

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

7

ROČNÍK 34 (LXI)
PRAHA
ČERVENEC 1988
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, DrSc., 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 Steffl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

OBSAH

Maleř J.: Energetická náročnost výmlatu zrnin tangenciálním mláticím ústrojím	385
Jelínek A., Pastorek Z., Plíva P.: Snižování spotřeby energie při výrobě doplňkových tvarovaných krmiv	397
Novák L.: Určení pláštového tření při stlačování masokostní moučky za teploty 110 °C	407
Šimána J.: Mikropočítačový systém pro operativní zpracování měření na zemědělských strojích	421
Ullmann B.: Technicko-ekonomické hodnocení technologického záběru motoru po generální opravě	429
Zemědělská technika v zahraničí	
Šťastný M.: Trendy vývoje zemědělské techniky na výstavě DLG Agritechnica 87	437
Informace	
Adamovský R.: Možnosti využití odpadního tepla z jaderných elektráren	444
Životní jubilea	
Životní jubileum prof. ing. Vladimíra Suchého, CSc., děkana mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze	436

СОДЕРЖАНИЕ

Малерж Й.: Энергоемкость зернообмолота с помощью тангенциального молотильного устройства	395
Елинек А., Пасторек З., Плива П.: Понижение энергоемкости в производстве добавочных фасонированных кормов	405
Новак Л.: Определение бокового сопротивления сваи при сжатии мясокостной муки при 110 °C	419
Шимана Я.: Микровычислительная система для оперативной обработки измерений у сельхозмашин	428
Уллманн Б.: Технико-экономическая оценка технологической обкатки двигателя после генремонта	435

J. Maleř

Geliugova

MALÉŘ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Energetická náročnost výmlatu zrnin tangenciálními mláticími ústroji*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7): 385—396.

Abychom mohli vyšetřit energetickou náročnost výmlatu zrnin tangenciálními mláticími ústroji, porovnali jsme v přibližně stejných podmínkách mláticí ústrojí s úhlem opásání bubnu košem 104° (původní) a mláticí ústrojí s úhlem opásání bubnu košem 143° (nové). U funkčních modelů bylo použito tangenciálního mláticího ústrojí s průměrem mláticího bubnu 600 mm a s jeho délkou 1200 mm. Zjistili jsme závislost středního příkonu mláticího ústrojí na výkonnosti. Při sklizni ječmene při konstantních otáčkách 16 s^{-1} v rozpětí výkonnosti 7,2 až $17,3 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ stoupal střední příkon u nového mláticího ústrojí lineárně od 5,5 do 10,5 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,76 na $0,595 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$. Při sklizni pšenice při konstantních otáčkách 17 s^{-1} v rozpětí výkonnosti 6,48 až $16,56 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ stoupal střední příkon u nového mláticího ústrojí lineárně od 7,7 do 11,8 kW a měrná spotřeba energie klesala z 1,188 na $0,728 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$. Tangenciální mláticí ústrojí jsme podrobili teoretickému rozboru a z výsledků měření jsme odvodili závislost příkonu na úhlu opásání. Exaktně vyšetřená energetická náročnost tangenciálního mláticího ústrojí má z perspektivního hlediska význam pro řešení automatického regulátoru jeho pracovního režimu.

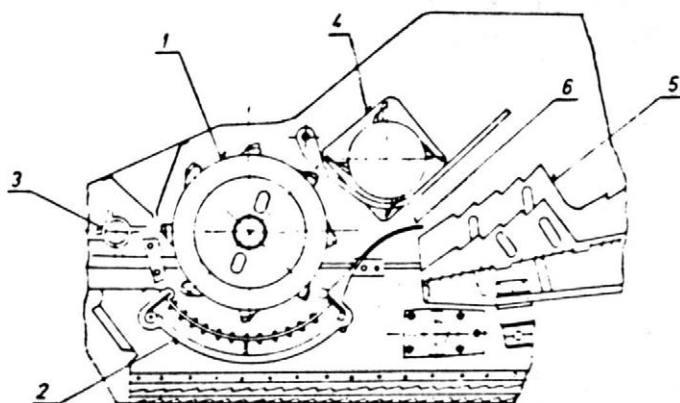
opásání bubnu košem; průchodnost; příkon; energetická náročnost

Tangenciální mláticí ústrojí s listovým bubnem bylo vynalezeno v roce 1788 Skotem Andrew Meiklem (někdy se uvádí rok 1784 nebo 1786). Ani po 200 letech nic neztratilo z aktuálnosti a stále patří k rozhodujícím pracovním ústrojím moderních sklízecích mlátiček.

I když princip zůstává stejný, došlo během dlouhého vývoje k postupnému zdokonalení, a to jak tvaru mlátek, uspořádání listů mláticího koše, způsobu nastavení mezery mezi mláticími bubnem a košem, tak i volby otáček mláticího bubnu. Konstrukce se postupně ustálila na průměru mláticího bubnu od 0,45 do 0,8 m a na jeho délce u výkonnějších sklízecích mlátiček od 1,2 do 1,6 m (Maleř, 1972).

Ve třicátých letech teoreticky popsal tangenciální mláticí ústrojí Gorjačkin (1965). Zabýval se mimo jiné i energetickou náročností tohoto ústrojí. Podrobnější teoretický rozbor mláticího ústrojí uvedl Letošněv (1949). Na význam úhlu opásání mláticího bubnu košem upozornil Pustigin (1969), který rovněž navrhl nové konstrukce tangenciálního mláticího ústrojí, u nichž předpokládal, že umožní dosáhnout lepších ukazatelů kvality práce.

Abychom objasnili vliv opásání mláticího bubnu košem, porovnávali jsme dvě sklízecí mlátičky: původní konstrukci (SK-4) s úhlem opásání bubnu košem 105° a nový funkční model, u kterého úhel opásání činí 143° . Smyslem práce bylo experimentálně vyšetřit energetickou náročnost tangenciálního mláticího ústrojí a zpřesnit teoretický rozbor o vlivu úhlu opásání.



1. Původní mláticí ústrojí (úhel opásání bubnu košem 104°; 1 — mláticí buben, 2 — koš mláticího bubnu, 3 — vkládací buben, 4 — odmítací buben, 5 — vytrásadla, 6 — prutový rošt) — The original threshing assembly (cylinder: concave angle 104°; 1 — threshing cylinder, 2 — concave, 3 — feeder beater, 4 — cylinder beater, 5 — straw walkers, 6 — grate)

METODA

K měření byly použity dvě sklízecí mlátičky SK-4 v přibližně stejném technickém stavu, ale jedna měla mláticí ústrojí nové, druhá původní. Měřili jsme na rovných pozemcích s vyrovnanými porosty pšenice a ječmene. Délka dráhy byla 100 m (z toho 40 m na rozjezd soupravy).

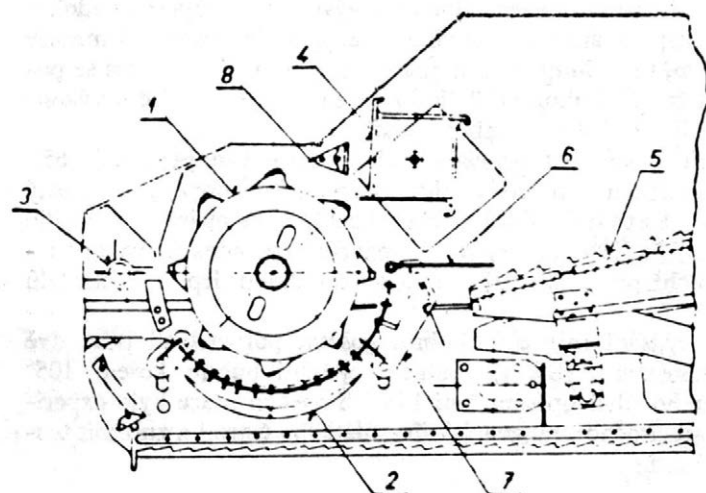
Při měřeních jsme mláticí ústrojí seřídili především tak, aby odebíralo maximální příkon. Toto seřízení poněkud ovlivnilo veličiny kvality práce, zejména jejich absolutní hodnoty. Poměr mezi původním a novým mláticím ústrojím se však zachoval.

Na základě výsledků měření energetické náročnosti jsme tangenciální mláticí ústrojí podrobili teoretickému rozboru, jehož cílem bylo objasnit vliv úhlu opásání mláticího bubnu košem.

VLASTNÍ PRÁCE

POPIS POUŽITÉHO ZAŘÍZENÍ

Porovnávání tangenciální mláticí ústrojí jsou patrná z obr. 1 a 2. U původního mláticího ústrojí je úhel opásání mláticího bubnu košem 104°. Koš je ukončen šikmo skloněným roštem. U nového uspořádání mláticího ústrojí je úhel opásání mláticího bubnu košem zvýšen na 143°. Koš je ukončen prutovým roštem ve vodorovné poloze.

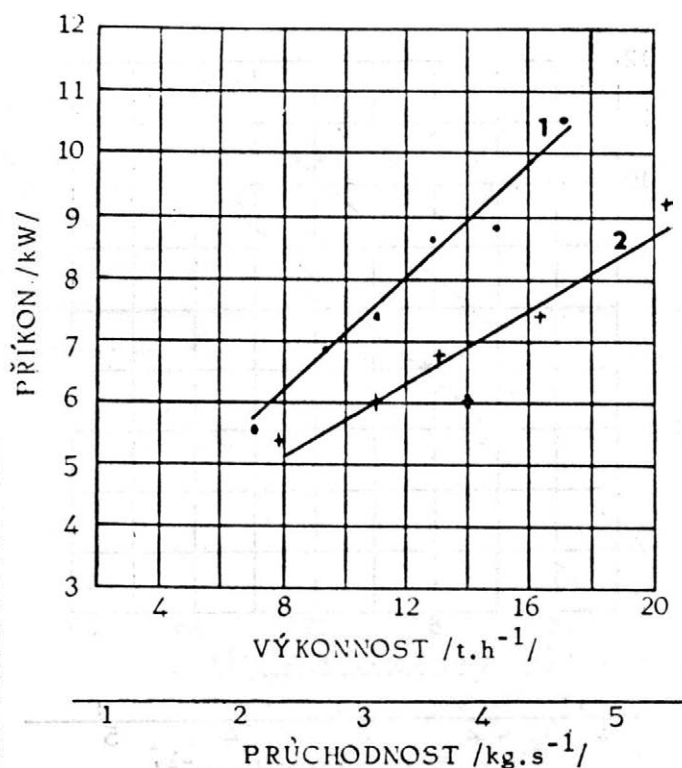


2. Nové mláticí ústrojí (úhel opásání bubnu košem 143°; 1 — mláticí buben, 2 — koš mláticího bubnu, 3 — vkládací buben, 4 — odmítací buben, 5 — vytrásadla, 6 — prutový rošt, 7 — nástavec mláticího koše, 8 — stěrací lišta) — The new threshing assembly (cylinder: concave angle 143°; 1 — threshing cylinder, 2 — concave, 3 — feeder beater, 4 — cylinder beater, 5 — straw walkers, 6 — grate, 7 — concave extension, 8 — scraping rod)

Točivé momenty, které jsme měřili při různé průchodnosti, se snímaly tenzometry na hřídeli mláticího bubnu. Současně se snímaly otáčky hřídele. Točivé momenty se zaznamenávaly a vyhodnocovaly na poloautomatickém vyhodnocovacím stroji. Z naměřených středních hodnot točivých momentů a otáček jsme vypočítali střední příkon na hřídeli mláticího bubnu.

Zjištěnou závislost příkonu na výkonnosti v rozsahu měření jsme ohodnotili jako lineární. Vypočítali jsme rovnice lineární regrese a korelační koeficienty a testovali jsme jejich významnost. Výsledky měření u ječmene jsou zakresleny na obr. 3. V rozpětí výkonnosti od 7,2 do 17,3 t.h⁻¹ stoupal střední příkon u nového mláticího ústrojí lineárně od 5,5 do 10,5 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,76 na 0,595 kWh.t⁻¹ (obr. 4). Výsledky měření u pšenice jsou uvedeny na obr. 5. V rozpětí výkonnosti 6,48 až 16,56 t.h⁻¹ stoupal střední příkon u nového mláticího ústrojí lineárně od 7,7 do 11,8 kW a měrná spotřeba energie klesala z 1,188 na 0,728 kWh.t⁻¹ (obr. 6).

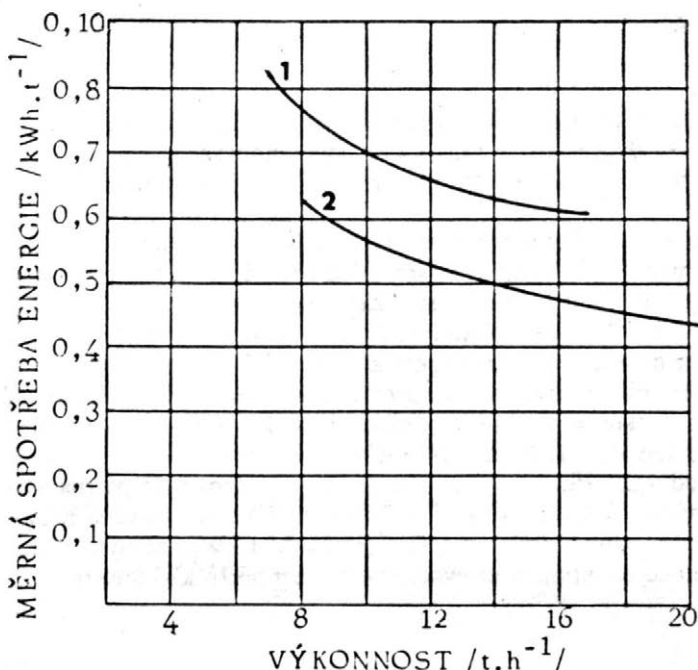
Porovná-li se střední hodnota příkonů při maximální průchodnosti, je patrná poměrná shoda výsledků získaných u ječmene a pšenice. Vzestup příkonů u nového mláticího ústrojí při maximální průchodnosti byl v rozpětí 1,84 až 2,94 kW, což bylo z hlediska energetické bilance motoru s nominálním výkonem motoru 55,16 kW únosné.



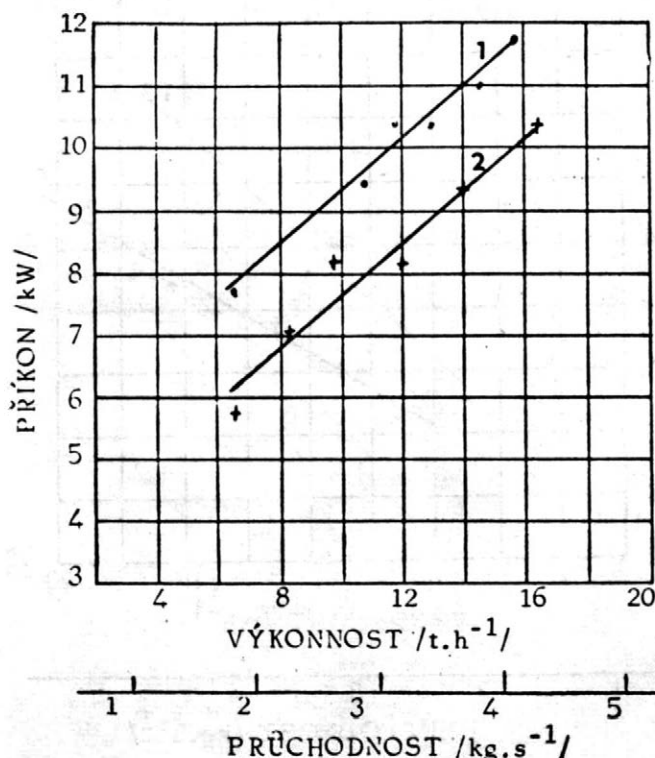
3. Střední příkon původního a nového mláticího ústrojí sklízecí mlátičky SK-4 při výmlatu ječmene (1 — nové mláticí ústrojí, 2 — původní mláticí ústrojí) — Mean power input to the original and new threshing assembly of the SK-4 harvester-thresher when threshing barley (1 — new threshing assembly, 2 — original threshing assembly)

$$1 - y' = 2,55 + 0,472x \quad V(0,01) \\ r = 0,988 \quad V(0,01)$$

$$2 - y' = 2,738 + 0,2966x \quad V(0,00) \\ r = 0,936 \quad V(0,01)$$



4. Měrná spotřeba energie původního a nového mláticího ústrojí sklízecí mlátičky SK-4 při výmlatu ječmene (1 — nové mláticí ústrojí, 2 — původní mláticí ústrojí) — Specific energy consumption of the original and new threshing assemblies of the SK-4 harvester-thresher when threshing barley (1 — new threshing assembly, 2 — original threshing assembly)



5. Střední příkon původního a nového mláticího ústrojí sklízecí mlátičky SK-4 při výmlatu pšenice (1 — nové mláticí ústrojí, 2 — původní mláticí ústrojí) — Mean power input to the original and new threshing assemblies of the SK-4 harvester-thresher when threshing wheat (1 — new threshing assembly, 2 — original threshing assembly)

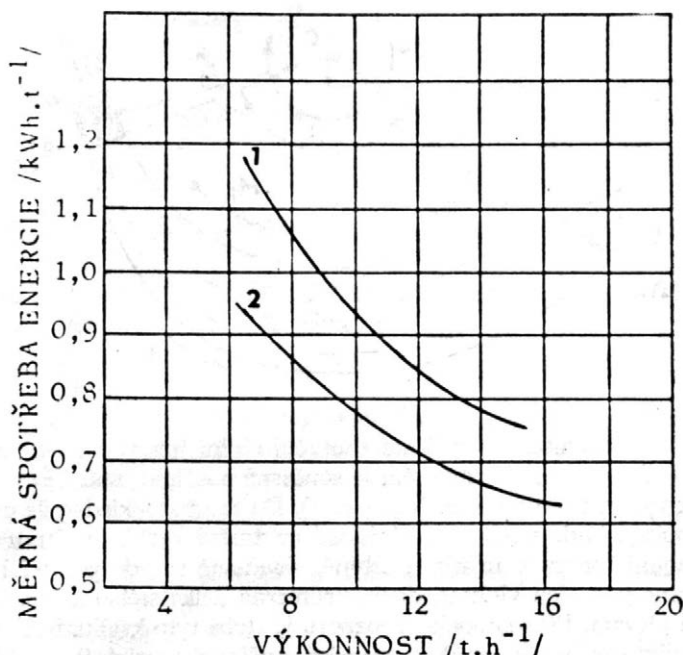
$$1 - y' = 4,929 + 0,433x \quad V(0,01)$$

$$2 - r = 0,0991 \quad V(0,01)$$

$$2 - y' = 3,351 + 0,428x \quad V(0,01)$$

$$r = 0,978 \quad V(0,01)$$

6. Měrná spotřeba energie původního a nového mlátičního ústrojí sklízecí mlátičky SK-4 při výmlatu pšenice (1 — nové mlátiční ústrojí, 2 — původní mlátiční ústrojí) — Specific energy consumption of the original and new threshing assembly of the SK-4 harvester-thresher when threshing wheat (1 — new threshing assembly, 2 — original threshing assembly)



TEORETICKÝ ROZBOR

PŘÍKON POTŘEBNÝ NA URYCHLENÍ A PROTAŽENÍ OBILNÍ HMOTY KOŠEM

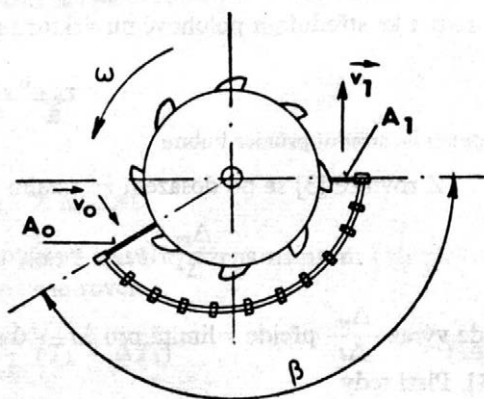
Za předpokladu, že přísun obilní hmoty do mlátičního ústrojí bude plynulý a ustálený (obr. 7), musí pro známé sekundové množství Q_m [kg.s⁻¹] platit na vstupním a výstupním průřezu mlátiční šterbiny

$$Q_m = \rho_0 A_0 v_0 = \rho_1 A_1 v_1 \quad [1]$$

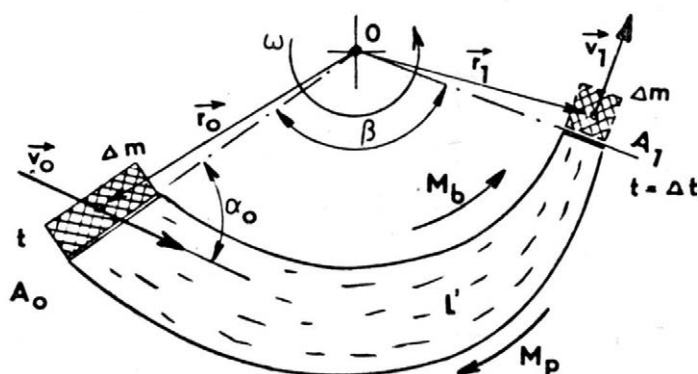
kde: ρ_0, ρ_1 — objemové hustoty obilní hmoty na vstupu, resp. výstupu z mlátiční šterbiny

Při stálé šířce b této šterbiny a její výšce h_0 , resp. h_1 , se dá z rovnice [1] vypočítat poměr

$$\frac{\rho_1}{\rho_0} = \frac{h_0 v_0}{h_1 v_1} = \kappa \quad [2]$$



7. Mlátiční ústrojí — Threshing unit



8. Úhel opásání bubnu košem — Cylinder: concave angle

Součinitel κ vyjadřuje zhuštění obilní hmoty vlivem zužující se mlátičí štěrbin ($h_0/h_1 > 1$). Toto zhuštění je současně nepřímo úměrné rychlostnímu nárůstu směrem k výstupnímu průřezu ($v_0/v_1 < 1$). Dá se předpokládat, že příkon potřebný u mlátičího bubnu bude narůstat v závislosti na změně rychlosti, množství za sekundu a zhuštění obilní hmoty v mlátičí štěrbině. Současně se zde projeví i fyzikální vlastnosti obilní hmoty, tj. její vlhkost, druh, průměrná délka stébel a poměr hmotnosti zrna ke slámě a plevám. Při teoretickém rozboru je třeba tyto kvalitativní činitele zahrnout do společného součinitele (např. nazvaného součinitel protírání), určeného experimentálně.

Vlastní silový účinek mlátičího bubnu a koše na obilní hmotu je možné vyjádřit z věty o změně hybnosti $\vec{L}$ soustavy definované jako obilní hmota uvnitř mlátičí štěrbin a okamžitá hmota vstupující v čase t , resp. vystupující v čase $t + \Delta t$. Je-li úhel opásání bubnu košem označen β (obr. 8), hnací moment na hřídeli bubnu M_b a moment pasívních odporů ve štěrbině M_p , platí vzhledem k ose bubnu rovnice

$$L_1(t + \Delta t) - L_0(t) = (M_b - M_p) \cdot \Delta t \quad [3]$$

kde momenty hybnosti obilní hmoty vzhledem k ose mlátičího bubnu jsou definovány

$$L_0(t) = L' + \Delta m r_0 v_0 \sin \alpha_0 \quad [\text{Nms}]$$

$$L_1(t + \Delta t) = L' + \Delta m r_1 v_1 \quad [\text{Nms}] \quad [4]$$

a silové momenty jsou v průběhu intervalu Δt považovány za konstantní. Navíc jsme předpokládali, že vstupní rychlost $\vec{v}_0$ může mít obecný směr α_0 vzhledem k rovině vstupního průřezu mlátičí štěrbin, zatímco výstupní rychlost $\vec{v}_1$ je kolmá k rovině průřezu, a tedy i ke střednímu polohovému vektoru $\vec{r}_1$. Navíc lze přibližně položit

$$r_0 \doteq r_1 \doteq \frac{D}{2}$$

kde: D — střední průměr bubnu

Z rovnice [3] se po dosazení ze vztahu [4] obdrží

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} (v_1 - v_0 \sin \alpha_0) \frac{D}{2} = M_b - M_p \quad [5]$$

kde výraz $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ přejde v limitě pro $\Delta t \rightarrow 0$ na $\frac{dm}{dt} = Q_m$ [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$], stanovené v rovnici [1]. Platí tedy

$$\frac{1}{2} Q_m \cdot D (v_1 - v_o \sin \alpha_o) = M_b - M_p \quad [6]$$

Okamžitý příkon na bubnu je dán vztahem

$$P_b = M_b \cdot \omega = M_p \cdot \omega + Q_m (v_1 - v_o \sin \alpha_o) \cdot \omega \frac{D}{2} \quad [7]$$

kde: ω – úhlová rychlost mláticího bubnu

$$\omega \frac{D}{2} = v_b \text{ – obvodová rychlost mláticího bubnu}$$

Vyjádříme-li celkový odpor v mláticí štěrbině M_p jako poměrnou část hnacího momentu M_b , což potvrzují i experimentální měření, potom

$$M_p = k \cdot M_b \quad [\text{Nm}] \quad [8]$$

kde součinitel protírání je závislý na kvalitativních faktorech bubnu a koše, na druhu a vlhkosti obilní hmoty, ale zejména na stupni zhutnění κ obilní hmoty ve štěrbině a na úhlu opásání β bubnu košem. Můžeme proto zavést vztah

$$k = k_o + k_1 \cdot \kappa \cdot k_2 \cdot \beta \quad [9]$$

S použitím vztahu [8] se dá výraz pro okamžitý příkon na bubnu [7] přepsat do tvaru

$$P_b = M_b \cdot \omega = \frac{Q_m v_b}{1 - k} (v_1 - v_o \sin \alpha_o) \quad [\text{W}] \quad [10]$$

V případě, že vstupní rychlost obilní hmoty v_o je buď malá, nebo její úhel α_o od roviny vstupního průřezu je velmi malý, zjednoduší se vztah [10] na

$$P_b \doteq \frac{Q_m v_b}{1 - k} v_1 \quad [11]$$

Potřebný příkon na hřídeli mláticího bubnu tedy přímo závisí na průchodnosti Q_m [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$], na obvodové rychlosti bubnu v_b [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], na rychlosti v_1 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], s níž omlat vystupuje z mláticí štěrbin; příkon narůstá i s rostoucí hodnotou součinitele protírání k .

Výstupní rychlost omlatu v_1 ze štěrbin se dá opět vyjádřit jako zlomek obvodové rychlosti bubnu v_b (někteří autoři uvádějí např. 0,5)

$$v_1 = a \cdot v_b, \text{ kde } a \leq 1 \quad [12]$$

Potom

$$P_b = a \cdot \frac{Q_m v_b^2}{1 - k} = C_b \cdot Q_m \cdot v_b^2 \quad [\text{W}] \quad [13]$$

kde součinitel

$$C_b = \frac{a}{1 - k}$$

PŘÍKON POTŘEBNÝ NA VYRAŽENÍ ZRNA Z KLASŮ

Vycházíme-li z představy, že obilní zrna jsou z klasů vyrážena nárazem otáčejícího se bubnu, musí být potřebný příkon na jedno zrno roven

$$P_{v_1} = \frac{dW_1}{dt} = \frac{d}{dt} (T_1 + \Delta T_1) \quad [14]$$

kde: $W_1 = T_1 + \Delta T_1$ — práce spotřebovaná na vyrazení jednoho zrna z klasu, neboli kinetická energie zrna po srážce s částí bubnu, doplněná o energii ztracenou při rázu

Pro rychlost zrna po srážce s velmi hmotným bubnem platí z teorie rázu

$$v_1 = (1 + k) v_b \cos \alpha \quad [15]$$

kde: k — součinitel restituace mezi zrnem a kovovou částí bubnu

Rychlost v_1 však může mít vzhledem k v_b různý směr daný úhlem α , takže ze vztahu [15] vystupuje průmět rychlosti $v_b \cos \alpha$ do směru v_1 .

Okamžitá práce na jedno zrno je tedy

$$W_1 = T_1 + \Delta T_1 = \frac{1}{2} m_1 (1 + k)^2 v_b^2 \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} m_1 (1 - k^2) \cdot v_b^2 \cos^2 \alpha = m_1 (1 + k) \cdot v_b^2 \cdot \cos^2 \alpha \quad [16]$$

Počet zrn na jednotku času, s nimiž se buben setkává, se dá určit ze sekundového množství obilní hmoty na bubnu Q_m a součinitele δ , udávajícího poměr hmoty zrní k obilní hmotě. Platí tedy

$$K = \frac{\delta \cdot Q_m}{m_1} \quad [\text{zrn} \cdot \text{s}^{-1}] \quad [17]$$

Potom okamžitý výkon spotřebovaný na vyrazení zrn je

$$P_v = K \cdot P_{v_1} = K \cdot W_1 = \delta \cdot Q_m (1 + k) \cdot v_b^2 \cos^2 \alpha \quad [W] \quad [18]$$

Někdy se dosahuje střední hodnoty $\cos \alpha$, dané vztahem

$$(\cos \alpha)_{\text{stř}} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos \alpha d\alpha = \frac{2}{\pi}$$

takže vztah [18] má konečnou podobu

$$P_v = \frac{4}{\pi^2} (1 + k) \delta Q_m v_b^2 = C_v \cdot Q_m \cdot v_b^2 \quad [W] \quad [19]$$

V tomto výrazu je souhrnný součinitel $C_v = \frac{4}{\pi^2} (1 + k) \delta = 0,405 (1 + k) \delta$ určován pro příslušný druh a vlhkost sklizeného obilí (např. pro suchou pšenici se uvádí $\delta = 0,435 + 0,555$, $k = 0,18$, a tedy $C_v = 0,237$).

PŘÍKON POTŘEBNÝ PRO CHOD NAPRAZDNŮ

Rozběh nezatíženého mláticího bubnu se řídí rovnicí známou z dynamiky soustav

$$I_{red} \frac{d\omega}{dt} = M_{h_r} - M_{z_r} \quad [20]$$

kde: I_{red} , M_{h_r} a M_{z_r} — redukované veličiny celého mechanismu

Po úpravě platí

$$M_{h_r} \cdot \omega = I_{red} \cdot \omega \cdot \frac{d\omega}{dt} + M_{z_r} \cdot \omega$$

neboli

$$P_h = I_{red} \cdot \omega \cdot \varepsilon + P_z = P_r + P_z \quad [21]$$

kde: P_r — rozběhový příkon

P_z — příkon spotřebovaný na překonávání veškerých ztrát

Po ukončení rozběhu a dosažení ustáleného chodu při pracovních otáčkách bubnu dojde k rovnováze mezi přivedeným výkonem P_h naprázdno a ztrátovým příkonem P_z , takže

$$[P_{hn} = P_z = M_{zr} \cdot \omega \quad [W] \quad [22]$$

Hodnota redukováného ztrátového momentu M_{zr} se často zavádí na jednotku délky bubnu jako $M_{zr} = M_{zo} \cdot l_b$ a výraz [22] je tedy

$$P_z = M_{zo} \cdot l_b \cdot \omega \quad [W] \quad [23]$$

Existují i jiné aproximativní vztahy pro vyjádření tohoto ztrátového příkonu, v nichž se počítá i tzv. ventilátorový efekt odporu prostředí na buben

$$P_z = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3 \quad [W] \quad [24]$$

kde se součinitelé A , B určují experimentálně pro jednotlivé typy mláticích bubnů. Výhodnější je však užívat vztahu [23].

CELKOVÝ PŘÍKON MLÁTICÍHO ÚSTROJÍ

Celkový příkon předávaný mláticímu bubnu P se při ustáleném chodu celého zařízení skládá z těchto složek:

- příkon běhu naprázdno P_z ,
- příkon potřebný na vyražení z klasů P_v ,
- příkon potřebný na protírání obilní hmoty ve šterbině P_b .

Dosažením ze vztahů [13], [19] a [23] vyjde

$$\begin{aligned} P &= P_z + P_v + P_b = M_{zo} \cdot l_b \cdot \omega + C_v \cdot Q_m \cdot v_b^2 + C_b \cdot Q_m \cdot v_b^2 = \\ &= M_{zo} \cdot \frac{2l_b}{D} v_b + (C_v + C_b) \cdot Q_m \cdot v_b^2 \quad [W] \quad [25] \end{aligned}$$

PŘÍKLAD ZÁVISLOSTI PŘÍKONU NA ÚHLU OPÁSÁNÍ

Jako aplikace uvedené teorie může sloužit příklad závislosti příkonu mláticího ústrojí sklízecí mlátičky na úhlu opásání bubnu košem.

Zadané parametry: $Q_m = 4,5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$, $n = 18,3 \text{ s}^{-1}$, $\delta = 0,495$, $v_b = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $M_{zo} = 12 \text{ Nm} \cdot \text{m}^{-1}$, $l_b = 0,8 \text{ m}$, $\omega = 2\pi n = 115,2 \text{ s}^{-1}$, $k = 0,18$, $a = 0,5$.

Experimentálně byl zjištěn celkový příkon na bubnu pro dva různé úhly opásání bubnu

$$1. \beta_1 = 104^\circ \Rightarrow P_1 = 10,4 \text{ kW}$$

$$2. \beta_2 = 143^\circ \Rightarrow P_2 = 11,8 \text{ kW}$$

V obou případech počítáme se stejnými příkony ($P_z + P_v$), takže celý rozdíl způsobuje složka příkonu P_b .

Numericky platí

$$\begin{aligned} P_z + P_v &= 12 \cdot 0,8 \cdot 115,2 + 0,405 \cdot 1,18 \cdot 0,495 \cdot 4,5 \cdot \\ &\cdot 30^2 = 1106 + 958 = 2,064 \text{ kW} \end{aligned}$$

Potom

$$P_{b1} = 10,4 - 2,064 = 8,336 \text{ kW} \Rightarrow C_{b1} = 2,058$$

$$P_{b2} = 11,8 - 2,064 = 9,736 \text{ kW} \Rightarrow C_{b2} = 2,404$$

Z těchto koeficientů dále vypočteme

$$(1 - k)_1 = \frac{a}{C_{b1}} = 0,243, \text{ a tedy } k_1 = 0,757$$

obdobně pak

$$(1 - k)_2 = \frac{a}{C_{b2}} = 0,208, \text{ takže } k_2 = 0,792$$

Budeme-li předpokládat, že tento koeficient protírání se liší při stejném nastavení mlátičích šterbiny jen díky změněnému úhlu opásání, což podle vztahu [9] znamená

$$k_i = \bar{k} + k_2 \beta_i$$

pro $i = 1, 2$

a tedy pro měřené dva případy $0,757 = \bar{k} + k_2 \cdot 104$

$$0,792 = \bar{k} + k_2 \cdot 143$$

Řešením těchto rovnic obdržíme

$$\bar{k} = 0,664 \quad \text{a} \quad k_2 = 0,0009$$

Podobně by se mohly experimentálně vyšetřit i zbývající dva součinitele k_0 a k_1 ze vztahu [9] pro daný typ bubnu a koše, zachováním úhlu opásání a změnami velikosti mlátičích šterbiny podle druhu obilí by se vyhodnotil součinitel k_1 vlivu zhutnění obilní hmoty. Součinitel k_0 již plyne z celkového příkonu.

DISKUSE

Výsledky, které jsme získali měřením i z teoretického rozboru, ukazují, že vynález Skota Andrew Meikla, jehož 200. výročí si letos připomínáme, umožní i další zdokonalení. I když tangenciální mlátičí ústrojí v současné době soupeří v konstrukci sklízecích mlátiček s axiálním mlátičím ústrojím, princip lištového mlátičeho bubnu opášaného košem byl v poněkud upravené podobě využit i u axiálního mlátičeho ústrojí.

Mlátičí ústrojí se rozhodujícím způsobem podílí na výsledné kvalitě práce sklízecích mlátiček. Proto v současné době usilujeme o to, abychom prostřednictvím souboru automatizačních prvků vyřešili jeho automatické nastavování podle okamžitého stavu sklizené hmoty. K tomu je pak zapotřebí ještě podrobněji analyzovat proces výmlatu.

ZÁVĚR

Předkládaná práce rozšiřuje naše poznatky o procesu výmlatu zrnin. Prohlubuje naše znalosti o energetické náročnosti procesu výmlatu v tangenciálním mlátičím ústrojí a vymezuje vliv úhlu opásání mlátičeho bubnu košem na energetickou náročnost mlátičeho ústrojí.

Literatura

- GORJAČKIN, V. P.: *Sobranie sočinenij*. Moskva, Kolos 1965. 260 s.
- LETOŠNEV, M. N.: *Selskochozjajstvennyje mašiny*, Izdatelstvo selskochozjajstvennoj literatury 1949. 856 s.
- MEIKL, A.: Patentní přihláška na tangenciální lištové mláticí ústrojí. Velká Británie, 1788.
- MALEŘ, J.: Vliv úhlu opásání mláticího koše na funkci mláticího ústrojí. *Zeměd. Techn.*, 18, 1972, č. 9, s. 561-574.
- PUSTIGIN, M. S.: Some aspects for designing machines for grain harvesting. Vídeň, United Nations Industrial Development Organization 1969. 37 s.

Došlo dne 6. 1. 1988

МАЛЕРЖ, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Энергоемкость зернообмолота с помощью тангенциального молотильного устройства. *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (7) : 385-396.

В целях определения упомянутой энергоемкости мы сопоставляли в приблизительно одинаковых условиях молотильные устройства с углом наклона 104° (первоначальный) и с углом обхвата барабана ковшем 143° (новый). У функциональных моделей пользовались устройством с диаметром барабана 600 мм при длине 1200 мм. Мы установили зависимость средней подводимой мощности молотильного устройства от производительности. В процессе уборки ячменя при константных оборотах 16 сек^{-1} в диапазоне производительности $7,2-17,3 \text{ т} \cdot \text{ч}^{-1}$ эта мощность возрастала у нового устройства в линейном порядке в порядке 5,5 до 10,5 кВт, а удельный энергорасход понижался от 0,76 до 0,595 кВт $\cdot \text{ч}^{-1}$. Во время уборки пшеницы при константных оборотах 17 сек^{-1} в диапазоне производительности $6,48-16,56 \text{ т} \cdot \text{ч}^{-1}$ средняя подводимая мощность у нового устройства возрастала линейно с 7,7 до 11,8 кВт, а удельный энергорасход понижался с 1,88 до 0,728 кВт $\cdot \text{ч}^{-1}$. Мы подвергли тангенциальное устройство теоретическому анализу и вывели из результатов зависимость мощности от угла обхвата. Эта точно обследованная энергоемкость важна в перспективном аспекте для разработки авторегулятора рабочего режима тангенциального устройства.

обхват барабана корзиной; проходность; энергоемкость

MALEŘ, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Rěpy): *Power Demand of a Tangential Grain Threshing Unit*. *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (7) : 385-396.

To be able to determine the power demand of grain threshing with a tangential threshing unit, a threshing unit with a 104°C cylinder: concave angle (original) was compared with a new one where the angle was 143° . A tangential threshing unit with a cylinder 600 mm in diameter and 1200 mm in length was used in the functional models. The mean power input to the threshing unit was found to depend on performance. When barley was harvested at the constant speed of 17 r. p. s. , with performance ranging from 7.2 to 17.3 t per hour , the mean power input to the new threshing unit grew linearly from 5.5 to 10.5 kWh and the specific power consumption declined from 0.76 to 0.595 kWh per ton. When wheat was harvested at the constant speed of 17 r. p. s. , with performance ranging from 6.48 to 16.56 t per ha , the mean power input to the new threshing unit grew linearly from 7.7 to 11.8 kW and the specific power consumption declined from 1.88 to 0.728 kWh. The tangential threshing assemblies were subjected to theoretical analysis and the dependence of power input on the cylinder: concave angle was derived from the results of the measurement. The results of the exact investigation of power demand in the tangential threshing unit will help to design an automatic regulator of the assembly's work.

cylinder: concave angle; throughput; power demand

MALER, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Energiebedarf des Körnerfrüchterdresches mit tangentialem Dreschwerk*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 385-396.

Um den Energiebedarf des Körnerfrüchterdresches mit tangentialem Dreschwerk beurteilen zu können, verglichen wir unter fast den gleichen Bedingungen ein Dreschwerk mit einem Winkel von 104° (ursprüngliches Dreschwerk) mit einem Dreschwerk mit einem Winkel der Trommelumspannung mit Korb von 143° (neues Dreschwerk). Bei den sog. Funktionsmodellen wendeten wir ein tangentiales Dreschwerk mit einem Durchmesser der Dreschtrommel von 600 mm an. Die Länge der benutzten Dreschtrommel betrug 1200 mm. Wir stellten die Abhängigkeit des mittleren Energieverbrauchs des Dreschwerkes von der Leistung fest. Bei der Gerstenernte unter konstanten Drehzahlen von 16 s^{-1} mit einer Leistungsschwankung von 7,2 bis $17,3 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ stieg der mittlere Energieverbrauch des neuen Dreschwerkes linear von 5,5 bis $10,5 \text{ kW}$ an und der spezifische Energieverbrauch fiel von 0,76 auf $0,595 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$ ab. Bei der Weizenernte unter konstanten Drehzahlen von 17 s^{-1} mit einer Leistungsschwankung von 6,48 bis $16,56 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ stieg der mittlere Energieverbrauch des neuen Dreschwerkes linear von 7,7 bis $11,8 \text{ kW}$ an und der spezifische Energieverbrauch fiel von 1,188 auf $0,728 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$ ab. Das tangentiale Dreschwerk wurde einer theoretischen Analyse unterzogen und aufgrund der ermittelten Messergebnisse konnten wir die Abhängigkeit des Energieverbrauches vom Umspannungswinkel ableiten. Der exakt ermittelte Energiebedarf des tangentialen Dreschwerkes hat aus perspektivischer Sicht eine grosse Bedeutung für die Lösung des automatischen Regulators seines Arbeitsregimes.

Umspannung der Trommel mit Korb; Durchsatzleistung; Energiebedarf

Adresa autora:

Doc. ing. Josef Maler, DrSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

SNIŽOVÁNÍ SPOTŘEBY ENERGIE PŘI VÝROBĚ DOPLŇKOVÝCH TVAROVANÝCH KRMIV

A. Jelínek, Z. Pastorek, P. Plíva

JELÍNEK, A. — PASTOREK, Z. — PLÍVA, P. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Snižování spotřeby energie při výrobě doplňkových tvarovaných krmiv*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 397-406.

Účelem návrhu technologické linky pro výrobu doplňkových tvarovaných krmiv na bázi slámy bylo snížit měrnou spotřebu energie a umožnit tvarování směsi s vysokým obsahem nešrotovaných objemových krmiv. Energetické úspory bylo dosaženo využitím dvoupístového tvarovacího lisu a předehřevem objemových komponent odpadním teplem z vysokoteplotní sušící linky. V článku je popsáno zapojení technologické linky s pístovým tvarovacím lisem, výsledky měření při ověřování linky a navržená zařízení pro dávkování a předehřev objemových komponent, pro plnění briket do palet, jejich chlazení a vážení.

tvarování směsi s vysokým obsahem nešrotovaných objemových krmiv; pístový tvarovací lis; energetické úspory

Přes energetickou náročnost má výroba tvarovaných krmiv v některých případech své opodstatnění. Kromě výhod při přepravě a skladování tvarovaných krmiv je zaručen rovnoměrný příjem zpracovaných komponent zvířatům podle předem určené struktury krmné dávky. Proto jsou stále hledány cesty, jak snížit energetickou náročnost tvarovacího procesu a přitom vyrábět brikety s požadovanými fyzikálně mechanickými vlastnostmi při vysokém obsahu objemových krmiv (s hmotnostním podílem sena nebo slámy do 80 %).

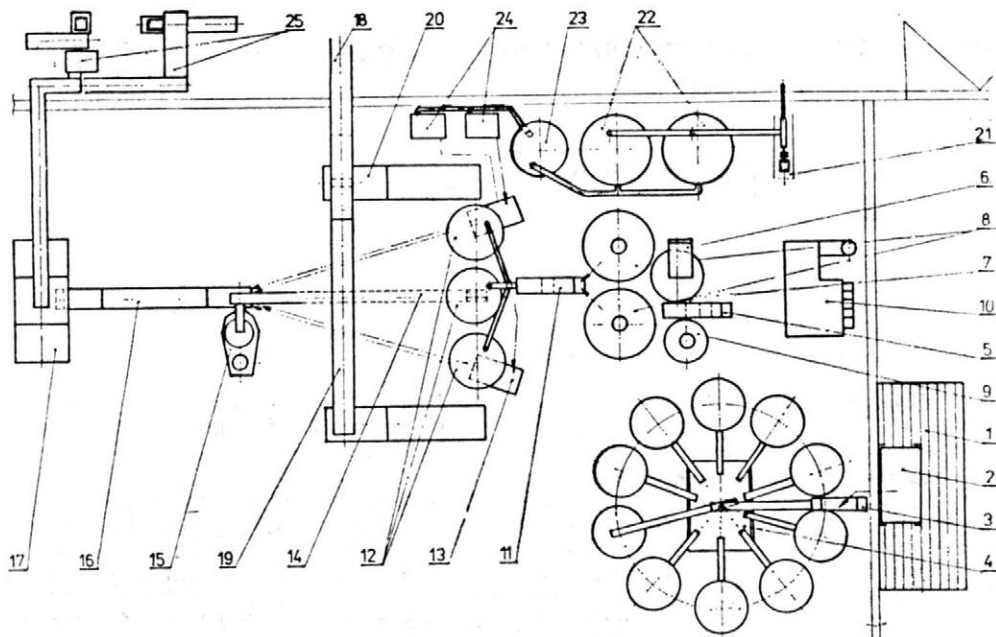
Formování briket z píce na experimentálním pístovém lisu zkoumali Hall a Hall (1968). Zjistili, že ohříváním matric tvarovacího lisu se snižuje tlak požadovaný na výrobu přijatelných briket. Podmínky pro výrobu senných briket tlakem zkoumal Chancellor (1962).

V ČSSR uskutečnili podrobná měření procesu tvarování materiálů dvoupístovým lisem Andrt aj. (1983).

V navrhované technologické lince byl využit i dvoupístový tvarovací lis (výrobce n. p. Škoda Ejovice, ČSSR), který je podle uvedených materiálů energeticky méně náročný než granulární a briketovací lisy s prstencovými maticemi.

NÁVRH TECHNOLOGICKÉ LINKY PRO VÝROBU TVAROVANÝCH KRMIV

Pístové tvarovací lisy byly v ČSSR zatím využívány pouze v omezeném počtu pro výrobu jednosložkových tvarovaných krmiv, hlavně u mobilních sušáren píce. Byla jim vyčítána malá výkonnost a nedostatečná kvalita tvarovaného krmiva. V porovnání s ostatními lisy však



1. Schéma tvarovací linky (1 — příjmový koš, 2 — překlopník palet, 3 — korečkový dopravník, 4 — devítikomponentní váha, 5 — korečkový dopravník, 6 — prosévačka, 7 — zásobník, 8 — míchačka, 9 — cyklon, 10 — filtr, 11 — korečkový dopravník, 12 — zásobník, 13 — pístový tvarovací lis, 14 — šnekový dopravník, 15 — rotační tvarovací lis, 16 — hrabíkový (kapsový) dopravník, 17 — plnicí, vážící a chladič stolice, 18 — pásový dopravník slámy, 19 — pásový dopravník slámy vodorovný, 20 — dávkovací a přehřívací dopravník, 21 — čerpadlo melasy, 22 — nádrž melasy, 23 — provozní nádrž melasy, 24 — melasovací zařízení, 25 — ventilátory chlazení) — Diagram of the feed pelleting line (1 — feeder basket, 2 — pallet tipping unit, 3 — bucket conveyor, 4 — nine-component balance, 5 — bucket conveyor, 6 — screening machine, 7 — storage container, 8 — mixer, 9 — cyclone separator, 10 — filter, 11 — bucket conveyor, 12 — storage container, 13 — piston-type pelleting press, 14 — auger conveyor, 15 — rotary pelleting press, 16 — rake conveyor, 17 — filling, weighing and cooling equipment, 18 — straw belt conveyor, 19 — horizontal straw belt conveyor, 20 — rationing and pre-heating conveyor, 21 — molasses pump, 22 — molasses container for operational use, 24 — molasses treatment equipment, 25 — cooling fans)

pístový tvarovací lis vyniká nízkou energetickou náročností a možností zpracovávat nešrotované objemové materiály, jako je sláma nebo seno. Pro jeho práci je však třeba stanovit vhodné předpoklady, a to rovnoměrné dávkování objemových komponent, dostatečně promíchanou směs objemových a sypkých komponent, vhodný tvar lisovacích matic. Schéma navržené experimentální tvarovací linky je na obr. 1.

Sypké komponenty jsou přijímány do zásobníků devítikomponentní váhy přes příjmový koš. Směs sypkých komponent je navážena na devítikomponentní váze a přes elevátor vedena na síto, kde se oddělují frakce, které přecházejí přímo do míchačky, od frakcí, které je nutné šrotovat. Granulované úsušky jsou bez drcení vedeny přímo do míchačky. Po namíchání jedné dávky je směs korečkovým dopravníkem převedena do zásobníku tvarovacího lisu, odkud je dávkovacím šnekem dávkována do lisu. Stébelnatý materiál je z věží přiváděn pásovými dopravníky do šikmých dávkovacích dopravníků.

Dávkování do násypek šikmých dopravníků probíhá přerušovaně podle signálů hladinoměřů slámy. Sláma je při plnění do věží řezána na délku 5 cm, což je pro tvarovací lis nejvhodnější délka. Stébelnaté a sypké komponenty se promíchávají v předlisovacím šneku lisu, na jehož konci je umístěna tryska pro dávkování melasy nebo jiných tekutých komponent.

Tvarovaný materiál je veden chladicím kanálem lisu do dopravníku, který dopravuje brikety do plnicí, vážicí a chladicí stolice. Po naplnění a ochlazení je materiál v paletách odvezen do skladu.

MĚŘENÍ PÍSTOVÉHO TVAROVACÍHO LISU A VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Pro zkoušky byl vybrán jeden druh sypké směsi a různé hmotnostní procentuální zástoupení slámy. Procento slámy se pohybovalo v rozmezí od 20 do 70 %. Sypká směs měla složení:

DOB	82,0 %	síra	0,1 %
škrob	4,2 %	sůl	0,1 %
moučka	3,1 %	polyamin	7,3 %
mesanin	3,1 %		

Melasa se přidávala v 4% hmotnostním obsahu z celkové hmotnosti vyrobeného tvarovaného krmiva.

Při měření byly zjišťovány tyto údaje: objemová hmotnost briket, drobivost, vlhkost směsi, teplota briket, teplota komor lisu, příkon lisu, výkonnost lisu.

Objemová hmotnost byla zjišťována vážením v objemu 2,7 m³ (ohradová paleta). Každý vzorek jsme pětikrát měřili a stanovili jsme průměrnou hodnotu.

Drobivost se zjišťovala u vychlazených briket podle normy ASAE 269.1 (USA).

Vlhkost směsi jsme zjišťovali přenosným vlhkoměrem RDS (Velká Británie). Vzorky směsi jsme odebírali před vstupem do předlisovacího šneku a po slisování. Od každého vzorku bylo provedeno deset měření a vypočtena průměrná hodnota.

Teplotu briket jsme měřili dvěma způsoby. Měřili jsme jednak vnitřní teplotu termistorovou sondou zapíchnutou do středu brikety, jednak povrchovou teplotu souboru briket bezkontaktním teploměrem Raynger II.

Teplota komor lisu byla měřena bezkontaktním teploměrem Raynger II.

Příkon lisu byl zjišťován elektroměrem. Hodnoty jsme odečítali po deseti minutách.

Výkonnost lisu byla zjišťována vážením briket vyrobených za stanovenou dobu.

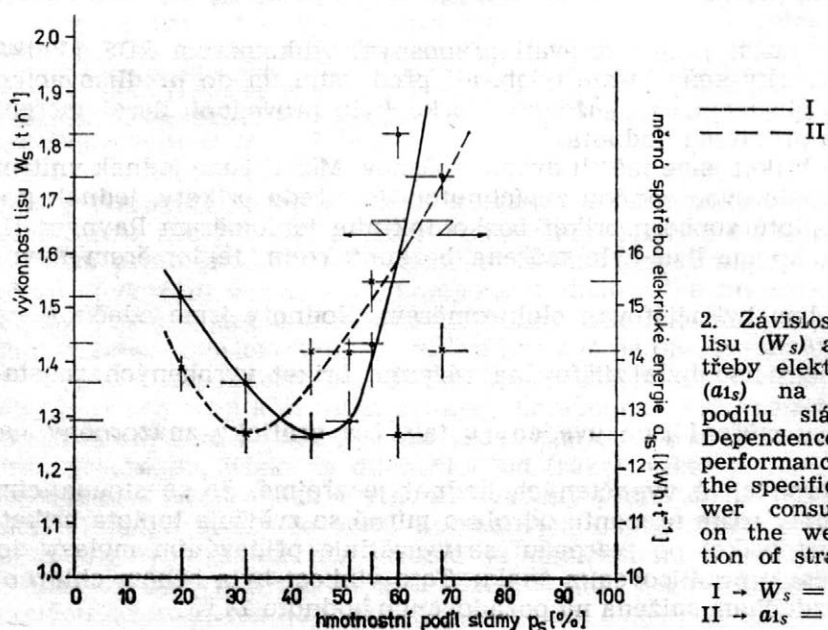
Výsledky měření jsou uvedeny v tab. I a graficky znázorněny na obr. 2 a 3.

Z naměřených a vypočtených hodnot je zřejmé, že se stoupajícím obsahem slámy roste procento odrolu a mírně se zvětšuje teplota briket. Vyšší vlhkost briket po tvarování se vysvětluje přidáváním melasy do lisovací směsi v předlisovacím šneku. Tato vlhkost byla během chlazení chladicím vzduchem snížena na požadovanou hodnotu 14 %.

Hmotnostní podíl slámy p_s %	Objemová hmotnost briket ρ_B $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Drobnost briket D %	Vlhkost w %		Teplota t_B °C		Povrchová teplota komor lisu t_k °C		Střední příkon lisu P_{1s} kW	Výkon lisu W_s $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$	Měrná spotřeba elektrické energie a_{1s} $\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}$
			před lisem	za lisem	vnitřní	povrchová	pravá	levá			
20	447,3	16	11	16	40	36	45	81	21,2	1,52	13,95
32	432,0	16	11	16	41	32	45	81	17,2	1,36	12,65
44	400,6	18	11	17	45	40	51	93	17,9	1,26	14,21
51	387,3	20	12	16	45	40	61	95	18,3	1,29	14,19
55	381,2	21	12	17	47	41	61	98	22,1	1,43	15,45
60	365,4	27	13	17	53	42	61	103	23,0	1,82	12,64
68	359,8	31	11	16	51	41	62	102	24,4	1,74	14,20

Výkon lisu má se stoupajícím zastoupením slámy nejprve klesající a později stoupající úroveň. Nejmenší výkon lisu je při zastoupení slámy mezi 40 a 50 %. V porovnání s lisem (TL) s prstenčovou nebo deskovou maticí, jehož měrná spotřeba je 36 až 40 kWh · t⁻¹ tvarovaného krmiva, resp. s briketovacím lisem (PBS) s měrnou spotřebou 20 až 25 kWh · t⁻¹, je úspora energie značná.

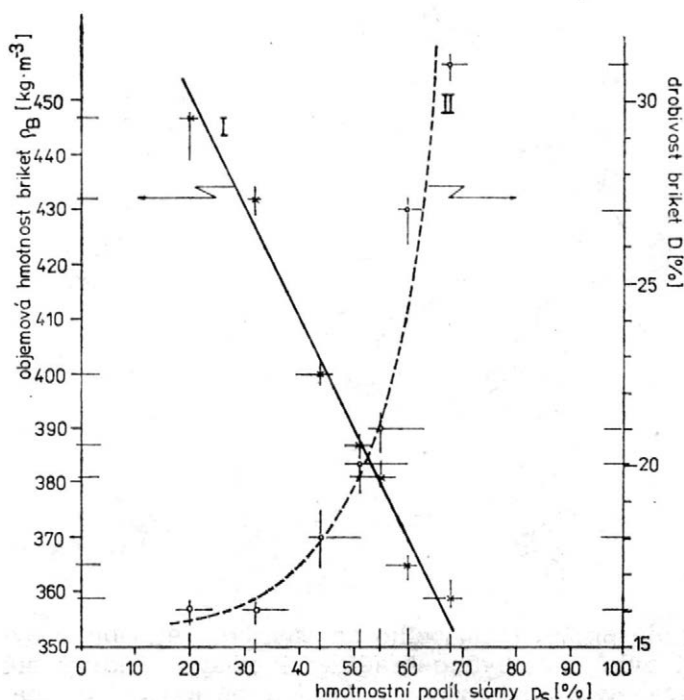
Nedostatkem jinak dobře pracujícího lisu je nerovnoměrné plnění lisovacích komor, které se projevuje jejich nestejnoměrným zahřátím. Toto nestejné plnění vede ve svém důsledku k různé objemové hmot-



2. Závislost výkonnosti lisu (W_s) a měrné spotřeby elektrické energie (a_{1s}) na hmotnostním podílu slámy (p_s) — Dependence of the press performance (W_s) and the specific electric power consumption (a_{1s}) on the weight proportion of straw (p_s)

$$I \rightarrow W_s = A + Bp_s^2$$

$$II \rightarrow a_{1s} = D + Ep_s^2$$



3. Závislost objemové hmotnosti (ρ_B) a drobnosti (D) briquet na hmotnostním podílu slámy (p_s) — Dependence of the volume weight (ρ_B) and crumbliness (D) of the briquettes on the weight proportion of straw (p_s)

$$\begin{aligned} \text{I} &\rightarrow \rho_B = A + Bp_s \\ \text{II} &\rightarrow D = Ke^{p_s} + X \end{aligned}$$

nosti briquet v pravém a levém kanálu tvarovacího lisu (pravý kanál — blíže k předlisovacímu šneku). Podle našich měření činí rozdíl v objemové hmotnosti asi 10 %, což nemá vliv na kvalitu briquet. Je však nutné vzít v úvahu, že bílkoviny obsažené v krmných směsích začínají při teplotě 80 °C koagulovat a znehodnocují se. Proto bude nutné upravit tvar plnicích komor tak, aby se snížila teplota v levém kanálu. Povrchová teplota briquet se mění s narůstajícím procentem slámy, což je způsobeno zvyšujícím se koeficientem tření v maticích lisu.

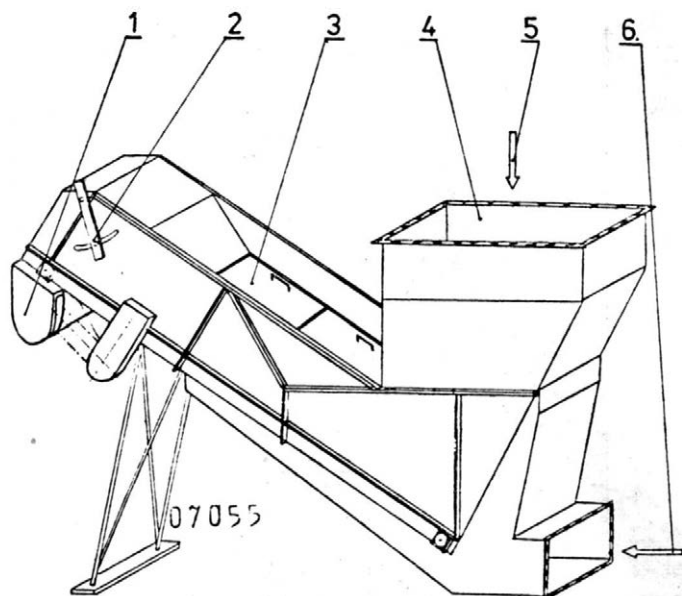
DÁVKOVACÍ A PŘEDEHŘÍVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO DÁVKOVÁNÍ STÉBELNATÝCH KOMPONENT

Schematicky je zařízení zobrazeno na obr. 4. Základ zařízení byl převzat ze šikmého dávkovacího dopravníku od převozní sušárny BS-6M (výrobek n. p. Škoda Ejovice). Zařízení má možnost dávkovat stébelnaté materiály v rozmezí 400 až 1200 kg · h⁻¹. Množství teplého vzduchu je plynule regulovatelné od 0 do 2500 m³ · h⁻¹ a jeho teplota se pohybuje v rozmezí od 55 do 70 °C. Vzhledem k nízkému teplotnímu potenciálu lze pro ohřátí vzduchu s výhodou využít odpadního tepla ze sušárenských linek.

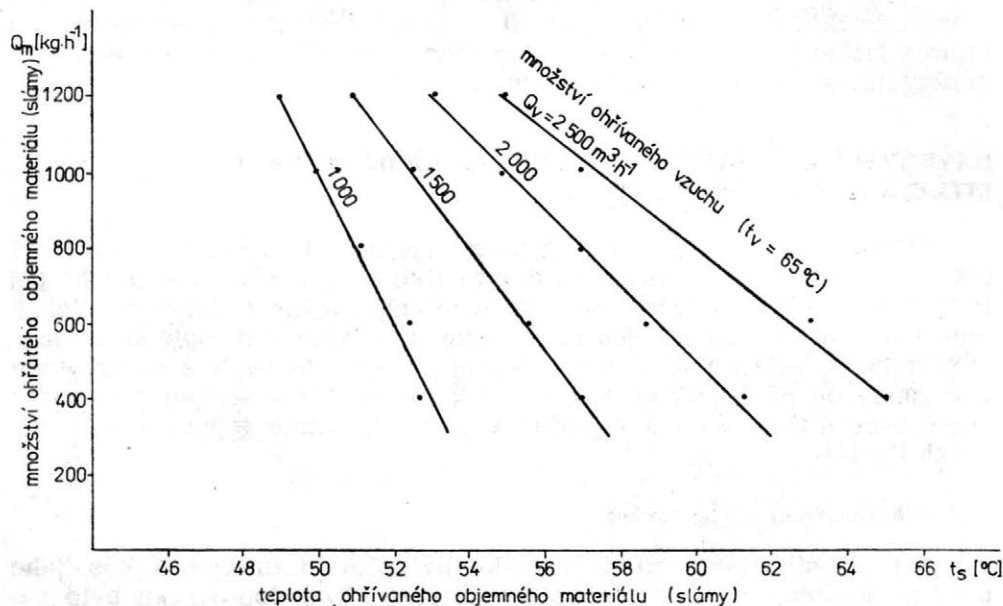
Konstrukce zařízení a jeho funkce

Z původního šikmého dopravníku byl převzat hrabicový pás, jeho pohon, odmítací válec a vyprazdňovací šnek. Dno dopravníku bylo nahrazeno děrovaným plechem, který má otvory uzpůsobeny tak, aby dopravovaný materiál nepropadával pod plech do vzduchovodů. Násypka

4. Dávkovací a předehřívací zařízení (1 — vyprazdňovací šnek; 2 — odmítací válec; 3 — zakrytování dopravního prostoru; 4 — násypka; 5 — přívod materiálu; 6 — přívod předehřátého vzduchu) — The batching and pre-heating equipment (1 — discharge auger; 2 — separating cylinder; 3 — shield over the conveying space; 4 — hopper; 5 — material supply; 6 — pre-heated air feed)



byla upravena pro plynulé plnění vynášecího dopravníku. Její objem byl zvětšen na 3 m³. Nově bylo instalováno hradítko k násypce, které má funkci urovnávače vrstvy. Bylo odzkoušeno několik typů aktivních i pasivních hradítek, než byl nalezen nejvhodnější tvar, který umožňuje vrstvy rozrovnávat. Vzduchovody jsou upraveny tak, aby umožňovaly rovnoměrné provzdušňování po celé ploše dopravníku. Klapkami je možné nastavit přívod rozdílného množství vzduchu do násypky a pod vynášecí pás.



5. Závislost množství materiálu na jeho teplotě a množství vzduchu — Dependence of the amount of material on its temperature and on the amount of air

II. Naměřené hodnoty pro práci s předehřátým a nepředehřátým objemovým komponentem (1 — s předehřevem, 2 — bez předehřevu) — The measured data on work with pre-heated and non-preheated bulk component (1 — with pre-heating, 2 — no pre-heating)

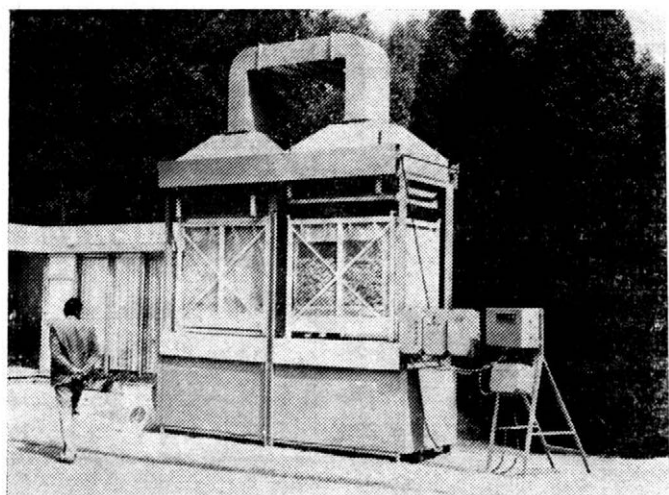
Hmot- nostní procento zastoupení slámy p_s %	Teplota briket s pře- dehřevem (vnitřní) t_{B1} °C	Teplota briket bez pře- dehřevu (vnitřní) t_{B2} °C	Drobivost D %		Střední příkon lisu P_{1s} kW		Výkonnost lisu W_s t.h ⁻¹		Měrná spotřeba elektrické energie a_{1s} kWh.t ⁻¹	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
44	68	45	17,1	18	11,30	17,9	1,24	1,26	14,0	14,21
55	71	47	18,2	21	13,72	22,1	1,39	1,43	9,9	15,45

Z literárních pramenů (Andrt aj., 1983a, b) vyplývá, že již ohřátí stébelnatého materiálu na teplotu 50 °C uvolňuje povrchovou voskovou vrstvu a napomáhá k lepší soudržnosti briket. Na obr. 5 jsou vyneseny naměřené hodnoty pro různá množství ohřátého vzduchu, jehož teplota byla konstantní: 65 °C. Z naměřených hodnot je zřejmé, že změny teploty v uvedených hodnotách množství slámy a teplot jsou lineární a pro jednotlivá množství vzduchu se změny teploty liší pouze sklonem přímky. Z těchto naměřených hodnot je již možné pro potřebnou teplotu a množství slámy vždy určit optimální množství vzduchu. Snížení energetické náročnosti lisování při předehřevu objemových komponent je patrné z tab. II.

Z naměřených výsledků je zřejmé, že tam, kde bude možné použít levný zdroj tepla k předehřátí objemových komponent, by toto zařízení bylo vhodné instalovat. Snížení energetické náročnosti o 7 až 8 kWh.t⁻¹ je z ekonomického hlediska významné. Také snížení drobivosti, i když není tak podstatné, jak by se dalo očekávat, je patrné. Vyšší teplota briket, a tím i větší nároky na chlazení nesnižují celkovou energetickou výhodnost navrženého zařízení.

Plnicí, vázicí a chladicí stolice

Skladování úsušků a briket v ohradových paletách bylo podmíněno návrhem a realizací plnicí, vázicí a chladicí stolice. Stolica byla navržena pro kontinuální plnění a vážení granulí nebo briket ve dvou paletách. Zatímco jedna paleta je plněna a vážena, druhá, ve které je již naskladněn materiál, je chlazená. Po ukončeném chlazení je plná paleta vyměněna za prázdnou a při navážení první palety na požadovanou hmotnost se automaticky začne plnit prázdná paleta, zatímco plná paleta se začíná opět chladit. Celý proces plnění, vážení a chlazení je plně automatizován. Palety se do stolice vkládají a vyjímají se z ní vysokozdvížným vozíkem. Pro vážení se využívají polovodičová tenzometrická čidla a vyhodnocovací aparatura z Rukova Rumburk. Přesnost vážení je 2 %. Příkon chladicích ventilátorů je 14 kW. Doba chlazení se nastavuje podle teploty chladicího vzduchu a teploty chlazeného materiálu. Plnicí, vázicí a chladicí stolice je znázorněna na obr. 6.



6. Plnicí, vážicí a chladicí stolice — The filling, weighing and cooling equipment

Praktické poznatky z provozu experimentální tvarovací linky

Tvarovací linka s dvoupístovým tvarovacím lisem byla experimentálně provozována v JZD Březůvky, okr. Gottwaldov — farma Doubravy. Vyrobené tvarované krmivo bylo využíváno hlavně jako doplňkové pro výkrm jalovic chovaných na lučně pastevních areálech. Výkonnost tvarovacího lisu se pohybovala od 900 do 1200 kg · h⁻¹ podle zpracovávaného materiálu v jednosměnném provozu. Pro výrobu briket bylo nutné získat kvalitní, dobře nařezanou slámu — ulehlá a nahnílá sláma ze stohů způsobuje ucpávání předlisovacího šneku a postupné ucpání předlisovací a lisovací komory, což vede k zastavení lisu. Velmi zřetelně se u lisu projevila nedokonalá povrchová úprava v předlisovací komoře. Při výkonech od 800 kg · h⁻¹ vyrobeného krmiva prudce narůstala teplota v předlisovacích komorách. Teprve po dokonalém vybroušení a odstranění všech výstupků v předlisovací komoře se teplota ustálila na požadovaných 70 až 75 °C. V běžném provozu se při předehřevu stébelnatého materiálu energetická náročnost lisovacího procesu snížila tak, jak bylo ověřeno při experimentálních zkouškách. Při předehřevu materiálu bylo možné snížit dávku melasy až o 1 % hmotnosti. Bylo zjištěno, že drobitost se nezhoršila a protože zároveň došlo ke značné úspoře melasy, je možné i z tohoto hlediska přisoudit předehřevu stébelnatého materiálu kladný vliv.

Pro předehřev je možné s výhodou využívat např. odpadní teplo horkovzdušných a nízkoteplotních sušáren, teplo získané ze vzduchových kolektorů apod. Předehřev má dále za důsledek upravení vlhkosti stébelnatého materiálu před vstupem do lisovací komory.

Dávkovací zařízení umožnilo dosáhnout přesnosti dávkování i rychlosti ohřevu na požadovanou teplotu stébelnatého materiálu. Nařezaný stébelnatý materiál při transportu z násypky k dávkovacímu zařízení částečně propadává otvory ve dně dopravníku. Proto je nutné vždy po ukončení provozu vyčistit vzduchové kanály.

Provoz plnicí, měřicí a chladicí stolice plně odpovídá potřebám tvarovací linky. Do jedné ohradové palety je možné uskladnit 450 až 670 kg

vyrobených briket. Teplota se pohybuje od 40 do 55 °C. Doba chlazení pro zchlazení briket na teplotu 25 °C nebo teplotu o 5 °C vyšší, než je okolní teplota, byla naměřena 15 až 20 minut. Manipulace s paletami pomocí vysokozdvížného vozíku — tj. vyjmutí vychlazené palety, její odvoz do skladu a založení prázdné palety — netrvala déle než 5 minut. Při dlouhodobém skladování takto vychlazené a uložené brikety ani v jednom případě nezplesnivěly ani se nezneškodily.

DISKUSE A ZÁVĚR

Navržená tvarovací linka využívá příznivých vlastností pístového tvarovacího lisu, který je spojený s nově navrženými zařízeními (dávkovací zařízení pro dávkování stébelnatých komponent, plnicí, vážicí, chladicí stolice) a s běžně dodávanými zařízeními linek KLTK, umožňuje vyrábět krmiva splňující všechny zootechnické požadavky i požadavky na snížení příkonu energie. Výsledky krmených pokusů pro jednotlivé kategorie skotu, které dělal Výzkumný ústav krmivářský Pohořelice, plně potvrdily vhodnost vyrobeného krmiva pro výkrm. Zvláště je oceňováno, že hrubá vláknina není při tvarovacím procesu dále drcena a její obsah je možné v briketě libovolně měnit, což klasické lisy plně neumožňují (max. 35% zastoupení hrubé vlákniny ve tvarovaném krmivu).

Tvarovací linka byla postavena ve spolupráci s JZD Mír Březůvky při výstavbě „řízeného střediska výživy skotu“. Roční provoz celé linky plně potvrdil správnost teoretických předpokladů, které byly vysloveny před započatím stavby. Protože odezva široké zemědělské veřejnosti na tento typ tvarovacích linek je příznivá, bylo by nanejvýš vhodné, aby se i nadále některý z výrobců strojů tvarovací linky zabýval výrobou pístových tvarovacích lisů.

Literatura

ANDRT, M. — CHLUMSKÝ, J. — ŠÍR, V.: Měření fyzikálních veličin při lisování zemědělských materiálů na dvoupístovém briketovacím lisu. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1983a.

ANDRT, M. — CHLUMSKÝ, J. — ŠÍR, V.: Provozní měření základních fyzikálních veličin na dvoupístovém briketovacím lisu. In: Sbor. MF VŠZ, Praha 1983b.

HALL, G. W. — HALL, C. W.: Heated-die wafer formation of Alfalfa and Bermudagrass. Trans. ASAE, 22, 1968, č. 3.

CHANCELOR, W.: Formation of hay wafers with impact loads. Trans. ASAE, 22, 1962, č. 2.

Došlo dne 6. 1. 1988

ЕЛИНЕК, А. — ПАСТОРЕК, З. — ПЛИВА, П. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Понижение энергоёмкости в производстве добавочных фасонированных кормов. Земед. Techn., 34, 1988 (7) : 397-406.

Цель выдвигаемой линии по производству этих кормов на базе соломы состоит в сокращении удельной энергоёмкости и в возможности фасонирования комбикормов с высоким содержанием недробленых объемных кормов. Экономии энергии добились с помощью двупоршневого фасонирующего пресса с предварительным нагревом объемных компонентов за счет отхожего тепла высокотемпературной сушильной линии.

Описываются сопряжение технологической линии с прессом, результаты измерений и рекомендованы устройства для дозировки и предварительного нагрева компонентов, также для погрузки брикет в поддоны, их охлаждения и взвешивания.

Фасонирование комбикормов с высоким содержанием недробленых объемных кормов; поршневой фасонирующий пресс; экономия энергии

JELÍNEK, A — PASTOREK, Z. — PLÍVA, P. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepý): *Reducing the Power Demand of the Production of Supplemental Pelleted Feeds*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 397-406.

A new technological line for the production of pelleted feeds on the basis of straw is designed to reduce specific power consumption and to enable the pelletization of mixtures with a high content of unground roughage. Power was saved as a result of using a two-piston briquette press with preliminary heating of the bulky components; waste heat from a high-temperature drying line was used for this purpose. Connection of the technological line with the piston-type briquette press is described and the results of measurement during testing of the line are shown. There are also descriptions of the designed equipments for the batching and pre-heating of the bulk components, for loading the briquettes in pallets, for cooling and weighing.

pelleted mixtures high in unground roughage; piston-type briquette press; power savings

JELÍNEK, A. — PASTOREK, Z. — PLÍVA, P. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepý): *Senkung des Energieverbrauches bei der Herstellung von brikettierten und pelletierten Zusatzfuttermitteln*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 397-406.

Der Entwurf der technologischen Linie für die Herstellung von brikettierten und pelletierten Zusatzfuttermitteln auf der Grundlage von Stroh verfolgt die Senkung des spezifischen Energieverbrauches und die Herstellung von brikettierten und pelletierten Futtermitteln mit einem hohen Gehalt an nichtgeschroteten Rohfuttermitteln. Eine Energieeinsparung konnte dank der Anwendung einer Zweikolbenbrikettierpresse mit Vorwärmung der Rohkomponenten mittels der aus der Hochtemperaturtrocknungslinie anfallenden Wärme erzielt werden. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Verbindung der technologischen Linie mit der Kolbenbrikettierpresse, führt die bei der Überprüfung der Linie ermittelten Ergebnisse und gemessenen Angaben an, macht uns mit den für Dosierung und Vorwärmung der Rohkomponenten, sowie für die Beschickung der Palleten mit Briketts und für ihre Kühlung und Wiegen vorgeschlagenen Anlagen vertraut.

Brikettierung und Pelletierung von Mischfutter mit einem hohen Gehalt an nichtgeschroteten Rohfuttermitteln; Kolbenbrikettierpresse; Energieeinsparungen

Adresa autorů:

Ing. Antonín Jelínek, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Petr Plíva, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha - Řepý

URČENÍ PLÁŠTOVÉHO TŘENÍ PŘI STLAČOVÁNÍ MASOKOSTNÍ MOUČKY ZA TEPLOTY 110 °C

L. Novák

Věnováno k 60. narozeninám děkana mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze prof. ing. Vladimíra Suchého, CSc.

NOVÁK, L. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Určení plášťového tření při stlačování masokostní moučky za teploty 110 °C*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7): 407–420.

Při určení velikosti součinitele smykového tření masokostní moučky za vysokých tlaků vznikají při jejím jednoosém stlačování boční tlaky, které se projeví jako úbytek axiálního tlaku směrem od pístu. Velikost tohoto úbytku tlaku závisí na druhu stlačovaného materiálu, na teplotě, na drsnosti povrchu válce, ve kterém je látka stlačována, na výšce stlačovaného materiálu a na tření mezi materiálem a pláštěm válce. Protože uvedená problematika není v literatuře dostatečně objasněna, stanovili jsme experimentálně velikost úbytku tlaku, přičemž byl měřen součinitel smykového tření masokostní moučky za vysokých tlaků. Na základě měření s hmotnostmi vzorků 1 až 5 g byla pro měření součinitele smykového tření stanovena hmotnost vzorku $m = 5$ g.

součinitel smykového tření; vysoké tlaky; stanovení regresní závislosti úbytku tlaku

Pro určení velikosti součinitele smykového tření masokostní moučky vypracovanou metodou (Novák, 1985a) je nutné znát průběh úbytku tlaku způsobeného třením stlačovaného vzorku o stěny válce.

Jedním ze základních problémů při jednoosém stlačování partikulárních látek je určení průběhu a velikosti bočních tlaků.

Touto problematikou se zabývalo mnoho autorů. Exponenciální pokles bočního tlaku směrem od pístu předpokládají Dolgov a Osobov (cit. Chlumský, 1984). Uvádějí, že pro tlaky do 6 MPa rostle velikost Poissonovy konstanty od hodnoty $\mu = 0,1$ přibližně lineárně a při vyšších tlacích se pohybuje mezi hodnotou 0,4 a 0,5.

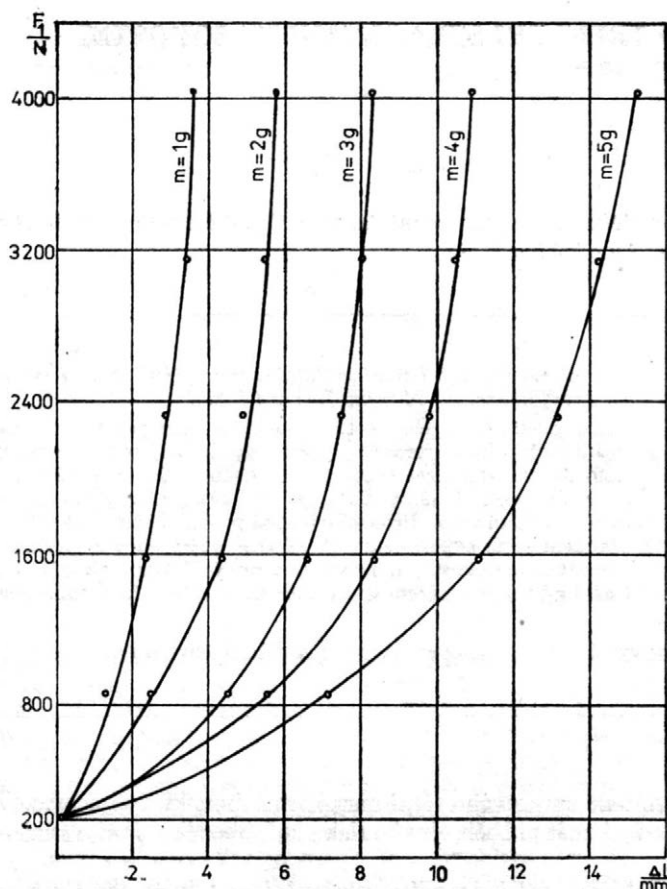
Pro stlačování vojtěšky, vikve a ječmene stanovil Fomin regresní vztah pro boční tlak p_b působící na boční stěny válce, v němž byla píce stlačována. Jedná se o vztah

$$\frac{p_b}{p} = a_1 \cdot (1 - e^{-a_2 \cdot p}) \quad [1]$$

kde: a_1 a a_2 — empirické konstanty

Zkoumáním poklesu tlaku s hloubkou při stlačování kaolinu se zabýval Haase (cit. Feda, 1977), který porovnával jednoose lisovaný kaolin s různou příměsí vody, mastné kyseliny a suchého pojidla. Vedla ho k tomu snaha snížit nežádoucí vliv tření vzorku a stěny válce, v kterém byla látka stlačována. Minimální úbytek tlaku byl zjištěn při stlačování kaolinu s 8 % mastné kyseliny, maximální úbytek tlaku byl zjištěn při stlačování kaolinu s příměsí suchého pojidla.

Vlivem různého způsobu lisování (s pevným prstencem, s plovoucím prstencem) a vlivem velikosti vnitřního tření stlačované látky se zabýval Bařšin (1948). Na základě svých experimentů došel k závěru, že grafit ovlivní snížení vnitřního tření stlačované látky významněji než plovoucí prstenec.



1. Závislost zatěžující síly F_1 na stlačení δl vzorku masokostní moučky (stlačení je měřeno od zatížení síly $F_1 = 200$ N) — The dependence of the loading force F_1 on compression δl of the meat-and-bone meal sample (compression measured from $F_1 = 200$ N)

Struktura reálných partikulárních látek je natolik složitá, že její znalost umožňuje jen kvalitativní závěry o jejím vlivu na mechanické chování partikulárních látek. Z tohoto důvodu byla již v minulosti zkoumána otázka náhrady reálné struktury dvěma strukturálními modely:

- jedním pro látku s přibližně izometrickými zrny, jen s třecími vazbami (ideální písek s kulovými zrny),
- druhým pro látku s plochými částicemi (ideální jíla).

Obě struktury jsou vytvořeny soubory koulí, v prvním případě v kubickém uspořádání, ve druhém v uspořádání hexagonálním. Na základě těchto modelů zkoumali Brauns a Leussing (1970) vztah pro osové a příčné přetvoření vzorku.

Jsou-li známy kontaktní síly, lze vypočítat posuny koulí. Z nich uvedení autoři odvodili pro pružné, ideálně křehké koule v nejulehlejším kubickém uspořádání a při osové symetrické napjatosti explicitní vztahy pro osové ε_a a příčné ε_r přetvoření vzorku. Jsou vyjádřeny rovnicemi [2] a [3]

$$\varepsilon_a = \left(\frac{3(1-\mu)\sqrt{2}}{8G} \right)^{2/3} \left[2 \left(\frac{1}{1+f} \frac{\sigma_a}{\sigma_r} \right) - \left(2 \frac{1-f}{1+f} \frac{\sigma_a}{\sigma_r} \right)^{2/3} - 1 \right] \cdot \sigma_r^{2/3} \quad [2]$$

$$\varepsilon_r = \left(\frac{3(1-\mu)\sqrt{2}}{8G} \right)^{2/3} \left[\left(2 - \frac{1-f}{1+f} \frac{\sigma_a}{\sigma_r} \right)^{2/3} - 1 \right] \sigma_r^{2/3} \quad [3]$$

kde: G — modul pružnosti ve smyku
 μ — Poissonova konstanta kouli
 f — součinitel tření

σ_a — axiální napětí
 σ_r — radiální napětí

Brauns a Leussing (1970) došli k závěru, že velikost přetvoření závisí na poměru hlavních napětí (jsou-li podstavy vzorku hladké), na velikosti komorového tlaku σ_r , na deformačních vlastnostech materiálu kouli a na jejich drsnosti (tj. pevnosti kontaktních vazeb).

Tyto vztahy testovali na uměle připravených dominantních strukturách, odpovídajících teoretickým předpokladům, s velmi dobrou shodou.

Shrneme-li získané poznatky, můžeme konstatovat, že nalezené závislosti poklesu osového a bočního tlaku směrem od pístu se pohybují mezi lineárními a exponenciálními (Chlumský, 1984) a přibližně odpovídají vztahu, který experimentálně stanovil Balandin v roce 1938 (cit. Feda, 1977) pro pokles svislého tlaku σ_a od hodnoty $\sigma_{\max}$

$$\sigma_a = \sigma_{\max} \exp \left(-m_B \cdot \frac{h}{R_B} \right) \quad [4]$$

kde: R_B — poměr průřezové plochy k obvodu vzorku
 h — výška stlačované vrstvy
 m_B — součinitel (součin K a součinitele tření o stěnu)

Protože uvedená problematika není z prostudované literatury dostatečně objasněna, byla experimentálně stanovena velikost úbytku tlaků, při kterých bude měřen součinitel smykového tření. Z rozdílů tlaků působících na stlačovaný vzorek je potom určena velikost plášťového tření postupem, který je uveden v další části práce.

TEORETICKÝ ROZBOR

Matematické vyjádření složitého partikulárního systému, kterým je masokostní moučka, je velmi obtížné, proto jsme provedli následující přiblížení. Za vysokých tlaků ($p = 15$ MPa), kdy stlačení hmoty Δl ve válci se s dalším zvyšováním tlaku zvyšuje jen velmi málo (obr. 1), je možné považovat tuto partikulární látku za elastický materiál (Blahovec a Řezníček, 1980).

Z toho vyplývá, že velikost součinitele bočního tlaku ξ se blíží hodnotě 0,9. Součinitel bočního tlaku lze vyjádřit pomocí Poissonovy konstanty μ rovnicí:

$$\xi = \frac{\mu}{1 - \mu} \quad [5]$$

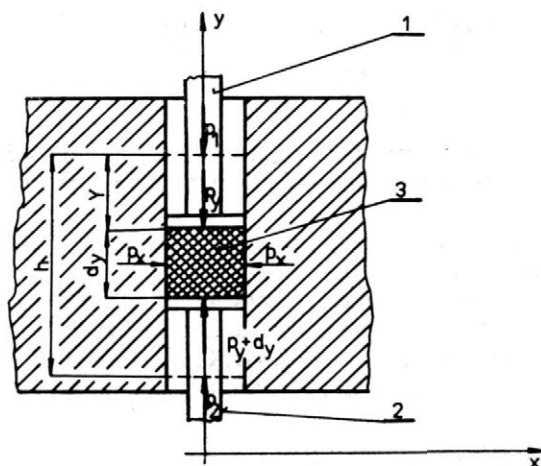
Z rovnice potom plyne velikost Poissonovy konstanty $\mu = 0,5$. Za tohoto předpokladu je možné určit velikost plášťového tření na základě teorie vyplývající z mechaniky kovů.

Proces stlačování materiálu mezi dvěma písty (obr. 2), lze matematicky vyjádřit takto:

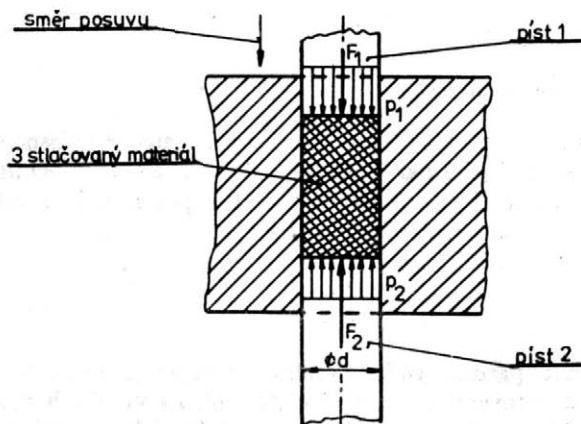
Pro elementární vrstvu slisované hmoty lze napsat podmínku rovnováhy (nepočítá se s tíhou elementární vrstvy materiálu, která se může zanedbat):

$$S = p_y - p_x \cdot f \cdot O_p \cdot dr - (p_y + d_{py}) \cdot S = 0 \quad [6]$$

kde: S — plocha pístů
 p_x — tlak ve směru osy x
 p_y — tlak ve směru osy y
 O_p — obvod pístů
 d_y — výška elementární vrstvy
 d_{py} — diferenciál tlaku
 f — součinitel tření



2. Stlačování vzorku mezi dvěma písty (1 — horní píst, 2 — dolní píst, 3 — stlačovaný vzorek) — Compression of a sample between two pistons (1 — upper piston, 2 — lower piston, 3 — compressed sample)



V lineární teorii pružnosti se stanoví závislosti mezi složkami tlaků ve třech osových směrech pomocí Poissonovy konstanty μ . Za předpokladu izotropního, homogenního materiálu můžeme psát rovnice pro tlaky ve třech osách:

$$p_x = E \cdot \varepsilon_x + \mu (p_y + p_z) \quad [7]$$

$$p_y = E \cdot \varepsilon_y + \mu (p_x + p_z) \quad [8]$$

$$p_z = E \cdot \varepsilon_z + \mu (p_x + p_y) \quad [9]$$

Protože je prostor omezen lisovacím válcem, můžeme zanedbat deformaci materiálu ve směru x a z , proto potom:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_z = 0$$

$$p_x = \mu (p_y + p_z) \quad [10]$$

$$p_z = \mu (p_x + p_y) \quad [11]$$

Pomocí těchto rovnic obdržíme závislost mezi tlakem p_y a p_x :

$$p_x = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot p_y \quad [12]$$

Po dosazení

$$S \cdot p_y - \frac{\mu}{1-\mu} \cdot p_y \cdot f \cdot 0_p \cdot d_y - (p_y + d_{py}) \cdot S = 0$$

Po úpravě a integraci obdržíme vztah

$$p_y = p_1 \cdot e^{-f \cdot \frac{0_p}{S} \cdot \frac{\mu}{1-\mu} \cdot y}$$

kde: p_1 — tlak pod horním pístem

Po další úpravě lze psát

$$p_y = p_1 \cdot e^{-kh} \quad [13]$$

Pro kruhový průřez otvoru je

$$k = \frac{4}{d} \cdot f \cdot \frac{\mu}{1-\mu} \quad [14]$$

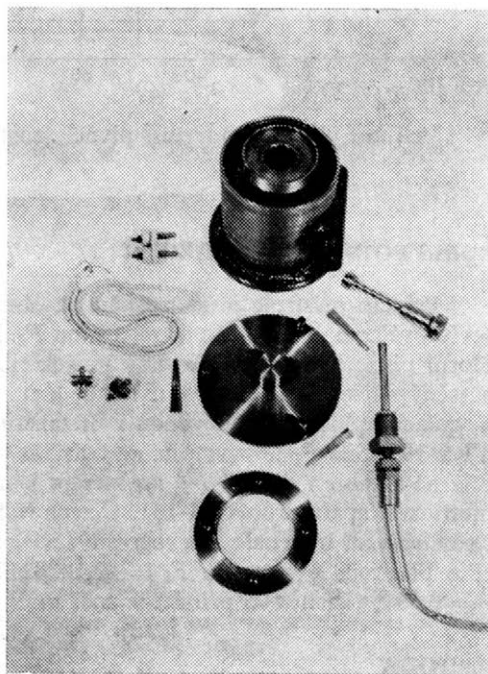
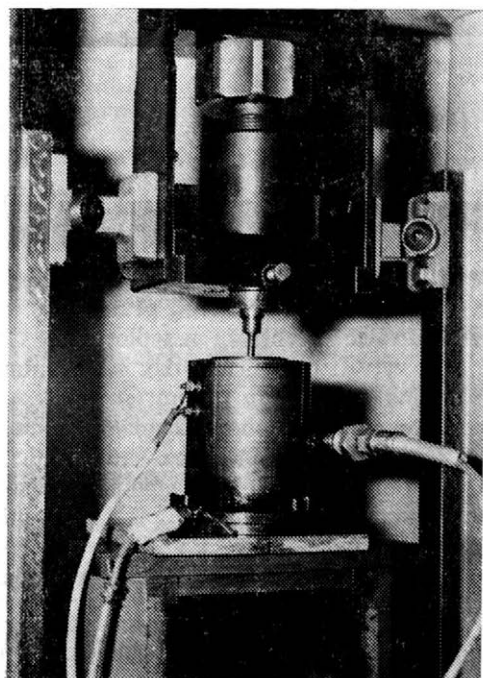
Za y lze dosadit h , což je výška materiálu při stlačování při určitém tlaku. Vztah mezi tlaky p_1 a p_2 má tedy tvar

$$p_2 = p_1 \cdot e^{-kh} \quad [15]$$

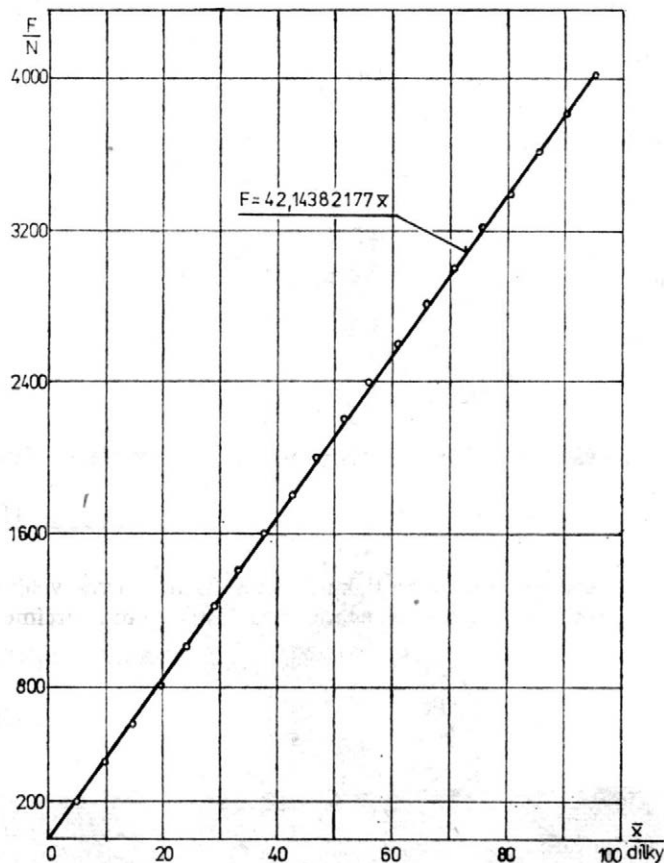
kde: p_2 — tlak nad dolním pístem

Budeme-li předpokládat, že součinitel bočního tlaku $\xi = 0,9$ (z toho plyne velikost Poissonovy konstanty $\mu = 0,5$, jak bylo uvedeno v úvodu této části), potom určíme k ze vztahu:

$$k = \frac{\ln \frac{p_1}{p_2}}{h} \quad [16]$$



3. Přístroj na měření úbytku tlaku při stlačování masokostní moučky (vlevo). Ve střední části vpravo je tenzometrický snímač — Apparatus for the measurement of pressure when compressing meat-and-bone meal (left). Tensometric indicator (centre right)



4. Cejchovací přímka tenzometrického snímače — Calibrating line of the tensometric indicator

Velikost plášťového tření f plyne z rovnice

$$f = \frac{k \cdot d}{4} \quad [17]$$

POPIS POUŽITÉHO ZARÍZENÍ

Princip přístroje je znázorněn na obr. 3. Válcový vzorek (výška h , průměr D) je sevřen válcem a zatěžován osovou silou F_1 . Pracovní válec je vyhříván na teplotu 110°C . Horní píst působí na stlačovaný vzorek silou F_1 a vytváří pod pístem tlak p_1 . Třením o stěny válce dojde k úbytku tlaku, který se projeví nad dolním pístem jako tlak p_2 . Regulaci teploty na stanovenou výši zajišťuje elektronický třípolohový regulátor teploty TRS-193. Síla F_1 je vyvozena na trhacím stroji ZDM-5 a přímo čtena na jeho stupnici. Síla nad dolním pístem F_2 , na kterém jsou rozmístěny tenzometry, je snímána tenzometrickou aparaturou UM-131. Ocejchováním tenzometrického snímače při zatěžování i odlehčování byla nalezena regresní závislost mezi zatěžující silou F_1 a výchylkou měřicího přístroje $\bar{x}$ ve tvaru $F_1 = 42,14382177 \cdot \bar{x}$. Velikost korelačního koeficientu byla $r = 0,999$. Cejchovací přímka je znázorněna na obr. 4.

METODA

1. Nastavíme regulátor teploty TRS-193 na požadovanou teplotu měření $t = 110^\circ\text{C}$.
2. Na analytických váhách zvážíme příslušné množství masokostní moučky (1–5 g), přičemž odstraníme velké úlomky kostí.

3. Ocelový válec naplníme odváženým množstvím masokostní moučky.
4. Po naplnění stlačíme vrstvu ve válci závažím o hmotnosti $m = 1$ kg.
5. Válcem několikrát pootočíme, aby zbytky směsi neulpěly na ocelové podložce, a válec umístíme do vyhřátého pláště.
6. Teplota směsi se kontroluje teploměrem.
7. Vyhřátí přístroje na požadovanou teplotu signalizuje elektronické zařízení TRS-193.
8. Vyvážíme tenzometrický můstek UM-131 a nastavíme měřicí rozsah.
9. Ručním posuvem nastavíme velikost síly F_1 po 200 N na stupnici trhacího stroje až do hodnoty $F_1 = 4000$ N. U každé nastavené velikosti síly působíme na stlačovaný vzorek asi 30 sekund, kdy se tlak vyrovná v celé výšce vzorku.

MATERIÁL A PODMÍNKY MĚŘENÍ

Masokostní moučka je složitý trojfázový systém partikulární látky. Tyto látky jsou specifickým typem disperzí. Hlavní disperzní fázi tvoří částice pevné látky, v našem případě úlomky kostí a části živočišné tkáně. Kapalnou fázi tvoří živočišné tuky. Další disperzní fázi tvoří vzduch.

Stlačování bylo provedeno na průměrném vzorku odebraném ve VAU v Podbořanech. Vzorek obsahoval: 5 % kosti, 15 % kadaverů, 80 % konfiskátů.

Složení masokostní moučky		Přepočet na 90% sušinu
voda	2,96 %	2,96 %
NL	52,52 %	48,71 %
tuk	15,57 %	14,44 %
ČKT	21,94 % mg KOH/1 g	—
popel	20,81 %	19,30 %
nerozpustné zbytky	1,15 %	1,07 %
CaCO ₃	1,96 %	1,81 %
NaCl	2,28 %	2,11 %

Měření probíhala za teploty $t = 110$ °C, teploty okolního prostředí $t_o = 22 \pm 2$ °C a relativní vlhkosti vzduchu 55 ± 5 %. Velikost lisovacího tlaku p_1 se pohybovala v rozsahu 1,5 až 30 MPa. Rychlost stlačování $v = 2,94 \cdot 10^{-5}$ m.s⁻¹.

Drsnost povrchu vnitřního válce o průměru 13 mm jsme stanovili podle ČSN 01 4450. Měřili jsme na vnitřní straně válce až do vzdálenosti 30 mm od dolního okraje. Válec byl zhotoven z materiálu 14 260. Průměrná drsnost povrchu $R_a = 5,68$ μm.

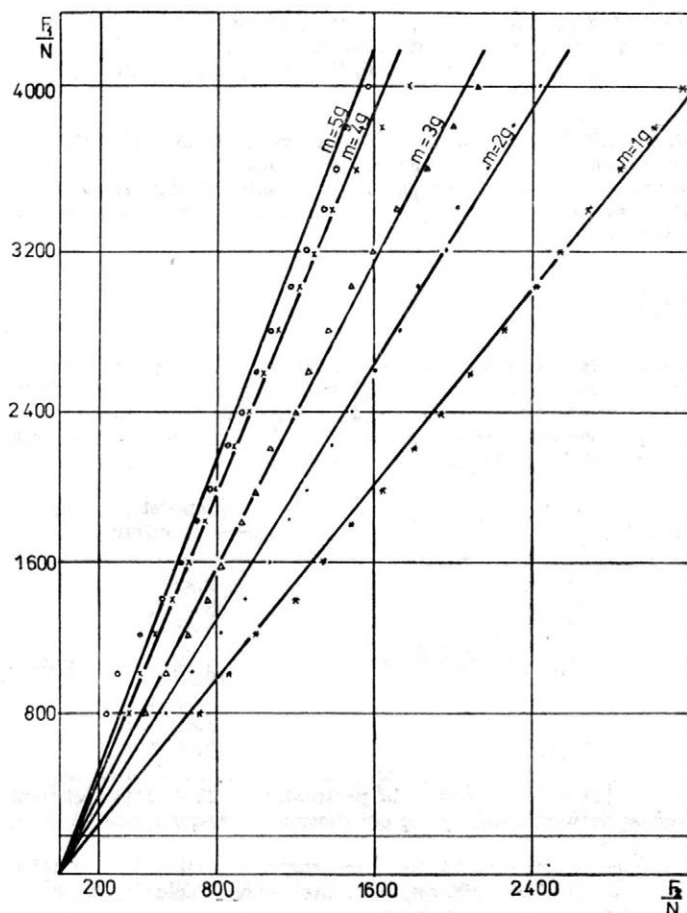
VÝSLEDKY A DISKUSE

Hodnoty naměřené pro masokostní moučku byly zpracovány do grafů na obr. 1, 5, 6 a 7.

Pro průběhy křivek byla nalezena analytická vyjádření, sestavená v tab. I až IV s příslušnými regresními parametry a korelačními koeficienty. Ve všech případech byla regresní analýzou experimentálních výsledků prokázána velmi těsná funkční závislost. V tab. IV. jsou určeny regresní parametry pro regresní závislost typu $F_2 = A \cdot e^{B \cdot m}$. Průběhy těchto závislostí jsou znázorněny na obr. 7. Při těchto velikostech sil bude měřen součinitel smykového tření masokostní moučky. Velikost korelačního koeficientu odpovídá nalezené velmi těsné korelační závislosti. Zároveň byla u těchto křivek stanovena horní a dolní mez konfidenčního pásu. Na obr. 8 je stanoven konfidenční pás pro velikost síly $F_1 = 3000,11$ N. Naměřené hodnoty pro hmotnosti vzorku $m = 5$ g s určením 95% intervalu spolehlivosti pro sílu F_2 , přípustné chyby intervalového odhadu ΔF_2 a velikosti plášťového tření f jsou sestaveny v tab. V.

Průběhy křivek na obr. 1 byly stanoveny na základě šesti experimentálně zjištěných hodnot. Regresní analýzou těchto hodnot byl stanoven regresní vztah typu

$$l = A + B \cdot \ln F_1$$



5. Závislost zatěžující síly F_1 (tlaku p_1) na velikosti úbytku síly F_2 (tlaku p_2) pro hmotnost vzorku $m = 1, 2, 3, 4$ a 5 g — Dependence of the loading force F_1 (pressure p_1) on the magnitude of the loss of force F_2 (pressure p_2) for sample weights $m = 1, 2, 3, 4$, and 5 g

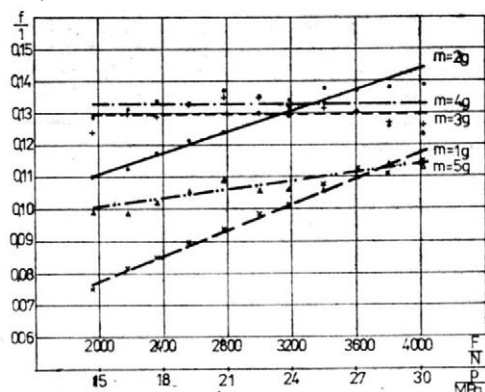
pomocí něhož byla vypočtena hodnota velikosti pláštového tření z rovnic [16] a [17] za teploty 110°C a tlaků 15 až 30 MPa při hmotnosti vzorku $m = 1, 2, 3, 4$ a 5 g. Tohoto způsobu bylo použito z důvodů málo přesného měřítka umístěného na trhačím stroji. (V oblasti vysokého tlaku je při jeho dalším zvyšování deformace vzorku velmi malá.)

Na obr. 5 jsou znázorněny regresní závislosti F_1-F_2 , na kterých mají všechny hmotnosti vzorků lineární závislost.

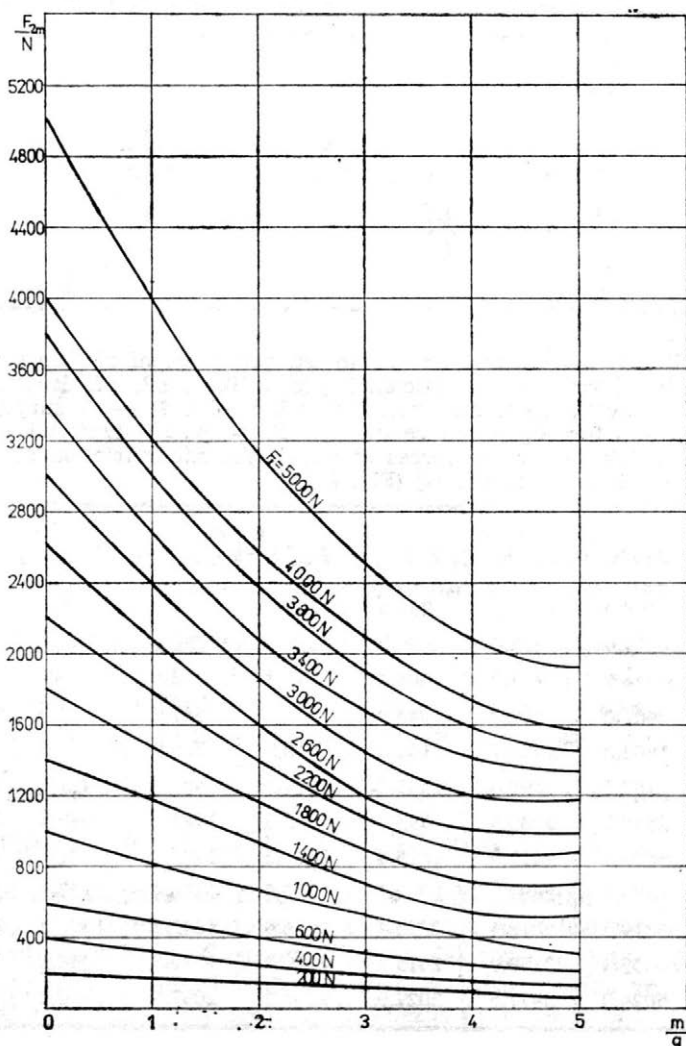
I. Určení regresních závislostí s příslušnými regresními parametry a korelačními koeficienty masokostní moučky, znázorněnými na obr. 1 — Determination of the regression relations, including the respective regression parameters and correlation coefficients for meat-and-bone meal, as shown in Fig. 1

Hmotnost vzorku m [g]	Typ regresní závislosti	A	B	r
1	$1 = A + B \cdot \ln F_1$	- 8,730	1,495	0,999
2	$1 = A + B \cdot \ln F_1$	- 11,160	2,061	0,988
3	$1 = A + B \cdot \ln F_1$	- 11,674	2,439	0,988
4	$1 = A + B \cdot \ln F_1$	- 17,523	3,468	0,988
5	$1 = A + B \cdot \ln F_1$	- 27,147	5,145	0,994

6. Závislost pláštového tření f na velikosti zatěžující síly F_1 (tlaku p_1) na velikosti vzorku $m = 1, 2, 3, 4$ a 5 g — The dependence of skin friction f on the magnitude of loading force F_1 (pressure p_1) for sample weights $m = 1, 2, 3, 4$ and 5 g



7. Stanovení úbytku tlaku odpovídající regresní závislosti typu $F_2 = A \cdot e^{Bm}$ pro velikost sil, při kterých bude měřen součinitel smykového tření masokostní moučky — Determination of the pressure loss corresponding to the regression relation of $F_2 = A \cdot e^{Bm}$ type for the magnitude of the forces at which the shear friction coefficient of meat-and-bone meal is to be measured



II. Určení regresních závislostí s příslušnými regresními parametry a korelačními koeficienty masokostní moučky, znázorněnými na obr. 5 — Determination of the regression relations, including the respective regression parameters and correlation coefficients for meat-and-bone meal, as shown in Fig. 5

Hmotnost vzorku m [g]	Typ regresní závislosti	a	b	r
1	$F_2 = a + b \cdot F_1$	60,738	0,779	0,999
2	$F_2 = a + b \cdot F_1$	64,679	0,590	0,999
3	$F_2 = a + b \cdot F_1$	10,312	0,504	0,998
4	$F_2 = a + b \cdot F_1$	-25,689	0,421	0,997
5	$F_2 = a + b \cdot F_1$	-48,604	0,406	0,998

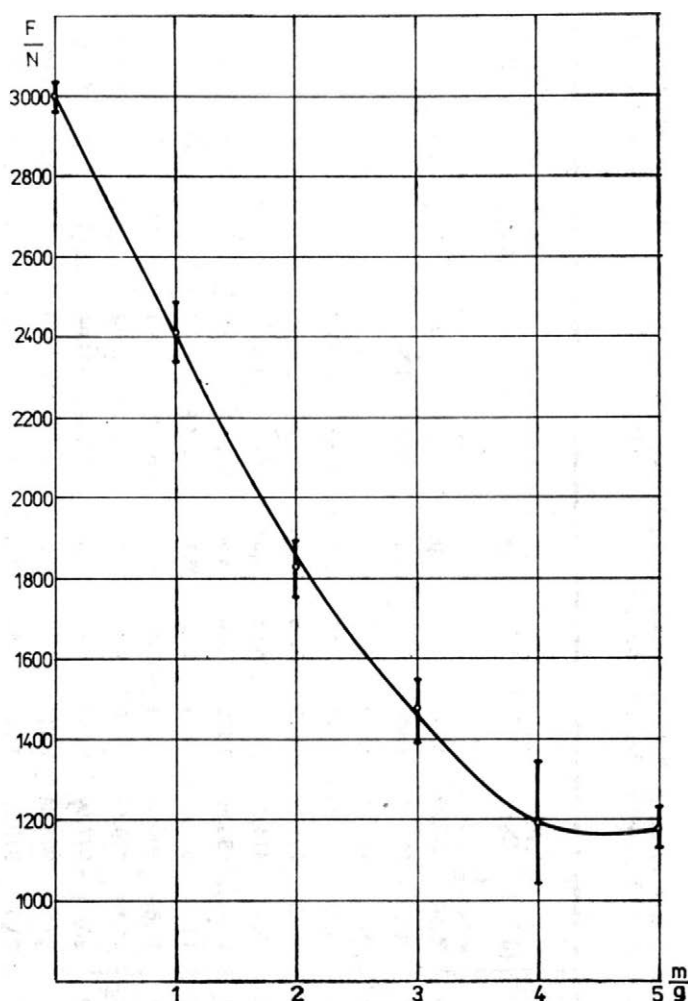
III. Měření regresních závislostí s příslušnými regresními parametry a korelačními koeficienty funkční závislosti $f - F_1$, znázorněnými na obr. 6 — Measurement of the regression relations, including the respective regression parameters and correlation coefficients of the functional dependence $f - F_1$, as shown in Fig. 6

Hmotnost vzorku m [g]	Analytické vyjádření	A	B	r
1	$f = A + BF_1$	$0,392 \cdot 10^{-1}$	$0,195 \cdot 10^{-4}$	0,989
2	$f = A + BF_1$	$0,825 \cdot 10^{-1}$	$0,149 \cdot 10^{-4}$	0,974
3	$f = 0,130$			
4	$f = 0,131$			
5	$f = A + BF_1$	$0,862 \cdot 10^{-1}$	$0,677 \cdot 10^{-5}$	0,912

IV. Přehled regresních parametrů pro regresní závislost typu $F_2 = A \cdot e^{Bm}$ s velikostí korelačních koeficientů pro velikost sil, při kterých bude měřen součinitel smykového tření masokostní moučky (obr. 7) — A survey of the regression parameters for regression relation of $F_2 = A \cdot e^{Bm}$ type, with the values of correlation coefficients for the forces at which the shear friction coefficient of meat-and-bone meal is to be measured (Fig. 7)

$F_1 = F_2$ F_1 [N]	$m = 1$ g F_2 [N]	$m = 2$ g F_2 [N]	$m = 3$ g F_2 [N]	$m = 4$ g F_2 [N]	$m = 5$ g F_2 [N]	A	B	r
408,0	336,3	269,6	245,0	164,2	118,5	460,704	-0,258	0,979
619,0	515,4	396,0	357,4	283,6	195,8	656,408	-0,227	0,983
1014,0	855,9	686,4	543,2	392,5	290,6	1165,617	-0,272	0,996
1407,0	1189,7	943,9	750,7	547,0	554,0	1418,018	-0,207	0,971
1804,0	1484,7	1161,6	912,3	705,0	708,6	1725,411	-0,198	0,970
2183,5	1797,4	1386,4	1077,3	866,6	877,1	2042,295	-0,190	0,962
2568,1	2085,3	1593,6	1263,5	1021,1	989,5	2386,426	-0,194	0,974
3000,1	2411,9	1825,4	1474,2	1196,7	1189,7	2705,781	-0,184	0,966
3403,1	2689,2	2029,1	1720,0	1386,4	1347,7	3008,976	-0,176	0,973
3819,3	3012,4	2285,4	1986,6	1642,7	1456,6	3430,397	-0,178	0,990
4035,3	3159,9	2415,4	2120,4	1779,7	1456,5	3577,850	-0,171	0,990
5026,0	3977,6	3027,9	2545,3	2087,9	2014,2	4444,300	-0,173	0,974

8. Stanovení konfidenčního pásu pro velikost síly $F_1 = 3000, 11 \text{ N}$ v závislosti na hmotnosti stlačovaného vzorku — Determination of the confidence band for the magnitude of force $F_1 = 3000, 11 \text{ N}$, depending of the weight of compressed sample



Z obr. 6, na němž je znázorněna funkční závislost $f - F_1$, je patrné, že u vzorků hmotnosti $m = 1, 2$ a 5 g se vzrůstající hodnotou tlaku p_1 vzrůstá hodnota plášťového tření.

U vzorků u hmotnosti $m = 3$ a 4 g zůstává velikost plášťového tření téměř nezměněna. U vzorku $m = 3 \text{ g}$ je velikost plášťového tření v celém rozsahu měřených tlaků $f = 0,130$. Směrodatná odchylka $s = 0,354 \cdot 10^{-2}$. U vzorku $m = 4 \text{ g}$ je velikost plášťového tření v celém rozsahu měřených tlaků $f = 0,131$. Směrodatná odchylka $s = 0,412 \cdot 10^{-2}$.

Minimální velikost plášťového tření byla naměřena u vzorku masokostní moučky o hmotnosti $m = 1 \text{ g}$ (poměr $\frac{h}{D} = 0,37$ až $0,35$) — $f = 0,075$ při velikosti tlaku $p_1 = 15 \text{ MPa}$. Ovšem musíme brát v úvahu poznatek, že u velmi nízkých vzorků se vlivem tření na podstavách snižuje stlačitelnost a zároveň se znesnadňuje reprodukovatelnost hodnot (Popilskij a Kondrašev, 1968). S růstem výšky se však stlačení vzorku opět zmenšuje vlivem plášťového tření. Z toho lze předpokládat, že existuje výška vrstvy, při níž je stlačitelnost vzorku největší. Tento poznatek je důležitý i pro náš případ.

V. Naměřené hodnoty pro hmotnost vzorku $m = 5$ g s určením 95% intervalu spolehlivosti pro sílu F_2 a velikosti pláštového tření — The values recorded for sample weight $m = 5$ g, with the determination of the 95% confidence interval for force F_2 and the magnitudes of skin friction

F_1 [N]	Počet měření						x [dílky]	F_2 [N]	$S^2_{F_2}$	ΔF_2 [N]	ΔF_2 [%]	$F_2 - \Delta F_2 ; F_2 + \Delta F_2$ [N]	Δl [mm]	h [mm]	f [l]
	1	2	3	4	5	6									
195,0	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,50	63,22	0,316	15,29	24,00	47,92 ; 78,51	—	42,4	—
407,3	2	3	3	3	3	3	2,83	119,41	0,408	19,77	16,60	99,64 ; 139,18	—	—	—
617,5	3,5	4	4	4	4	4,5	3,92	165,06	0,204	22,10	13,39	142,96 ; 187,16	—	—	—
830,4	6	5	5	5	5,5	6	5,42	228,23	0,492	23,84	10,45	204,39 ; 252,07	7,1	35,3	—
1011,7	7	6	6	7	7,5	8	6,92	291,49	0,801	38,80	13,32	252,68 ; 330,30	—	—	—
1221,9	10	9,5	8,5	9,5	9,5	12	9,83	414,41	1,169	56,65	13,67	357,76 ; 471,06	—	—	—
1403,2	13	13,5	12,5	13	13	14	13,17	554,89	0,516	25,00	4,50	529,89 ; 579,89	—	—	—
1589,8	14	15	14,5	15	15	16	14,92	628,65	0,665	32,22	5,12	596,43 ; 660,87	11,2	31,2	—
1800,0	15	17	17	17	17	18	16,83	709,42	0,983	47,63	6,71	661,79 ; 757,05	—	—	—
1957,7	17	18,5	19	18	18,5	20	18,50	779,66	1,000	48,46	6,22	731,20 ; 828,12	12,2	30,2	0,099
2178,4	19	22	21	20	21	22	20,83	877,99	1,169	56,65	6,45	825,34 ; 934,64	12,7	29,7	0,099
2362,3	20	23	23	23	23	23	22,50	948,24	1,225	59,36	6,26	888,88 ; 1007,60	13,2	29,2	0,101
2562,1	23	24	23	23	24	24	23,50	990,38	0,548	26,55	2,68	963,83 ; 1016,93	13,4	29,0	0,107
2777,5	25	25,5	25	26	25	25	25,25	1064,13	0,418	20,25	1,90	1043,88 ; 1084,38	13,8	28,6	0,109
2993,0	28	27,5	28	28	28	30	28,25	1190,56	0,880	42,64	3,58	1147,92 ; 1233,20	14,1	28,3	0,106
3174,3	30	29	30	30	30	31	30,00	1264,31	0,632	30,62	2,42	1233,69 ; 1294,93	14,3	28,1	0,106
3395,0	31	32	32	32	32	33	32,00	1348,60	0,632	30,62	2,27	1317,98 ; 1379,22	14,5	27,9	0,108
3605,3	32	34	33	33	34	34	33,33	1404,79	0,816	39,54	2,81	1365,25 ; 1444,33	14,8	27,6	0,111
3810,2	34	34,5	35	35	35	37	35,08	1478,55	1,021	49,47	3,35	1429,08 ; 1528,02	15,0	27,4	0,112
4025,7	35,5	38	38,5	36	36	39	37,17	1566,35	1,505	72,93	4,66	1493,42 ; 1639,28	15,3	27,1	0,113

Na základě měření jsme stanovili velikost pláštového tření v závislosti na velikosti zatěžující síly F_1 (tlaku p_1) pro hmotnosti vzorku masokostní moučky $m = 1, 2, 3, 4$ a 5 g. Pro průběhy křivek a hmotnosti vzorku masokostní moučky $m = 1, 2$ a 5 g plyne, že se zvyšujícím se lisovacím tlakem p_1 stoupá velikost pláštového tření. U vzorků o hmotnosti $m = 3$ a 4 g zůstává velikost pláštového tření téměř nezměněna. U vzorku $m = 3$ g je velikost pláštového tření v celém rozsahu měřených tlaků $f = 0,130$, u vzorku $m = 4$ g je $f = 0,131$. Je to způsobeno pravděpodobně tím, že k maximálnímu stlačení vzorků docházelo do velikosti tlaku $p_1 = 15$ MPa. V rozmezí tlaků 15 až 30 MPa se již výška vzorku se zvyšujícím se tlakem měnila jen velmi málo.

Zároveň byla pro měření součinitele smykového tření partikulárních látek za vysokých tlaků (Novák, 1985b, 1986) stanovena hmotnost vzorku masokostní moučky $m = 5$ g, při které se velikost pláštového tření pohybuje okolo hodnoty $f = 0,1$ a osový pokles tlaku s výškou stlačované vrstvy kolem 60% . Vzorek o hmotnosti $m = 5$ g odpovídá výšce stlačované vrstvy $h = 42$ mm a poměru $\frac{h}{D} = 3,22$ (při maximálním stlačení, kde D — průměr pístku 13 mm).

Výška stlačované vrstvy byla volena s ohledem na rovnoměrnost stlačování (rovnoměrnost poklesu síly F_2) a maximální stlačitelnost vzorku.

Literatura

- BALŠIN, M. J.: Poroškovojе metalloveđenije. Moskva, Metallurgia 1948. 332 s.
 BLAHOVEC, J. — REZNÍČEK, R.: Frakcionace píce. Praha, Vysoká škola zemědělská 1980. 370 s.
 BRAUNS, J. — LEUSSING, H.: Über mechanische Eigenschaften von Kugelpackungen. *Verfahrenstechnik*, 4, 1970, č. 1, s. 5-8.
 ČSN 01 4450. Drsnost povrchu. 1960.
 FEDA, J.: Základy mechaniky partikulárních látek. Praha, Academia 1977, 347 s.
 CHLUMSKÝ, J.: Studium fyzikálních vlastností stonkatých, zvláště stébelnatých materiálů a problematiky jejich briketování pístovým lisem. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1984. 153 s. — Vysoká škola zemědělská.
 NOVÁK, L.: Příspěvek ke tření masokostní moučky za vysokých tlaků. XXVI. celostátní konference kateder částí a mechanismů strojů. Kladno 1985a, s. 89-90.
 NOVÁK, L.: Tření vlastností masokostní kaše a moučky za extrémních tlaků. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1985b. 141 s. — Vysoká škola zemědělská.
 NOVÁK, L.: Určení pláštového tření při stlačování masokostní kaše za teploty 110°C . *Zeměd. Techn.*, 32, 1986, č. 3, s. 153-164.
 POPILSKIJ, P. J. — KONDRASEV, F. V.: Pressovanie keramičeskich poroškov. Moskva, Metallurgia 1968. 272 s.

Došlo dne 20. 1. 1988

НОВАК, Л. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Определение бокового сопротивления свай при сжатии мясокостной муки при 110°C . *Земед. Техн.*, 34, 1988 (7) : 407-420.

В ходе определения коэффициента скользящего трения мясокостной муки на высоких давлениях, при ее одноосевом сжатии возникают боковые давления, проявляющиеся как ослабление аксиального давления в направлении от поршня. Размер этого ослабления зависит от вида сжимаемого материала, температуры, шероховатости поверхности цилиндра, в котором материал подвергается сжатию, от высоты материала и от его трения с корпусом цилиндра. Так как данная проблематика недостаточно объяснена в литературе, мы определили в экспериментальном порядке размер убыли давления, промерив также коэффициент скользящего трения муки при высоком давлении. На основе измерений образцов весом в $1-5$ г для промера этого коэффициента установили вес образца $m = 5$ г.

коэффициент скользящего трения; высокое давление; определение регрессионной зависимости убыли давления

NOVÁK, L. (University of Agriculture, Praha): *Determining Skin Friction during Compressing Meat-and-Bone Meal at the Temperature of 110 °C.* Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 407-420.

The shear friction coefficient was determined in meat-and-bone meal under high pressure. When this material is compressed along a single axis, lateral pressures develop, manifesting themselves as a decline of axial pressure bearing away from the piston. This pressure loss depends on the kind of compressed material, on temperature, on the roughness of the inner surface of the cylinder where the material is compressed, on the layer of compressed material, and on friction between the material and the inner surface of the cylinder. There is no detailed explanation of these problems in literature, so the magnitude of the pressure loss was determined experimentally and the shear friction coefficient of the meat-and-bone meal was determined under the high pressures. On the basis of measurements in samples weighing 1 to 5 g, the 5 g sample weight was recommended for measuring the shear friction coefficient.

shear friction coefficient; high pressures; determination of regression relations of pressure loss

NOVÁK, L. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Bestimmung der Mantelreibung bei der Verdichtung des Fleischknochenmehls bei 110 °C.* Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 407-420.

Bei der Bestimmung der Grösse des Gleitreibungskoeffizienten des Fleischknochenmehls unter grossen Drücken entstehen bei seiner einachsigen Verdichtung Seitendrucke, die sich als Abfall des Axialdruckes in Richtung vom Kolben her bemerkbar machen. Die Grösse des Druckabfalles hängt vom Typ, besser gesagt von der Art des verdichteten Materials, von der momentanen Temperatur, von der Rauheit der Oberfläche des Zylinders, in dem der Stoff verdichtet wird und von der Höhe des verdichteten Materials sowie schliesslich auch von der Reibung zwischen Material und Zylindermantel ab. Da die erwähnte Problematik in der Fachliteratur nur un- fest, wobei der Koeffizient der Gleitreibung des Fleischknochenmehls unter grossen Drücken gemessen wurde. Aufgrund der durchgeführten Messungen unter Anwendung der Proben von 1 bis 5 g wurde für die Messung des Gleitreibungskoeffizienten ein Probengewicht von $m = 5$ g festgelegt.

genügend besprochen und erklärt wird, legten wir experimentell die Grösse des Druckabfalles

Adresa autora:

Ing. Luboš Novák, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

MIKROPOČÍTAČOVÝ SYSTÉM PRO OPERATIVNÍ ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJÍCH

J. Šimána

ŠIMÁNA, J. (AGROZET, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov): *Mikropočítačový systém pro operativní zpracování měření na zemědělských strojích*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7): 421–428.

Je popsán systém s analyzátozem dat MTS-460 a mikropočítačem TEMS 80-03 na zpracování údajů při měření na zemědělských strojích. Mikropočítačem jsou zpracovávány výstupní údaje analyzátoru MTS-460. Programové vybavení mikropočítače je zaměřeno na určení hodnoty poškození při metodách „rain-flow“ a statistické vyhodnocení signálu při použití metody „time at level“. V obou případech jsou určeny relativní třídní četnosti. Zjištěné údaje slouží jako podklady pro zkoušky životnosti zemědělských strojů na kruhové dráze a na elektrohydraulickém zařízení INOVA.

analyzátor dat; mikropočítač; rain-flow; time at level

Potřeba získat dostačující údaje o provozním namáhání zemědělských strojů vyžaduje, aby byl statisticky zpracován značný objem experimentálně zjištěných údajů. Tento objem prací nelze v současné době realizovat bez automatizace zpracování dat pomocí počítače.

V tomto směru jsou již několik let v AGROZETu, k. výzkumném ústavu zemědělských strojů, vytvořeny příznivé podmínky zavedením automatické linky na zpracování dat. Hlavní částí linky je číslicový počítač NOVA 820 firmy Data General.

S narůstajícím počtem provozních zkoušek zemědělských strojů a zejména s jejich prodlužováním (dlouhodobé zkoušky životnosti v provozních podmínkách) vznikají problémy s registrací naměřených veličin na paměťových médiích (magnetické pásky).

Významným krokem při shromažďování podkladů o provozním namáhání zemědělských strojů je v poslední době použití přístrojů s mikroprocesorem, umožňující zpracovat měření v reálném čase.

Takovým přístrojem je i zařízení pro snímání, redukci a analýzu dat v terénu MTS Data Analyzer firmy MTS Systems Corporation. Tento přístroj je konstruován pro dlouhodobé nasazení v provozních podmínkách a instaluje se přímo na měřený stroj. V návaznosti na tenzometrické snímače měří namáhání až na osmi kanálech současně, data analyzuje některou ze zvolených metod (Müller, 1987) a výsledky ukládá do paměti, z níž mohou být vytištěny na tiskárně.

Tvar výstupu dosud používaných metod na tiskárně (obr. 1–3) však plně neodpovídá požadovaným potřebám (Šimána, 1986). Typy výpisu jsou jednak velmi rozsáhlé, čímž se stávají nepřehlednými, jednak vyžadují dodatečné zpracování, neboť neobsahují některé další velmi důležité údaje.

Z hlediska statistického zpracování je důležitá střední hodnota a rozptyl zpracovávaného signálu (hlavně pro energetická měření – metoda „time at level“), z hlediska životnosti zemědělských strojů pak určení tzv. hodnoty poškození (metody „rain-flow“).

043

130, 003,01251087
 131, 000,00092342
 132, 000,00092359
 133, 003,00000005
 133, 004,00000003
 133, 006,00000001
 133, 007,00000001
 133, 008,00000011
 133, 009,00000111
 133, 010,00000218
 133, 011,00000154
 133, 012,00000001
 134, 001,00000441
 134, 002,00000053
 134, 003,00000001
 134, 004,00000003
 134, 006,00000001
 134, 007,00000002
 134, 008,00000003
 004, 003,00000002
 009, 008,00000005
 010, 007,00000001
 010, 008,00000004
 010, 009,00000078
 011, 003,00000002
 011, 006,00000001
 011, 008,00000002
 011, 009,00000024
 011, 010,00000123
 012, 003,00000001
 136, 000,00000000
 137, 000,00000000
 138, 000,00000017
 139, 007,00000000

I

II

III

IV

V

040

1. Výpis výsledků při zpracování metodou „rain-flow with mean“ analyzáto-rem MTS-460 — Results dump, data processed by the MTS-460 analyzer using the method of “rain-flow with mean”

blok I — údaje o měření (číslo, datum, čas)

blok II — četnosti extrémů na jednotlivých napěťových hladinách

blok III — četnosti rozkmitů mezi sousedními extrémy

blok IV — počty úplných cyklů získaných metodou „rain-flow with mean“ (roz- kmitu udány hranicemi)

blok V — kontrolní blok měření (délka, překročení mezí)

043

130, 003,01251087
 131, 000,00092854
 132, 000,00092913
 135, 001,00000040
 135, 002,00000014
 135, 003,00000002
 135, 004,00000001
 135, 007,00000002
 135, 008,00000001
 136, 000,00000000
 137, 000,00000000
 138, 000,00000019
 139, 100,00000000

I

II

III

040

2. Výpis výsledků při zpracování meto- dou „rain-flow without mean“ analyzá- torem MTS-460 — Results dump, data processed by the MTS-460 analyzer using the method of “rain-flow without mean”

blok I — údaje o měření (číslo, datum, čas)

blok II — četnosti úplných cyklů ve tří- dách podle velikosti rozkmitu (neudá- vá střední hodnotu)

blok III. kontrolní blok měření (délka, překročení mezí)

043

130, 002,00301087
 131, 000,00094818
 132, 005,00000000
 132, 006,00000000
 132, 007,00000000
 132, 008,00000000
 132, 009,00000000
 132, 010,00000000
 132, 011,00000028
 132, 012,00000141
 132, 013,00000000
 133, 000,00000171
 137, 000,00000000
 138, 100,00000000
 139, 242,00000000

I

II

III

040

3. Výpis výsledků při zpracování metodou „time at level“ analyzáto-rem MTS-460 — Results dump, data processed by the MTS-460 analyzer using the “time at level” metod

blok I — údaje o měření (číslo, datum, čas)

blok II — četnost signálu na jednotlivých napěťových hladinách

blok III — kontrolní blok měření (délka, překročení mezí)

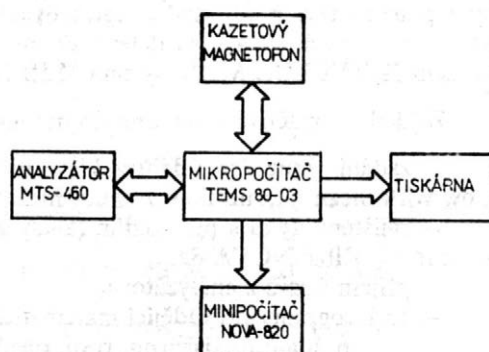
Dalším problémem je zatřídění jednotlivých kmitů, resp. vzorků do tříd, jejichž hranice jsou udány pouze napěťovými hladinami a nikoliv v měřených mechanických veličinách.

Z uvedených důvodů byl v k. VÚZS navržen a realizován mikropočítačový systém s návazností na analyzátor dat MTS-460.

TECHNICKÝ POPIS MIKROPOČÍTAČOVÉHO SYSTÉMU

Základem systému (obr. 4) je mikropočítač TEMS 80-03, který po malých úpravách (Šimána, 1986) plně vyhovuje požadovaným vlastnostem systému. Jeho předností je malá (ale plně dostačující) klávesnice a šestimístný sedmisegmentový displej, který je vhodný pro požadované použití. Mikropočítač je také vybaven jak obvody, tak i programy, které umožňují připojit kazetový magnetofon, a tím i zaznamenávat data uložená v paměti RAM. Jeho další výhodou jsou malé rozměry a zabudování do přenosného kufříku.

4. Celkové blokové schéma systému s analyzátozem MTS-460 a mikropočítačem TEMS 80-03 — Overall block diagram of the system with the MTS-460 analyzer and the TEMS 80-03 microcomputer



Jádrém mikropočítače TEMS 80-03 je mikroprocesor INTEL 8080. Po úpravách má mikropočítač kapacitu pevné paměti RAM 1 kbyte (pro ukládání výsledků), kapacita paměti EPROM je 8 kbyte (monitor a uživatelský program). Systém je dále vybaven paralelním V/V kanálem (8255) pro připojení tiskárny, minipočítače a kazetového magnetofonu a dále sériovým V/V kanálem (8251) pro připojení analyzátoru MTS-460. Vstupní údaje jsou zadávány hexadecimální klávesnicí a pro výpis výsledků je k dispozici šestimístný displej.

Přenos údajů mezi jednotlivými zařízeními systému je zajištěn rychlostí 4800 bitů za sekundu přes sériový V/V kanál (analyzátor MTS) a sériově přes jednotlivé bity paralelního V/V kanálu rychlostí 300 bitů za sekundu (tiskárna, minipočítač).

Napěťová úroveň signálu odpovídá normě RS 232 C (± 12 V).

Přenos údajů na kazetový magnetofon je zajištěn monitorským programem.

Vzhledem k tomu, že analyzátor MTS-460 ve spojení s mikropočítačem TEMS 80-03 je určen především k měření zemědělských strojů v polních podmínkách, je nutné, aby systém byl napájen z autobaterie 12V. Z tohoto důvodu byl v k. VÚZS vyvinut napájecí zdroj ± 12 V, ± 5 V na principu jednočinného blokujeícího měniče. Vzhledem k malým rozměrům zdroje byl vestavěn přímo do kufříku s mikropočítačem. Jednotlivá zařízení systému jsou propojena přes standardní pětikolíkové konektory, které jsou umístěny na ovládací desce mikropočítače.

Uživatelský program (Šimána, 1987) pro zpracování údajů analyzátoru MTS-460 zajišťuje tyto činnosti:

- sériový přenos dat z analyzátoru MTS-460,
- programové ovládání analyzátoru MTS-460,
- převod naměřených hodnot do skutečného měřítka,
- výpočet střední hodnoty signálu (při metodě „time at level“),
- výpočet hodnoty rozptylu (při metodě „time at level“),
- výpočet hodnoty poškození (při metodách „rain-flow“),
- výpočet relativních četností rozkmitů, resp. vzorků,
- výpočet minimálních a maximálních hodnot,
- zobrazení výsledků na tiskárně, resp. displeji,
- záznam výsledků na kazetový magnetofon,
- sériový přenos údajů do minipočítače NOVA 820.

Program je vypracován v jazyce ASSEMBLER pro mikroprocesor 8080. Vzhledem ke značnému rozsahu programu (6 kbyte) a s ohledem na jednodušší ladění podprogramů bylo použito tzv. modulární programování. To znamená, že jednotlivé podprogramy byly podle svých funkcí rozděleny do modulů, které byly samostatně překládány na zařízení INTELLEC MDS (systém ISIS II) a odděleně také laděny.

Základní rozdělení programu do modulů podle činnosti podprogramů:

- zadání vstupních údajů z klávesnice a volba typu zpracování (metody „rain-flow with mean“, „rain-flow without mean“ a „time at level“),
- zajištění styku s prostředím (analyzátor MTS-460, tiskárna, kazetový magnetofon a minipočítač NOVA 820),
- příjem údajů z analyzátoru,
- podprogramy provádějící matematické operace,
- výstup údajů na tiskárnu, resp. display,
- komunikace mezi mikropočítačem TEMS 80-03 a minipočítačem NOVA 820.

Pro výpočty v pohyblivé řádové čárce byla použita knihovna podprogramů FTACO2.LIB (Chamrád, 1979) pro mikropočítače s mikroprocesorem 8080.

Při zpracování údajů z analyzátoru MTS-460 metodami „rain-flow“ je pro zjištění životnosti zemědělských strojů nejdůležitější určení tzv. hodnoty poškození (poškozuji- cího účinku) podle tohoto vztahu:

$$D = \sum_{i=1}^m n_i \cdot \sigma_i^W = \sum_{i=1}^m n_i \cdot (v \cdot r_i/2)^W$$

kde: D — hodnota poškození

m — počet tříd

n_i — počet kmitů v i -té třídě

r_i — velikost rozkmitu v i -té třídě (vyjádřena počtem tříd)

v — hodnota velikosti třídy (cech zadávaný na výchylku 6,25 V, tj. 20 tříd)

W — hodnota zadaného exponentu Wöhlerovy křivky

σ_i — amplituda odpovídající středu i -té křivky

Z hlediska zjištění rozložení rozkmitů v jednotlivých třídách jsou určeny relativní četnosti podle vztahu:

$$n_{ri} = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i} 100 \quad [\%]$$

kde: n_{ri} — relativní třídění četnost v i -té třídě
 n_i — absolutní třídění četnost v i -té třídě
 m — počet tříd

Tvar výstupních výsledků na tiskárnu při zpracování metod „rain-flow“ je uveden na obr. 5 a 6.

Při orientačním výpisu jsou na displeji zobrazeny tyto údaje:

- číslo kanálu,
- maximální hodnota,
- minimální hodnota,
- hodnota poškození.

RAIN-FLOW WITH MEAN

```

CISLO MERENI: 0003.01
KANAL: 3
CEJCH: 0.1254 E03
DATUM: 25.10.87
POCAT.CAS: 09 23 42
CAS: 0.1700 E02 [S]
POCET KMITU: 0.2430 E03
MIMO ROZSAH: 0.0000 E00
MIN: 0.1867 E02
MAX: 0.7469 E02
KOEK.WK: 4
POSKOZENI: 0.1527 E07

```

CETNOSTI ROZKMITU

TR	RCET[%]
0.6225 E01	0.8559 E02
0.1245 E02	0.1152 E02
0.1867 E02	0.1234 E01
0.2490 E02	0.0000 E00
0.3112 E02	0.4115 E00
0.3734 E02	0.0000 E00
0.4357 E02	0.0000 E00
0.4980 E02	0.8230 E00
0.5602 E02	0.4115 E00

RAIN-FLOW WITHOUT MEAN

```

CISLO MERENI: 0003.01
KANAL: 3
CEJCH: 0.1298 E04
DATUM: 25.10.87
POCAT.CAS: 09 28 54
CAS: 0.1900 E02 [S]
POCET KMITU: 0.6000 E02
MIMO ROZSAH: 0.000 E00
MAX.ROZKMIT: 0.5192 E03
KOEK.WK: 5
POSKOZENI: 0.2459 E13

```

CETNOSTI ROZKMITU

TR	RCET[%]
0.6490 E02	0.6666 E02
0.1298 E03	0.2333 E02
0.1947 E03	0.3333 E01
0.2596 E03	0.1666 E01
0.3244 E03	0.0000 E00
0.3894 E03	0.0000 E00
0.4543 E03	0.3333 E01
0.5192 E03	0.1666 E01

5. Výstupní tabulka pro metodu „rain-flow with mean“ po zpracování mikropočítačem TEMS 80-03 — Output table for the method of “rain-flow mean” after processing by the TEMS 80-03 microcomputer

6. Výstupní tabulka pro metodu „rain-flow without mean“ po zpracování mikropočítačem TEMS 80-03 — Output table for the method of “rain-flow without mean” after processing by the TEMS 80-03 microcomputer

Při posuzování zemědělských strojů z energetického hlediska je nutné zajistit střední hodnotu a rozptyl měřeného signálu. K tomuto účelu jsou zpracovány údaje analyzátoru MTS-460 při použití metody „time at level“. Uvedené hodnoty se určí ze vztahů:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i \cdot u_i)}{\sum_{i=1}^m n_i} \cdot v$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i \cdot u_i^2)}{\sum_{i=1}^m n_i} \cdot v^2 - \bar{x}^2$$

TIME AT LEVEL

CISLO MERENI: 0002.00
 KANAL: 3
 CEJCH: 0.2453 E03
 DATUM: 30.10.87
 POCAT.CAS: 09 48 18
 CAS: 0.1714 E02 [S]
 ABS.CETNOST: 0.1714 E05 [MS]
 MIMO ROZSAH: 0.0000 E00 [MS]
 MIN: 0.6133 E02
 MAX: 0.1594 E03
 STR.HODNOTA: 0.1448 E03
 ROZPTYL: 0.4400 E02

CETNOSTI VZORKU

TR	RCET[%]
0.6133 E02	0.2450 E00
0.7360 E02	0.1166 E-1
0.8587 E02	0.0000 E00
0.9814 E02	0.1750 E-1
0.1104 E03	0.1108 E00
0.1226 E03	0.2100 E00
0.1349 E03	0.1663 E02
0.1472 E03	0.8238 E02
0.1594 E03	0.3908 E00

7. Výstupní tabulka pro metodu „time at level“ po zpracování mikropočítačem TEMS 80-03 — Output table for the „time at level“ method after processing by the TEMS 80-03 microcomputer

kde: $\bar{x}$ — střední hodnota signálu
 u_i — hodnota i -té napěťové úrovně
 v — velikost třídy
 n_i — absolutní četnost v i -té třídě
 m — počet tříd
 σ^2 — hodnota rozptylu signálu

Relativní třídní četnosti jsou vypočteny podle stejného vztahu jako u metod „rain-flow“.

Výstup vypočtených hodnot na tiskárně má tvar, který je uveden na obr. 7.

Při zobrazení údajů na displeji mikropočítače jsou k dispozici tyto údaje:

- číslo kanálu,
- maximální hodnota,
- minimální hodnota,
- střední hodnota,
- rozptyl.

ZÁVĚR

Přínosem navrženého systému je mnohem větší operativnost při provozních zkouškách zemědělských strojů, neboť průběh zkoušek je možné podle zjištěných údajů ihned v provozních podmínkách regulovat. Využitím analyzátoru MTS-460 a mikropočítače TEMS 80-03 odpadá také nutnost registrace naměřených údajů na měřicím magnetofonu a jejich dodatečného zpracování číslicovým počítačem.

Výhodou uvedeného systému je i možnost záznamu vypočtených hodnot na kazetový magnetofon. Tento způsob záznamu je využíván při připojení mikropočítače TEMS 80-03 k dosud používané lince na zpracování dat s číslicovým počítačem NOVA 820. Tato úprava poskytuje možnost dalšího zpracování výsledků měření zemědělských strojů (výpočet souhrnných spekter zatížení apod.).

Na základě výsledků měření při použití mikropočítačového systému lze konstatovat, že navržený systém, vytvořený výhradně z tuzemských komponentů, v mnohém rozšiřuje možnosti využití analyzátoru dat MTS-460, který slouží zejména k získávání podkladů (provozních) ke zkouškám životnosti zemědělských strojů na kruhové dráze a elektrohydraulickém zařízení INOVA.

Literatura

- CHAMRÁD, V.: Knihovna FTACO2.LIB pro mikropočítač s mikroprocesorem 8080. ČSAV. Ústav teorie informace a automatizace, Praha 1979.
- MÜLLER, P.: Analyzátor MTS-460 a možnost jeho využití v zemědělském strojírenství. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 3, s. 183-188.
- ŠIMÁNA, J.: Zařízení pro operativní zpracování měření v terénu s mikropočítačem AGROZET, k. VÚZS, Praha 1986.
- ŠIMÁNA, J.: Programové vybavení mikropočítačového systému pro zpracování měření v terénu. AGROZET, k. VÚZS, Praha 1987.

Došlo dne 6. 1. 1988

ШИМАНА, Я. (Агрозет, концерновый научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов): **Микровычислительная система для оперативной обработки измерений у сельхозмашин.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 421-428.

Описана система с анализатором данных МТС-460 и микровычислительным устройством ТЭМС 80-03 для разработки данных измерений сельскохозяйственных машин. С помощью микровычислительного устройства обрабатываются выходящие данные анализатора. Программное вооружение направлено на определение размера повреждения по методам «рейнфлау», а статистическая оценка сигнала проводится по методу «тайм ет левл». В обоих случаях определяются относительные частоты классов. Полученные данные служат базой для испытания долговечности машин по круговому пути и электрогидроустановке ИНОНА.

анализатор данных; микровычислительная машина; рейн-флау; тайм ет левл

ŠIMÁNA, J. (Agrozet, Concern Research Institute of Farm Machinery, Praha-Chodov): **A Microcomputer System for Operative Processing of Measurements in Farm Machines.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 421-428.

A description is given of a system with the MTS-460 data analyzer and the TEMS 80-03 microcomputer for the processing of data obtained by measurements in farm machines. The output data from the MTS 460 analyzer are processed by the microcomputer. The computer software is designed for determining the value of damage using the "rain-flow" methods and statistical evaluation of the signal using the "time at level" method. Relative class frequencies are determined in both cases. The data serve as starting material for the service-life testing of farm machines on a ring track and with the use of the INOVA electrohydraulic equipment.

data analyzer; microcomputer; rain-flow; time at level

ŠIMÁNA, J. (AGROZET, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha - Chodov): **Mikrorechnersystem für operative Verarbeitung der an Landmaschinen erfassten Messergebnisse.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (7) : 421-428.

Beschrieben wird ein Datenverarbeitungssystem mit dem Datenanalysator MTS-460 und dem Mikrorechner TEMS 80-03 für den Einsatz an Landmaschinen. Mit Hilfe des Mikrorechners werden alle Output-Angaben des Analysators MTS 460 verarbeitet. Die Software des Mikrorechners wird auf die Bestimmung des Beschädigungswertes mittels der Methode „rain-flow“ und die statistische Auswertung des Signals mittels der Methode „time at level“ orientiert. In beiden Fällen sind die relativen Klassenhäufigkeiten bestimmt. Die ermittelten Angaben dienen als Unterlagen für die Prüfungen der Lebensdauer der Landmaschinen auf der Rundpiste und der elektrohydraulischen Anlage INOVA.

Datenanalysator; Mikrorechner; rain-flow, resp. time at level - Methode

Adresa autora:

Ing. Jan Šimána, AGROZET, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, 140 03 Praha 4 - Chodov

TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ TECHNOLOGICKÉHO ZÁBĚRU MOTORU PO GENERÁLNÍ OPRAVĚ

B. Ullmann

ULLMANN, B. (Výzkumný a vývojový ústav STS a OZS, Praha): *Technicko-ekonomické hodnocení technologického záběhu motoru po generální opravě*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (7): 429–435.

Článek se zabývá způsobem hodnocení efektivnosti záběhových režimů motorů určených do zemědělské techniky. Vychází z obecného kritéria průměrných jednotkových nákladů na obnovu a provoz a jako aparátu využívá metody hodnotové analýzy. Součástí je návrh aplikace a výsledky z ověření na modelových záběhových režimech.

hodnotová analýza; jednotkové náklady na obnovu a provoz; modelové záběhové režimy

Technologický záběh motoru je jednou z posledních fází technologie generální opravy a současně počáteční fází záběhu motoru před plným využíváním jeho výkonových parametrů. Všeobecným požadavkem na technologický záběh je proto zajistit určité jakostní ukazatele motoru, přičemž jakost je chápána jako dialektická jednota společenské užitné hodnoty a nákladů na její zajištění. To je obecnějším vyjádřením snahy zabíhat motor s co největším efektem, tzn. rychle a levně a současně co nejúčinněji (Acsay aj., 1981; Havlíček aj., 1983).

METODA

Mimo posláním přizpůsobit třetí dvojice tak, aby vyhověly požadavkům zatížení v provozu, má technologický záběh i funkci kontrolní. Mnohé rozbory prokázaly důležitost této funkce — během technologického záběhu se projeví podstatná část závad způsobených nedostatky při montáži (zejména se jedná o úniky kapalin). Z toho vyplývá, že význam technologického záběhu úzce souvisí i se stále sílícím tlakem na růst kvality (Bazika, 1977).

Volba režimu technologického záběhu závisí na mnoha faktorech. Aby bylo jmenovitěho výkonu motoru dosaženo co nejrychleji, je zejména podstatné rychlé přizpůsobení třecích dvojic. Z technického pohledu je zřejmé, že každý druh nástroje při opravě či výrobě zanechává specifickou stopu. Podélné stopy, tj. stopy ve směru řezného nástroje, vyplývají ze změny řezné rychlosti, heterogenity kovu, stavu nástroje atp., příčné stopy pak z profilu nástroje a jeho posuvu. Na povrchu se tak projevují mikrogeometrické a makrogeometrické vady, přičemž příčinou makrogeometrických vad mohou být i deformace vyvolané následnou montáží, tepelným napětím atp. Při velkosériové výrobě, ke které lze generální opravy v opravných zemědělských strojích přirovnat, není možné vyloučit všechny příčiny tvarových odchylek. Ale zejména u sezónní zemědělské techniky je potřebné, aby bylo možné využívat optimálního výkonu motoru ihned po jeho nasazení do provozu s minimálním rizikem poruchy či havárie. I z tohoto pohledu má technologický záběh své opodstatnění.

Problematiku je však třeba současně posuzovat z ekonomického hlediska, a to jak z důvodů vysoké investiční náročnosti budování zkušebních stanovišť, tak i z důvodu značných provozních nákladů. Je proto nezbytné zvažovat rizika a rozsah ztrát vlivem možných poruch a havárií. To ve svém důsledku znamená, že způsob a rozsah technologického záběhu je nutné volit podle konkrétních podmínek v technologii opravy, konstrukci motoru, ale i podle toho, do jakého stroje je motor určen.

Volba metody hodnocení technologického záznamu se proto řídila zásadou, že je žádoucí takové kritérium, které vedle společenské užitečnosti vyjadřuje i aspekt hospodárnosti.

V současnosti se v naší praxi dosud plně neuplatňují vhodné metody hodnocení celospolečenské efektivity práce, přestože existují a v některých oborech již nacházejí významné uplatnění. Důvodů je mnoho — jedním z nich je i fakt, že aplikace takovýchto metod se jen stěží obejde bez výpočetní techniky s potřebnými programy.

Jedním z normovaných kritérií jakosti (ČSN 01 0103, 1986) s vysokou vypovídací schopností jsou průměrné jednotkové náklady na provoz a obnovu motoru, přičemž slovo „jednotkové“ určuje, že se jedná o náklady vztažené na jednotku doby provozu v obecném smyslu (ha, km, motohodiny či hodiny). Lze říci, že toto kritérium je pro případ technologického záznamu motoru komplexní. Jeho přímé uplatnění je však dosti obtížné a časově náročné. Použitá metoda hodnocení však nezbytně musí být s tímto kritériem v souladu.

Další důležitou podmínkou pro volbu metody je její flexibilita, umožňující úpravy a upřesňování při hodnocení konkrétního záznamového režimu za konkrétních (specifických) podmínek v závislosti na získaných poznatcích v oboru, na požadavcích determinovaných časem i na reálných možnostech jednotlivých hodnotitelů.

Z uvedených důvodů bylo použito kombinované metody hodnocení, vycházející z principu kritéria jednotkových nákladů a využívající principů hodnotové analýzy.

Východím vztahem pro stanovení kritéria je vztah pro výpočet jednotkových nákladů:

$$u(i) = \frac{N_o + N_h \cdot F(i) + N_e(i)}{i} \quad [1]$$

kde: $u(i)$ — střední hodnota průměrných jednotkových nákladů na obnovu a nákladů vyvolaných zhoršenou ekonomikou provozu při dosažení stavu i [Kčs. t⁻¹]

N_o — náklady na obnovu motoru [Kčs]

N_h — vícenásobky při nutné neplánované havarijní opravě [Kčs]

S — diagnostický signál

$F(i)$ — pravděpodobnost poruchy v okamžiku (t)

$N_e(i)$ — střední kumulativní náklady vyvolané zhoršenou ekonomikou provozu [Kčs]

$\bar{i} = \bar{i}(S)$ — střední doba provozu při stavu S [h]

Je samozřejmou snahou, aby platil vztah:

$$u_b(\bar{i}_o) < u_a(\bar{i}_o) \quad [2]$$

kde: $\bar{i}_o = \bar{i}(t_o)$ — střední doba do generální opravy [h]

index a — generální oprava motoru bez záznamu

index b — generální oprava motoru s technologickým záznamem

Přijmeme-li podmínky, že

$$\bar{i}(t_{oa}) = \bar{i}(t_{ob}) = \bar{i}_o \quad [3]$$

$$N_{ha} = N_{hb} = N_h \quad [4]$$

lze uvedenou nerovnost rozepsat:

$$N_{ob} + N_{hb} \cdot F_b(\bar{i}_o) + N_{eb}(\bar{i}_o) < N_{oa} + N_{ha} \cdot F_a(\bar{i}_o) + N_{ea}(\bar{i}_o) \quad [5]$$

$$(N_{ob} - N_{oa}) < N_h \cdot [F_a(\bar{i}_o) - F_b(\bar{i}_o)] + N_{ea}(\bar{i}_o) - N_{eb}(\bar{i}_o) \quad [6]$$

Levá strana poslední nerovnosti vyjadřuje náklady na technologický záznam, tzn.:

$$N_{TZ} < N_h \cdot [F_a(\bar{i}_o) - F_b(\bar{i}_o)] + [N_{ea}(\bar{i}_o) - N_{eb}(\bar{i}_o)] \quad [7]$$

$$1 < \frac{N_h \cdot [F_a(\bar{i}_o) - F_b(\bar{i}_o)] + [N_{ea}(\bar{i}_o) - N_{eb}(\bar{i}_o)]}{N_{TZ}} \quad [8]$$

Toto je základní podmínka pro efektivnost záznamu.

Metoda hodnotové analýzy předpokládá porovnávání efektů jednotlivých variant pomocí tzv. míry efektivity, vyjádřené vztahem

$$E = \frac{^{\circ}F}{N} \quad [9]$$

kde: E — míra efektivity

$^{\circ}F$ — souhrnná funkčnost

N — náklady na zajištění souhrnné funkčnosti

Význam využití principů hodnotové analýzy spočívá v tom, že jejich pomocí lze nepřímou určit s dostatečnou přesností hodnotu čitatele uvedené základní podmínky pro efektivnost záběhu.

Základním rysem hodnotové analýzy je funkční princip, přičemž funkce je chápána jako vztah mezi společenskou potřebou a vlastností sledovaného objektu jako účelového systému. Tím je v našem případě technologický záběh.

VÝSLEDKY

Souhrnná funkčnost byla stanovena na základě struktury procesu technologického záběhu, ze které vyplynuly funkce zahrnuté do výpočtu (tab. I).

I. Funkční deskripce technologického záběhu — Functional description of technological running-in

Funkce globální	zvyšuje jakost		
	základní	vedlejší	podpůrné
Funkce kritériální	upravuje plochy pístové skupiny odhaluje závady z opravy	optimálně využívá vloženou energii nepoškozuje motor	minimalizuje nároky na obsluhu

Jednotlivé funkce byly klasifikovány. Klasifikační koeficienty významu funkcí byly stanoveny na základě párového srovnávání, takže souhrnná funkčnost mohla být vyjádřena vztahem:

$$^{\circ}F = \sum_{i=1}^5 k_{Fi} \cdot ^{\circ}F_i \quad [10]$$

kde: $^{\circ}F_i$ — stupeň splnění i -té funkce

k_{Fi} — koeficient významu i -té funkce

Pro konkrétní naplnění stupně splnění každé funkce bylo použito modifikace parametrického systému kombinované s klasifikační metodou. Pro jednotlivé funkce byly vybrány signály, které ji charakterizují. Jim jsou přiřazeny koeficienty, které je charakterizují z hlediska kvality. Stupeň splnění každé funkce je pak dán váženým průměrem

$$^{\circ}F_i = \frac{\sum_{j=1}^n f(s) \cdot v_j}{\sum_{j=1}^n v_j} \quad [11]$$

kde: $f(s)$ — matematické vyjádření přepočtu signálu s do srovnatelné stupnice
 v_j — koeficient průkaznosti signálu, resp. jeho vypovídací schopnosti
 n — počet signálů charakterizujících danou funkci

V tab. II je uveden přehled některých použitelných signálů základních kritériálních funkcí. Jejich počet může být různý, vždy je však třeba brát v úvahu i dostupnost získávání hodnot jednotlivých signálů.

II. Signály základních kritériálních funkcí — Signals of basic criterial functions

Funkce	Signál
upravuje plochy pístové skupiny	— pasívní odpory — obsah železa v motorovém oleji — drsnost vložek válců — nosný podíl plochy válce a pístních kroužků
odhaluje závady z opravy	— počet odpracovaných cyklů — objem práce při záběhu

Je zřejmé, že uvedená metoda zcela neeliminuje prvky subjektivismu, její značnou výhodou je však skutečnost, že není vždy nutné zjišťovat hodnoty všech signálů dané funkce; koeficienty v_j zároveň zvýhodňují objektivnější signály. To umožňuje určitou variabilitu systému.

Důležitým prvkem metody je určování variability výsledků, což přispívá k dobré orientaci při rozhodování o volbě záběhového režimu. Jednak lze určit statistickou významnost rozdílů variant, jednak je patrná věrohodnost údajů, se kterými se pracovalo. V případě neúnosné směrodatné odchylky výsledků je možné uskutečnit doplňující měření ke zpřesnění hodnot zvolených signálů (tzn. rozšířit soubor zkoušených motorů) či rozšířit měření o další signály které zpřesní celkový výsledek hodnocení.

V průběhu ověřování systému bylo zjištěno, že vliv záběhu je podstatný zejména v počáteční době provozu motoru (vliv na $N_e(\bar{t})$) a pravděpodobnost havarijních poruch $F(\bar{t}_0)$ je přímo úměrná souhrnné funkčnosti $^\circ F$.

Dále byly využity vztahy:

$$P_{ztr} = P_j \cdot \frac{1 - \eta_m}{\eta_m} \quad [12]$$

kde: P_{ztr} — ztrátový výkon [kW] plně zaběhnutého motoru

P_j — jmenovitý výkon motoru [kW]

η_m — mechanická účinnost motoru [1]

$$\Delta P_b = P_b - P_{ztr} = P_j \cdot \frac{\eta_m - \eta_b}{\eta_m \cdot \eta_b} \quad [13]$$

kde: ΔP_b — zvýšené ztráty výkonu vlivem neúplného záběhu [kW]

P_b — ztrátový výkon plně nezaběhnutého motoru [kW], tedy v okamžiku po technologickém záběhu

η_b — mechanická účinnost v okamžiku po technologickém záběhu [1]

Zvýšené ztráty v provozu motoru vlivem neúplného záběhu jsou dány vztahem:

$$A_b = P_j \cdot \int_0^{t_2} \frac{1 - \eta(t)}{\eta t} dt \quad [14]$$

kde: A_b — možné ztráty v provozu vlivem snížené mechanické účinnosti v období dokončování záběhu [kWh]

t_2 — průměrná doba nárůstu mechanické účinnosti na jmenovitou hodnotu [h]

$\eta(t)$ — časový průběh nárůstu mechanické účinnosti v provozu

Vztah pro střední kumulativní náklady vyvolané zhoršenou ekonomikou provozu vlivem neúplnosti záběhu při generální opravě lze psát ve tvaru:

$$N_{eb}(\bar{t}_0) = K_N \cdot m \cdot k_p \cdot A_b \quad [15]$$

kde: K_N — koeficient

m — měrná spotřeba paliva [g.kWh⁻¹]

k_p — stupeň beroucí na zřetel procento využívání jmenovitých otáček motoru [1]

Koeficient K_N zahrnuje cenu paliva a přepočty hmotnostních a objemových ukazatelů. Stupeň k_p je pro praxi vhodnější nahradit koeficientem průměrného využití výkonu motoru.

V průběhu ověřování byl dále potvrzen i vztah (koeficient korelace > 0,9):

$$\eta_b = k_1 + k_2 \cdot {}^\circ F \quad [16]$$

Dále byl využit vztah:

$$\frac{t_{2b}}{t_{2a}} = \frac{\eta_a \cdot (\eta_m - \eta_b)}{\eta_b \cdot (\eta_m - \eta_a)} \quad [17]$$

kde: t_{2b} — t_2 pro danou úroveň technologického záběhu

t_{2a} — t_2 pro generální opravu bez technologického záběhu

η_a — obdoba η_b pro případ generální opravy bez technologického záběhu

Sloučením posledních dvou vztahů a vztahu pro ΔP_b (obdobně ΔP_a) a úpravou (zjednodušením) výsledného vztahu tak, že nebyly brány v úvahu ty části matematického vztahu, které nepodstatně ovlivňují výsledek, a dále náhradou průběhu $P_{ztr}(t)$ přímkovým, s příslušným korekčním součinitelem zahrnujícím chybu tohoto předpokladu, bylo možno vztah pro $[N_{ea}(\bar{t}_0) - N_{eb}(\bar{t}_0)]$ upravit:

$$N_{ea}(\bar{t}_0) - N_{eb}(\bar{t}_0) = K_2 \cdot C_n \cdot m \cdot P_f \cdot k_p \cdot t_2 \cdot k_2 \cdot {}^\circ F / k_1 \quad [18]$$

kde: C_n — cena paliva [Kčs.l⁻¹]

K_2 — souhrnný koeficient

Při určování nákladů na technologický záběh byla do výpočtu zahrnuta dynamika cen. Nevychází se tedy pouze z okamžitých hodnot jednotlivých nákladových položek (stavba s technologickým vybavením, mzdové náklady, palivo, maziva, popř. prostředky na urychlení záběhu), ale i z předpokladu jejich vývojového trendu. Tím lze při hodnocení technologického záběhu počítat s reálnými náklady v době jeho uplatnění. Ve výsledku je tedy zahrnut i termín realizace návrhu, což je z ekonomického pohledu nezanedbatelné. V nákladech nejsou brány v úvahu náklady na zpětnou vazbu.

Souhrnně lze tedy ukazatel jakosti, v souladu s uvedenými skutečnostmi, vyjádřit vztahem:

$$\bar{JZ} = \frac{Z}{N_{TZ}} \quad [19]$$

kde: $\bar{JZ}$ — ukazatel jakosti technologického záběhu vznětového motoru [1]

Z — očekávaný ekonomický přínos [Kčs]

N_{TZ} — náklady na technologický záběh [Kčs]

S ohledem na základní podmínku pak:

$$Z = (K_1 \cdot N_h + K_2 \cdot C_n \cdot m \cdot P_f \cdot k_p \cdot t_2 \cdot k_2 / k_1) \cdot {}^\circ F \quad [20]$$

kde: K_1 — koeficient lineárního vztahu pravděpodobnosti havarijních poruch a souhrnné funkčnosti [1]

Výhodou používání ukazatele jakosti technologického záběhu $\mathcal{J}Z$ ve srovnání s klasickým ukazatelem běžně užívaným v hodnotové analýze, tzn. s mírou efektivnosti E , je podstatně větší vypovídací schopnost. Míra efektivnosti E je relativní ukazatel, s jehož pomocí lze porovnávat varianty technologických záběhů, ovšem za podmínky, že se jedná o tytéž motory určené do stejné zemědělské techniky. Přesto lze v některých případech vystačit i s tímto ukazatelem, jehož určení je poměrně snadné.

Pro ukazatel jakosti $\mathcal{J}Z$ je nutné zjistit potřebné konstanty do vzorce pro očekávaný ekonomický přínos Z . Dostaneme však absolutní ukazatel, který nám poměrně dobře ukazuje na efektivnost jednotlivých variant technologického záběhu ($\mathcal{J}Z > 1$) i v závislosti na výkonu motoru a na jeho dalších parametrech (P_j, m, η_m) a v závislosti na technice, ve které bude využíván (N_h, k_p). Srovnání z modelového příkladu je zřejmé z tab. III.

III. Hodnocení technologických záběhů navrženou metodou (příklad) — Evaluation of technological running-in patterns by the proposed method (example)

Ukazatel	Označení technologického záběhu, určení motoru do techniky					
	běžný záběh		inovovaný záběh		dlouhodobý záběh (čtyřhodinový)	
	t	k	t	k	t	k
Náklady na záběh N_{Tz} [Kčs]	235,70	235,70	167,10	167,10	534,50	534,50
Souhrnná funkčnost $^{\circ}F$ [1]	3,50	3,50	3,80	3,80	4,80	4,80
Očekávaný ekonomický přínos [Kčs]	138,—	238,—	148,—	255,—	190,—	328,—
Míra efektivnosti E [—]	14,8 $\pm 0,5$	14,8 $\pm 0,5$	22,7 $\pm 1,2$	22,7 $\pm 1,2$	9,0 $\pm 0,4$	9,0 $\pm 0,4$
Ukazatel jakosti technologického záběhu $\mathcal{J}Z$	0,59 $\pm 0,08$	1,01 $\pm 0,14$	0,89 $\pm 0,13$	1,53 $\pm 0,21$	0,36 $\pm 0,05$	0,61 $\pm 0,10$

t — traktor; k — kombajn

DISKUSE A ZÁVĚR

Je mnoho metod, kterými lze stanovit efektivnost. Obecně však platí, že čím přesnější metoda, tím vyšší pracnost její aplikace — navíc je tato závislost progresivní. Metoda hodnotové analýzy představuje kompromis, protože poměrně nenáročným způsobem lze určit výši efektivnosti s vyhovující přesností.

Pro tuto metodu je důležité využívat výpočetní techniku. Získaná data je třeba statisticky zpracovat a dále provést řadu výpočtů tak, aby byla stanovena střední hodnota výsledku a jeho přesnost. Při porovnávání variant je mnohdy potřebné zabývat se i otázkou statistické významnosti rozdílu; při zpřesňování výsledku je třeba celý výpočet opakovat. Sestavení programů je poměrně snadné — programy pro statistiku jsou běžně dostupné a pro výpočet ukazatele jakosti technologického záběhu vznětového motoru stačí upravit program, který je součástí zprávy, kterou uvedl Ullmann (1985).

V současných podmínkách našeho národního hospodářství, kdy hlavní důraz je kladen na zvyšování ekonomické účinnosti reprodukčního procesu a kdy podniky musí odhalovat neefektivní činnosti, může uplatnění uvedené či podobné metody tomuto procesu přispět a v mnoha případech přinést i překvapivá zjištění, která mohou být impulsem k potřebným inovacím.

Literatura

- ACSAY, J. — SORK, J. — ULLMANN, B.: Praktické provzření možností zkrácení záběhu motoru. Praha, VVÚ STS a OZS 1981.
BAZIKA, V.: Motorové oleje a přísady do paliva používané pro zkrácení záběhu naftových motorů. Praha, ČKD 1977.
ČSN 01 0103. Výpočet ukazatelů spolehlivosti dvoustavových soustav.
HAVLÍČEK, J. a kol.: Provozní spolehlivost strojů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1983.
ULLMANN, B.: Návrh metody hodnocení záběhových režimů vznětových motorů. Praha, VŠZ 1985.

Došlo dne 9. 12. 1987

УЛЛМАНН, Б. (Научно-исследовательский и проектный институт МТС и Райсельхозуправления, Прага): Техничко-экономическая оценка технологической обкатки двигателя после генремонта. Земед. Techn., 34, 1988 (7) : 429-435.

Статья рассматривает способ оценки эффективности обкаточных режимов двигателей, предназначенных для сельхозтехники. Исходным пунктом служит общий критерий средних прямых расходов на возобновление и эксплуатацию, а в качестве аппарата служит метод стоимостного анализа. Сюда входят и проект применения, как и результаты испытаний на модельных обкаточных режимах.

стоимостный анализ; прямые расходы на возобновление и эксплуатацию; модельные обкаточные режимы

ULLMANN, B. (Research and Development Institute of the Machine and Tractor Stations and Farm Machine Repair Shops, Praha): *Technico-economic Evaluation of the Technological Running-in of an Engine after Overhaul*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (7) : 429-435.

Evaluation methods are analyzed, concerning the effectiveness of the running-in patterns of engines designed for farm machines. The analysis is based on the general criterion of the average unit costs of renovation and operation. The value analysis method is used in the analytic procedure. Proposed applications and results of tests in model running-in patterns are added.

value analysis; unit costs of renovation and operation; model running-in patterns

ULLMANN, B. (Forschungs- und Entwicklungsinstitut des STS und OZS, Praha): *Technisch-ökonomische Bewertung des technologischen Einlaufs des Motors nach der Generalreparatur*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (7) : 429-435.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Bewertung der Effektivität des Einlaufs der für Landmaschinen vorgesehenen Motoren. Sie geht vom allgemeinen Kriterium der durchschnittlichen Einheitskosten für Erneuerung und Betrieb aus und als Apparat bedient sie sich der Methode der Wertanalyse. Ihr Bestandteil ist ein Vorschlag zur Applikation und Ergebnisse der Überprüfung an Modelleinlaufregimes.

Wertanalyse; Einheitskosten für Erneuerung und Betrieb; Modelleinlaufsregimes

Adresa autora:

Ing. Bohumil Ullmann, CSc., Výzkumný a vývojový ústav STS a OZS, Černokostelecká 116, 100 32 Praha 10 - Malešice

ŽIVOTNÍ JUBILEA

ŽIVOTNÍ JUBILEUM prof. ing. VLADIMÍRA SUCHÉHO, CSc., DĚKANA MECHANIZAČNÍ FAKULTY VYSOKÉ ŠKOLY ZEMĚDĚLSKÉ V PRAZE

V roce 1988 se dožívá životního jubilea — 60 let — prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., dlouholetý pracovník Vysoké školy zemědělské, kde působí od roku 1951.

Po absolvování studia na ČVUT — fakultě zemědělského a lesního inženýrství (specializace mechanizace zemědělství) — a po krátké praxi nastoupil jako asistent na tehdejší katedře mechanizace. V té době se zúčastnil všech přípravných prací pro realizaci studijní specializace z mechanizace zemědělství a byl spoluautorem projektu, podle kterého byla v roce 1952 založena samostatná mechanizační fakulta. Na této fakultě působí jako pedagog od jejího založení až dosud. Podílel se také na rozvoji oboru mechanizace zemědělství na středních zemědělských školách.

Kandidátskou práci obhájil v roce 1970, po habilitačním řízení byl jmenován docentem v roce 1975 a profesorem v roce 1984.

Od roku 1956 s kratším přerušením působí ve funkci vedoucího katedry traktorů a automobilů. V letech 1977 až 1984 pracoval na mechanizační fakultě současně jako proděkan pro výchovně vzdělávací činnost a od roku 1985 je jejím děkanem.

Pedagogická činnost prof. V. Suchého, CSc., byla zaměřena převážně na tematiku traktorů a dalších motorových vozidel a strojů používaných v zemědělství. Výuku zajišťoval v několika studijních oborech všech fakult VŠZ, zejména však na oboru fytotechnickém. Pravidelně působí i v dalších výchovně vzdělávacích činnostech vysokoškolského učitele.

Rovněž vědeckovýzkumnou a odbornou činnost zaměřil prof. Suchý na tematiku traktorů a postupně i nákladních automobilů a samojízdných strojů. Souběžně s tím se zabýval problematikou vysokoškolské pedagogiky. V posledních letech se věnuje také otázkám celkové energetiky v zemědělství.

Prof. Suchý je autorem a spoluautorem asi 75 prací na úseku skript, učebnic, vědeckých a odborných článků, výzkumných zpráv a referátů na konferencích.

Dlouhé období je členem vědecké rady VŠZ v Praze a vědecké rady mechanizační fakulty, kde od roku 1985 zastává funkci předsedy.

Průběžně působí i v ČSAZ. Od roku 1962 je členem redakční rady vědeckého časopisu Zemědělská technika, mnoho let byl členem komise ČSAZ pro rostlinnou výrobu a je dlouholetým členem komise energetiky. V poslední době je v ČSAZ členem V. odboru zemědělské techniky, výstavby a energetiky a místopředsdou komise pro rozvoj vědního oboru tohoto odboru. Určitou dobu pracoval také v komisi pro odbornou terminologii.

Další odborná činnost je zaměřena na spolupráci s praxí a s odbornými pracovišti. Je členem vědeckotechnické rady oboru kolové traktory u technického ředitele koncernu Agrozet, členem rady generálního ředitele STS a OZS, členem atestační komise FMZVŽ, oborové rady MŠ CSR pro studijní obor mechanizace zemědělství a ve Státní zkušebně č. 206 působí jako předseda hodnotitelské komise pro obor traktory a zemědělská vozidla. Je členem poradního sboru Střední zemědělské školy v Mladé Boleslavi.

Ve společensko-politické činnosti se angažoval hlavně ve výborech a komisích KSČ a jako lektor v politickém vzdělávání.

Dlouholetá úspěšná činnost prof. V. Suchého, CSc., byla zhodnocena udělením mnoha vyznamenání a ocenění. Mimo jiné je zasloužilým učitelem, nositelem zlaté medaile VŠZ, pamětní medaile VŠZ v Praze a VŠZ v Brně, bronzové medaile ČSAZ, vítězem socialistické soutěže, zasloužilým pracovníkem STS a OZS, vynikajícím pracovníkem zemědělství a výživy.

V době životního jubilea je činnost prof. ing. Vladimíra Suchého, CSc., plně zaujetá pro zajištění současných úkolů oboru mechanizace zemědělství i pro jeho další rozvoj. Přejeme mu vše nejlepší do dalších let, hodně zdraví a osobní spokojenosti.

Spolupracovníci a redakční rada časopisu Zemědělská technika

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V ZAHRANIČÍ

TRENDY VÝVOJE ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY NA VÝSTAVĚ DLG AGRITECHNICA 87

Přední místo při předvádění zemědělské techniky ve světě si vydobyla výstava Agritechnica, která je pořádána každý druhý rok ve Frankfurtu nad Mohanem. V roce 1987 se výstava konala ve dnech 24. až 28. listopadu. Na této výstavě byly předvedeny kromě zemědělských strojů domácí produkce některé špičkové stroje jak západních výrobců, tak i výrobců ze socialistických zemí. V roce 1987 ve Frankfurtu vystavovalo o 17 % více vystavovatelů než při premiéře v roce 1985. Stroje představovalo 852 výrobců z 25 zemí. Z přehledu vystavovaných strojů a zařízení si lze učinit některé závěry o současném stavu techniky a předpokládaném vývoji v dalších letech.

TRAKTORY

Hlavní výrobci traktorů ve světě dosud všeobecně rozdělují produkci svých strojů do tří skupin (s tříválcovými, čtyřválcovými a šestiválcovými motory). V několika minulých letech však mnoho firem vyvinulo také lehké a pohodlné typy o nízké pořizovací ceně s šestiválcovými motory, odvozenými od střední třídy traktorů. Výrobci odpovídají na vzrůstající trend specializace zemědělství dalším zvýšením počtu typů a alternativních modelů. Mimo jiné to znamená přechod výrobních metod od masové produkce k individuální montáži. Přetlakové plnění zaujalo pevné místo u tříválcových modelů (kompaktní traktory). Výroba systémových traktorů — i přes vyšší pořizovací cenu na 1 kW — nadále stoupá a jednotlivé typy jsou neustále zlepšovány. Díky pohonu všech kol je tento nosič nářadí schopen posílit svou pozici na trhu.

Standardní traktory na polích stále dominují, zvláště od té doby, co mohou nabídnout další možnosti, které až dosud měly speciální typy (např. rychlost až 40 km.h⁻¹, čelní vývodový hřídel a pohodlnou kabinu pro řidiče). Princip pružinami zavěšené a zeslabené přední nápravy byl účelně opuštěn vzhledem k vysokým nákladům, přestože by se zlepšila řiditelnost traktoru. V blízké budoucnosti se neočekávají ani velké změny u pneumatik. Zavedení stejné velikosti pneumatik by totiž znamenalo zvýšení nákladů. Prostor za zadními koly bude nadále využíván pro zavěšování nářadí. Přední kola se častěji zvětšují, ale zadní kola dosud zůstávají nezměněna. U čtyřkolových pohonů se těžiště traktoru posouvá směrem dopředu (posunem kabiny a přidavným závažím, popř. vpředu neseným nářadím). Tento posun je však omezen nutností bezpečně brzdit. Střed těžiště právě nad přední nápravou vyžaduje dražší brzdící systém všech kol, dokonce i pro rychlosti maximálně do 30 km.h⁻¹.

Zejména široké nebo Terra pneumatiky zvyšovaly náklady, omezovaly jízdu po silnici a vedly k velkým konstrukčním šířkám. Kompromis — širší univerzální pneumatiky — neodstranil problém vznikající při orbě s šířkou brázdy. Na druhé straně jsou u nových traktorů v širokém měřítku montovány radiální pneumatiky.

U čtyřkolových pohonů byl rovněž zdokonalen systém pohonu, regulace, manévrovací schopnost, centrální pohon a kompaktnost konstrukce. Konají se pokusy s automatickým zapojováním a odpojováním pohonu všech kol a uzávěrky diferenciálu (např. jako funkce úhlu natočení kol a rychlosti pojezdové soupravy).

Zdokonaluje a zlepšuje se také brzdící souprava. V některých případech se u modelů s rychlostí do 30 km.h⁻¹ používají brzdy z modelů do 40 km.h⁻¹. Několika firmami (Steyr, Massey-Ferguson aj.) je používána automatická aktivace pohonu na všechna kola, která rozšiřuje brzdící účinek zadní nápravy (na všechna kola).

Nominální otáčky se u motorů ustálily na 2000 až 2500 min⁻¹ v zájmu nižší hladiny hluku a příznivé spotřeby paliva. Vzduchem chlazené motory jsou často výhodnější pro kompaktní traktory vzhledem ke své jednoduché a krátké době montáže (včetně chlazení).

U průměrného traktoru mohou farmáři očekávat nominální pojezdovou rychlost od 0,5, popř. 2,4 do 30 km.h⁻¹, popř. do 40 km.h⁻¹. Spodní hranice je nižší

u traktorů, které nejsou vybaveny plazivými rychlostmi. Podíl traktorů s pracovní rychlostí do 40 km.h⁻¹ se na domácím trhu postupně zvětšuje (v NSR u některých typů je vyšší než 95 %), kdežto traktory vybavené plazivými rychlostmi jsou nabízeny sporadicky. Průměrný traktor prodáváný v současné době má převodovku s 16 až 24 převodovými stupni. Je patrný trend k synchronizaci nejen základních převodů, ale i dalších skupin. Podíl převodů, které mohou být řazeny částečně nebo zcela pod zatížením, je na trhu — např. v NSR — velmi nízký (kolem 10 %). Tato vlastnost je zvláště výhodná na vyšším stupni výkonového rozsahu, kdy uživateli usnadňuje především řazení na silnici, řazení reverzních chodů a řazení při použití s čelním nakladačem.

Pomalou se rozšiřuje používání čelního vývodového hřídele s dvojitým počtem otáček (ekonomický provoz, tišší běh).

Sedačka řidiče je předmětem dalšího vývoje. Firma Renault představila první standardní produkci na pružinách měkce zavěšené, pohodlné kabiny s větším tlumením vibrací. Pokroku bylo rovněž dosaženo u elektronických systémů, zejména u těch, u kterých se využívá optimalizace pracovních operací připojeného nářadí, čímž se zlepší využití paliva a výkon motoru. Kabina se stává stále více řídicím centrem sloužícím i pro ovládání nářadí a připojených strojů.

Kromě aplikací elektroniky na velkých strojích jsou elektronické systémy instalovány i na malých modelech. Velké úsilí je vynakládáno na to, aby se usnadnilo ovládání pracovních mechanismů z hlediska ergonomie. Elektronické a servo-hydraulické silové kontrolní systémy přešly ze stadia ověřování do sériové výroby. Vedle hydraulických obvodů se očekává další rozšíření elektrických obvodů, neboť výrobci by rádi zatížili elektrický systém vozidel až na hodnotu několika 100 W.

Standardní traktor nadále zůstává základním strojem. Zdá se, že počet prodaných strojů klesne, zatímco počet alternativních typů se zvedne.

ZPRACOVÁNÍ PŮDY A SETÍ

Další vývoj jednotlivých strojů a kombinací nářadí, stejně tak jako systémů hospodaření na půdě, směřuje k úspoře nákladů, k účinnému a šetrnému zpracování půdy. U secích strojů se předpokládá a důraz se kladé na rovnoměrnou distribuci osiva, přesné hloubkové uložení a zlepšené ovládání stroje. Pěstební systémy, zvláště bezorebné způsoby pěstování rostlin s technologiemi, u nichž se předpokládá, že rostlinné zbytky budou ponechány na povrchu nebo těsně pod povrchem půdy, kladou vysoké požadavky na nepřetržitě a dokonale vysévání osiva. V případě jednoúčelových výsevních technik se v budoucnu vývoj zaměří na univerzálnost secích strojů tak, aby se jedním strojem mohla kromě např. řepy a kukuřice vysévat i slunečnice, bob a další.

Pro základní zpracování půdy získaly na oblibě a velký podíl na trhu mají pluh s páskovou odhrnovačkou. Několik druhů plužních těles se přizpůsobilo půdním podmínkám. Tato tělesa mohou být velmi rychle a snadno vyměňována, aby se pluh přizpůsobil výkonu traktoru. Je rovněž patrný vzrůstající trend k používání zdokonalených regulačních mechanismů (Huard, Krone). Elektronické regulační systémy (např. automatické nastavení pracovního záběru a pracovní hloubky jako funkce trakční síly nebo prokluzu) jsou oceňovány kriticky. Stále častěji jsou používána přívěsná zařízení kombinovaná s pluhem. Půdní pěchy, kroužkové válce, drobicí válce atd. se používají zejména na těžších a hůře zpracovatelných půdách. Připevňují se jednak k pluhu, jednak — a to stále častěji — jako tlačené nářadí na tříbodovém závěsu umístěném vpředu. Kromě jednoduchých nářadí (pěchu a drobicích válců) o velkém průměru a přímém tahu (např. Tigges) se používají kombinace s různým, v některých případech výměnným nářadím, poutajícím zvláštní pozornost.

U nářadí na zaorávání strniště patří mezi hlavní požadavky dokonale promísení v půdě, intenzivní a rovnoměrné promíchání posklizňových zbytků, vysoká výkonnost a nízké náklady. U zlepšených víceřadých strnišťových kypřičů, které se vždy kombinují se závěsným nářadím, zlepšují účinek nové tvary radliček a integrované závěsy. Řada „krátkých“ kypřičů, které jsou k dispozici s nářadím poháněným vývodovým hřídelem spojeným v sérii byla dále zvětšena a další vývoj se koncentruje na zlepšení účinnosti širokozáběrových radlic šípového tvaru. Neustále se rozšiřují kombinace nářadí poháněných vývodovým hřídelem a secích strojů. Moderní talířové brány s talíři o větším průměru, kombinované s vlečenými drobicími válci nebo jehlovými bubny, a zlepšené pracovní podmínky (např. hydraulické ovládání) zvyšují zájem zvláště u velkých zemědělských závodů.

Vyjasňuje se rozdělení nářadí na přípravu půdy do dvou skupin. Zlepšeným, technicky vyzrálým a levným kombinacím nářadí se dává přednost na lehkých, snadno zpracovatelných půdách a po orbě. Na druhé straně neustále roste počet různého a univerzálně využitelného nářadí poháněného vývodovým hřídelem traktoru. Důvodem pro to je nejen bezporuchové používání téměř za všech podmínek, ale také možnost kombinovat je se secím strojem.

Moderní secí stroje získávají obdiv svým vysokým technickým standardem, velkokapacitním zásobníkem osiva a vysokou plošnou výkonností. Mezi zlepšeními uskutečněnými v poslední době u secích strojů dominuje lepší rozmístění osiva (při úzkorádkovém setí, při setí v pásech nebo naširoko), možnost monitorování hloubky setí (Amazonenwerke, Krone, Tröster) a přesnost výsevu.

Rostlinné zbytky na povrchu nebo těsně pod povrchem půdy zvyšují náchylnost secích botek k ucívání. Pomoc je spatřována v kombinaci rotačního nářadí poháněného vývodovým hřídelem s různými výsevními systémy, u kterých je zaručeno uložení osiva do správné hloubky jak při setí naširoko, tak i při setí do pásů.

V případě setí jednozrnkového osiva řepky se zájem koncentroval na mechanické výsevní systémy s vnitřním plněním. Ve spojení s dále vyvíjenými tvary radliček a zahlubovacích i přitlačných mechanismů tyto systémy zajišťují přesné umístění osiva a vysoké pracovní rychlosti. Se speciálními kotoučovými secími botkami je toto nářadí použitelné i k setí řepky. Firmy Becker a Schmotzer používají ještě rozbiječ půdního škraloupu.

Pro rovnoměrný výsev kukuřice do řádků se v NSR používají stroje testované DLG, které pracují na mechanickém nebo pneumatickém principu. Třebaže jsou k dispozici jednoduché levné typy, které byly v minulých letech zdokonalovány, dává se vzhledem k vysokým plošným výkonnostem na velkých zemědělských závodech a kooperačních sdruženích přednost robustnějším konstrukcím s jistým stupněm technického vybavení (hydraulické sklápění postranních dílů, hydraulický mechanismus pro výměnu podvozku atd.). K setí slunečnice, bobu a dalších plodin s velmi odlišnými tvary a velikostmi osiva je nejvhodnější pneumatický secí stroj se speciálními výsevními orgány. Mnoho výrobců vystavovalo secí stroje pro výsev dvojitých řádků. Nadále se usiluje o další vývoj na poli elektronických a palubních počítačů pro secí stroje na rovnoměrný výsev do řádků. Výhod tohoto systému však může být využito pouze u velkých nebo kooperujících celků.

Setí do mulče je odrazem neustále rostoucího zájmu (výhody představují efektivní ochranu proti erozi, zlepšení struktury půdy, lepší průjezdnost vozidel po poli atd.). Trh je rozsáhlé zásobován nejen nářadím a adaptéry k standardním secím strojům (Monosem), ale i speciálními secími stroji na setí do rýh nebo pásů.

Průmysl zemědělských strojů nepřestává uspokojovat potřeby zemědělců týkající se energeticky i pracovníě nenáročných, šetrných a nenákladných kultivací půdy. Vyrábí se rozsáhlá soustava strojů a nářadí na zpracování půdy s univerzálním použitím. Dbá se na úsporu času, práce, na šetrné zacházení s půdou a na zajištění vysoké kvality setí.

ALPIKACE PRŮMYSLOVÝCH HNOJIV

Změna ve vědomí ve všech směrech vztahujících se k ochraně životního prostředí vede k větší pozornosti týkající se přesnosti rozmetání hnojiv. Praktická aplikace nadále závisí na dávkovacích a rozmetacích mechanismech, které jsou jen velmi málo ovlivňovány změnou toku a distribučními vlastnostmi rozmetaného hnojiva. Většina dosud používaných strojů je odstředivého typu, z nichž jenom některé typy jsou vybaveny dvěma rozmetacími kotouči. Trend pokračuje směrem k větším pracovním záběrům a větším kapacitám zásobníků. Pracovní záběry dosahují až 24 metrů. Rozmetací kotouče různé velikosti a tvaru jsou vyměnitelné bez použití speciálního nářadí. Pracovní záběr se může zvětšovat nakloněním rozmetacích kotoučů.

Rozmetadla pneumatického typu s příčnou dopravou hnojiva se používají pro malá množství hnojiva na velké pracovní záběry. Malá, ale přesná množství mohou být aplikována výměnným aplikačním zařízením. Tato dávkovací zařízení jsou většinou poháněna hydraulicky, takže je zaručena rychlá změna otáček, a tím i změna dávkování přímo ze sedačky řidiče. Zásobníky rozmetadel mají různou kapacitu, ještě zvětšovanou nástavbami. Na trhu jsou i přídatné zásobníky o větší kapacitě pro traktory MB-trac.

Pro dávkování hnojiva v závislosti na pojízdné rychlosti jsou na trhu různá řešení. Signál pro skutečnou rychlost jízdy může být předáván radarovým snímačem nebo nepoháněnými předními koly. Na rychlosti závislá aplikace zlepšuje přesnost dávkování hnojiv zvláště v extrémních pracovních podmínkách, např. v kopcovitém terénu. Tento způsob dávkování se již dlouho používá u velkokapacitních rozmetadel, a to hlavně pro základní hnojení. Pozornost se věnuje zejména možností snižování měrného tlaku na půdu, např. zaváděním širokoprofilových pneumatik. Zdá se, že se i nadále budou používat odstředivá rozmetadla (také pro nízké dodavatelské ceny).

HNOJENÍ TEKUTÝM HNOJEM

Homogenizace tekutého hnoje je nejdůležitějším procesem ošetřování. Potíže mohou nastat již při změně velikosti cisteren a druhu hnoje (drůbeží, prasečí nebo od skotu). K dispozici jsou různá technická řešení rozmetadel. Traktorem poháněné míchače jsou vhodným řešením pro homogenizaci a míchání v nádržích pod povrchem nebo pro míchání velkých nadzemních nádrží nebo lagun. Mohou se rovněž používat elektricky poháněné míchače jako ponorná zařízení v různých místech velkých nádrží. Čerpadla jsou často používána ve spojení s míchacími tryskami v malých nadzemních nádržích k míchání. To je dosud nejrozšířenější způsob, praktikovaný i u nových nádrží. U krátkých tlakových potrubí (až do délky 50 m) se obvykle používají odstředivá čerpadla. Pro větší tlaky se používají výtlaková, excentrická šneková nebo rotační čerpadla. Pneumatické míchání je jediným účinným prostředkem u hnoje skotu. Další způsoby ošetřování tekutého hnoje, např. aerace, separace a anaerobní vyhnívání s výrobou bioplynu, se dosud vyskytují pouze ojediněle u nových farem a vyžadují další zkoumání.

Pokud se týká aplikace tekutého hnoje, ukazuje se, že nedávno vyvinuté typy s centrálním vývodem z cisterny vykazují určitá zlepšení proti příčné aplikaci. Pro většinu typů rozmetadel však toto řešení není dosud přijatelné, protože rozdělení malých množství tekutého hnoje při přihnojování je nerovnoměrné. Kývavá hubice (Vicon) na trhu pronikla díky svým nízkým pořizovacím nákladům a relativně dobré přesnosti distribuce. O cisternové vozy vybavené hrabíci (Unsinn, Wangen) je rovněž zájem na trhu. Ve světě pokračuje další vývoj rozstřikování tekutého hnoje, ale problém snosu větrem a ochrana životního prostředí jsou pro tento způsob vážnou překážkou. Nově používané vozy s aplikačními tryskami jsou prvním krokem směrem k eliminaci působení větru.

Elektronické systémy kontroly vypouštění malých množství tekutého hnoje ($5 \text{ až } 10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) nejsou schopné uplatnit se v praktickém provozu, protože je dosud velmi obtížné přesně změřit skutečnou rychlost jízdy. Stroje pro rozmetání pevného hnoje a dalších organických materiálů se dosud nabízejí ve známých provedeních. Množství rozmetaných hmot však klesá v důsledku rostoucího trendu směrem k tekutému hnoji.

OCHRANA ROSTLIN

Pokračují trendy směřující k nižší spotřebě tekutých přípravků v ochraně rostlin. Tento směr však nevyžaduje novou koncepci strojů, ale spíše jejich úpravu podle změněných podmínek aplikace. Nový vývoj, který by mohl překonat dosud používanou konvenční technologii, není v dohlednu.

Počáteční problémy s mořením osiva již byly překonány. Vývoj nyní pokračuje ve směru ošetřování osiva mokrou cestou.

Konvenční technologie u postřikovačů dosáhla vysoké technické úrovně, která sotva ponechává prostor pro další zlepšení. Jednotlivé prvky jsou k dispozici v jakémkoliv množství a tvaru (ručně ovládané, dálkově ovládané, monitory atd.). Systémy mají elektronickou regulaci, pro kterou mikroprocesory shromažďují údaje, jako je plošná výkonnost, spotřeba kapaliny, množství reziduí atd. Tříbodové zavěšené nářadí je k dispozici se zvětšenou kapacitou úzkých nádrží, jejichž tvar je vhodnější z hlediska těžiště stroje. Lehké postřikovače se stávají stále populárnější vzhledem k nižší hmotnosti, nižším nákladům a dosahovaným úsporám. Různé úpravy, např. rotační trysky (atomizéry) a elektrostatická aplikace, se nerozšířily.

Pozornost se klade na ochranu před rizikem vzníkajícím při použití chemických přípravků. Bajonetové uzávěry a univerzální držáky trysek jsou k dispozici pro rychlou výměnu trysek. Dále pokračují snahy snižovat množství aplikovaného

přípravku. Moderní technické prostředky, jsou-li příslušně upraveny, umožňují pomocí tlakového rozstřiku (atomizace) snížit množství přípravku až na 120 l. ha⁻¹ i méně. Změny se očekávají ve snížení snosu, v menších aplikovaných dávkách a v koncentraci přípravků. Začínají se rozšiřovat větší koncentrace roztoků s menším množstvím vody. Pokud se týká mechanického vybavení, není dosud rozšířena atomizace u postřikovačů, ale očekává se, že atomizéry jako speciální vybavení s dálkovým ovládáním z kabiny řidiče traktoru se budou obecně zavádět. Velká pozornost se klade na bezpečnost při práci s chemickými přípravky a na ochranu obsluhujícího personálu. Již nyní je k dispozici na všech současných typech postřikovačů nádrž s čistou vodou na proplach a mytí rukou.

Výrobci strojů a přípravků na chemickou ochranu rostlin se snaží vytvořit lepší podmínky pro uživatele. Vývoj strojů pro chemický postřik s pneumatickými atomizéry (Airjet) dosud nepokročil za experimentální stadium. Probíhající zkoušky zatím neurčily, zda zlepšení v průniku a snosu je možné dosáhnout i v praktických podmínkách aplikace při použití přídatného proudu vzduchu (pasivně nebo aktivně) nebo nakloněním rostliny, aby se umožnila aplikace zespodu. Vedle mála výjimek rotační atomizéry zatím sotva najdou cestu k masovému rozšíření v praxi. Vysoké náklady na údržbu mluví v neprospěch tohoto zařízení.

V dohledné budoucnosti zůstanou v praxi konvenční techniky, třebaže se neustále pracuje na různých nových zlepšeních v oblasti trysek, dmychadel, proudu vzduchu, elektronicky řízeného dávkování, kvality distribuce, snížení hmotnosti strojů, provozní spolehlivosti atd. Změny směrem k menší spotřebě vody budou muset být rovněž vzaty v úvahu u nových přípravků.

SKLIZEŇ PÍCE

Vysoká kvalita a nízké náklady na sklizeň a uskladnění píce jsou středem zájmu pěstitelů. Vedle správné doby sklizně závisí kvalita píce na plošné výkonnosti žacích strojů, obrabečů, shrnovačů, řádkovačů a dalších sklízecích strojů. K dispozici jsou bubnové nebo talířové typy žacích strojů pro zavěšení vzađu i vpředu v různých pracovních záběrech v koordinaci s výkonem traktoru. Mačkače integrované do žacích strojů mohou být snadno zapojeny nebo odpojeny tak, aby se žací stroj mohl používat samostatně nebo jako žací mačkač.

Sběrací vozy s vykládacím a dávkovacím zařízením se v nedávné době radikálně zdokonalily (rotační vkladací zařízení). Tyto systémy se nyní používají i u malých sběracích vozů.

Bubnové řezačky se převážně používají ke sklizni kukuřice na siláž. Rozšířily se kolové typy. Sběrací návěsy s vykládacím dávkovacím mechanismem se vybavují elektrohydraulickými zařízeními. Byla zlepšena stabilita a životnost strojů. Otázka ostření nožů není dosud uspokojivě vyřešena.

Vývoj samojízdných sklízecích řezaček dosáhl pokročilé technické úrovně. Zlepšení se očekává na úseku prodloužení životnosti řezacích bubnů, tvaru a počtu nožů. Jemné zuby a spirálový tvar zaručují intenzivní zpracování kukuřice a obilní hmoty při relativně vysokých rychlostech.

Svinovací lisy se používají i ke sklizni slámy. Zlepšené lisovací komory asymetrického tvaru s konstantním lisovacím prostorem, dvojité vázání a vázání do sítě zlepšují výkonnost těchto systémů. Kontinuální proces s vřazením předkomory se dosud nerozšířil, protože cena tohoto lisu musí konkurovat lisům na hranolové balíky, které pracují rovněž kontinuálně.

SKLIZEŇ OBILOVIN

V minulých deseti letech firmy Case, Claas, Ford, New Holland a Laverda předvedly celou sérii modelů s novým mláticím a separačním mechanismem, zvláště u velkých výkonových strojů. Výrobci se snaží snižovat výrobní náklady a vyhnout se zvyšování cen univerzálním využíváním komponentů nebo uzlů a racionalizaci výroby, a to i přes nízkou produkci některých typů a stoupající pracovní a materiálové náklady.

Žací stoly byly zlepšeny nebo uzpůsobeny sklizni speciálních plodin. Byly vybaveny adaptéry na sklizeň slunečnice, hrachu, bobu apod. Do praxe pronikl i přímý výmlat řepky s úpravou žacího stolu a s vertikálním řezacím mechanismem. Vkladací dopravníky po celé délce stolu mají zvýšenou účinnost. Na úseku mlácení a separace vychází zlepšení z dosavadních konstrukcí. U novějších bez-

vytrásadlových modelů, používaných i při sklizni kukuřice, byly hlavní směry pozorovány ve zlepšené separaci zrna od slámy. Účinnost separace zrna od slámy a plev rapidně klesá na svazích. Z toho důvodu dva výrobci (Claas a Ford New Holland) předvedli nový typ sklízecí svahové mlátičky, a to i v bezvytrásadlovém provedení. V roce 1987 bylo vyřešeno i čisticí zařízení. Zvláštní pozornost je věnována distribuci slámy a plev. Úsilí se vynakládá na dosažení rovnoměrného rozdělení omlatu po celé šířce sít (Biso, Claas) i u velkých pracovních záběrů i při vysokých výnosech. Veškeré zásahy se dělají proto, aby se dosáhlo optimálního využití kapacity stroje, který je rok od roku výkonnější. Proto se také nabízí kabina řidiče s co nejlepším výhledem, přístupem a pohodlím i u nejmenších modelů. Klíčovou otázkou zůstává klimatizace kabiny, snížení hluchosti, zlepšení ergonomických vlastností, monitorování jednotlivých funkcí (rychlosti, naplnění zásobníku, kontrola průchodnosti) a provozní spolehlivosti (automatické výškové nastavení žacího stolu atd.). Palubní počítač spolu s dalšími elektronickými přístroji zajišťuje lepší informovanost obsluhy a regulaci stroje.

Pokračuje úsilí o dosažení menšího měrného tlaku na půdu, zvláště ve vlhkých podmínkách, montáží dvojitých kol, větších kol nebo zvlášť širokých pneumatik, v některých případech i zavedením čtyřkolového pohonu. Velikost sklízecích mlátiček určených pro nájemce a sdružené podniky bude nadále stoupat. Snadnost údržby a oprav, vysoká provozní spolehlivost a dlouhá životnost se stávají charakteristickými vlastnostmi nových strojů.

SKLÍZEČE CUKROVKY

Jednořádkové sklízecí nejsou dražší, naopak ceny mají tendenci klesat i přes zlepšení a další vývoj sklízecí. Zlepšování jsou rovněž víceřádkové typy, zejména snižováním měrného tlaku na půdu. Úsilí je také zaměřeno na snadnější ovládání, na omezování poranění bův, na šetrnější manipulaci a na účinnější separaci zeminy od bův. K separaci a čištění se používá bubnů s různým počtem otáček a obráceným smyslem otáčení (Schmotzer). Zvyšuje se podíl dvou a třířádkových sklízecí, používají se vibrační radlice (Kuhl). Zlepšuje se provozní spolehlivost, účinnost čištění a využití zásobníku.

U čtyřřádkových až šestiřádkových modelů rovněž došlo k určitým změnám. Týká se to zejména tlačných typů vyorávacích jednotek. Zlepšily se např. vibrační typy vyorávacích radlic, šnekové dopravníky s větším průměrem a řidším závitem pro zvětšení množství dopravovaného chrástů a zařízení na centrální připojení různého nářadí, které usnadňuje vyorávání řepy v různých sklizňových podmínkách (Kleine).

Automatická hloubková regulace je požadována nejen na vyorávacích, ale i na nakladačích a zásobníkových sklízecích při sběru bův z řádku. Urovnávání povrchu pole před nakládáním (ještě před ukládáním bův do řádku) se stává samozřejmostí.

Více pozornosti než dříve se věnuje pneumatikám, a to nejen na sklízecích, ale i na příslušných dopravních prostředcích. Velké průměry jsou výhodné a tlak je co nejnižší. Tyto pneumatiky se po zbytek roku mohou využívat i na jiných strojích. Zlepšilo se také řezání a rozmetání chrástů, který není určen ke krmení účelům. Čisticí zařízení by se v příznivých podmínkách mohlo dát vypínat, aby nedocházelo k nadměrnému poškozování bův a zvyšování příkonu.

PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR

Technický rozvoj v pěstování brambor je určován neustále rostoucími požadavky na čištění, na sklizeň nepoškozených brambor, na stejnoměrnou velikost a na dobrou skladovatelnost. Tyto požadavky mohou být splněny šetrnějším zacházením při sklizni, ošetřování a skladování. Zvláštní pozornost je třeba věnovat optimálnímu teplotnímu rozsahu. Odlišné použití klade různé požadavky na velikost, vnitřní a vnější kvalitu a teplotní podmínky jednotlivých druhů brambor.

U přípravy půdy pro brambory a jejich sázení směřuje vývoj k dobře zpracovaným rostlinným zbytkům, brázdám a záhonům bez hrud a kamenů. K dispozici jsou různé způsoby odstraňování kamenů a hrud. K sázení se používají automatické sázeče s vysokou výkonností a schopností přizpůsobit se velkým hlízám. Šetrné zacházení s hlízami na cestě ze zásobníku k vysazovacím mechanismům zabraňuje poranění hlíz a ztrátám při vzházení na minimum (zvláště u naklíče-

ných brambor). U sázečů nakličených brambor se používají typy, které zabráňují rotačnímu pohybu hlíz tak, aby se neulamovaly klíčky. Zásobníky jsou stále větší a snadněji ovladatelné, s nízkou výškou plnění, některé typy jsou sklopné a nabízejí mnoho výhod. Pro pěstování brambor v záhonech se používají speciální sázeče sázející tři řádky o šířce 45 cm, rozteč kolejí je 1,8 m. Vzdálenost mezi záhony je 90 cm. Nadále se vyvíjí kontrolní zařízení na zjišťování omylů při sázení. Je patrný trend k větším hrůbkům nebo k záhonům, které poskytují nesporné výhody. U záhonového způsobu se používají speciální stroje s hydraulickým ovládním, na středně těžkých půdách i talířové typy hrobkovačů a na těžkých půdách, náchylných k vytváření hrud, kombinace s jehlovými kypřiči a plečkami se stavitelnými přihrnovači.

Před sklizní se používají různá zařízení a přípravky na odstraňování natě. Vývoj sklizečů je charakteristický znatelným zvýšením jednořádkových vyoravačů s četným technickým zlepšením omezujícím převážně poškozování hlíz. Je to např. natový řetěz, elektroservomotory apod. Rozdělený sklizňový proces, který se v důsledku lepší kvality a vyšší výkonnosti stále uplatňuje, se nadále zdokonaluje. Existují řádkovače různých výkonových tříd a speciální sběrací zařízení pro sklizeče.

Při naskladňování a vyskladňování brambor se usílí vynakládat na vyloučení nadměrných pádů hlíz, popř. na udržení co nejnižší výšky pádu. K dispozici jsou nové konstrukce rozdužovačů brambor, které důkladně oddělují hroudy, kameny a zeminu od brambor. U skladování je vývoj zaměřen na snížení skladovacích ztrát způsobených poraněním nebo černou hnilobou a na úsporu pracovních nákladů. K vyskladňování se nyní používají mobilní systémy a z důvodů úspory nákladů roste používání lžic na traktorech nebo vysokozdvizných vozíků.

Třídíčky brambor jsou zdokonalovány tak, aby se zrychlila výměna sít a snížila výška pádu hlíz. Nový vývoj je zaznamenán u oběžných třídících pásů používaných rovněž k separaci zbylé zeminy a zbylých příměsí. Neustále se zvyšuje využívání elektroniky, zejména k regulaci větrání a při balení a pytlování, aby se dosáhlo vyšších výkonností a přesnosti vážení. Snižují se náklady na údržbu a zvyšuje se přesnost prováděných operací a kontroly zvláště při skladování.

Literatura

AGRITECHNICA 87, 24. to 28. November 1987 in Frankfurt am Main. Trends in agricultural technology and notable further developments. DLG, Zimmerweg 16, Frankfurt, 1987, 43 s.

Ing. Milan Štastný

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha

MOŽNOSTI VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA Z JADERNÝCH ELEKTRÁREN

Myšlenka využít odpadní teplo vznikající při provozu kondenzačních elektráren není zcela nová. Již vládní usnesení č. 829 z roku 1959 uložilo všem výrobním ministerstvům přezkoumat možnosti výstavby skleníků u průmyslových závodů všude tam, kde je možné odpadní teplo využít. Odpadní teplo (OT) z jaderných elektráren (JE) se svými parametry podstatně neodlišuje od OT vznikajícího v klasických elektrárnách spalujících fosilní paliva. S rozvojem jaderné energetiky však jeho množství významně stoupá, a to jak absolutně, tak i relativně, protože JE produkují větší množství OT na jednotku vyrobené elektrické energie. Dalším novým aspektem spojeným s JE je až do dnešní doby nevídaná koncentrace výroby elektrické energie. Stav je dokumentován v tab. I. Tato skutečnost má společně s nižší účinností přeměny tepelné energie v elektrickou za následek významné zvýšení tepelného znečištění okolí JE, které se dnes považuje za vážnější problém než radioaktivní zamoření. Jedním z cílů využití OT z JE je tedy také transformovat tento negativní jev na pozitivní efekt.

ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ZDROJŮ Z JADERNÝCH ELEKTRÁREN PODLE MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ V ZEMĚDĚLSKÝCH PROVOZECH

Kategorizaci tepla jaderných energetických zdrojů stanovil v rámci řešení dílčího úkolu státního cílového programu č. 9 Energoprojekt Praha, závod Olomouc.

I. kategorie: odpadní teplo v chladicí vodě JE o parametrech $t_v = 25-43^\circ\text{C}$ v závislosti na klimatických podmínkách lokality.

II. kategorie: upravené nízkopotenciální teplo získané přehřevem oteplené vody z chladicího okruhu JE, $t_v = 50-50^\circ\text{C}$.

Toto odpadní teplo může být využito pro vyhřívání zakrytých pěstebních ploch, pro přípravu teplé zálivkové vody, intenzifikaci výroby na volných pěstebních plochách, intenzifikaci chovu ryb, výrobu jedlých hub, pěstování autotrofních mikroorganismů, protimrazovou ochranu sadů, ohřev organických substrátů při výrobě bioplynu a při zvýšení energetického potenciálu tepelnými čerpadly také pro vytápění objektů živočišné výroby. Kategorie I a II jsou charakterizovány jako odpadní teplo. Hlavní využití by měl zabezpečit resort zemědělství a výživy.

III. kategorie: teplo pro horkovody centrálních soustav zásobování teplem o parametrech $t_v = 130-200^\circ\text{C}$.

I. Přehled čs. jaderných elektráren

Jaderné elektrárny	Výkon	Roční orientační množství odpadního tepla v chladicí vodě		Stav
	MW	tmp	PJ	
Jaslovské Bohunice V-1	2 × 440	1250	36,6	v provozu
Jaslovské Bohunice V-2	2 × 440	1250	36,6	v provozu
Dukovany	4 × 440	2500	73,2	v provozu
Mochovce (Levice)	4 × 440	2500	73,2	1989–1992
Temelín (jižní Čechy)	4 × 1000	6000	175,8	1992–1997
Blahutovice (severní Morava)	4 × 1000	6000	175,8	1999–2000
Východní Slovensko	2 × 1000	3000	87,9	1998–2000
Východní Čechy	4 × 1000	6000	175,8	po r. 2000

IV. kategorie: teplo pro horkovody centrálních soustav zásobování teplem o parametrech páry $t_p = 205^\circ\text{C}$, $p = 1,7\text{ MPa}$.

Kategorie III a IV představuje ekonomické teplo, které je získáváno na úkor elektrického výkonu JE na svorkách a jeho dodávky budou bilancovány. S využitím tohoto tepla počítáme především v letním a přechodném období při sušení a zpracování zemědělských produktů, popřípadě v potravinářském průmyslu.

V souvislosti s dopravou vysokopotenciálního tepla pro vytápění obytných celků se pro zemědělské uživatele nabízí také možnost využít tepla vratné vody horkovodů. Teplota vratné vody horkovodů se pohybuje okolo 70°C . Teplo z vratné větve horkovodů může sloužit pro klasické prostorové vytápění současných zakrytých pěstebních ploch.

ZPŮSOBY A MOŽNOSTI VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA

A. Výroba zeleniny a květin v zakrytých pěstebních plochách

Odpadní teplo I. a II. kategorie bude využito především pro vytápění energeticky úsporných skleníků, jejichž výrobu v rámci řešení státního úkolu *Racionalizace spotřeby paliv a netradiční zdroje energie*, koordinovaného VÚZT Praha, zahájí Semptra, o. z., Děčín v roce 1990.

Základní parametry energeticky úsporného skleníku:

— teplota otopného média	35–50 °C
— průměrná roční spotřeba energie	3,0–3,5 GJ . m ⁻²
— předběžný cenový limit	1200 Kčs . m ⁻²
— šířka lodi	8,64 m
— stavební modul	3,84 m
— výška podezdívky nad terénem	0,30 m
— výška prosklené části bočnice	3,20 m
— úhel sklonu střechy	27,5°
— vrata — šířka X výška	3,2 X 2,8 m
— větráky — šířka	1,6 m

Pro využití nízkopotenciálního odpadního tepla ve sklenících jsou v tomto úkole ověřovány nízkoteplotní otopné soustavy:

- s teplovzdušnými jednotkami,
- se zavěšenými pohyblivými vegetačními otopnými plochami,
- s nadzemními pevnými vegetačními plochami,
- s půdním vytápěním.

Nedílnou součástí systému využití nízkopotenciálního odpadního tepla ve sklenících bude příprava teplé zálivkové vody.

B. Intenzifikace rostlinné výroby na polních plochách

Nízkopotenciální odpadní teplo má na volných pěstebních plochách poskytnout uživateli, tj. zemědělské polní výrobě, cenově dostupný zdroj energie, který umožní zlepšit výnosy, kvalitu, prodloužit vegetační období a pěstovat nové druhy plodin. Perspektivně se v zahraničí i u nás počítá s tím, že ohřev volné půdy bude součástí každého systému využití nízkopotenciálního odpadního tepla, především u jaderných a klasických elektráren, a bude jedním z hlavních prvků systému, který ovlivní nutnost výstavby chladicích věží. V rámci státního úkolu řeší tuto problematiku VÚZP Praha-Zbraslav. Systém vytápění volných pěstebních ploch je ověřován od roku 1984 ve výzkumné stanici VÚZP v Borkovicích, okres Tábor. Teplota otopného média se pohybuje v rozmezí od 39 do 45 °C. Roční spotřeba energie činí 1,5 až 2,0 GJ . m⁻².

Z dosavadních výsledků lze vyvodit závěr, že půdní vyhřívání volných ploch působí pozitivně na produkci většiny plodin. V oblastech klimaticky příznivých lze výrazně urychlit a zvýšit sklizeň i u teplomilných rostlin. V oblastech nepříznivých pro teplomilné rostliny lze dosáhnout zvýšených efektů v kombinaci s úpravou mikroklimatu, nejlépe foliovými kryty.

Velmi složité mikrobiologické a fyziologické procesy probíhající v půdě a pěstovaných rostlinách vyžadují při ohřevu půdy dlouhodobé ověřování. Prvním výsledkem řešení budou v roce 1989 podklady pro projekci otopných systémů v půdě a návrhy technologie pěstování vybraných plodin a zeleniny při uplatnění systému vyhřívání půdy.

C. Chov ryb

Problematiku chovu ryb s využitím nízkopotenciálního odpadního tepla vyřešil v období let 1979 až 1985 Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech v rámci státního úkolu *Rozvoj chovu ryb včetně využití odpadního tepla*. Součástí výsledku řešení jsou Vzorový projekt I pro rybochovné objekty s průtočným systémem vody a Vzorový projekt II pro rybochovné objekty s recirkulací vody. Vzorový objekt II řeší konkrétní rybochovný objekt s využitím oteplené vody z jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice.

Výsledky výzkumu ukazují, že v teplotně optimalizovaném prostředí lze získat ročně jednu tunu přírůstků ryb v objemu 3,3 až 10 m³. V klasickém rybníkářství tohoto ročního přírůstku dosáhneme z 1 ha vodní plochy.

D. Ohřev organických substrátů při výrobě bioplynu

Využití odpadního tepla k technologickým účelům při zpracování organických materiálů anaerobní fermentací je jednou z možností, jak zkvalitnit energetickou a ekonomickou bilanci bioplynových stanic. Cílem je ušetřit část celkové produkce bioplynu, kterou je nutno v obvyklých případech vyprodukovat pro vlastní technologický proces (zajištění tepelného režimu). Vlastní způsob ohřevu organických substrátů na vhodnou teplotu (mezofilní teplotní oblast 30 až 40 °C) je závislý na technickém řešení fermentoru. Organické materiály lze předehřívát mimo fermentor v přípravných jímkách a posléze přímo ve fermentoru, pomocí tepelných výměníků voda — voda, nebo je možné pro ohřev substrátu přímo použít tepelný výměník voda — kal.

E. Výroba jedlých hub

Toto dosud v ČSSR opomíjené odvětví zemědělské výroby je výhodným výhledovým spotřebitelem především nízkopotenciálního odpadního tepla z JE I. kategorie. Výroba jedlých hub je náročná na kvalifikaci pracovníků, ale lze dosáhnout vysoké efektivity. V tuzemsku se jeden kilogram hub prodává jako nedostatkové zboží za 32 až 36 Kčs. Přitom v průmyslové péstírně je možné z 1 m² pěstební plochy získat čtyřikrát až šestkrát za rok 10 až 20 kg plodnic.

Mikrobiologický ústav ČSAV v Praze-Krči má vybudovanou laboratoř jedlých hub, která se již téměř deset let rozvojem této výroby zabývá. Respektuje především možnosti využití nízkopotenciálního odpadního tepla. Podařilo se shromáždit soubor údajů potvrzujících zapojení této ekonomicky zajímavé zemědělské výroby do technologií využívajících těchto zdrojů, jejichž koncentrace u JE je prakticky nevyužitelná.

F. Výroba autotrofních mikroorganismů

Produkční kultivace autotrofních mikroorganismů, zejména řas a sinic, představuje industrializovanou formu rostlinné výroby. Získaný produkt, v němž lze poměr složek (glycidů, bílkoviny, tuky aj.) měnit v širokém rozmezí a který má vždy vysoký obsah vitamínů a jiných biologicky významných látek, se může stát v blízké budoucnosti cennou složkou potravin a krmiv. Produkce organické hmoty z jednotky plochy se rovná nejvyšším výnosům vyspělého zemědělství, nebo je i značně převyšuje, což platí zejména v bílkovinách.

Výzkum produkce biomasy autotrofních mikroorganismů v ČSSR je řešen v rámci státního plánu základního výzkumu. Téměř veškerá řešitelská kapacita je soustředěna v Mikrobiologickém ústavu ČSAV, oddělení autotrofních mikroorganismů v Třeboni. Zde byl také řešen úkol *Biotechnologie výroby autotrofních mikroorganismů v systému využití desikace odpadního tepla jaderných elektráren*.

G. Zemědělsko-potravinářské sklady

Technicky reálnou možností, jak využít bilanční teplo JE (horká voda, pára), je také jeho transformace na chlazení pro uchování potravin v klimatizovaných skladech s kontrolovanou atmosférou a v mrazírnách. Vzhledem k tomu, že v současné době jsou tyto sklady a mrazírny provozovány převážně na bázi ušlechtilých paliv, je z energetického hlediska toto řešení efektivní např. pro:

- skladování konzumních i sadbových brambor,
- distribuční sklady zeleniny a ovoce, včetně konzervářských polotovarů a výrobků,
- skladování masa a konzervářských výrobků.

H. Objekty živočišné výroby

V nízkoteplotních podlahových a prostorových otopných systémech objektů živočišné výroby pro odchov mláďat (telata v mléčné a rostlinné výživě, porodny prasnic se selaty) lze využít přímo nízkopotenciálního odpadního tepla I. a II. kategorie. V případě vyšších nároků na potřebu tepla, např. při výkrmu nebo odchovu drůbeže, nebo při možnosti využít pouze odpadní teplo I. kategorie, je třeba zvýšit energetický potenciál otopného média tepelnými čerpadly. Součástí těchto otopných soustav by měly být rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla z větracího vzduchu stájí.

V souvislosti s vysokými dodávkami tepla, především I. kategorie, se nabízí možnost temperovat objekty živočišné výroby dosud nevytápěné. Účelem je zlepšit mikroklima ve stájích (dojnice, výkrm skotu), především výrazně snížit relativní vlhkost vzduchu a také zvýšit vnitřní teplotu v zimním období. Zlepšené mikroklima v objektech se projeví nižším výskytem chorob, vyšší užitkovostí zvířat a snížením spotřeby krmiv.

I. Sušení a zpracování zemědělských produktů

Pro sušení zemědělských produktů bude využíváno především bilančního tepla III., popřípadě IV. kategorie. Pouze při dosoušení sena a některých zemědělských plodin v halových senicích můžeme počítat s využitím nízkopotenciálního odpadního tepla ve velkoplošných výměnících voda — vzduch, předřazených ve vzduchových kanálech před dosoušecími poli. Požadovaný příkon v odpadním teple čini u halového seníku v závislosti na druhu dosoušených plodin 1,5 až 2,0 MW. Ověřování této technologie připravujeme v JRD Pokrok Vlčany, okres Galanta.

Při sušení sena, kořeninové zeleniny, léčivých rostlin atd. se počítá s využitím bilančního tepla v nízkoteplotních pásových sušárnách TPF 1000, resp. TPE 1000, výrobce Vzduchotechnika, k. p., Nové Město nad Váhom. Příkon sušárny v odpadním teple činí 2,5 až 3,0 MW. Technologie využití odpadního tepla v nízkoteplotní pásové sušárně TPF 1000 je ověřována v rámci státního úkolu v Trineckých válcovnách.

Dále se ověřuje využití odpadního tepla z kompresních stanic tranzitního plynovodu pro dosoušení zrnin ve věžové sesypné sušárně SSZ-40 (výrobce Kovodružstvo Strážov), jejíž topný agregát je nahrazen výměníky voda — vzduch. Ověřování probíhá v rámci státního úkolu v SPP Zeloproduct Nitra u kompresní stanice č. 04 Nitra-Ivanka. Teplota otopného média z kompresní stanice se pohybuje v rozsahu 120 až 130 °C, což odpovídá parametrům bilančního tepla III. kategorie z JE. Perspektivně se počítá s tím, že bilanční teplo z JE bude využíváno pro dosoušení zrnin v nových sušárnách TS 5-066 (Kovodružstvo Strážov) o příkonu v odpadním teple 4,4 MW. První realizace se plánuje v JE Jaslovské Bohunice.

Aby se zrovnoměnil odběr bilančního tepla z JE v letním období, počítá se s hydrotermickým zpracováním obilovin, které se v rámci řešení státního úkolu ověřuje v SZP Jižní Morava se sídlem ve Velkých Bílovicích. Teplota nízkotlaké páry se v této technologii pohybuje v rozmezí 110 až 120 °C, což odpovídá možností výroby této páry pomocí horké vody z JE.

ZÁVĚR

Ekonomická efektivnost využití odpadního a bilančního tepla JE v zemědělských provozech musí být v každé lokalitě posuzována komplexně, nikoliv jen úsporou energie a snížením provozních nákladů na energii. K provozním nákladům na energii se musí připočítat odpisové náklady na vybudování investičně velmi nákladných teplovodů 1000 Kčs. m⁻¹ a náklady, které souvisejí s tím, že využívání velkých zdrojů odpadního tepla přináší nebývalou koncentraci zemědělské výroby (skleníky, sušení a zpracování zemědělských produktů, skladování atd.). Tato vysoká koncentrace samozřejmě zvyšuje dopravní náročnost se všemi nepříznivými

dopady: vazbu pracovních sil, investičně nákladný park vozidel a manipulačních prostředků, zvýšenou spotřebu pohonných hmot atd.

Současné poznatky výzkumu v ČSSR i v zahraničí ukazují, že využití odpadního i bilančního tepla JE je technicky i ekonomicky reálné. Předpokládá se, že v blízké budoucnosti tyto zdroje energie umožní intenzifikovat mnoho energeticky náročných zemědělských technologií a zavádět nové efektivní technologie, které zhodnotí vloženou energii s vysokou účinností.

Ing. Radomír A d a m o v s k ý, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

CONTENTS

Maleř J.: Power Demand of a Tangential Grain Threshing Unit . . .	395
Jelínek A., Pastorek Z., Plíva P.: Reducing the Power Demand of the Production of Supplemental Pelleted Feeds . . .	406
Novák L.: Determining Skin Friction during Compressing Meat-and-Bone Meal at the Temperature of 110 °C . . .	420
Šimána J.: A Microcomputer System for Operative Processing of Measurements in Farm Machines . . .	428
Ullmann B.: Technico-economic Evaluation of the Technological Running-in of an Engine after Overhaul . . .	435

INHALT

Maleř J.: Energiebedarf des Körnerfrüchterdrusches mit tangentialem Dreschwerk . . .	396
Jelínek A., Pastorek Z., Plíva P.: Senkung des Energieverbrauches bei der Herstellung von brikettierten und pelletierten Zusatzfuttermitteln . .	406
Novák L.: Bestimmung der Mantelreibung bei der Verdichtung des Fleischknochenmehls bei 110 °C . . .	420
Šimána J.: Mikrorechnersystem für operative Verarbeitung der an Landmaschinen erfassten Messergebnisse . . .	428
Ullmann B.: Technisch-ökonomische Bewertung des technologischen Einlaufs des Motors nach der Generalreparatur . . .	435

Rukopisy odevzdány k tisku 28. 3. 1988 — Podepsáno k tisku 7. 6. 1988

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 1988

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, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.