky, vibrace jednotlivých agregátů a jejich spektra, krouticí momenty, průtoky paliva a maziva ap.) ani tribotechnické parametry (např. hladinu otěrových kovů, oběhové číslo motorového oleje, degradaci maziva, zvyšování karbonizačního zbytku aj.). Navíc by současné monitorování řady parametrů technického a tribotechnického rázu přinášelo další potíže při vyhodnocování a zapisování získaných hodnot. Použití lidské obsluhy ve funkci vykonavatele analýzy, zprostředkovatele a interpretátora výsledků by nutně zanášelo subjektivní hodnocení i mnoho chyb a omylů. Takto pojatá koncepce by byla těžkopádná, nespolehlivá a hlavně drahá. Existuje však jiné řešení, již realizovatelné v našem zemědělství. Je to kondiční monitorování technických, tribotechnických a dalších parametrů za použití výpočetní techniky. Jinými slovy, je třeba investovat do hardwaru a softwaru, zapojit počítač do předem daného programu. Co je však pro nás důležitější a aktuálnější, je vypracovat software, který nám umožní vyhodnotit získané parametry.

TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA — HLAVNÍ METODA KONDIČNÍHO MONITOROVÁNÍ

Mazivo exploatované v monitorovaném stroji má jednu zvláštnost a zároveň velkou výhodu: poskytuje mnohazměrový signál na rozdíl od různých technických veličin, které jsou jednorozměrovým signálem (např. tlak, teplota aj.). Tato výhoda exploatovaného maziva umožňuje totiž současně sledovat:

a) stupeň degradace samotného maziva, zejména pokud jde o oběhový systém mazání,

b) režim a hladinu opotřebení motoru, což jsou dva rozdílné pojmy, z nichž první souvisí s kvalitou opotřebení a druhý (hladina) s kvantitou opotřebení sledovaného stroje.

Koncepci tribotechnické diagnostiky (dále T. D.) můžeme realizovat na dvojí úrovni: laboratorní a provozní. Koncepce obou úrovní T. D. jsme již zevrubně popsali v mnoha publikacích, ale celkově lze říci, že výslovné zaměření pouze na jednu či pouze na druhou úroveň vždy přináší problémy. Stručně — laboratorní analýza oleje musí být vybavena velice náročným hardwarem. Jednoúčelové a vysoce citlivé přístroje pracují při vysoké kvalitaci obsluhy s vysokou reprodukovatelností. Na většinu analýz jsou buď uzačínány či normované předpisy. Pracují téměř vždy metodou off-line, málokdy metodou in situ. Většinou musíme vzorky dodávat kratší či delší cestou. Zpětná vazba na uživatele bývá až na výjimky zdoluhavá, takže pro kondiční monitorování to má omezený význam. Provozní T. D. má zásadní výhodu v tom, že se uskutečňuje přímo na prvním pečovatelském stupni, interpretace (software) výsledků má minimální prodlevu, zpětná vazba je těsná, bezprostřední. Ovšem má-li se vyloučit vliv subjektu, tj. vykonavatele i interpreta analýzy, pak musí

být hardware i software na vysoké úrovni, což v praxi znamená, že přístroje pro tuto analýzu sice obsluhuje pouze zaučená obsluha (nemusí to být vysoce kvalifikovaný inženýr), ale vlastní proces analýzy a hlavně interpretace musí probíhat mimo vliv subjektu.

Jak již bylo v úvodu řečeno, nemůžeme zatěžovat diagnostiku sledováním velkého množství parametrů, to by nebylo únosné ani časově ani ekonomicky. Proto jsme pro jednotlivé řady strojů a zařízení užívaných v zemědělství vytvořili specifický sled tzv. dominantních testů. Jako dominantní testy byly vybrány jen ty, jejichž statistická významnost byla nejvyšší. Tyto testy mohou být doplněny testy alternativními — doplňujícími, zejména v případě nerozhodnosti výsledků.

VÝBĚR DOMINANTNÍCH TESTŮ V RÁMCI T. D. SPALOVACÍCH MOTORŮ

Dominantní testy jsou orientovány jednak k určení stupně degradace maziva, jednak k určení hladiny a režimu opotřebení stroje. Proto sem byly vybrány tyto testy:

URČENÍ CELKOVÝCH NEČISTOT A DEGRADAČNÍCH PRODUKTŮ V MAZIVU

Každé mazivo, které je součástí oběžného systému, je zatěžováno (zejména u spalovacích motorů vznětových — „dieselů“) produkty oxidace a následné polymerace. Výsledkem jsou produkty lišící se poměrem uhlíku k vodíku, přičemž tvoří tuto genetickou řadu: aldehydy, organické kyseliny, polymerací vzniklé polyaldehydy, dále pryskyřice, karboidy a další látky vzniklé karbonizací paliva a maziva. Negativní význam všech těchto látek spočívá v tom, že vytvářejí úsady na pohyblivých i nepohyblivých dílech stroje — motoru, zabraňují účinnému odvádění tepla, zabraňují volnému pohybu pístních kroužků se všemi důsledky pro kompresi a využití energie expandujících plynů. Laboratorně je určujeme buď jako látky nerozpustné ve směsi HEO (hexan, ethanol, kyselina olejová), nebo jako karbonizační zbytek podle Conradssona. Všechny tyto analýzy jsou proveditelné jedině na laboratorní úrovni. Pro provozní analýzu máme k dispozici fotometrické metody, které jsou velmi nenáročné na obsluhu. Sem patří např. přístroj ÖGP dodávaný z NDR anebo přístroj TCM-H vyráběný v ČSSR v OZS Dašice. Nověji je vyráběn přístroj CCT-infratester (JZD RH Modletice), pracující v infraspětru, který vykazuje největší absorpenci právě pro uvedené látky.

Všechny tyto přístroje pracují na základě komparace fotometrického signálu získaného po prosvícení definovaného množství upraveného vzorku maziva. Pouze u CCT-infratesteru se měří bez ředění a přímo v sondě.

Tyto testy jsou časově nenáročné, manipulace s přístroji vyžaduje pouze zaškolení.

URČENÍ CIZORODÝCH LÁTEK V MAZIVU

Tento test zahrnuje určení vody v oleji a paliva v oleji. Cizorodé kapaliny jsou nežádoucí složkou oleje, neboť ovlivňují jeho mazací schopnost, zejména viskozitu.

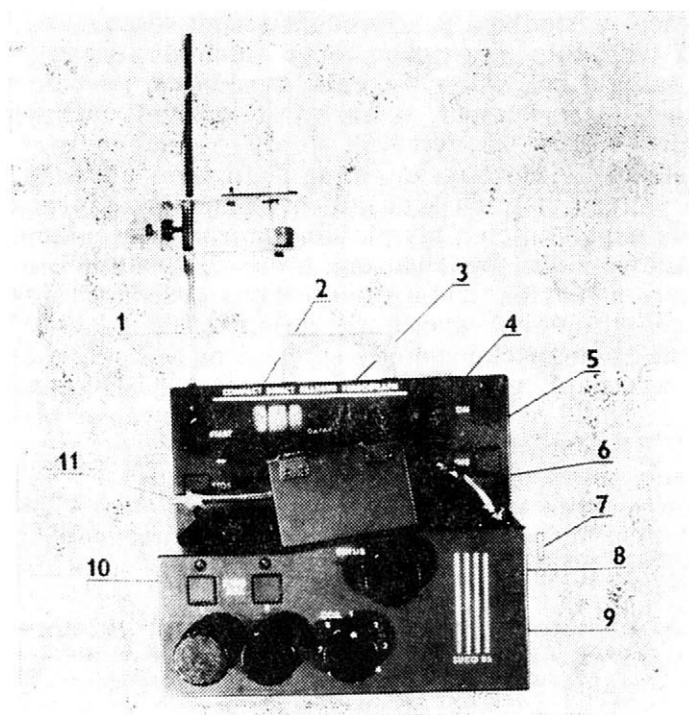
Voda v oleji musí být určena s přesností desetiny procenta. Přípustný obsah vody v oleji je 0,2 %. Pro stanovení vody v oleji lze použít adaptér na přístroji TCM-H, na kterém je možné stanovit vodu až do obsahu 5,0 %. Obsah paliva je možné stanovit buď na základě poklesu viskozity, což je nespolehlivé, anebo na základě bodu vzplanutí (Clevelandův či Marcussonův kelímek), nebo na úrovni provozní. Pro toto stanovení však potřebujeme speciální přístroj (např. SETA flash-tester).

ČÁSTICOVÁ ANALÝZA

Částicová analýza je třetí dominantní zkouškou a je založena na principu ferrografie (Kovář a Otto, 1982, 1983, 1984). Tímto testem zjišťujeme otěr, čili to, „co stroj dává do oleje“. Máme možnost použít např. laboratorní přístroj „Magnetický analyzátor MA 1“ (vyrábí JZD RH Modletice) anebo „Přímočtoucí kapilární magnetický analyzátor částic v kapalinách“ (prozatímne vyrábí ITSZ — VŠZ Praha) pro provozní podmínky (obr. 1).

Pro tvorbu částic platí tři základní zákony částicové analýzy:

1. V každém tribosystému dochází ke tření a opotřebení. Každá třecí dvojice, ať už se jedná o tření kluzné či valivé, je generátorem otěro-



1. Přímočtoucí kapilární magnetický analyzátor částic v kapalinách — Capillary magnetic analyzer of particles in liquids with direct reading

1 — držák zkumavek, 2 — tlačítko START (síťový vypínač), 3 — displej, 4 — supermagnety + kapilára a infradiody, 5 — ovládání magnetického ventilu (zapnutí), 6 — ovládání magnetického ventilu (vypnutí), 7 — stříkačka, 8 — seřizování citlivosti, 9 — kolečko korekce, 10 — nastavení počátečních hodnot „nulování“, 11 — tlačítko STOP (síťový vypínač)

vých částic, i když jejich část se může za určitých okolností solubilizovat (tj. rozpouštět). Tvar částic, jejich počet a velikost je v kauzálním vztahu k režimu a hladině opotřebení (celkově je šest režimů opotřebení a stejný počet hladinových stupňů).

2. Se změnou triborežimu stroje dochází ke třem jevům, mnohdy i současně:

- mění se poměr mezi tzv. velkými částicemi (L-částice) a malými částicemi (S-částice), vyjádřený formou PLP, což je procentuální podíl L částic;

- podstatně se mění hladina otěrových částic (WPC), vyjádřená měrnou koncentrací otěrových částic;

- někdy se mění i chemické složení částic, zejména pokud se týká oxidace za vyšších teplot a tlaků. Vidíme to nejčastěji na oxidech železa: Fe_2O_3 a Fe_3O_4 , které jednoznačně klasifikují kvalitu režimu opotřebení.

3. Změna režimu opotřebení stroje je časově mnohem dříve indikována změnami v počtu částic a jejich velikosti, než to mohou prokázat jiné diagnostické metody. Dostatečně velký časový předstih tak vytváří předpoklad pro realizaci preventivní diagnostiky, uplatňující se zejména v nestabilních triborežimech — záběhovém a havarijním. Prevencí umožňuje změna tvaru částic, což ve ferrografii indikuje druh opotřebení (adhezivní, abrazivní, únavové aj.).

KLASIFIKACE OTĚROVÝCH ČÁSTIC, JEJICH TRÍDĚNÍ A VZTAH K REŽIMU OPOTŘEBENÍ

Na ferrogramu získaném na analytickém (laboratorním) ferrografu jsou zachyceny především kovové otěrové částice seřazené ve směru magnetických siločar podle své velikosti. Velikost ferromagnetických částic na ferromagnetické stopě se postupně zmenšuje, až na konci jsou již jenom submikroskopické částice o velikosti kolem 20 až 50 nanometrů ($= 20 \cdot 10^{-9} \text{ m}$).

Jak již bylo uvedeno, je morfologie otěrových částic rozhodujícím faktorem pro určení druhu opotřebení. Proto si z tohoto hlediska všimněme několika morfologicky zajímavých a typických druhů pro určitý druh opotřebení.

Nejtypičtější částicí, která vzniká při běžném opotřebení, tzn. za běžných podmínek u stroje po záběhu nebo u každé třetí dvojice v dobrém technickém stavu, je částice adhezivní. Adhezivní částice tvoří velmi jemné šupinky o velikosti od $2 \mu\text{m}$ do $15 \mu\text{m}$, které při větším zvětšení mají podobu sušených kukuřičných vloček (cornflakes). Pokud tyto částice vidíme na ferrogramu, dá se říci, že je vše v pořádku a ve stroji se neděje nic špatného.

Další typickou částicí, zejména u strojů po delším proběhu, je částice únavová. Částice tohoto druhu rovněž velmi často vidíme na ferrogramu, a to jak u motorových, tak zejména u převodových olejů. Jsou už značně větší, jsou trojrozměrné, vynikají hladkým lesklým povrchem s nepravidelnými okraji. Jejich velikost se může pohybovat v rozmezí $20 \mu\text{m}$ až $75 \mu\text{m}$, výjimečně i více. Jejich množství stoupá se stupněm exploatace stroje a s délkou života třecích dvojic. Zvláště markant-

ně se to projevuje u ozubených systémů, u kterých můžeme pozorovat únavové částice dvojího druhu:

— částice s podélným hrubým rýhováním na povrchu, které vznikly jako důsledek s c u f f i n g u na kořeni a na hlavě zubu;

— částice s typickým hladkým lesklým povrchem, které vznikly v oblasti rozteče kružnice zubů v důsledku Hertzových tlaků.

Zvláštním typem únavových částic jsou částice s f é r i c k é, vznikající pouze u valivých ložisek na vnitřním či vnějším kroužku.

Mimořádným typem otěrových částic jsou částice a b r a z i v n í, které vždy indikují abnormální podmínky opotřebení. Mají nezaměnitelný tvar: tvoří spirálky, srpečky, mečíky, drátky svinuté do spirály a podobné útvary s jedním rozměrem velice značným. V době záběhu jsou zejména na začátku běžné, po záběhu musí zmizet, protože není důvodu **pro jejich tvorbu. Přesto však může nastat abraze materiálu v důsledku tzv. dvoubodové či třibodové abraze** (např. přítomností křemičitých nečistot).

Dalšími typy mimořádného tribotechnického režimu jsou částice m e z n í a h a v a r i j n í. Ty vznikají jako následek již začínajícího mezního či havarijního opotřebení. Mezní částice zahrnují velké třírozměrné hranolkovité částice o velikosti kolem 50 μm až 80 μm . Při začínajícím havarijním opotřebení nápadně klesá počet malých částic (menších než 15 μm), zvyšuje se počet velkých trojrozměrných částic s typickou morfologií; tyto částice mají dlouhé ostré hrany na jedné straně jakoby useknuté. Jejich povrch bývá zbarven do fialova až hněda, mají „interferenční“ barvu, vzniklou v důsledku vytvoření tenoučké oxidační vrstvičky, na které probíhá interferenční jev. V případě hojného výskytu havarijních částic nápadně klesá počet malých částic, stroj je hlučný, silně se chvěje, vibruje a má další mimořádné projevy.

N e ž e l e z n é částice nacházíme také na ferrogramech, zejména částice z třecích dvojic ložiskových výstelek obsahujících slitiny mědi, olova, hliníku, cínu, antimonu, stříbra aj. Částice těchto kovů jsou většinou paramagnetické, proto leží vně magnetických siločar a napříč řetízkům ferromagnetických částic. Navíc každá z těchto částic, zejména velkých částic oblázkově či lasturově tvarovaných, nese příděr železného protipáru. Do částic neželezných počítáme i diamagnetické částice trojího druhu: částice v l á k n í t é (bavlněná, polyamidická, polyesterová aj. plastická vlákna, dále vlákna skleněná), částice k ř e m i č í t é sekundárního původu, vnikající zvenčí, a částice t r i b o p o l y m e r n í, vznikající tribochemickou reakcí přímo v třecí dvojici v důsledku metamorfózy aditiv obsažených v původním oleji. Tyto částice mají tvar typický pro daný typ aditiv a teplotní a tlakové poměry.

METODA FERROGRAFIE

Metoda ferrografie zahrnuje dvě základní techniky — ferroskopii a ferrodenzimetrii.

Ferroskopie využívá mikroskopických metod pro zjišťování morfologických vlastností otěrových částic. Dále tu zjišťujeme velikost částic, můžeme rozeznávat druh materiálu a druh opotřebení podle tvaru „nebezpečných“ částic.

Ferrodenzimetrie využívá fotometrické snímání ferrografické stopy v přesně vymezených místech této stopy — v tzv. L pozici a S pozici, ve kterých jsou buď velké L částice nebo částice malé (menší než 15 μm).

Obě pozorování, jak ferroskopické, tak ferrodenzimetrické, mají svůj způsob objektivního vyjadřování tribosituace na základě změřené L a S pozice ferrogramu. *

Ferrodenzimetrická data zahrnují dva důležité výstupy:

a) Měrná koncentrace otěrových částic, označovaná WPC, která vyjadřuje celkové množství částic v 1 ml. Tato veličina má tedy výrazně kvantitativní charakter.

b) Procentuální obsah L částic vyjadřuje zastoupení velkých částic nad 15 μm v procentech a informuje o kvalitě opotřebení.

Pro každou skupinu strojů, ať už jsou to spalovací motory, převodovky či hydraulické systémy, nabývají uvedené parametry u strojů v dobrém stavu zcela určitého rozmezí, které je ovšem při posuzování hodnot získaných měřeními exploatovaného oleje potřeba znát předem.

ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ TRIBOTECHNICKÉ ANALÝZY

Pro uživatele v technické praxi je při aplikaci T. D. nutné znát řadu důležitých předpokladů.

a) Je třeba mít přímo v závodě přístrojovou techniku pro provádění T. D. v rozsahu daném dominantními testy (uvedenými v předešlé kapitole).

b) Vzorky olejů, včetně jejich odběru ze strojů, musí zpracovávat jedna osoba — technik se středním vzděláním, který musí jednak zvládnout manipulaci s přístroji, jednak zajistit vysokou reprodukovatelnost výsledků, což je ve značné míře závislé na technické disciplinovanosti obsluhy.

c) Zpracování výsledků analýz je ovšem záležitostí vedoucího inženýra ÚOS či průmyslového cechu, resp. oddělení. V zásadě je možný dvojí způsob zpracování: ruční způsob za pomoci běžné nebo programovatelné kalkulačky a automatické zpracování dat tak, že parametry získané na přístrojích se přímo zapíše nebo přímo přenesou do terminálu velkého počítače (buď vlastního nebo v kooperaci s jiným podnikem).

V obou případech však potřebujeme znát způsob interpretace získaných dat, tzv. software. K tomu nám slouží vícerozměrová analýza, neboť musíme zpracovat mnohazměrový signál získaný tribotechnickou analýzou maziva.

Ve spolupráci s Výpočetním ústavem VŠZ v Praze jsme použili poněkud nekonformní, ale velmi vhodné metody — diskriminační analýzy. Na diskriminační analýzu můžeme nahlížet jednak jako na proces analytický, jednak jako na proces klasifikační. Obojí nám vydatně pomáhá při interpretaci dat získaných nejen na základě typické „olejářské“ analytiky, ale také při interpretaci nekonformních metod tribotechnické diagnostiky, kterou např. dvoustupňová provozní a laboratorní ferrografie bezesporu je.

Jaké jsou cíle diskriminační analýzy a jaké je její praktické využití v zemědělství, resp. v zemědělské technice?

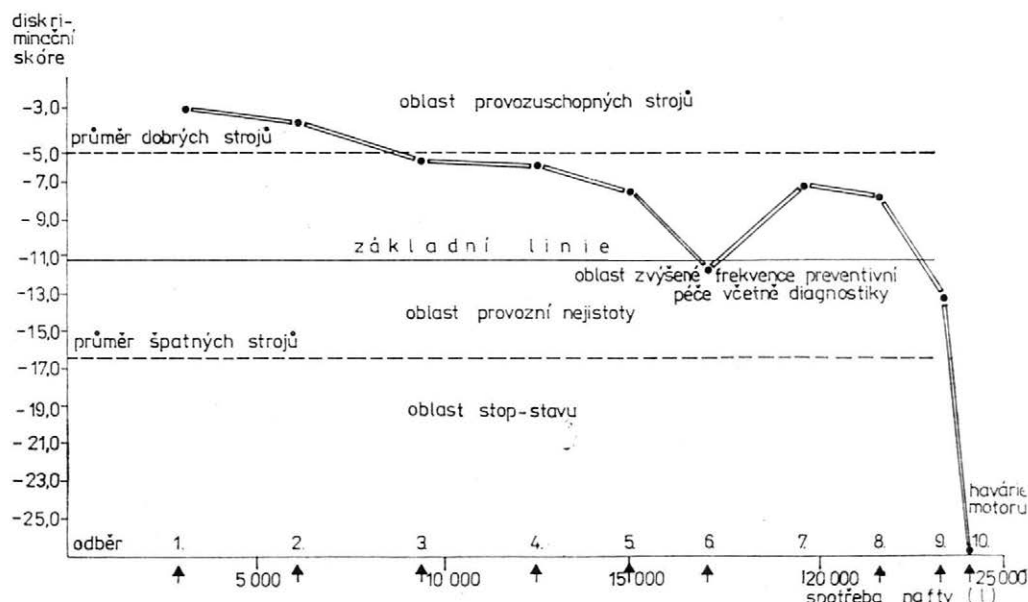
Z á k l a d n í v ý p o č t y zahrnují matematicko-statistické hodnocení dat a jejich zpracování diskriminační analýzou pro jednotlivé typy strojů, motorů, převodovek, hydraulických zařízení apod. Jejich smyslem je získat diskriminační funkce a určit základní linii pro roztrídění strojů na dvě základní skupiny — dobré stroje a špatné stroje. Toto rozdělení můžeme dál upřesnit tak, že v každé skupině (dobré či špatné stroje) ještě vypočteme linii „průměrnou“, takže potom dostáváme tři kritické linie, důležité při trendové analýze:

1. stroje „průměrně“ dobré,
2. stroje „průměrně“ špatné,
3. základní linii jako dělicí čáru mezi stroji dobrými a špatnými.

Všechny tyto základní výpočty pomocí náročné matematicko-statistické analýzy a následující diskriminační analýzy by se měly uskutečňovat pouze na jednom centrálním pracovišti, např. ve Výpočetním ústavu VŠZ ve spolupráci s dalšími katedrami a ústavu VŠZ v Praze. Výsledkem by byl hotový software použitelný v běžné praxi.

Aplikované využití softwaru dodaného uvedeným pracovištěm by už bylo daleko snazší, jednodušší a hlavně rychlejší. Vycházelo by se z uvedených hodnot pro stroje daného typu, data by se trvale uložila do paměti počítače jako srovnávací parametry.

Samozřejmě, že tyto výpočty by se daly dělat i na obyčejné kalkulačce s tím, že bychom si výsledky zakreslovali do trendového grafu (obr. 2), což by pro začátek také muselo stačit. Ideální by bylo, kdyby hlavní technik či vedoucí údržby měl na svém pracovním stole terminál počítače a tam mohl ihned po analýze získaná data uložit do paměti počítače, který by je již podle předem daného softwaru zpracovával.



2. Trend opotřebení motoru Z-8011 — Wear trend of the Z-8011 engine

PRAKTICKÁ APLIKACE DISKRIMINAČNÍ ANALÝZY NA TRIBOTECHNICKOU DIAGNOSTIKU PROVÁDĚNOU NA PRVNÍM PEČOVATELSKÉM STUPNI

Přístrojové vybavení ŮOS zahrnuje:

- a) přímočtoucí kapilární ferrograf,
- b) přístroj TCM-H anebo CCT-infra,
- c) přístroj na zjišťování bodu vzplanutí.

Pro začátek budeme předpokládat případ „ručního“ zpracování výsledků tribotechnické diagnostiky podle dodaného softwaru a diskriminačních funkcí za pomoci normální kalkulačky. Dalším předpokladem (kromě výsledků jednotlivých analýz) jsou také data o spotřebě paliva (motorové nafty) a o množství doplněného oleje, ovšem vždy s ohledem na datum odběru vzorku analyzovaného oleje.

PŘÍKLAD ZPRACOVÁNÍ A GRAFICKÉHO VYJÁDRĚNÍ TRENDOVÉ ANALÝZY

Monitorovaný stroj: Z-8011 JZD Modletice

Olejová náplň motoru: 12 litrů, olej M6 AD

Normovaná spotřeba N. M.: 1600 litrů při T.Ů-2

Intervaly odběrů exploatovaného oleje: při korigované T.Ů-2

Sledované veličiny:

WPC = hladina otěrových kovů zjištěná na kapilárním ferrografu

K_M = korekční koeficient vztažený na spotřebu oleje

K_{NM} = korekční koeficient vztažený na skutečnou spotřebu nafty k poslednímu odběru

$$\frac{K_C = K_M \cdot K_{NM}}{WPC_k = WPC \cdot K_c}$$

Poznámka

$$K_M = \frac{\text{olejová náplň motoru} + \text{olej doplněný od poslední výměny}}{\text{olejová náplň motoru}}$$

$$K_{NM} = \frac{\text{normovaná spotřeba nafty při T.Ů-2}}{\text{skutečná spotřeba nafty při T.Ů-2}}$$

Zpracování dat

Diskriminační skóre pro traktorové motory Z-8011 se počítá podle vztahu:

$$D = -6,9 K_{NM} - 1,2 K_M + 4,2 K_C - 0,04 WPC_k$$

Tři kritické linie pro daný typ motoru byly na základě diskriminační analýzy stanoveny takto:

1. „průměrně“ dobré stroje mají linii: $-5,5$;
2. „průměrně“ špatné stroje mají linii: $-16,7$;
3. základní linie jako dělící čára mezi stroji dobrými a špatnými leží na: $-11,4$.

$$\begin{aligned}
\Delta D_1 &= -6,9.0,877 - 1,2.1,083 + 4,2.0,943 - 0,04. 61,7 = - 5,856 \\
\Delta D_2 &= -6,9.0,485 - 1,2.1,1166 + 4,2.0,565 - 0,04. 46,56 = - 3,876 \\
\Delta D_3 &= -6,9.0,492 - 1,2.1,25 + 4,2.0,615 - 0,04. 86,45 = - 5,77 \\
\Delta D_4 &= -6,9.0,516 - 1,2.1,25 + 4,2.0,645 - 0,04. 95,52 = - 6,176 \\
\Delta D_5 &= -6,9.0,571 - 1,2.1,25 + 4,2.0,714 - 0,04. 126,0 = - 7,48 \\
\Delta D_6 &= -6,9.0,969 - 1,2.1,166 + 4,2.1,1313 - 0,04. 213,8 = -11,886 \\
\Delta D_7 &= -6,9.0,615 - 1,2.1,333 + 4,2.0,821 - 0,04. 116,99 = - 7,075 \\
\Delta D_8 &= -6,9.0,727 - 1,2.1,417 + 4,2.1,031 - 0,04. 132 = - 7,666 \\
\Delta D_9 &= -6,9.0,969 - 1,2.1,417 + 4,2.1,374 - 0,04. 262 = -13,112 \\
\Delta D_{10} &= -6,9.1,1882 - 1,2.1,5 + 4,2.2,824 - 0,04. 608 = -27,245
\end{aligned}$$

Grafické zobrazení je na obr. 2.

Poznámky

1. Při šestém odběru bylo v oleji zjištěno značné množství křemíku. Režim opotřebení vlivem abrazivního účinku křemičitých částic přesáhl „základní linii“ a měl dále klesající tendenci. Proto byl jednak vyměněn vzduchový filtr, což je ostatně obvyklé při každé T.Ú., jednak byla zkontrolována těsnost přívodu vzduchu. Bylo zjištěno protržení pryžové hadice a přísávání venkovního vzduchu. Potom se situace zlepšila (jak je vidět z obr. 2).

2. Po osmém odběru byl zjištěn vysoký režim opotřebení, který pokračoval i po devátém odběru. Hloubkovou laboratorní analýzou bylo zjištěno vysoké poškození ložisek a příděr klikového hřídele. Po dosažení cca 25 000 litrů N.M. stroj havaroval. Vysoké opotřebení bylo doprovázeno vysokou spotřebou oleje (tab. I).

I. Hodnoty naměřené při jednotlivých odběrech oleje z motoru Z-8011 — Values measured during the taking of oil from the Z-8011 engine

Pořadové číslo odběru oleje	Hodnota WPC ‰.ml ⁻¹	Množství doplňovaného oleje mezi dvěma odběry (litry)	Skutečné množství spotřebované nafty mezi výměnami (litry)
1	65,4	2	3100
2	66,45	2	3300
3	140,5	3	3250
4	148,1	3	3100
5	176,5	3	2800
6	189,0	2	1650
7	142,5	4	2600
8	128,0	5	2200
9	191,0	5	1650
10 (havárie)	215,5	6	850

3. Prohlídky T.Ú-2 nebyly prováděny po 1600 litrech N.M., jak je předepsáno, ale po dosažení limitních hodnot jednoho ze tří citovaných dominantních testů. Proto se jednotlivé odběry (ale i výměny oleje v motoru) zvláště ke konci mezi sebou liší.

ZÁVĚR

1. Dominantní testy, zejména částicová analýza prováděná na dvou úrovních, umožňují kondiční monitorování spalovacích motorů, především vznětových.

2. Trendová analýza zpracovaná na základě diskriminační analýzy umožňuje spolehlivě určit potřebný údržbářský zásah a nabíhající poruchu, včasnou péčí ji odstranit nebo alespoň zmírnit její následky.

3. Havarijní stav (obr. 2) je charakterizován předchozím prudkým nárůstem trendové křivky přes zónu „průměrně“ špatných strojů. Jestliže stroj neodstavíme k potřebnému opravářskému zásahu, je havárie nevyhnutelná.

Literatura

KOVÁŘ, J. — OTTO, K.: Částicová analýza — metoda stanovení režimu opotřebení. Ropa a uhlie, 24, 1982, s. 425-437.

KOVÁŘ, J. — OTTO, K.: Částicová analýza II — morfologie otěrových částic. Ropa a uhlie, 25, 1983, s. 669-678.

KOVÁŘ, J. — OTTO, K.: Částicová analýza III — kvantifikace režimu opotřebení na sledovaných strojích. Ropa a uhlie, 26, 1984, s. 611-619.

Došlo dne 15. 3. 1986

КОВАРЖ, Й. — ОТТО, К. — ФАБЕР, З. (Сельскохозяйственный институт, Прага; Единый сельскохозяйственный кооператив Руда Хвезда, Модлетиче): Триботехническая диагностика — основа эффективной и контролируемой на ЭВМ системы техухода за сельхозмашинами. Земѣд. Techn., 33, 1987 (1) : 35-46.

Современное обеспечение эксплуатационной надежности машин становится все большей технико-экономической проблемой. Профилактический техуход требует новых подходов, которые обеспечат и эффективное использование машин. Здесь важную роль играет диагностика демонтажа. Триботехническая диагностика в сопряжении с остальными известными параметрами технического состояния элементов, машины, подключенные к вычислительной технике отвечают высоким требованиям современной системы техухода за техникой. В особенности важно текущее прослеживание за износом смазанных трущихся сдвоенных деталей по правилам определения количества и качества истирающихся деталей в расходимой смазке. Для этих целей в Сельскохозяйственном институте в Праге созданы магнитные анализаторы деталей в жидкостях, разработаны hardware и software для ЭВМ. Пользовались также анализом дискриминаций и так наз. основной линией. По данным критериям машины разделяются на области пригодных для эксплуатации, эксплуатационной ненадежности и стоп-положения. Разработана методика триботехнической диагностики для практического и лабораторного использования, чтобы было можно установить режим износа деталей или машин, прогноз их срока действия, потребность в запчастях, ремонтного объема и пр.

предварительный техуход; триботехническая диагностика; текущее прослеживание за износом; анализ частиц; феррография; непосредственно читающий капиллярный магнитный анализатор частиц в жидкостях; анализ дискриминаций; вычислительная техника

KOVÁŘ, J. — OTTO, K. — FÁBER, Z. (University of Agriculture, Praha; Rudá hvězda, Co-operative Farm, Modletice): Tribotechnical Diagnostics — Basis for Effective Computer-controlled System of Maintenance of Agricultural Machines. Zemѣd. Techn., 33, 1987 (1) : 35-46.

Modern conception of operational reliability of the machine is becoming a more and more important technical and economic problem. In agriculture, the preventive

care of machines requires new approaches that would at the same time ensure their effective utilization. In this field, the very important role is played by non-dismantling diagnostics. Tribotechnical diagnostics together with the other parameters of the technical condition of a component or machine connected to a computer satisfies requirements for the modern care system of machines. The main problem is a continuous monitoring of the wear of lubricated friction couples on the principle of monitoring both the quantity and quality of abrasive particles in exploited lubricant. To this purpose, the so called magnetic analyzers of particles in liquids were developed at the University of Agriculture in Prague and hardware and software for computers were also worked out. Discrimination analysis was used and the so called basic line was determined. According to these criteria, the machines are assorted into a group of capable of service machines, a group of operational uncertainty and a group of out of service. Methodology of tribotechnical diagnostics for its operational and laboratory utilization was elaborated so as to make possible determination of the wear regime of a component or a machine and outlooks of their service lives, need of spare parts, repair capacities etc.

preventive care; tribotechnical diagnostics; continuous monitoring of wear; particle analysis; ferrography; capillary magnetic analyzer of particles in liquids with direct reading; discrimination analysis; computers

KOVAR, J. — OTTO, K. — FÁBER, Z. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha; LPG Rudá Hvězda, Modletice): *Tribotechnische Diagnostik — Grund eines computerkontrollierten Systems der Instandhaltung der Landmaschinen*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 35-46.

Die moderne Konzeption der Sicherstellung der Betriebszuverlässigkeit der Landmaschinen stellt ein immer grösseres wissenschaftlich-ökonomisches Problem dar. Die Präventivsorge für die Landmaschinen erfordert auch in der Landwirtschaft ein neues Herangehen, das ihre effektive Nutzung sichert. Auf diesem Gebiet spielt die sog. demontagelose Diagnostik eine sehr wichtige Rolle. Die tribotechnische Diagnostik im Anschluss an die anderen festgestellten Parameter des technischen Standes des gegebenen Elementes der Maschine mit Anschluss an die Rechentechnik erfüllt auch sehr anspruchsvolle Anforderungen des modernen Systems der Sorge für Landmaschinen. Es geht insbesondere um durchlaufende Kontrollen des Verschleisses der geschmierten Reibungspaare auf dem Prinzip der Kontrolle der Quantität und Qualität der Verschleisssteile im exploatierten Schmiergut. Dazu wurden an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Praha sog. magnetische Analysatoren der Teile in Flüssigkeiten entwickelt sowie Hardware und Software für die Rechentechnik ausgearbeitet. Es wurde auch die sog. Diskriminationsanalyse angewendet und die sog. Grundlinie festgelegt. Nach diesen Kriterien werden die untersuchten Maschinen drei Kategorien zugeordnet: 1. betriebsfähige Kategorie — 2. betriebsunsichere Kategorie 3. Stoppkategorie. Es wurde eine Methodik der tribotechnischen Diagnostik in bezug auf ihre Betriebs- und Laborausnutzung ausgearbeitet, damit das Regime des Verschleisses der einzelnen Elemente oder der ganzen Maschine und die Prognose deren Lebensdauer, des Bedarfes an Ersatzteilen, an Reparaturkapazitäten, usw. festgelegt werden können.

Präventivsorge; tribotechnische Diagnostik; durchlaufende Verschleisskontrolle; Elementenanalyse; Ferrographie; direktlesender magnetischer Kapillaranalysator der Teile in Flüssigkeiten; Diskriminationsanalyse; Rechentechnik

Adresy autorů:

Ing. Jiří Kovář, CSc., ing. Karel Otto, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha-Suchbát

Ing. Zdeněk Fábér, Jednotné zemědělské družstvo RH Modletice, 251 70 Dobřejovice

ANALÝZA POTREBY ČASU PRI KŔMENÍ HOVÄDZIEHO DOBYTKA MOBILNOU KŔMNOU LINKOU

R. Opáth

OPÁTH, R. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Analýza potreby času pri kŕmení hovädzieho dobytku mobilnou kŕmnou linkou*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 47-53.

Iba dôsledným dodržiavaním zásad pri projektovaní kŕmnych liniek je možné zabezpečiť ich optimálne zloženie, ktoré sa v konkrétnych podmienkach prejaví minimálnymi investičnými a prevádzkovými nákladmi. Z hľadiska potreby manuálnej práce je výhodnejšie zakladať objemové krmivo mobilnými zakladacími vozmi do válova než na kŕmny stôl. Pri zakladaní krmiva na kŕmny stôl bolo totiž potrebné vidlami podhrnúť krmivo, ktoré sa pri zakladaní zosypalo do väčšej šírky, bližšie ku zvieratám tak, aby naň z kotercoz dosiahli.

kŕmna dávka; priestorová štruktúra pracovísk; čas operatívny; čas produktívny; potreba manuálnej práce; priebežný pracovný čas linky strojov

Manipulácia s krmivami v chove hovädzieho dobytku je z hľadiska spotreby energie a potreby času jednou z najnáročnejších častí výrobného procesu (Melnikov a i., 1980). V súčasnej etape rozvoja nášho poľnohospodárstva, ktorá je charakterizovaná okrem iného aj vysokými koncentraciami zvierat na jednotlivých farmách, je možné použitím vhodnej technológie a vhodnej strojovej linky pri príprave a zakladaní krmiva zvieratám ušetriť značnú časť prostriedkov vynakladaných na výrobu. Náklady na výrobu sú však podstatne ovplyvňované nielen použitou technológiou, ale aj organizáciou práce pri kŕmení (Lobotka a i., 1980; Vašek a Opáth, 1985). Vo výrobnej praxi sa ukazuje, že v súčasnosti sa proces kŕmenia na farmách poľnohospodárskych podnikov nie vždy rieši pre dané výrobné podmienky optimálnym spôsobom. Okrem iného sa tento fakt prejavuje zbytočne vysokou potrebou času na kŕmenie, vyššou potrebou pracovných síl a vyššími prevádzkovými nákladmi.

CIEĽ PRÁCE A METÓDA

Cieľom práce bolo zistiť potrebu času na zakladanie objemového krmiva mobilnou technikou pri kŕmení hovädzieho dobytku v bežných prevádzkových podmienkach. Pre splnenie tohoto cieľa bola použitá táto metóda:

1. charakteristika podmienok, v ktorých linka pracovala,
2. charakteristika kŕmnej linky,
3. vlastné merania,
4. vyhodnotenie výsledkov meraní a analýza práce kŕmnej linky.

VLASTNÁ PRÁCA A VÝSLEDKY

Merania boli vykonané počas letného kŕmneho obdobia na farme pre výkrm býkov s kapacitou 1000 zvierat. Na farme sú dva samostatné prejazdne ustajňovacie priestory a tri nadzemné žľaby. Prejazdna chodba je riešená ako kŕmny stôl. Po oboch stranách chodby sú umiestnené koterce pre jednotlivé skupiny býkov.

V prvom objekte bolo v čase meraní ustajnených 480 býčkov s priemernou hmotnosťou 360,7 kg. Tu zakladal krmivo zakladací voz MV-1-060. V druhom objekte bolo ustajnených 486 býčkov s priemernou hmotnosťou 472 kg. V tomto objekte zakladal krmivo zakladací voz HORAL-13 SBKD-2.

Kŕmenie zabezpečovali dvaja traktoristi so zakladacími vozmi, jeden pracovník na nakladači, jeden pracovník na zberacej rezačke a dvaja ošetrovatelia.

Určená kŕmna dávka zakladaná vozom MV-1-060 bola takáto: 16 kg siláže a 8 kg zeleného krmiva na kus a deň.

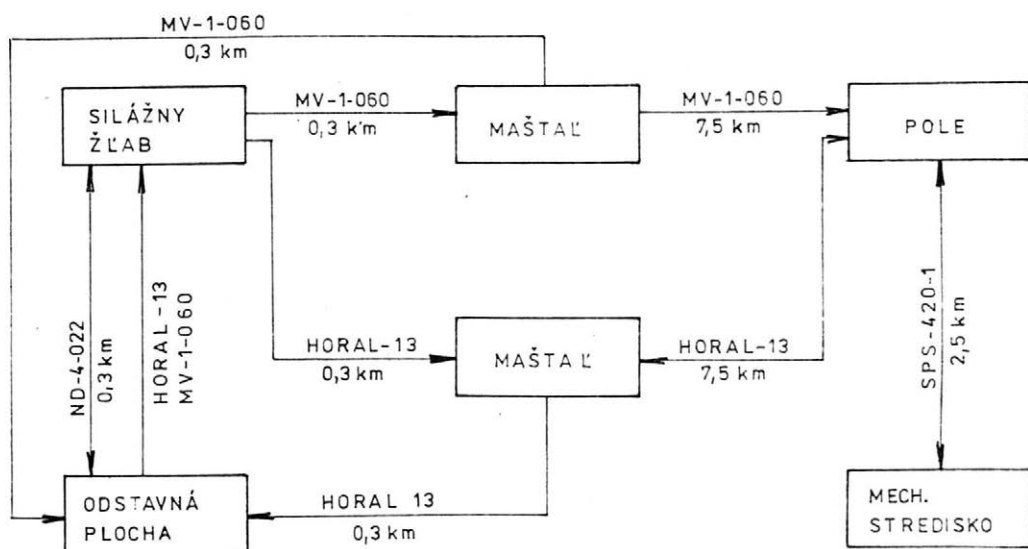
Určená kŕmna dávka zakladaná vozom HORAL-13 SBKD-2 bola tvorená z 20 kg siláže a 9 kg zeleného krmiva.

Pri kŕmení sa postupovalo tak, že v predpoludňajších hodinách dostali zvieratá siláž a popoludní zelené krmivo.

Každý zakladací voz bol naložený silážou dvakrát a zeleným krmivom jedenkrát.

Kŕmna linka bola tvorená týmito strojmi:

1. traktor Z-6911 v agregácii so závesným nakladačom ND-4-022;
2. traktor Z-8011 v agregácii so zakladacím vozom MV-1-060;
3. traktor Z-8011 v agregácii so zakladacím vozom HORAL-13 SBKD-2;
4. zberacia rezačka SPS-420-1 so žacím stolom ŽT-420.



1. Priestorová štruktúra pracovísk kŕmnej linky — Spatial structure of workplaces with feeding line

Parameter	Sym- bol	Jed- notka	Zariadenie				
			MV-1-060	Horal-13	ND-4-022	SPS-420-1	celá linka
Čas na dennú údržbu	t_3	[s]	3600,0	3600,0	3600,0	3600,0	14 400,0
Čas na naloženie krmiva	t_{21}	[s]	1786,0	1876,6	2077,7	1584,9	7 325,2
Čas na dopravu	t_{22}	[s]	4230,6	4366,9	—	—	8 597,5
Čas prestojov zavinených obsluhou	t_5	[s]	734,9	487,8	—	—	1 222,7
Čas zakladania krmiva	t_1	[s]	1670,8	1642,5	—	—	3 313,3
Čas trvania funkčných porúch	t_{41}	[s]	726,3	—	—	—	726,3
Čas prejazdov na pracovisko a späť	t_6	[s]	360,0	360,0	360,0	1290,0	2 370,0
Čas prestojov z organizačných príčin	t_7	[s]	2494,7	3682,2	533,1	—	6 710,0

Priestorová štruktúra pracovísk s uvedením vzdialeností medzi nimi je uvedená na obr. 1.

Priemerné pracovné časy jednotlivých strojov, ako aj celej linky, vypočítané z desiatich opakovaných meraní sú uvedené v tab. I.

Zistené priemerné pracovné časy umožnili vypočítať:

— čas operatívny

$$t_{02} = t_1 + t_2 \quad [s]$$

kde: t_1 — čas hlavný, kedy mechanizačné zariadenie vykonáva činnosť, pre ktorú je určené; u zakládacích vozov je to čas zakladania krmiva (s)

t_2 — čas pomocný (s)

príčom

$$t_2 = t_{21} + t_{22} \quad [s]$$

kde: t_{21} — čas na naloženie krmiva (s)

t_{22} — čas na dopravu (s)

— čas produktívny

$$t_{04} = t_{02} + t_3 + t_{41} \quad [s]$$

kde: t_3 — čas dennej údržby (s)

t_{41} — čas trvania funkčných porúch (s)

— celkový čas pracovného nasadenia

$$t_{07} = t_{04} + t_5 + t_6 + t_7 \quad [s]$$

kde: t_5 — čas prestojov zavinených obsluhou (s)

t_6 — čas prejazdov na pracovisko a späť (s)

t_7 — čas prestojov z organizačných príčin (s)

— koeficient využitia operatívneho času

$$k_{02} = \frac{t_1}{t_{02}} \quad (—)$$

— koeficient využitia produktívneho času

$$k_{02} = \frac{t_1}{t_{04}} \quad (—)$$

— výkonnosť v čase hlavnom

$$Q_1 = \frac{M}{t_1} \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1})$$

kde: M — hmotnosť založeného krmiva (kg)

— výkonnosť v čase pracovného nasadenia

$$Q_{07} = \frac{M}{t_{07}} \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1})$$

— spotreba ľudskej práce

$$P_c = n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3 + n_4 \cdot t_{41} + n_5 \cdot t_5 + n_6 \cdot t_6 + n_7 \cdot t_7 \quad (\text{s})$$

kde: n_{1-7} — počet pracovníkov vykonávajúcich určitú pracovnú operáciu (1)

— potreba ľudskej práce bez stratových časov

$$P = n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3 + n_4 \cdot t_{41} + n_6 \cdot t_6 \quad (\text{s})$$

— merná spotreba ľudskej práce

$$P'_c = \frac{P_c}{M} \quad (\text{s} \cdot \text{kg}^{-1})$$

— spotreba manuálnej práce

$$t_m = n_1 \cdot t_1 + n_4 \cdot t_{41} \quad (\text{s})$$

— podiel manuálnej práce

$$P_m = \frac{t_m \cdot 100}{P_c} \quad (\%)$$

— spotreba priebežného času na založenie krmiva (t. j. času od začiatku práce prvého stroja až po skončenie práce posledného stroja kŕmnej linky)

$$t_{p1} = \frac{t_p}{M} \quad (\text{s} \cdot \text{kg}^{-1})$$

kde: t_p — priebežný čas práce (s)

Priebežný čas linky bol $t_p = 12\,416,0$ s.

Zakladací voz MV-1-060 počas meraní založil pri jednom kŕmení priemerne $M = 10\,036,8$ kg objemového krmiva.

Zakladací voz HORAL-13 SBKD-2 založil priemerne $M = 13\,272,5$ kg krmiva pri jednom kŕmení.

Výsledky spracovania meraní sú uvedené v tab. II.

Rôzny podiel manuálnej práce na sledovaných kŕmnych vozoch spôsobili funkčné poruchy zistené pri meraní pracovného času zaklada-

II. Analytická tabuľka pracovných časov mobilnej kŕmnej linky — Analytic table of worktime of a mobile feeding line

Parameter	Symbol	Jednotka	Zariadenie				
			[MV-1-060	Horal-13	ND-4-022	SPS-420-1	celá linka
Čas operatívny	t_{02}	[s]	7 687,4	7 886,0	2077,7	1584,9	—
Čas produktívny	t_{04}	[s]	12 013,7	11 486,0	5677,7	5184,9	—
Celkový čas pracovného nasadenia	t_{07}	[s]	15 603,3	16 016,0	6570,8	6474,9	—
Koeficient využitia operatívneho času	k_{02}	[—]	0,217	0,208	1,0	1,0	—
Koeficient využitia produktívneho času	k_{04}	[—]	0,139	0,143	0,366	0,306	—
Výkonnosť v čase hlavnom	Q_1	[kg. s ⁻¹]	6,01	8,08	7,52	4,85	—
Výkonnosť v čase pracovného nasadenia	Q_{07}	[kg. s ⁻¹]	0,64	0,83	2,38	1,19	—
Spotreba ľudskej práce	P_c	[s]	18 000,4	17 658,5	6570,8	6474,9	48 704,6
Potreba ľudskej práce bez stratových časov	P	[s]	14 044,5	13 488,5	6037,7	6474,9	40 045,6
Merná spotreba ľudskej práce	P'_c	[s. kg ⁻¹]	1,79	1,33	0,42	0,84	2,09
Spotreba manuálnej práce	t_m	[s]	2 397,1	1 642,5	—	—	4 039,6
Podiel manuálnej práce	P_m	[%]	13,32	9,3	—	—	8,42
Spotreba priebežného času na krmenie	t_{p1}	[s. kg ⁻¹]	1,1959	0,9351	0,1902	0,3736	0,532

cieho voza MV-1-060. Na voze HORAL-13 SBKD-2 neboli poruchy počas meraní zistené. Tento rozdiel sa dá vysvetliť odlišnou konštrukciou **zkladacích vozov**.

Vyššia výkonnosť zkladacieho voza HORAL-13 v porovnaní so zkladacím vozom MV-1-060 bola spôsobená lepším využitím nosnosti zkladacieho voza HORAL-13, ktorý zakladal väčšiu kŕmnu dávku.

ZÁVER

Z výsledkov práce vyplýva, že v daných podmienkach, pri ktorých boli merania uskutočnené, bola spotreba priebežného času na založenie objemového krmiva mobilnou linkou $0,532 \text{ s} \cdot \text{kg}^{-1}$. Merná spotreba ľudskej práce bola 2,09 sekundy na kilogram založeného krmiva, pričom podiel manuálnej práce z jej celkovej spotreby činil 8,42 %. Z výsledkov merania je zrejmé, že časy na prejazdy zkladacích vozov na pole a preстоje týchto vozov z organizačných príčin sú neprimerane vysoké.

Ako úplne nevhodná sa ukázala také zostava kŕmnej linky, pri ktorej je v letnom období samohybnou zberacou rezačkou na určitej parcele zelené krmivo kosené do zkladacích vozov, ktoré zakladajú krmivo na rôznych farmách v rámci poľnohospodárskeho podniku. Takýmto spôsobom vznikajú aj veľké preстоje zberacej rezačky, pretože zosúladenie jej výkonnosti s dopravnou výkonnosťou zkladacích vozov je v reálnych podmienkach temer nemožné.

Literatúra

LOBOTKA, J. a kol.: Technika a mechanizácia živočíšnej výroby. Bratislava, Príroda 1980.

MELNIKOVA, S. V. a kol.: Eksploatacia technologickeho oborudovania životno-voľčeskich ferm i komplexov. Moskva, Kolos 1980.

VAŠEK, V. — OPÁTH, R.: Technika a mechanizácia živočíšnej výroby. Bratislava, Príroda 1985.

Došlo dňa 21. 2. 1986

OPÁTH, R. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Анализ затраты времени на кормление крупного рогатого скота с помощью передвижной кормовой линии. Земед. Techn., 33, 1987 (1) : 47-53.

Лишь тщательное соблюдение правил при проектировании кормолиний может обеспечить их оптимальный состав, что в конкретных условиях проявляется в минимальных вложениях и издержках производства. С точки зрения затраты физического труда выгодным представляется загрузка объемных кормов с помощью передвижных погружающих машин в желоба, а не на кормоплощадки, где для этой цели корма приходится вилами подгрести поближе к скоту.

кормодоза; пространственное упорядочение рабочих мест; оперативное время; продуктивное время; затрата физического труда; текущее время работы машинной линии

OPÁTH, R. (University of Agriculture, Nitra): *Analysis of Time Requirements for Cattle Feeding with a Mobile Feeding Line*. Земед. Techn., 33, 1987 (1) : 47-53.

Optimum composition of feeding lines can be ensured only by a consistent observing of certain principles while designing them. Under concrete conditions the optimum composition is signaled by minimal investment as well as operational costs. From the aspect of manual labour requirements, the placing of bulk feed by help of

mobile feed wagons to the trough rather than to the feed table seems to be more advantageous. When the feed was placed on the feed table, it had to be pushed with a fork closer to the animals so that they could reach it from their stalls.

feed ration; spatial structure of workplace; operational time; productivity time; manual labour requirements; worktime of a machine line

OPÁTH, R. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Analyse des Zeitbedarfes bei der Fütterung der Rinder mit Hilfe der mobilen Fütterungsstrasse*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) :47-53.

Nur auf dem Wege der strikten Einhaltung der Grundsätze bei der Projektierung der Fütterungsstrassen kann ihre optimale Zusammensetzung sichergestellt werden, die sich unter konkreten Bedingungen in minimalen Investitions- und Betriebskosten niederschlägt. Unter dem Gesichtspunkt des Bedarfes an manueller Arbeit ist vorteilhafter das Rauhfutter mit Hilfe der mobilen Futterwagen in den Futtertrog als auf den Futtertisch zu geben. Falls das Futter auf den Futtertisch gegeben wird, ist es nötig mit der Gabel das bei der Manipulation verschüttete Futter näher zu den Tieren bringen, damit sie es aus ihren Boxen fressen könnten.

Futtermenge; Raumstruktur der Arbeitsstätten; Operativ- und Produktivzeit; Bedarf an manueller Arbeit; durchlaufende Arbeitszeit der Maschinenstrasse

Adresa autora:

Ing. Rudolf Opáth, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

Vybrané nejnovější tituly z oboru zemědělská technika ve fondu ÚZLK a tituly vybrané z produkce zahraničních nakladatelských firem, které budou zařazeny do objednávek pro rok 1987

GOLASOVSKÝ, K.: Zemědělské stroje. Praha 1986. D 79.194

If we only had-had mikroelectronics!? SFM-Techniska Notiser 1/1986. Stockholm 1986. C 24.608/1986/1

MAŠČENSKIJ, A. A.: Energonasysčennyye mašiny v melioracii. Minsk 1985. D 77.025

Proceedings of UNESCO/FAO Working group meeting solar drying. CNRE Bulletin 7. Perginon 1985. C 28.451/7

Robotics and intelligent machines in agriculture. Proceedings of the 1st International conference. Florida 1984. D 77.079/4—84

ŠTASTNÝ, M.: Trendy razvitija sel'skochoz'jajstvennyh mašin. Praha 1986. C 16.748/1986/2

Transportnoje obespečenije pri krupnogrupo vom ispolzovanii sel'skochoz'jajstvennoj tehniki. Voronež 1985. E 45.298

Vehicle traction mechanics. Developments in agricultural engineering. 3. Amsterdam 1984. D 72.506/3

Životnost a spolehlivost zemědělských staveb a techniky. České Budějovice 1986. E 45.426

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, Rovinka): *Reologické vlastnosti výkalov dojníc*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 55-63.

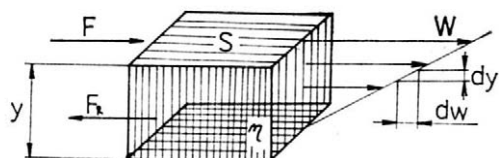
Príspevok sa zaoberá reologickými vlastnosťami výkalov dojníc. Sledovali sme vplyv zmeny obsahu sušiny na zmenu reologických vlastností. Obsah sušiny sme menili od 5,84 do 15,54 %. Reologické vlastnosti sme zisťovali rotačným viskozimetrom Rheomat 15, pričom bola meraná závislosť medzi gradientom rýchlosti a tangenciálnym napätím. Podľa meraní sa výkaly dojníc s obsahom sušiny od 5,84 do 15,54 % chovajú podľa Binghamovho reologického modelu. Zvyšovaním obsahu sušiny vo výkaloch rastie aj hodnota tangenciálneho napätia a medzného napätia.

tangenciálne napätie; gradient rýchlosti; medzné napätie; Binghamov reologický model

Výkaly hovädzieho dobytku sú jednou z najdôležitejších súčastí nevyhnutných k organickému hnojeniu pôd. Z tohoto dôvodu je potrebné, aby sa manipulácii s týmito výkalmi a ich ošetrovaniu venovala zvýšená pozornosť.

V minulom období boli postavené viaceré veľkokapacitné bezsteli-vové objekty pre chov hovädzieho dobytku. V mnohých z nich však vznikli problémy s manipuláciou, uskladnením a optimálnym využitím výkalov v rastlinnej výrobe. K tomu, aby tieto problémy mohli byť úspešne riešené, je nevyhnutné poznať základné fyzikálno-mechanické, biologické a chemické vlastnosti tekutých výkalov hovädzieho dobytku. K dôležitým fyzikálno-mechanickým vlastnostiam výkalov patria aj reologické vlastnosti, ktoré vyjadrujú zákonitosti vnútorného trenia (viskozity), toku a deformácie tekutín. Veda, ktorá sa zaoberá touto problematikou, sa nazýva reológia (názov je odvodený od gréckych slov „rheo“ — tiecť a „logos“ — veda). Vznikom nových látok v národnom hospodárstve (plastické hmoty, galenické prípravky, latexy, odpadové priemyselné kaly, roztoky, suspenzie a pod.) došlo nadväzne aj k rozvoju reológie. Podobne aj v poľnohospodárstve je potrebné manipulovať s novorozšírenými látkami (tekuté krmne zmesi, tekuté výkaly hospodárskych zvierat a pod.). Z tohoto dôvodu nachádza reológia i v poľnohospodárstve stále väčšie uplatnenie a stáva sa pomocníkom pri riešení závažných technologických problémov.

Súčasná reológia nie je rozpracovaná tak, aby bolo možné jednou reologickou rovnicou toku vystihnúť, ako sa daná látka chová. Z tohoto dôvodu boli zostavené modely, ktoré chovanie jednotlivých látok popisujú. Tieto modely sú v podstate kombináciou troch základných reologických látok, pričom základná látka je ideálny typ materiálu, ktorý má z hľadiska reológie vždy jednu základnú reologickú vlastnosť.



1. Princíp vzniku dynamickej viskozity
— Principle of the origin of dynamic viscosity

Základné reologické látky sú:

- Hookova látka — ideálny materiál, ktorý sa pri zaťažení deformuje a po odľahčení sa vracia do pôvodnej polohy,
- Saint-Venatova látka — materiál, ktorý sa po zaťažení deformuje a po odľahčení ostáva zdeformovaný,
- Newtonova kvapalina — ideálna viskózna kvapalina, ktorej šmykové napätie medzi dvoma rovnobežnými vrstvami je priamo úmerné gradientu rýchlosti.

Uvedené tri základné reologické látky sú prvkami z množstva látok, obsiahnutých vo vnútri oblasti, ktorej jednu hranicu tvorí Euklidova látka a Pascalova ideálna kvapalina. Euklidova látka je matematickou abstrakciou tuhého telesa, pri ktorom je deformácia pri zaťažení vo všetkých bodoch nulová. Pascalova ideálna kvapalina je taká kvapalina, ktorej častice sú bez trenia a napätie je vo všetkých bodoch nulové.

Reológia ako vedná disciplína sa teda zaoberá mechanikou deformácie a toku látok v oblasti medzi pevnými a tekutými látkami. Základnou otázkou reológie je vzťah medzi tangenciálnym napätím danej látky a gradientom rýchlosti. Gradient rýchlosti D je podiel $\frac{dw}{dy}$, kde dw (obr.

1) je rozdiel rýchlosti medzi dvoma susednými vrstvami ideálnej kvapaliny a dy je kolmá vzdialenosť týchto vrstiev.

Pre Newtonove kvapaliny platí rovnica

$$\tau = \eta \cdot \frac{dw}{dy} = \eta \cdot D$$

kde: τ — tangenciálne napätie ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$, Pa)

D — gradient rýchlosti (s^{-1})

η — dynamická viskozita ($\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$, Pa · s)

Zostrojený graf reologickej rovnice sa nazýva reologický diagram alebo reogram. V praxi sa však najčastejšie vyskytujú nenewtonovské látky, ktorých modely popísal Záthurecký (1966) a spôsoby ich zisťovania popísali Hörnig (1972), Tobišková a Jelínek (1975) a Juríček (1978). Vzhľadom na ďalšie použitie popíšem len Binghamov model, ktorý charakterizuje rovnicu:

$$D = \frac{\tau - \tau_0}{\eta_B}$$

kde: D — gradient rýchlosti (s^{-1})

τ — tangenciálne napätie ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

τ_0 — medzné napätie ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

η_B — plastická viskozita ($\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$)

Tekutina, ktorá vyhovuje rovnici tohoto modelu, se nazýva Binghamova plastická látka. Takáto látka ostáva pevná, ak je tangenciálne napätie τ menšie ako medzné napätie τ_0 a naopak, ak tangenciálne napätie τ je väčšie ako τ_0 , látka tečie.

METÓDA

Na určenie reologického modelu výkalov dojníc sme odobrali celkom 40 vzoriek výkalov, v ktorých sa obsah sušiny menil od 5,84 do 15,54 %. Obsah sušiny bol menený tak, že do čerstvých tekutých výkalov bola postupne pridávaná odseparovaná pevná frakcia výkalov. Pre meranie sme použili výkaly dojníc, ktoré boli kŕmené kukuričnou silážou a ktoré boli ustajnené v kŕmno-ležiskových boxoch. Každá vzorka mala objem 200 ml. Reologické vlastnosti sme zisťovali rotačným viskozimetrom Rheomat 15 (obr. 2). Tento prístroj je výrobkom švajčiarskej firmy Contraves. Princíp merania spočíva v tom, že rotujúci vnútorný valec, ktorý je zavesený na pružine, je ponorený do meranej tekutiny. Vplyvom odporu, ktorý kladie tekutina rotačnému pohybu, sa rotujúci valec pootočí o uhol, ktorý je úmerný krútiacemu momentu. Otáčky vnútorného valca sa dajú meniť pomocou 15 stupňov, a to v intervale od 5,59 do 352 otáčok za minútu. Zmenou otáčok sa mení aj gradient rýchlosti od 28,43 do 1789 s⁻¹ (tab. I). Viskozimeter je vybavený príslu-

I. Hodnoty gradientu rýchlosti pri 15 prevodových stupňoch rotačného viskozimetra Rheomat 15 — The values of speed gradient at 15 gears of the rotary viscosimeter Rheomat 15

Prevodový stupeň	1	2	3	4	5
Gradient rýchlosti s ⁻¹	28,43	38,18	50,23	67,03	88,42
Prevodový stupeň	6	7	8	9	10
Gradient rýchlosti s ⁻¹	127,5	171,1	225,2	300,4	396,3
Prevodový stupeň	11	12	13	14	15
Gradient rýchlosti s ⁻¹	575,3	772,4	1016	1355	1789

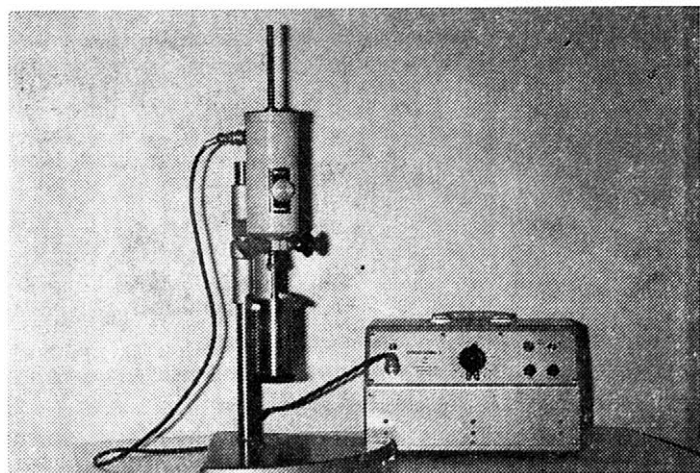
šenstvom, ktoré tvoria výmenné rotujúce valce s rozličnými priermi alebo výmenné rotujúce telieska rôznych tvarov (obr. 3 a 4). Pred meraním je potrebné najskôr vybrať vhodné rotujúce teleso. Týmto spôsobom sa stanoví závislosť medzi gradientom rýchlosti a tangenciálnym napätím. Výsledky meraní boli spracované a vyhodnotené samočinným počítačom Wang 2200 vo Výskumnom ústave poľnohospodárskej techniky v Rovinke. Namerané hodnoty boli otestované na hladine významnosti $p = 0,05$.

VÝSLEDKY

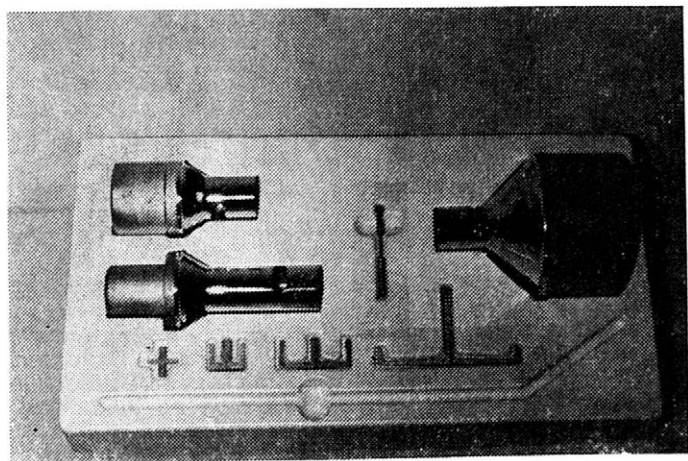
Zo spracovaných a vyhodnotených nameraných hodnôt, ako aj z priebehu zostrojených reogramov vyplynulo, že tekuté výkaly s obsahom sušiny od 5,84 do 15,54 %, získané od dojníc, sa chovajú ako Binghamova plastická látka. Takúto látku charakterizuje rovnica tvaru:

$$D = \frac{\tau - \tau_0}{\eta_B}$$

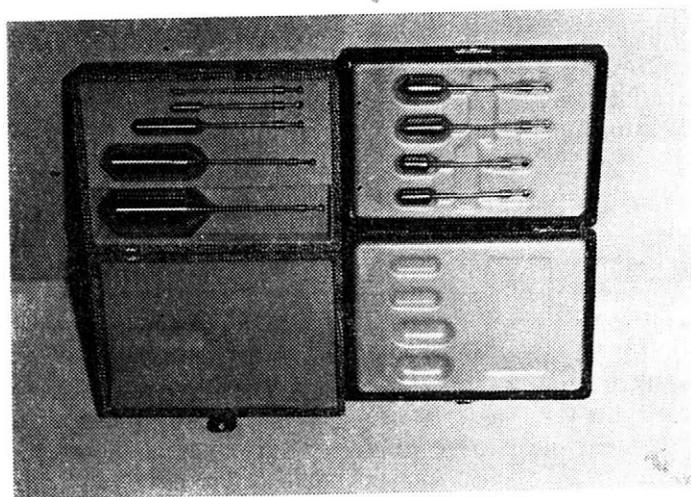
Pre prehľadnosť výsledkov uvádzame len vybrané namerané údaje (tab. II) a z nich zostrojené reogramy (obr. 5—9). Z týchto reogramov vidieť, že zvyšovaním gradientu rýchlosti sa zvyšuje aj tangenciálne napätie. Prírastok tangenciálneho napätia je väčší pri nižších hodnotách gradientu rýchlosti. Z reogramov taktiež vidieť, že zvyšovaním obsahu sušiny pri tom istom gradiente rýchlosti rastie aj tangenciálne napätie. Pri sledovaní závislosti medzného napätia od obsahu sušiny možno konštatovať, že zvyšovaním obsahu sušiny sa zvyšuje aj hodnota medzného napätia.



2. Rotačný viskozimeter
Rheomat 15 — Rotary
viscosimeter Rheomat 15



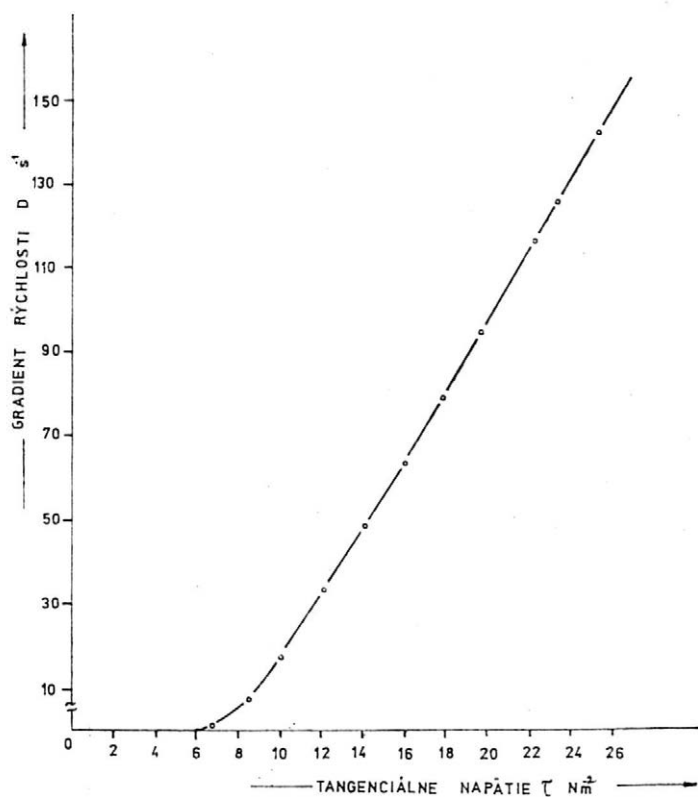
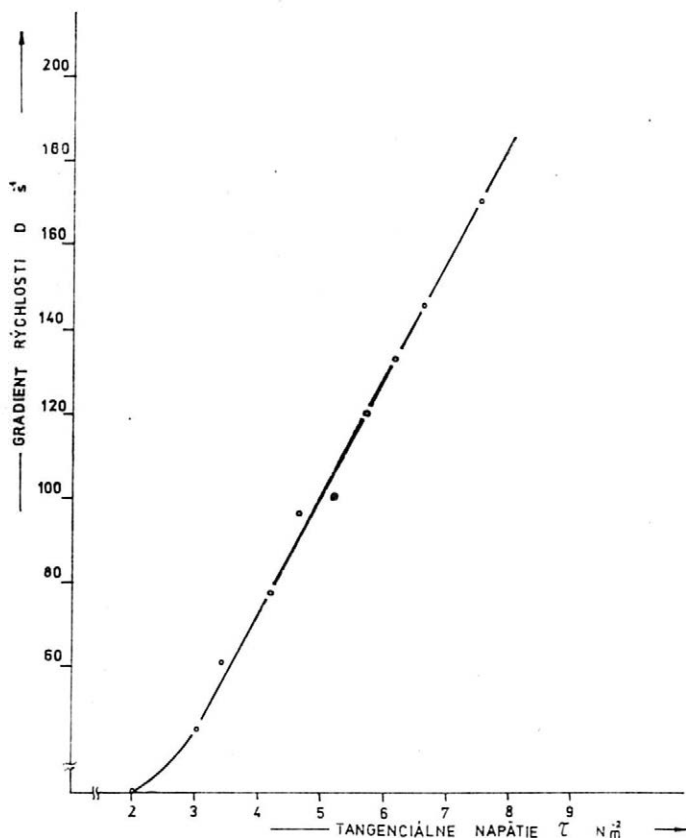
3. Príslušenstvo ro-
tačného viskozimetra
Rheomat 15 — mera-
cí systém MS-r 1-5 —
Accessories of the rotary
viscosimeter Rheomat 15
— measuring system
MS-r 1-5



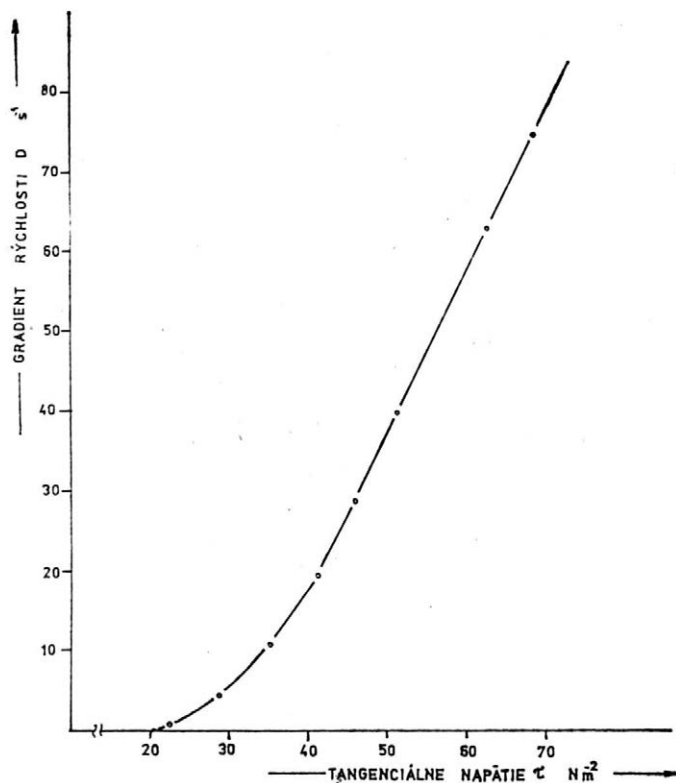
4. Príslušenstvo ro-
tačného viskozimetra
Rheomat 15 — mera-
cí systém MS-A/E —
Accessories of the rotary
viscosimeter Rheomat 15
— measuring system
MS-A/E

II. Namerané hodnoty výchylek rotačného viskozimetra — The values of deviations of a rotary viscosimeter

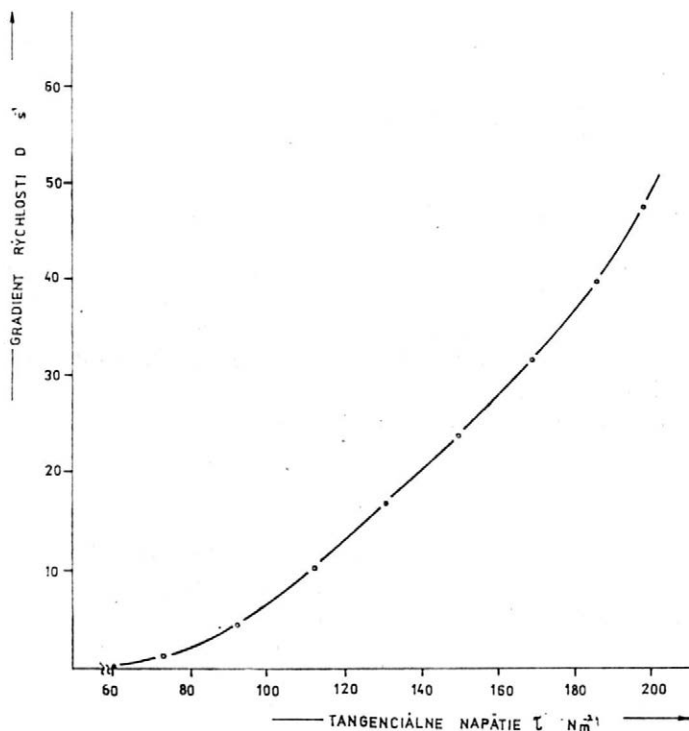
Číslo vzorky	1			2			3			4			5		
Obsah sušiny	5,84 %			8,03 %			10,29 %			12,71 %			15,54 %		
Merací systém	B – b			B – b			C – c			D – d			D – d		
Prevodový stupeň	meranie – číslo														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.	3,8	3,8	3,7	9,5	9,2	9,0	5,6	5,6	5,4	3,2	3,6	3,4	9,1	9,4	9,7
2.	4,2	4,2	4,1	10,3	10,0	9,7	6,0	6,0	5,8	3,4	3,7	3,5	9,3	9,5	9,9
3.	4,6	4,5	4,4	11,4	11,2	11,0	6,8	6,6	6,5	3,5	3,9	3,6	9,4	9,6	10,0
4.	5,1	5,0	4,8	12,9	12,6	12,3	7,1	7,0	6,8	3,5	4,1	3,8	9,7	9,9	10,2
5.	5,6	5,4	5,3	14,3	14,0	13,6	7,6	7,4	7,2	3,8	4,4	4,0	9,8	10,0	10,4
6.	6,2	6,0	5,8	16,6	16,2	15,9	8,7	8,4	8,2	4,0	4,5	4,2	10,3	10,4	10,9
7.	7,0	6,8	6,7	18,5	18,2	17,8	10,1	9,8	9,6	4,2	4,6	4,4	10,9	11,0	11,4
8.	7,8	7,5	7,4	21,0	20,3	20,0	10,5	10,2	10,0	4,5	4,8	4,7	11,4	11,6	12,0
9.	8,7	8,5	8,3	23,5	23,2	23,0	11,4	11,2	11,0	4,8	5,1	4,9	12,7	12,8	13,0
10.	9,8	9,6	9,4	26,4	26,0	25,7	12,6	12,4	12,3	5,5	5,8	5,6	13,9	14,0	14,4
11.	11,5	11,2	11,0	31,0	30,7	30,5	14,8	14,5	14,2	7,5	7,8	7,5	14,7	14,8	14,9
12.	13,2	13,0	12,7	36,0	35,4	35,0	16,0	15,6	15,3	8,6	8,9	8,6	17,6	17,8	18,3
13.	15,0	14,8	14,5	41,0	40,4	40,0	18,4	20,0	17,7	9,4	9,6	9,3	23,2	23,3	23,3
14.	17,3	17,0	16,8	47,1	46,4	46,1	21,4	20,8	20,4	10,4	10,5	10,4	27,3	27,7	27,5
15.	20,2	20,0	19,8	54,2	53,5	53,0	23,0	22,4	22,0	11,3	11,5	11,3	32,4	32,8	32,6

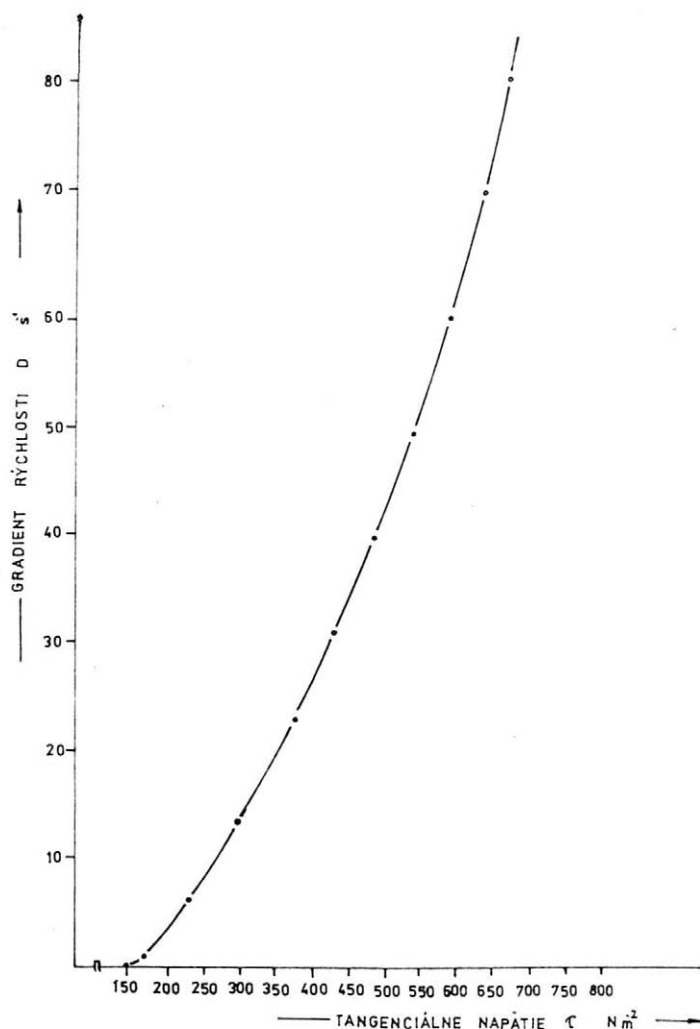


7. Reogram výkalov doj-
nic — obsah sušiny
10.29 % — Rheogram of
dairy cow excrements
— the content of dry
matter 10.29 %



8. Reogram výkalov doj-
nic — obsah sušiny
12.71 % — Rheogram of
dairy cow excrements
— the content of dry
matter 12.71 %





9. Reogram výkalov dojnic — obsah sušiny 15,54 % — Rheogram of dairy cow excrements — the content of dry matter 15.54 %

ZÁVER

Tekuté výkaly dojnic sú nenenewtonovskou látkou (Hörnig, 1972). Pri konštrukcii strojov a zariadení a pri projektovaní dopravných systémov pre tekuté výkaly je nevyhnutné poznať aj ich reologické vlastnosti. Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že výkaly dojnic s obsahom sušiny od 5,84 do 15,54 % sa chovajú podľa Binghamovho modelu, ktorého rovnica má tvar

$$D = \frac{\tau - \tau_0}{\eta_B}$$

Podľa uskutočnených pokusov je možné konštatovať, že zvyšovaním gradientu rýchlosti sa zvyšuje aj tangenciálne napätie, pričom pri nižších hodnotách gradientu rýchlosti sú prírastky tangenciálneho napätia väčšie. Zvyšovaním obsahu sušiny pri tej istej hodnote gradientu rýchlosti sa zvyšuje tangenciálne napätie a zväčšuje sa aj hodnota medzného napätia.

Literatúra

- HÖRNIG, G.: Verhalten von Gülle beim Transport in Druckrohrleitungen. Wasser-wirtsch. Techn., 22, 1972, č. 6.
- JURÍČEK, J.: Spôsoby zisťovania reologických vlastností exkrementov ošípaných. Acta technol. agric. Univ. agric. Nitra, XIX, 1978.
- TOBIŠKOVÁ, J. — JELÍNEK, T.: Měření vazkosti mezního tečného napětí a měrné hmotnosti u výkalů prasat. Zeměd. Techn., 21, 1975, č. 1, s. 55-61.
- ZATHURECKÝ, L.: Masťové základy a masťi súčasnej dermatoterapie. Bratislava, Obzor 1966.

Došlo dňa 4. 4. 1986

ЮРИЧЕК, Я. (Генеральная дирекция машинно-тракторных станций и ремонтного цеха сельскохозяйственных машин, Ровинка): *Реологические свойства навоза коров*. Земед. Techn., 33, 1987 (1) : 55-63.

Определяли влияние измененного содержания сухого вещества на изменение реологических свойств навоза. Это содержание меняли с 5,84 до 15,54 %, а свойства определяли с помощью вращающегося вискозиметра Реомат 15, причем измеряли зависимость между градиентом скорости и тангенциальным напряжением. Как показали измерения, если навоз содержит от 5,84 до 15,54 % сух. вещ., то его свойства отвечают реологической модели Бингама. С ростом содержания сух. вещ. растет и величина тангенциального напряжения, а также предельное напряжение.

тангенциальное напряжение; градиент скорости; предельное напряжение; реологическая модель Бингама

JURÍČEK, J. (General Directorate of Machine and Tractor Stations and Agricultural Machine Repair Shops, Rovinka): *Rheological Characteristics of Dairy Cow Excrements*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 55-63.

The article deals with rheological characteristics of dairy cow excrements. The influence of a change in dry matter content on the change of rheological characteristics was examined. The content of dry matter was being adjusted from 5.84 to 15.54 per cent. Rheological characteristics were determined by the rotary viscosimeter Rheomat 15 and a dependence between speed gradient and tangential stress was measured. According to measurements, the excrements of dairy cows with the content of dry matter from 5.84 to 15.54 per cent respond in accordance with Bingham's rheological model. With the increased contents of dry matter in excrements, the values of tangential stress and of limit stress also grow.

tangential stress; speed gradient; limit stress; Bingham's rheological model

JURÍČEK, J. (Generaldirektion der Traktoren- und Maschinenstationen und der Reparaturwerkstätten für Landmaschinen, Rovinka): *Rheologische Eigenschaften des Milchviehkotes*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (1) : 55-63.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit rheologischen Eigenschaften des Milchviehkotes. Wir untersuchten den Einfluss der Veränderung des Trockensubstanzgehaltes auf die Veränderung der rheologischen Eigenschaften. Wir änderten den Trockensubstanzgehalt von 5,84 bis 15,54 %. Die rheologischen Eigenschaften ermittelten wir mit Hilfe des Viskosimeters Rheomat 15, wobei wir die Abhängigkeit zwischen dem Geschwindigkeitsgradienten und der Tangentialspannung gemessen haben. Entsprechend den Messergebnissen verhalten sich die Milchviehexkremente mit einem Trockensubstanzgehalt von 5,84 bis 15,54 % wie das rheologische Bingham'sche Modell zeigt. Durch Erhöhung des Gehaltes der Exkremente an Trockensubstanz nimmt auch der Wert der Tangentialspannung und der Grenzspannung zu.

Tangentialspannung; Geschwindigkeitsgradient; Grenzspannung; Bingham'sches rheologisches Modell

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc., Generálne riaditeľstvo strojných a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, Rovinka, 900 42 Dunajská Lužná

Vybrané nejnovější tituly z oboru zemědělská technika ve fondu ÚZLK a tituly vybrané z produkce zahraničních nakladatelských firem, které budou zařazeny do objednávek pro rok 1987

Nové tituly:

BALL, R.: Horticulture Engineering technology: field machinery. London 1985.

GÖHLICH, H.: Mensch und Maschine. Pareys Studentexte Nr. 41. Berlin-Hamburg 1986.

MORLANO, A.: Classic american farm tractors. USA 1986.

QUANTICK, H. R.: Handbook for agricultural pilots. London 1985.

Tools for agriculture: a buyer's guide to appropriate equipment. Intermediate technology 1985.

WILLIAMS, M.: British tractors for world farming. London 1985.

INHALT

Haš S., Hutla P.: Bestimmung des Brennstoffbedarfs für Gewächshäuser des Typs LUR I mit thermisch-isolierender Verkleidung	16
Bauer F.: Einfluss der Anzahl der Pflugkörper eines Anbaupfluges auf die Änderung der Impulsionskräfte in den Zugstangen der Dreipunkthanlagevorrichtung des Traktors	24
Kupr J.: Druckunterschiedsempfänger in der Hydraulik der Landmaschinen	33
Kovář J., Otto K., Fáber Z.: Tribotechnische Diagnostik — Grund eines computerkontrollierten Systems der Instandhaltung der Landmaschinen . .	46
Opáth R.: Analyse des Zeitbedarfes bei der Fütterung der Rinder mit Hilfe der mobilen Fütterungsstrasse	53
Juríček J.: Rheologische Eigenschaften des Milchviehkotes	63

Rukopisy odevzdány k tisku 22. 9. 1986 — Podepsáno k tisku 8. 12. 1986

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1987

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.